# Rapport sur le portrait de la qualité de l'air du secteur Limoilou-Basse-Ville, propositions de mesures d'atténuation et recommandations

Groupe de travail sur les contaminants atmosphériques

Janvier 2023

Ce document est une réalisation du Groupe de travail sur les contaminants atmosphériques.

**Coordination**
Sous la coordination de Jean-Pierre Charland, président, et Claude Thellen, secrétaire du Groupe de travail sur les contaminants atmosphériques

**Rédaction**
Jean-Pierre Charland, Ph. D, Chimie, président
Claude Thellen, D. Sc. Écologie, secrétaire
Groupe de travail sur les contaminants atmosphériques

**Révision linguistique et édition**
Mme Marie-Claude Corbeil

**Référence suggérée :**
Groupe de travail sur les contaminants atmosphériques. Rapport sur le portrait de la qualité de l'air du secteur Limoilou-Basse-Ville, proposition de mesures d'atténuation et recommandations, 2023, XXX p.

© Groupe de travail sur les contaminants atmosphériques.

Groupe de travail
sur les contaminants atmosphériques

Québec, le 27 janvier 2023

Monsieur Benoit Charette
Ministre de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs
Édifice Marie-Guyart, 30e étage
675, boulevard René-Lévesque Est
Québec (Québec) G1R 5V7

Monsieur le Ministre,

C'est avec plaisir que nous vous transmettons le rapport du Groupe de travail sur les contaminants atmosphériques portant sur l'état de la situation de la qualité de l'air dans le secteur Limoilou-Basse Ville et accompagné de recommandations d'atténuation pour l'améliorer. Ce travail n'aurait été possible sans ses membres experts et ses membres observateurs, Mme. Élisabeth Lord, M. Christian Riel-Roberge, M. Jean-François Duchesne et M. Matthieu Alibert, et de M. Hugues Paris, M. Sylvain Girard, M. Alain Samson et Dre. Johanne Elsener comme membres observateurs. Nous voulons aussi mentionner les contributions significatives du Dr. Philippe Robert et de Mme. Sylvie Verreault, ainsi que de tout.e.s les conférencier.ière.s invité.e.s dans le cadre de nos réunions de travail. Nous tenons à souligner la collaboration du Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs, du Ministère des Transports et de la Mobilité durable, et du Ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) via l'Institut national de santé publique du Québec, la Direction générale de la santé publique du MSSS et la Direction de santé publique du CIUSSS de la Capitale-Nationale sans qui ce travail et ce rapport n'auraient étés possibles.

L'analyse et les constatations du Groupe de travail reposent sur des rapports de plusieurs ministères et organismes ainsi que sur une revue de la littérature scientifique. À ces sources d'information s'ajoutent les avis experts de nombreux chercheur.e.s et professionnel.le.s. Sont également inclus tous les renseignements et les analyses additionnelles que le groupe a intégrés au dossier pendant ses travaux. Enfin, l'analyse et les constatations prennent en considération les préoccupations, les opinions et les suggestions des participants aux réunions de travail.

Nous avons examiné ce dossier dans une perspective de développement durable. À cet égard, ce rapport porte à l'attention des instances décisionnelles concernées divers éléments d'information et des recommandations qui stimuleront les prises de décisions menant à des engagements, des actions ou des modifications visant une amélioration soutenue de la qualité de l'air dans le quartier en question.

Veuillez agréer, Monsieur le Ministre, l'expression de nos sentiments les meilleurs.

Le président,

Jean-Pierre Charland

Le secrétaire,

Claude Thellen

# Glossaire

| | |
|---|---|
| ACGIH | American Conference of Governmental Industrial Hygienists |
| APQ | Administration portuaire de Québec |
| ATSDR | Agency for Toxic Substances and Disease Registry |
| BAPE | Bureau d'audiences publiques sur l'environnement |
| BMC | Station d'échantillonnage de la bibliothèque Monique-Corriveau |
| CCME | Conseil canadien des ministres de l'environnement |
| CEAEQ | Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec |
| CETEQ | Conseil des entreprises en technologies environnementales du Québec |
| CMQ | Communauté métropolitaine de Québec |
| CIRC | Centre international de Recherche sur le Cancer |
| CIUSSS-CN | Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale |
| CLSC | Centre local de services communautaires |
| CUQ | Communauté urbaine de Québec |
| CICEL | Comité intersectoriel sur la contamination environnementale et la qualité de l'air dans l'arrondissement de Limoilou |
| CVAP | Comité de vigilance des activités portuaires |
| CVGMR | Comité de vigilance de la gestion des matières résiduelles |
| CVFL | Comité de vigilance ferroviaire de Limoilou |
| DEC | Station Deschambault (03200) |
| DSPublique | Direction de santé publique du CIUSSS de la Capitale-Nationale |
| ECCC | Environnement et Changement climatique Canada |
| EPV | Station Québec – École Les Primevères (03021) |
| INSPQ | Institut national de santé publique du Québec |
| IEPA | Inventaire des émissions de polluants atmosphériques |
| INRP | Inventaire des rejets des polluants |
| IQÉA | Inventaire *québécois* des émissions atmosphériques |
| IQA | Indice de la qualité de l'air |
| ISO | Organisation internationale de normalisation |
| LCPE | Loi canadienne sur la protection de l'environnement |
| LQE | Loi sur la qualité de l'environnement |
| LVBV | Limoilou-Vanier-Basse-Ville |

| | |
|---|---|
| MdN | Station d'échantillonnage Maison de Naissance |
| MELCCFP | Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs |
| MELCC | Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques |
| MEMS | Projet « Mon environnement, ma santé » |
| MSSS | Ministère de la Santé et des Services sociaux |
| MTQ | Ministère des Transports du Québec |
| MTMD | Ministère des Transports et de la Mobilité durable |
| NCQAA | Normes canadiennes de qualité de l'air ambiant |
| OMS | Organisation mondiale de la santé |
| PVB | Station d'échantillonnage du parc Victorin-Beaucage |
| QAE | Qualité de l'air extérieur |
| RAA | Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère |
| RSQAQ | Réseau de surveillance de la qualité de l'air du Québec |
| SCG | Station d'échantillonnage située au Collège Saint-Charles-Garnier (03028) |
| SGQA | Système de gestion de la qualité de l'air |
| SNPA | Programme de surveillance national de la pollution atmosphérique |
| US EPA | United States Environmental Protection Agency |
| VL | Station d'échantillonnage de Vieux-Limoilou |

# Sommaire

## La pollution de l'air ambiant – contexte

L'air, comme l'eau, est un élément essentiel à la vie. Il est là, autour de nous, invisible. Nous l'utilisons chaque seconde, sans même y penser. Par contre, il mérite qu'on s'en préoccupe car sa qualité peut être grandement affectée par des polluants de toute sorte. La pollution atmosphérique résulte du rejet direct de composés gazeux et de particules nocifs pour nous et la biosphère, et qui proviennent d'activités industrielles, domestiques, agricoles, des transports, des combustions diverses, etc. Ces polluants sont dits anthropiques. La biosphère produit aussi naturellement des gaz et des particules qui se retrouvent dans l'atmosphère. C'est le cas de l'érosion éolienne, d'hydrocarbures émis par la végétation, de la production de gaz venant de la décomposition bactérienne dans les sols et les eaux, etc. Ces émissions de la biosphère, qui sont souvent de même nature que les polluants, sont appelées biogéniques. Les activités humaines modifient ces émissions apportant alors une contribution à la pollution de l'air. Ainsi l'agriculture modifie l'érosion éolienne et les émissions de gaz comme les oxydes d'azote avec l'utilisation d'engrais azotés qui perturbent le cycle naturel de l'azote.

Les polluants introduits directement dans l'atmosphère ou provenant de la modification des émissions naturelles de la biosphère, sont appelés des polluants primaires. Plusieurs d'entre eux vont réagir chimiquement, en particulier sous l'effet du rayonnement du soleil, pour créer de nouveaux polluants dits secondaires et souvent plus agressifs pour l'environnement que ceux qui leur ont donné naissance. Par exemple, on retrouve parmi eux des oxydants puissants comme l'ozone ($O_3$). L'atmosphère est ainsi le siège d'une intense activité chimique, entre composés souvent à l'état de traces infimes.

Que ce soit à travers les changements climatiques, l'amincissement de la couche d'ozone ou les épisodes de smog, la pollution atmosphérique a des conséquences sur la santé des personnes et des écosystèmes, à l'échelle locale, régionale. Il est bien reconnu que la pollution atmosphérique affecte la santé humaine. La pollution de l'air est un facteur de risque important pour un certain nombre de maladies, notamment les affections respiratoires, les maladies cardiaques et le cancer du poumon. Certaines personnes sont plus sensibles aux effets de la pollution atmosphérique, comme les enfants, les personnes âgées, ainsi que les individus souffrant déjà de certaines maladies comme l'asthme, l'insuffisance cardiaque ou respiratoire.

## Le mandat

L'air ambiant dans le secteur Limoilou-Basse-Ville fait l'objet d'un suivi continuel de sa qualité grâce à la station de mesure du MELCCFP de la rue des Sables dans le quartier du Vieux-

Limoilou. A ce suivi s'ajoutèrent d'autres études basées sur des campagnes d'échantillonnage supplémentaires pour répondre à des questions spécifiques à propos de certaines sources.

Des projets majeurs faisant partie de l'initiative "Mon environnement, Ma santé" (MEMS) sous la gouverne de la Direction de santé publique du CIUSSS de la Capitale-Nationale et financé par la Ville de Québec sont toujours en cours. Après la publication d'un premier rapport mettant en lumière les inégalités sociales du secteur à l'étude, le projet MEMS a publié un second rapport sur les impacts de la qualité de l'air extérieur sur la santé des résidents du secteur.

C'est dans ce contexte que le ministre du MELCCFP, M. Benoit Charette, a annoncé le 18 février 2022 la formation d'un groupe de travail indépendant sur les contaminants atmosphériques (GTCA) chargé de brosser un portrait de la problématique de la contamination de l'air dans le secteur Limoilou-Basse-Ville. Le groupe avait pour tâche d'identifier les contaminants posant le plus de risques pour l'environnement et la santé. Les impacts potentiels de l'incinérateur de Québec, du chauffage au bois, des activités portuaires et du camionnage lourd en basse-ville de Québec ont été considérés dans le cadre de cet exercice. Le groupe indépendant a eu aussi comme mandat de recommander, en les priorisant, des actions à mettre en œuvre pour améliorer la qualité de l'air.

Le ministre a annoncé le 24 mars 2022 les nominations du président et secrétaire. D'autres experts scientifiques et spécialistes de la santé publique se sont joints par la suite au groupe de travail sur les contaminants atmosphériques. Sa création a fait suite aux demandes du maire de Québec qui avait exprimé le souhait d'obtenir de l'information précise sur l'ensemble des contaminants et identifier les responsables d'émissions de polluants dans ce secteur de la ville.

Les travaux du groupe se sont articulés autour d'une série de rencontres thématiques alignées sur les deux objectifs principaux, le portrait actualisé de la qualité de l'air dans -et la recommandation de mesures d'atténuation pour en améliorer sa qualité. C'est le fruit de plusieurs mois de travail qui font l'objet du présent rapport.

## Le mode de fonctionnement du GTCA

Le GTCA a développé un document qui explique l'organisation du projet, son mode de fonctionnement et les diverses étapes requises pour accomplir son mandat, allant de la composition du groupe avec les expertises requises, l'élaboration de sa démarche scientifique dans la réalisation des objectifs, la planification des travaux pour amasser un maximum d'information accompagnée d'une stratégie de consultation se déclinant comme suit :

- Un calendrier de rencontres thématiques avec expert.es invité.es pour présenter les résultats et recherche récentes en lien avec l'actualisation du portrait de la qualité de l'air dans le secteur Limoilou-Basse-Ville et des approches concrètes pour son amélioration;

- Périodes de discussion sur des sujets et des angles morts et examen de nouvelles approches d'évaluation;
- Consultations et discussion avec plusieurs experts au besoin dans le cadre de rencontres individuelles

Trois questions thématiques ont servi de repère pour guider les membres du GTCA dans leurs travaux de consultation, encadrer le déroulement des réunions de travail et nourrir la réflexion sur les enjeux liés au mandat :

**Question 1** - L'information actuelle - qualité de l'air, santé, atténuation - est-elle satisfaisante? Doit-elle être actualisée ou complétée?

**Question 2** - Y-a-t-il des angles morts à considérer dans l'information actuelle? Permettraient-ils de recommander des solutions davantage concertées pour améliorer la situation dans Limoilou-Basse-Ville?

**Question 3** - Quelle serait la recommandation la plus urgente à mettre en œuvre?

Le rapport du GTCA comporte plusieurs chapitres qui seront résumés dans les pages suivante couvrant les sujets pertinents à son mandat.

## Chapitre 1 - Introduction

L'introduction fournit l'information utile pour suivre la démarche du GTCA et les différents chapitres de son rapport. En plus d'expliquer la notion de la pollution atmosphérique et son impact sur l'environnement, l'introduction présente des particularités du secteur Limoilou-Basse-Ville et sa topographie. L'analyse des données de vitesse et de direction des vents entre 2020 et 2022 utilisée pour caractériser la qualité de l'air, indique que les vents à Québec viennent préférentiellement de l'est-nord-est (32 % du temps) et de l'ouest-sud-ouest (47 % du temps).

En plus de données statistiques sur la population du secteur et la présentation d'indices reliés à l'accessibilité aux transports collectifs et aux espaces verts, des statistiques résumant le trafic urbain et autoroutier du secteur sont présentées. Après une brève présentation du secteur industriel en présence, l'introduction de ce rapport poursuit avec une présentation des normes et cibles de qualité de l'air couramment utilisés dans le monde, au Canada et au Québec afin d'expliquer la raison d'être, la logistique et les infrastructures de mesure soutenant les réseaux de surveillance mis en place pour faire le suivi de la qualité de l'air, vérifier l'efficacité de diverses mesures réglementaires et rapporter les observations publiquement.

Le projet MEMS initié en 2018 a publié deux rapports, un premier sur la relation entre le bilan de santé, les facteurs environnementaux et les inégalités sociales de santé dans le quartier. Le

second rapport a porté sur le bilan initial de la qualité de l'air extérieur et ses risques pour la santé des résidents

## Chapitre 2 - Regard sur les inventaires de sources émettrices de polluants atmosphériques au Québec et les principales sources dans Limoilou-Basse-Ville

Le chapitre 2 porte initialement un regard sur les tendances des émissions de polluants dans la province de Québec au cours des trente dernières années pour mieux comprendre la situation dans son ensemble. Sur la période 1990-2020, au Québec, sur la base des déclarations des industries québécoises à l'Inventaire national des rejets de polluants (INRP) d'Environnement et Changement climatique Canada (ECCC), on note les tendances suivantes :

- Les émissions de particules fines ($PM_{2,5}$) ont baissé d'environ 20 %;
- Les émissions d'oxydes d'azote ($NO_x$) ont baissé de 50 %;
- Les émissions de composés organiques volatils (C)OV) et d'oxydes de soufre ($SO_x$) ont diminué de 60 %.

Le chauffage au bois résidentiel (33 %) et les poussières générées par les chantiers de construction (22 %) et les routes non pavées (17 %) sont les principales sources d'émission de particules fines ($PM_{2,5}$) à l'échelle de la province.

Quant au carbone noir, une composante des $PM_{2,5}$ produite par la combustion incomplète de combustibles fossiles et de biomasse, trois secteurs généraient la presque totalité de ces émissions au Québec :

- la combustion de bois de chauffage (45 %);
- le transport (routier, ferroviaire, aérien et maritime) (30 %);
- les véhicules hors route et l'équipement mobile (20 %).

Les émissions de particules en suspension totales en 2020 sont majoritairement associées au secteur de la construction (71 %) et les routes pavées (13 %).

Quant aux émissions d'oxydes d'azote ($NO_X$) au Québec en 2020, elles proviennent en grande partie du secteur du transport routier (48 %) suivies des émissions industrielles (19 %), des émissions dues aux transports maritime et ferroviaire (14 %) et du chauffage au bois résidentiel (7 %).

Les principales sources de COV d'origine anthropique sont les peintures et solvants (25 %) et le chauffage au bois (24 %); d'autres sources notables incluent l'agriculture (12 %), le transport (11 %) et les véhicules hors route (10 %).

Des chercheurs ont entrepris des travaux de modélisation pour simuler les concentrations ambiantes de $PM_{2,5}$ à partir des inventaires canadiens et américains de leurs émissions en 2013. Cette approche a permis un regard sur les profils de concentrations dans les deux pays et aussi

dans chaque province au Canada sur des bases annuelle et saisonnière. Le point saillant de cette simulation est la mise en lumière de la proportion estimée de $PM_{2,5}$ dû au transport transfrontalier des polluants, soit des États-Unis vers le Québec. Pour l'année 2013, jusqu'à 26 % des $PM_{2,5}$ dans la province de Québec provenaient des États-Unis. À l'hiver 2013, 31 % des $PM_{2,5}$ provenaient de la combustion résidentielle et 13 % du secteur des transports; 42 % des $PM_{2,5}$ étaient d'origine transfrontalière.

Une perspective des sources industrielles et autres secteurs contribuant au bilan des émissions dans la Ville de Québec et du secteur Limoilou-Basse-Ville, est présenté dans le chapitre 2, à savoir que :

- La principale source d'émission de $PM_{2,5}$ est le chauffage au bois suivi des poussières du secteur de la construction et des routes pavées; le camionnage et le transport maritime sont aussi des sources notables;
- Les principales émettrices de PST et de particules respirables ($PM_{10}$) sont en grande partie des poussières des secteurs de la construction et des routes pavées;
- Les émissions de $NO_x$ proviennent surtout du camionnage diésel, du transport ferroviaire et du chauffage au bois résidentiel;
- Les émissions de COV viennent principalement de l'usage de peintures et solvants, du chauffage au bois résidentiel et du trafic des véhicules légers;
- Les émissions de $SO_2$ sont très faibles et proviennent surtout de l'incinérateur de la Ville de Québec;
- L'incinérateur de la ville de Québec et la papetière Stadacona sont les sources de monoxyde de carbone dans le secteur Limoilou-Basse-Ville.

En considérant l'activité ferroviaire dans le secteur à l'étude, le GTCA offre aussi une perspective générale sur l'impact environnemental d'une gare intermodale et de triage pour les trains de marchandises. Le GTCA a aussi évalué sommairement les petites et moyennes entreprises dans Limoilou-Basse-Ville comme sources potentielles d'émissions, surtout les COV, et d'activités émettrices.

## Chapitre 3 - Portrait de la qualité de l'air

Le chapitre 3 brosse le portrait de la qualité de l'air dans le secteur Limoilou-Basse-Ville. Pour ce faire, le GTCA a consulté les rapports existants sur les mesures des principaux contaminants atmosphériques au courant de la dernière décennie. Le GTCA a aussi procédé à des analyses de données complémentaires. Ce portrait actualisé servira à alimenter le chapitre 4 sur la santé en complément aux études menées par la Direction de santé publique du CIUSSS de la Capitale-Nationale dans le cadre du projet MEMS.

La surveillance de la qualité de l'air ambiant dans la ville de Québec est assurée par un ensemble de quatre stations de mesure : Vieux-Limoilou, Collège St-Charles-Garnier, École Les

Primevères et Henri-IV. Ces stations font partie du réseau de surveillance de la qualité de l'air au Québec (RSQAQ).

Les particules constituent la première série de polluants examinés. Nous allons examiner en premier les particules d'un diamètre aérodynamique inférieur à 2,5 microns, les $PM_{2,5}$. En 2019, la station Vieux-Limoilou enregistrait une moyenne annuelle de 7,7 $\mu g/m^3$, plus basse que les stations École Les Primevères et Henri-IV, mais plus élevée qu'à la station St-Charles-Garnier. La station Vieux-Limoilou peut être comparée à la station St-Jean-Baptiste à Montréal, une autre station sous influence industrielle. Cette station affiche en 2019 une moyenne annuelle inférieure à 7,0 $\mu g/m^3$.

La comparaison de l'évolution des moyennes annuelles des concentrations de $PM_{2,5}$ à la station Vieux-Limoilou avec celles des moyennes annuelles de tous les sites urbains au Québec de 2010 à 2020 révèlent que, de 2010 à 2018, la moyenne annuelle de Vieux-Limoilou est plus haute d'environ 1.5 $\mu g/m^3$. En 2019 et 2020, cet écart a diminué à 1,0 $\mu g/m^3$. En fait, les moyennes annuelles en 2020 aux stations de la ville de Québec sont plus élevées en général qu'à des stations similaires en milieu urbain à Montréal. Cette différence peut s'expliquer en partie par l'apport de sources locales incluant les $PM_{2,5}$ provenant du chauffage résidentiel au bois dans d'autres quartiers de Québec et transportés par les vents ailleurs à Québec. La station Vieux-Limoilou est celle qui présente les variations se démarquant le plus, en raison de ses concentrations estivales plus élevées. Son emplacement, près d'un plus grand nombre de sources d'émissions, pourrait expliquer cette situation.

En 2016, Québec enregistrait les deuxièmes concentrations les plus élevées au Canada pour la moyenne annuelle et la valeur de pointe. Ces observations de tels niveaux élevés de $PM_{2,5}$ nous font considérer, en plus de la contribution des sources émettrices typiques, le phénomène de smog, cette brume jaunâtre causée par l'accumulation d'un mélange de contaminants atmosphériques limitant la visibilité dans l'atmosphère. Le smog peut se former à toute période de l'année. Le smog estival est un mélange de polluants dominé par l'ozone ($O_3$) et les particules fines ($PM_{2,5}$), alors que le smog hivernal est composé surtout de $PM_{2,5}$.

La comparaison des nombres de jours de smog estival et hivernal pour les régions du Québec en 2021 a révélé que la ville de Québec a vécu 9 jours de smog hivernal, la valeur la plus élevé au Québec. Ce phénomène est dû en partie au chauffage au bois en hiver tel que démontré par une étude du MELCCFP publiée en 2022 qui montre que la variation des concentrations horaires des $PM_{2,5}$ est la plus élevée avec des maxima de concentrations en $PM_{2,5}$ atteints en début de nuit et pouvant atteindre dans certains cas le double du minimum observé dans la journée. Dans le cas du smog estival, les périodes d'ensoleillement et de températures élevées créent des conditions propices au smog estival, d'autant plus qu'on doit considérer la présence

d'un nombre de chantiers de construction nettement plus important en été. Le caractère industriel du secteur Limoilou-Basse-Ville pourrait être une explication.

Les particules d'un diamètre de 10 micromètres (0,01 mm) ou moins, les $PM_{10}$, sont en général présentes dans la poussière et la fumée. Elles proviennent généralement de la poussière de routes non pavées, de la fumée des incendies, des sels de déglaçage, des échappements de voitures et de camions et des industries. La station Vieux-Limoilou a la 2e moyenne la plus élevée des stations urbaines en 2019 après Montréal-Anjou.

La moyenne annuelle des particules en suspension totale (PST) à la station Vieux-Limoilou était la 5e plus élevée de celles des stations urbaines en 2019 et la 4e plus élevée en 2020. Par comparaison, la station Henri-IV à Québec dont la moyenne est la plus élevée en 2020 est un site de mesure sous forte influence du trafic autoroutier.

Dans le cas du dioxyde d'azote ($NO_2$), un polluant émis en grande partie par les véhicules et les industries, la valeur moyenne enregistrée en 2019 à la station Vieux-Limoilou montre bien l'influence du trafic. De plus, la station Vieux-Limoilou est à proximité de plusieurs axes autoroutiers et est aussi sous influence d'activités industrielles, portuaires et ferroviaires. Nonobstant ce constat, Québec se classait au 14e rang des villes canadiennes derrière Montréal et devant Gatineau pour les concentrations moyennes de grandes villes canadiennes en 2016. Quant à la concentration de pointe, Québec se classe au 8e rang des villes canadiennes devant Montréal et Gatineau.

L'ozone ($O_3$) est un polluant important dans l'appréciation de la qualité de l'air. Les périodes d'ensoleillement et de températures élevées sont propices à la formation d'ozone. La concentration de pointe d'ozone à la station Vieux-Limoilou est inférieure à la norme du Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (RAA) du Québec et aux valeurs cibles du Système de gestion de la qualité de l'air (SGQA). En ce qui a trait aux composés organiques volatils (COV), les concentrations annuelles moyennes des nombreux composés mesurés respectent les normes et critères de qualité de l'air en vigueur au Québec, sauf pour le dichlorométhane. La concentration annuelle moyenne de ce dernier est toutefois largement sous les valeurs recommandées par les autorités sanitaires pour protéger la santé. Les concentrations de toluène et de xylène sont plus élevées à la station Vieux-Limoilou qu'à la station Rivière-des-Prairies à Montréal, mais ne représentent pas de préoccupation pour la santé puisque leurs concentrations sont sous les valeurs recommandées par les autorités sanitaires pour protéger la santé.

Les dioxines et furanes, ces sont des composés organiques provenant de l'incinération municipale et des industries, des feux à ciel ouvert des déchets domestiques, de la combustion du mazout, du diésel, des combustibles agricoles et de l'huile à chauffage, du chauffage au bois et de la fumée du tabac. La campagne d'échantillonnage menée d'avril 2010 au mois de mars

2012 aux stations Vieux-Limoilou, Beaujeu et Vitré a enregistré une moyenne des concentrations aux trois stations de 24 fg ET/$m^3$ qui respecte la norme du RAA fixée à 60 fg ET/$m^3$.

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) sont des composés organiques qui sont formés dans la combustion des combustibles fossiles (charbon, huile, gaz), le chauffage au bois, l'incinération, la fumée de cigarette et la viande cuite au barbecue. La campagne d'échantillonnage menée d'avril 2010 au mois de mars 2012 aux stations Vieux-Limoilou, Beaujeu et Vitré a enregistré une concentration moyenne de benzo(a)Pyrène, un HAP toxique, à la station Vieux-Limoilou qui atteint 0,21 ng/$m^3$, concentration qui représente moins de 25 % de la norme québécoise.

Nous nous sommes intéressés à la teneur en métaux des $PM_{10}$. Ces métaux sont analysés couramment à la station Vieux-Limoilou depuis 1994 dans les $PM_{2,5}$ via le programme de Surveillance national de la pollution atmosphérique (SNPA) et depuis 2011 dans les $PM_{10}$ via le RSQAQ. Des statistiques sur trente et un métaux analysés à la station Vieux-Limoilou entre 2019 et 2021 indiquent que seulement treize d'entre eux sont présents au-dessus de la limite de détection, soit l'aluminium, l'antimoine, l'arsenic, le baryum, le cadmium, le calcium, le cobalt, le cuivre, le fer, le manganèse, le nickel, le plomb et le zinc. Le nickel est le métal le moins détecté, soit dans 23 % des échantillons ponctuels recueillis, suivi de l'antimoine, du cobalt et du cadmium. Les concentrations moyennes sont respectivement : Ni – 7,9 ng/$m^3$ ; Co – 0,4 ng/$m^3$ et Cd – 0,2 ng/$m^3$.

Les niveaux de nickel dans l'air ambiant du quartier Limoilou ont retenu l'attention depuis le début des années 2010, tant au MELCCFP qu'au CIUSSS de la Capitale-Nationale en raison des niveaux plus élevés détectés à cette station qu'ailleurs au Québec. L'examen des concentrations de nickel dans les $PM_{10}$ entre 2011 et 2021 ont montré 44 dépassements par rapport à la nouvelle norme de 70 ng/$m^3$ du RAA entré en vigueur en avril 2022 à la station Vieux-Limoilou (3,3 % des échantillons) et 23 dépassements enregistrés aux stations de l'Administration du port de Québec (APQ) localisées dans le quartier Vieux-Limoilou entre 2015 et 2021 (1,2 %).

Les données de 2010 à 2019 du SNPA démontrent que la station Vieux-Limoilou enregistre une concentration moyenne annuelle de nickel supérieure à celle des autres villes canadiennes d'importance. Alors que les moyennes de concentrations de nickel des autres villes canadiennes varient de 1 à 3 ng/$m^3$ durant cette période, la concentration moyenne dans le secteur Limoilou-Basse-Ville est beaucoup plus élevée à environ 11,5 ng/$m^3$. À ces statistiques s'ajoute pour compléter le portrait la variation des moyennes annuelles pendant cette décennie. Le constat sur cette période est que la qualité de l'air s'est améliorée plus rapidement dans les villes canadiennes d'importance que dans le secteur Limoilou-Basse-Ville.

En 2013, le rapport publié par le MELCCFP conclut que le nickel dans l'air à cette époque provenait du transbordement de pentlandite, un minerai de sulfure mixte de fer et de nickel [$(Fe, Ni)_9S_8$] dans le secteur Beauport du Port de Québec. Une analyse plus poussée des concentrations de nickel dans les PST et la $PM_{10}$ en fonction de la direction et de la vitesse des vents a permis d'établir des roses de pollution positionnées à plusieurs stations du RSQAQ et de l'APQ dans le quartier Vieux-Limoilou. Tout comme une rose des vents montre les directions des vents préférentielles, une rose de pollution montre à la fois les directions préférentielles du vent et la distribution des concentrations d'un polluant aussi en fonction de directions préférentielles des vents. Par triangulation, en recoupant les directions du vent aux concentrations maximales de nickel mesurées aux stations de mesure utilisées, on est à même de déduire l'origine des émissions de nickel, soit dans ce cas-ci, en provenance de la zone industrielle de la baie de Beauport.

Les mesures de surveillance de la qualité de l'air représentent une pratique bien établie de suivi partout au Canada et par les provinces. Depuis maintenant une dizaine d'années s'est développée une nouvelle approche basée sur des micro-capteurs moins coûteux que les appareils de mesure certifiés utilisés dans les programmes précités. Ils font maintenant partie de diverses initiatives citoyennes pour s'impliquer dans le suivi de la qualité de l'air dans leur voisinage pour les polluants les plus cités, entre autres les particules fines ($PM_{2,5}$) et les particules respirables ($PM_{10}$). C'est ainsi qu'est né le projet Limoil'Air, une initiative de science citoyenne amorcé en 2021 qui a débuté en 2022. Ce projet permet aux citoyen.ne.s préoccupé.e.s par la qualité de l'air dans les quartiers Lairet, Maizerets et Vieux-Limoilou, de recueillir de l'information sur la qualité de l'air dans ces quartiers qui ultimement pourra répondre à leurs préoccupations. Depuis l'entrée en fonctions des micro-capteurs, des données sur les $PM_{2.5}$ sont ainsi obtenues en temps réel sur une base 24/7 pour tous les quartiers. Il est aussi possible de visualiser les données ainsi recueillies à ce jour grâce à un tableau de bord interactif sur le site web du groupe RevolvAir. La ville de Québec participe aussi au projet Limoil'Air avec le déploiement de plusieurs micro-capteurs sur des édifices publics appartenant à la municipalité.

Tout ce travail a permis au GTCA de mettre à jour le portrait de la qualité de l'air dans le secteur Limoilou-Basse-Ville. Il aura passé en revue les tendances pour déceler des variations dans les polluants mesurés à ce jour. Cet effort aura aussi permis de comparer le secteur Limoilou-Basse-Ville avec d'autres secteurs de la ville de Québec, d'autres villes ou régions locales, provinciales et nationales pour la mise en contexte de la situation dans le secteur à l'étude. Grâce à cette approche, le GTCA est à même de pouvoir établir sa liste des polluants prioritaires pour la santé et l'environnement.

# Chapitre 4 - La qualité de l'air dans Limoilou-Basse-Ville et la santé

La santé des citoyens du secteur Limoilou-Basse-Ville constitue un enjeu majeur à considérer dans l'estimation des impacts de la qualité de l'air. Le GTCA a passé en revue les impacts potentiels des contaminants aux concentrations connues dans l'air de Limoilou-Basse-Ville, afin d'identifier les contaminants posant le plus de risques pour la santé de la population, soit les $PM_{2,5}$, le dioxyde d'azote et le nickel. Le travail du GTCA sur l'aspect santé se veut un bref survol des enjeux et impacts sur la santé en général. Sa contribution s'inscrit dans la foulée du projet MEMS piloté par le CIUSSS de la Capitale-Nationale. Elle a permis d'ajouter des éléments d'information au projet MEMS toujours en cours.

Les $PM_{2,5}$ sont reconnus comme un indicateur majeur du risque sanitaire de la pollution atmosphérique. Aux concentrations auxquelles sont exposées la plupart des populations urbaines et rurales, les $PM_{2,5}$ ont des effets nuisibles sur la santé. En effet, il n'existerait pas de concentration au-dessous de laquelle il n'y aurait aucun effet indésirable pour la santé. Le risque sanitaire augmenterait avec l'importance de l'exposition, d'après l'OMS.

Dans son évaluation la plus récente, Santé Canada a conclu qu'une exposition à court terme aux particules fines pouvait augmenter les risques de maladies cardiovasculaires et respiratoires. À long terme, l'exposition aux particules fines accentue probablement les mortalités cardiovasculaire et respiratoire et l'incidence de cancer du poumon. Les données suggèrent aussi qu'elles peuvent affecter le développement des enfants et entraîner des effets neurologiques.

Santé Canada a estimé en 2021 les impacts sanitaires des $PM_{2,5}$ (et leur valeur économique) à partir d'une modélisation mathématique et de plusieurs sources de données. La valeur économique des impacts des $PM_{2,5}$ s'élevait à 2 milliards de dollars annuellement, seulement pour la ville de Québec. En excluant la mortalité, les autres impacts sanitaires représentent une valeur économique de 120 millions de dollars annuellement. La concentration moyenne de particules fines modélisées dans Québec (5,8 $\mu g/m^3$) était plus faible que les concentrations moyennes mesurées aux stations de mesure de la qualité de l'air dans la ville de Québec. L'ensemble de ces informations amènent le GTCA à considérer comme prioritaire les particules fines.

Le dioxyde d'azote est la forme d'oxyde d'azote qui a la plus grande toxicité. Il est plus difficile d'estimer les impacts sanitaires de l'exposition au dioxyde d'azote, puisque ses concentrations varient grandement à l'échelle des rues, principalement en fonction de la circulation routière. Il a clairement été démontré que les concentrations les plus élevées sont observées en bordure des principales artères. D'après Santé Canada, 24 % de la population de Québec demeure à moins de 100 m d'une route à circulation élevée et 9 % à moins de 50 m. Santé Canada a conclu en 2022 qu'il y avait un lien de causalité entre la pollution liée à la circulation automobile et

plusieurs types de maladie et cancer. L'ensemble de ces informations amènent le GTCA à considérer comme prioritaire le dioxyde d'azote, en tant que marqueur de l'exposition aux polluants du transport.

En ce qui a trait au nickel, le GTCA doit préciser qu'il n'avait pas pour mandat de se positionner sur une norme appropriée. Le GTCA s'est plutôt attardé aux risques posés par les concentrations mesurées à la station Vieux-Limoilou, sachant que les concentrations sont plus faibles aux autres stations des quartiers Vieux-Limoilou, Vanier et Basse-Ville.

Trois types de risques doivent être considérés dans le cas du nickel : le risque d'effets aigus (lié aux concentrations journalières élevées), le risque d'effets respiratoires chroniques (lié à la concentration moyenne) et le risque de cancer (lié à la concentration moyenne). Concernant le risque d'effets respiratoires chroniques, la concentration moyenne de nickel (7,9 ng/$m^3$ dans les particules respirables en 2018-2021) est inférieure aux valeurs recommandées par les autorités sanitaires pour éviter les effets chroniques non cancérigènes, soit 14 ng/$m^3$ pour les composés autres que les oxydes de nickel.

Concernant le risque de cancer, le GTCA a pris connaissance de l'évaluation effectuée par la Direction de santé publique de la Capitale-Nationale dans le cadre du projet MEMS, dont les résultats sont similaires aux avis précédents. Le risque cancérigène lié au nickel apparaît très faible, mais pourrait dépasser le niveau considéré négligeable par plusieurs autorités sanitaires, dont les autorités de santé publique du Québec. Le GTCA note également qu'il persiste des incertitudes scientifiques quant aux mécanismes de cancérogénicité du nickel, ce qui pourrait affecter l'estimation du risque, mais il souscrit à une approche prudente.

Le GTCA inclut le nickel parmi les contaminant prioritaires faisant l'objet de recommandations puisque des dépassements de la norme journalière sont encore mesurés, que les risques sanitaires liés au nickel sont plus élevés pour la population du secteur Limoilou-Basse-Ville que pour celle des autres quartiers de Québec et que ces risques ne semblent pas acceptables pour une partie de la population et de certaines parties prenantes. Pour ces raisons, il demeure pertinent de mettre en place des moyens pour diminuer les émissions de nickel à la source, mais tout en priorisant les efforts d'atténuation portés sur les $PM_{2,5}$ et les oxydes d'azote afin de maximiser les gains en santé.

Le GTCA a entendu les préoccupations citoyennes quant aux interactions possibles entre les contaminants atmosphériques et leur cumul. Cette question nécessite une évaluation exhaustive et systématique de la littérature scientifique, qui dépassait le mandat du GTCA. Néanmoins, l'OMS, Santé Canada et l'US EPA ont publié récemment des évaluations qui abordent cette question. Ces organisations reconnaissent que les effets sur la santé pourraient varier selon la composition du mélange de contaminants, mais elles conviennent aussi que les

connaissances scientifiques actuelles ne permettent pas de tirer des conclusions probantes sur les interactions entre les contaminants ou entre les composantes des particules fines.

Dans l'ensemble, le Groupe de travail reconnaît que les connaissances scientifiques actuelles ne permettent pas d'évaluer l'impact cumulatif de plusieurs contaminants dans le secteur Limoilou-Basse-Ville. Le GTCA considère pertinent de suivre l'évolution des connaissances scientifiques sur les effets de l'exposition à divers contaminants. Des efforts de recherche soutenus à l'international seront nécessaires pour répondre à ces questions. Dans l'intervalle, l'atteinte des lignes directrices de l'OMS pour les particules fines et le dioxyde d'azote représenterait déjà un défi collectif considérable. La priorité devrait être donnée à la réduction à la source des émissions de ces contaminants, par tous les moyens raisonnables.

D'après l'ensemble des informations présentées dans le chapitre 4, le GTCA considère que les $PM_{2,5}$ représentent le contaminant ayant les plus grands impacts sur la santé de la population du secteur Limoilou-Basse-Ville. Les oxydes d'azote, en tant que marqueur de la pollution du transport, ont également des impacts considérables sur la santé. Les impacts de ces deux contaminants sont bien connus et sont estimés quantitativement à l'échelle locale.

Bien que les risques liés au nickel soient très faibles en comparaison, le GTCA a inclus le nickel dans les contaminants prioritaires puisque la norme journalière actuelle n'est pas respectée et que les risques liés au nickel ne semblent pas acceptables pour une partie de la population.

## Chapitre 5 - Recommandations de mesures d'atténuation pour améliorer la qualité de l'air

L'objectif global était d'identifier des mesures additionnelles pour réduire le nombre et la sévérité des épisodes de contaminants mesurés dans l'air ambiant du secteur de Limoilou-Basse-Ville. Cet exercice de réflexion a tenu compte des efforts déjà déployés et les données présentées et analysées dans les chapitres précédents.

Des mesures d'atténuation sont déjà en place pour assainir l'air ambiant des quartiers avoisinant la zone industrielle près du quartier Vieux-Limoilou. Certaines de ces actions découlent des activités du comité intersectoriel sur la contamination environnementale et la qualité de l'air dans l'arrondissement La Cité-Limoilou (CICEL), mis sur pied en 2013 par le directeur de Santé publique de la Capitale-Nationale préoccupé par la qualité de l'air ambiant dans le secteur de Limoilou-Basse-Ville. Les activités du CICEL et les actions qui en découlent sont documentées dans des compte-rendu publics. À cette initiative s'ajoutent des comités de vigilance mis en place pour permettre un suivi des activités du secteur industriel à Québec, tant au niveau de la gestion des matières résiduelles que des activités portuaires pour n'en nommer que quelques-unes.

Les recommandations d'atténuation du GTCA varient en fonction des contaminants ciblés. Les mesures d'atténuation suggérées visent à accomplir les objectifs prioritaires suivants :

- Réduire les émissions de $PM_{2,5}$ afin de ramener le niveau de $PM_{2,5}$ mesurés dans l'air ambiant à la moyenne québécoise;
- Réduction des niveaux de NOx reliés au transport (trafic et camionnage);
- Plan d'élimination des épisodes de poussières fugitives reliées au transbordement de vrac solide ou au stockage en piles à découvert pour réduire les problèmes de nuisance et diminuer les épisodes hors de la norme journalière du nickel du RAA.

De nombreuses technologies sont disponibles pour réduire les rejets atmosphériques. Certaines sont des solutions simples pouvant donner des résultats appropriés et probants, d'autres représente des options à court terme à faibles coûts, qui peuvent donner des résultats limités ou mitigés. Il y a aussi des technologies offrant une efficacité d'élimination plus élevée, mais qui peuvent nécessiter des investissements ou des adaptations plus importantes. Le tableau suivant résume les suggestions d'atténuation présentées en détail dans le chapitre 5.

D'autres polluants bénéficieront aussi de ces mesures, tels les dioxines et furanes et les hydrocarbures aromatiques polycycliques fortement liés aux particules fines. Des suggestions seront aussi formulées pour les composés organiques volatils qui sont surtout des précurseurs d'ozone et dans une moindre mesure de particules.

**Résumé des méthodes d'atténuation suggérées par le GTCA**

| Mesures d'atténuation/Technologies | Échéance suggérée | Contaminants ciblés |
|---|---|---|
| **Atténuation des concentrations de $PM_{2,5}$ mesurées** | | |
| **Accélérer la transition énergétique d'activités industrielles, commerciales et institutionnelles** | **4 - 8 ans** | **$PM_{2,5}$** |
| **Gestion des émissions fugitives aux sites de construction/démolition :** Lavage de pneus des camions sur les sites industriels et de construction | **4 - 8 ans** | PST, **$PM_{2,5}$** |
| **Réglementation sur le chauffage au bois** :<br>- Poursuivre la mise en place des directives;<br>- Développer des phases subséquentes à la réglementation;<br>- Suivi des améliorations par surveillance du lévoglucosane. | **< 4 ans** | **$PM_{2,5}$** |
| Barrières naturelles et **verdissement urbain** (incluant le long des routes) | - | PST, **$PM_{2,5}$,** $NO_X$, autres |
| **Atténuation des concentrations de $NO_X$ mesurées (et GES)** | | |
| **Électrification :**<br>- des quais des navires de croisières au Port de Québec<br>- des déplacements de convois à la gare de triage de Limoilou (locomotives hybrides diésel-électrique, à l'hydrogène ou 100 % électriques) | **4 - 8 ans** | **NOx**, $PM_{2,5}$ |

| Mesures d'atténuation/Technologies | Échéance suggérée | Contaminants ciblés |
|---|---|---|
| **Camionnage :** Exigences des principaux donneurs d'ordre pour utilisation de camions ou de véhicules électriques ou à faibles émissions | < 4 ans | **NOx**, $PM_{2,5}$ |
| Stratégies de **mobilité durable** axées sur les transports collectifs et actifs | - | **NOx,** $PM_{2,5}$ |
| Gestion des matières résiduelles : incinérateur et biométhanisation | 4 - 8 ans | **NOx**, $PM_{2,5}$ |
| **Atténuation des concentrations de nickel mesurées** | | |
| **Cales de navires de nickel:**<br>Amélioration continue des procédures de gestion des émissions fugitives lors du chargement et déchargement des cales de navires | 4 - 8 ans | **Ni** |
| **Étude des sources émettrices de nickel et autres contaminants dans Limoilou-Basse-Ville** :<br>Inventaire, quantification et mise en application des guides de bonnes pratiques environnementales | < 4 ans | **Ni**, autres contaminants |
| **Atténuation des particules en suspension totales (PST)** | | |
| M**anutention et entreposage de solides en vrac** :<br>- Système de **mesure en temps réel des émissions fugitives** lié éventuellement à un modèle prédictif assisté par intelligence artificielle | < 1 an | **PST**, $PM_{10}$ |
| - **Audit d'experts indépendants** pour analyser les opérations de manutention de vrac solide au Port de Québec et en d'autres sites sur milieux industriels dans le Limoilou-Basse-Ville | < 1 an | **PST**, $PM_{10}$ |
| - Amélioration continue des **procédures de gestion des poussières** lors de la manutention et l'entreposage de solides en vrac au Port de Québec et dans la zone industrielle de Limoilou : | < 1 an | **PST**, $PM_{10}$ |
| **Nettoyage des voies de circulation :**<br>Nettoyage des voies de circulation plus hâtif, plus fréquent et avec des équipements de meilleure efficacité (utilisant une aspiration efficace) | < 4 ans | **PST**, $PM_{10}$ |

### Recommandations additionnelles

| Recommandations additionnelles | Échéance suggérée | Contaminants ciblés |
|---|---|---|
| Gouvernance additionnelle par une expansion du suivi de la qualité de l'air à plusieurs niveaux; | < 1 an | Tout contaminant |
| Groupe de recherche dédié à la qualité de l'air | < 4 ans | Tout contaminant |
| Étudier la pertinence d'un système de **paliers d'alerte :**<br>- Selon les seuils quotidiens (exposition aigüe) prévus<br>- Selon les seuils moyens mesurés dans les différents bassins atmosphériques (régions cibles); | < 4 ans | Tout contaminant |
| Programmes de subvention gouvernementaux accélérant l'implantation de mesures d'atténuation | < 4 ans | Tout contaminant |

# Table des matières

**Chapitre 1. Introduction** ..... 1
1.1 Le mandat du GTCA et sa portée ..... 1
1.2 Le cadre de fonctionnement ..... 2
1.3 Méthodologie ..... 3
1.3.1 Outils informatiques ..... 3
1.3.2 Méthodes d'analyse statistique ..... 4
1.3.3 Unités de concentration et facteurs de conversion ..... 5
1.4 La qualité de l'air ambiant, pourquoi ? ..... 6
1.5 Impact de la pollution atmosphérique sur l'environnement ..... 9
1.6 La qualité de l'air dans le secteur Limoilou-Basse-Ville ..... 10
1.7 Particularités du secteur Limoilou-Basse-Ville ..... 11
1.7.1 La topographie du secteur à l'étude ..... 11
1.7.2 La population ..... 14
1.7.3 Trafic urbain et autoroutier ..... 15
1.7.4 Les espaces verts du secteur à l'étude ..... 19
1.7.5 Le secteur Limoilou-Basse-Ville et ses industries ..... 20
1.8 La qualité de l'air ambiant et son suivi, pourquoi et comment? Introduction aux normes et cibles de qualité de l'air et aux réseaux de surveillance de suivi ..... 20
1.8.1 Les objectifs de surveillance d'un réseau organisé de surveillance de suivi ..... 23
1.8.2 Types de mesure de qualité de l'air et instrumentation ..... 27
1.8.3 La gestion des données ..... 30
1.9 Le projet « Mon Environnement, Ma Santé » (MEMS) ..... 33
1.10 Structure du rapport ..... 34
1.11 Questions thématiques - Introduction ..... 35

**Chapitre 2. les inventaires de sources de polluants atmosphériques au Québec et dans limoilou-Basse-Ville** ..... 36
2.1 Les inventaires d'émissions et attribution aux sources à l'échelle du Québec ..... 37
2.2 Tendances des émissions de polluants au Québec pour la période 1990-2020 ..... 38
2.2.1 Les émissions de particules fines au Québec ..... 39
2.2.2 Les émissions de carbone noir par source au Québec ..... 40
2.2.3 Les émissions d'oxydes d'azote au Québec ..... 41

2.2.4 Les émissions de composés organiques volatils au Québec entre 1990 et 2020 ..... 43
2.2.5 Les émissions de particules en suspension totales ..... 44
2.2.6 Les émissions d'oxydes de soufre au Québec ..... 45
2.3 Autre perspective sur la répartition des sources d'émissions de particules fines au Québec. 46
2.4 Perspective locale - sources industrielles et secteurs clés dans la Ville de Québec et Limoilou 48
2.5 Contribution des transports - trafics urbain, maritime et ferroviaire ..... 51
2.6 Regard sur les sources industrielles et autres du secteur Limoilou ..... 53
2.6.1 Transport ferroviaire ..... 53
2.6.2 Le Centre de valorisation énergétique de la ville de Québec ..... 54
2.6.3 La papetière Stadacona - White Birch ..... 55
2.6.4 QSL - Port de Québec ..... 56
2.6.5 GLENCORE - Port de Québec ..... 56
2.6.6 IMTT-Québec ..... 57
2.6.7 Sources locales ..... 57

**Chapitre 3. Portrait de la qualité de l'air ..... 61**
3.1 La genèse et les tendances ..... 61
3.2 Caractérisation de la qualité de l'air, comparaisons et principales tendances ..... 62
3.3 Normes et critères de qualité de l'atmosphère ..... 64
3.3.1 Objectifs du réseau de suivi de la qualité de l'air au Québec (RSQAQ; MELCCFP) ..... 65
3.4 Concentrations des particules (PM) ..... 66
3.4.1 Particules fines ($PM_{2.5}$) ..... 66
3.4.2 Comparaison entre la Ville de Québec et d'autres villes canadiennes - Concentrations moyennes de particules fines - 2016 ..... 71
3.4.3 Comparaison entre la Ville de Québec et d'autres villes canadiennes - Concentrations de pointe de particules fines (98$^{e}$ rang centile) - 2016 ..... 71
3.4.4 Smog hivernal et niveaux de $PM_{2,5}$ à Québec ..... 72
3.4.5 Smog estival à Québec ..... 80
3.5 Particules respirables ($PM_{10}$) ..... 81
3.6 Particules en suspension totales (PST) ..... 84
3.7 Dioxyde d'azote ..... 87
3.7.1 Concentrations moyennes de $NO_2$ – Comparaison entre régions urbaines au Canada . 89

3.7.2 Concentrations de pointe de $NO_2$ – Comparaison entre régions urbaines au Canada... 90
3.7.3 Discussion sur l'évaluation de la qualité de l'air par rapport au $NO_2$ ..... 90
3.8 Ozone ..... 91
3.8.1 Concentrations moyennes d'ozone – Comparaison entre régions urbaines au Canada 93
3.8.2 Concentrations de pointe d'ozone - Comparaison entre régions urbaines au Canada .. 94
3.9 Dioxyde de soufre ..... 95
3.9.1 Concentrations moyennes de $SO_2$ - concentrations à l'échelle régionale au Canada .... 97
3.9.2 Concentrations de pointe de $SO_2$ - concentrations à l'échelle régionale au Canada ..... 97
3.9.3 Évaluation de la qualité de l'air - SO2 ..... 98
3.10 Composés organiques volatils..... 98
3.11 Concentrations de composés organiques dans les PM ..... 102
3.11.1 Dioxines et furanes..... 102
3.11.2 Hydrocarbures aromatiques polycycliques..... 103
3.12 Concentrations de métaux dans les $PM_{10}$..... 105
3.12.1 Concentrations de métaux sélectionnés dans les particules échantillonnées dans le Vieux-Limoilou ..... 105
3.12.2 Métaux – dépassements norme 24 h – 2019-2020 ..... 107
3.12.3 Le nickel et le cobalt dans les échantillons recueillis à la station Vieux-Limoilou ..... 108
3.13 Initiative citoyenne Limoil'air..... 126
3.14 Questions thématiques – Qualité de l'air ambiant..... 128

**Chapitre 4. Qualité de l'air dans limoilou-Basse-Ville et la santé ..... 130**
4.1 Revue des contaminants et de leurs impacts sur la santé ..... 130
4.1.1 Particules fines ($PM_{2,5}$) ..... 131
4.1.2 Particules respirables ($PM_{10}$)..... 132
4.1.3 Oxydes d'azote ..... 132
4.1.4 Ozone..... 133
4.1.5 Dioxyde de soufre..... 133
4.1.6 Monoxyde de carbone ..... 134
4.1.7 Composés organiques volatils (COV)..... 134
4.1.8 Dioxines et furanes..... 134
4.1.9 Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)..... 134
4.1.10 Métaux..... 135

4.2 Impacts sur la santé des trois contaminants prioritaires dans Limoilou ..... 135
4.2.1 Particules fines ..... 135
4.2.2 Dioxyde d'azote ..... 138
4.2.3 Nickel ..... 139
4.3 Autres considérations ..... 141
4.3.1 Analyse des contaminants de l'air déposés à la surface des sols ..... 141
4.3.2 Cumul d'effets des mélanges de contaminants et leurs interactions ..... 141
4.4 Conclusions relatives aux impacts sur la santé et Limoilou-Basse-Ville ..... 142

**Chapitre 5. Recommandations de mesures d'atténuation pour assainir l'air ambiant dans le secteur limoilou-Basse-Ville ..... 143**
5.1 Plan de gestion du bassin atmosphérique de Limoilou-Basse-Ville ..... 143
5.2 Critères de faisabilité des mesures d'atténuation ..... 144
5.2.1 Mise en place d'échéanciers pour réaliser l'amélioration de la qualité de l'air ..... 147
5.2.2 Systèmes de suivi et de surveillance ..... 147
5.2.3 Politique, structure et documentation ..... 147
5.3 Inventaire des mesures d'atténuation mises en place et leur impact ..... 148
5.4 Priorisation des contaminants atmosphériques et des sources - Objectifs de réduction de pollution visés ..... 151
5.4.1 Particules fines ($PM_{2,5}$) ..... 151
5.4.2 Oxydes d'azote (NOx) ..... 152
5.4.3 Le nickel ..... 153
5.4.4 Poussières et particules totales en suspension (PST) ..... 153
5.4.5 Autres : Composés organiques volatils et smog urbain ..... 154
5.5 Plan de mesures d'atténuations recommandé ..... 154
5.6 Recommandations détaillées ..... 156
5.6.1 Atténuation des concentrations de PM2,5 mesurées ..... 157
5.6.2 Atténuation des concentrations de $NO_X$ mesurées ..... 162
5.6.3 Atténuation des concentrations de nickel mesurées ..... 164
5.6.4 Gestion des particules en suspension totales ..... 166
5.6.5 Recommandations additionnelles ..... 171
5.7 Sommaire ..... 174

**Chapitre 6. Conclusion ..... 175**

6.1 Profil des émissions à la source ..... 175
6.3 Préoccupations de santé pour la population ..... 177
6.4 Recommandations de mesures d'atténuation ..... 178
6.5 Observations ..... 178

**Bibliographie** ..... 181

**Annexe 1 Le cadre de fonctionnement du Groupe de travail sur les contaminants atmosphériques**

**Annexe 2 Figures et tableaux supplémentaires**

**Annexe 3 Bilans biannuels du CICEL**

**Annexe 4 Documents d'information supplémentaire (INO-LiDAR, Limoil'Air)**

**Annexe 5 Liste des conférenciers invités aux sessions de travail du GTCA et présentations des conférenciers**

## Liste des figures

Figure 1.1 – Description d'un diagramme en boîte ....4
Figure 1.2 - Exemple d'analyse de tendance ....5
Figure 1.3 - Localisation du secteur à l'étude (données : OpenStreetMap et Ville de Québec) ...11
Figure 1.4 - Relevé topographique et relief du secteur à l'étude; roses des vents (aéroport Jean-Lesage, centre gauche, et station météo Beauport, centre droit) montrant les directions préférentielles du vent ....12
Figure 1.5 - Roses des vents moyens annuels 2020, 2021, 2022 ....13
Figure 1.6 - Roses des vents saisonnières du printemps 2021 à février 2022 ....14
Figure 1.7 - Réseaux autoroutier et urbain du secteur Limoilou-Basse-Ville ....18
Figure 1.8 - Carte géographique de la canopée à Québec classée en rangs quintiles (CANUE) ...19
Figure 1.9 - Objectifs principaux d'un réseau organisé de surveillance de suivi ....24
Figure 1.10 - Diagramme illustrant le type de stations de surveillance en fonction des sources en présence, soit l'exposition de la population en général, les concentrations de fond régionales et les stations influencées par des sources locales fixes et les transports (CCME, 2019) ....26
Figure 1.11 - Instruments de mesures en continu à une station de surveillance ....28
Figure 1.12 - Différents types d'échantillonneurs ponctuels ....30
Figure 1.13 - Schéma de transfert des données en continu à l'aide d'un module de communication ....30
Figure 1.14 - Gestion des données de mesures de suivi de la qualité de l'air ....32
Figure 2.1 - Pourcentage des émissions par provinces et territoires au Canada en 2020 ....38
Figure 2.2 - Variation des émissions de polluants entre 1990 (année de référence 0 %) et 202039
Figure 2.3 - Tonnages des émissions de particules fines au Québec entre 1990 et 2020 ....40
Figure 2.4 - Distribution des sources émettrices de carbone noir au Québec entre 2013 et 2020 ....41
Figure 2.5 - Tonnage des émissions d'oxydes d'azote au Québec entre 1990 et 2020 ....42
Figure 2.6 - Tonnages des émissions de COV au Québec entre 1990 et 2020 ....44
Figure 2.7 - Tonnages des émissions d'oxydes de soufre au Québec entre 1990 et 2020 ....45
Figure 2.8 - Distribution des sources émettrices d'oxydes de soufre au Québec (1990 à 2020)..46
Figure 2.9 - Émissions atmosphériques cumulées, en kilotonnes (kt), de PM, de $SO_2$, de CO, de $NO_x$ et de COV par secteur d'activité au Québec en 2008 (MELCCFP, 2011) ....51
Figure 2.10 - Distribution spatiale des particules ultrafines à Montréal ....52
Figure 2.11 - Niveaux d'émissions de $NO_x$ sur les voies maritimes ....53
Figure 2.12 - Répartition des entreprises ayant un potentiel d'émissions de contaminants atmosphériques dans Limoilou-Basse-Ville ....58
Figure 3.1 - Réseau de suivi de la qualité de l'air ambiant dans la capitale nationale ....62
Figure 3.2 - Directions préférentielles des vents à Québec (rose moyenne des vents 2022) ....64

Figure 3.3 - Moyennes annuelles des concentrations de $PM_{2.5}$ en 2019 des stations urbaines et rurales au Québec (données RSQAQ) ..... 66
Figure 3.4 - Concentrations moyennes mensuelles de $PM_{2,5}$ des stations urbaines entre 2008 et 2019 (données RSQAQ) ..... 67
Figure 3.5 - Concentrations moyennes mensuelles de $PM_{2,5}$ des stations Québec – Vieux-Limoilou *(à gauche)* et Montréal – St-Jean-Baptiste *(à droite)* entre 2009 et 2019 (données RSQAQ) ..... 67
Figure 3.6 - Comparaison des concentrations moyennes annuelles de $PM_{2,5}$ à la station Vieux-Limoilou (rouge) avec la moyenne des stations urbaines au Québec (bleu) de 2010 à 2020; les lignes hachurées sont les moyennes mobiles sur 3 ans (donnés SNPA) ..... 68
Figure 3.7 - Comparaison des concentrations annuelles moyennes de $PM_{2,5}$ à une sélection de stations de mesure à Québec et à Montréal (données SNPA) ..... 69
Figure 3.8 - Concentrations moyennes horaires saisonnières de carbone noir selon leur source aux stations Écoles les Primevères (EPV) et Collège St-Charles-Garnier (SCG) pour la période de décembre 2018 à novembre 2019 (données RSQAQ) ..... 70
Figure 3.9 - Concentrations moyennes de $PM_{2,5}$ dans certaines régions urbaines canadiennes en 2016 (données SNPA) ..... 71
Figure 3.10 - Concentrations de pointe de $PM_{2,5}$ dans certaines régions urbaines canadiennes en 2016 (Données SNPA) ..... 72
Figure 3.11 - Variation mensuelle du nombre de jours totalde mauvaise qualité de l'air au Québec de 2019 à 2021 ..... 74
Figure 3.12 - Variation annuelle du nombre moyen de jours de mauvaise qualité de l'air au Québec associée aux $PM_{2,5}$ en hiver entre 2010 et 2021 ..... 74
Figure 3.13 - Nombre de jours de smog en périodes estivale et hivernale pour certaines régions administratives de 2004 à 2021 ..... 77
Figure 3.14 - Nombre de jours de smog par période dans les régions au Québec en 2021 ..... 78
Figure 3.15 - Concentrations médianes saisonnières des $PM_{2,5}$ en fonction de l'heure aux stations Vieux-Limoilou (VLI), Collège St-Charles-Garnier (SCG), École les Primevères (EPV) et Deschambault (DEC) entre 2010 et 2018. Le trait représente la médiane et les aires de couleurs foncées à pâles représentent, respectivement, les 25/75$^{e}$ et 2/98$^{e}$ rangs centiles (Busque, 2022). ..... 79
Figure 3.16 - Variation annuelle du nombre moyen de jours de mauvaise qualité de l'air au Québec associée à l'ozone et aux $PM_{2,5}$ en été entre 2010 et 2021 ..... 80
Figure 3.17 - Moyennes annuelles des concentrations de particules respirables ($PM_{10}$) (avec diagrammes en boîtes à moustaches des distributions des concentrations de $PM_{10}$) aux stations urbaines au Québec en 2019 ..... 82
Figure 3.18 - Variation des concentrations moyennes mensuelles des $PM_{10}$ aux stations urbaines au Québec de 2000 à 2020 ..... 83

Figure 3.19 - Variation des concentrations moyennes mensuelles de $PM_{10}$ à la station Vieux-Limoilou (à gauche) comparée à la station Saint-Jean-Baptiste à Montréal (à droite) entre 2000 et 2020 ....83
Figure 3.20 - Moyennes annuelles des concentrations de particules en suspension totales mesurées aux stations du Québec en 2019 ....85
Figure 3.21 - Moyennes annuelles des concentrations de particules en suspension totales mesurées aux stations du Québec en 2020 ....85
Figure 3.22 - Variation des concentrations moyennes mensuelles des PST mesurées aux stations urbaines au Québec de 2000 à 2020 ....86
Figure 3.23 - Variation des concentrations moyennes mensuelles à la station Vieux-Limoilou (à gauche) comparée à la station Résidence Louis-Denoncourt à Trois-Rivières (à droite) de 2000 à 2020 ....86
Figure 3.24 - Moyennes annuelles des concentrations de dioxyde d'azote (avec diagrammes en boîtes à moustaches des distributions de données) aux stations urbaines au Québec en 2019 .87
Figure 3.25 - Variation des concentrations moyennes mensuelles de dioxyde d'azote aux stations urbaines au Québec de 2000 à 2020 ....88
Figure 3.26 - Variation des concentrations moyennes mensuelles de $NO_2$ à la station Vieux-Limoilou (à gauche) comparée à la station Saint-Jean-Baptiste (à droite) entre 2000 et 2020....88
Figure 3.27 - Concentrations moyennes de $NO_2$ (ppb) en régions urbaines canadiennes en 2016 ....89
Figure 3.28 - Concentrations de pointe de $NO_2$ (ppb) en régions urbaines canadiennes en 2016 ....90
Figure 3.29 - Moyennes annuelles des concentrations d'$O_3$ en 2019 mesurées aux stations urbaines et rurales au Québec....91
Figure 3.30 - Variation des concentrations moyennes mensuelles d'$O_3$ aux stations urbaines du Québec de 2000 à 2020 ....92
Figure 3.31 - Variation des concentrations moyennes mensuelles d'$O_3$ à la station Vieux-Limoilou (à gauche) comparée à la station Saint-Jean-Baptiste à Montréal (à droite) de 2000 à 2020 ....92
Figure 3.32 - Concentrations moyennes d'$O_3$ (ppb) dans certaines régions urbaines canadiennes en 2016 ....93
Figure 3.33 - Concentrations de pointe d'$O_3$ (ppb), dans certaines régions urbaines canadiennes en 2016 ....94
Figure 3.34 - Moyennes annuelles des concentrations de $SO_2$ mesurées aux stations urbaines et rurales au Québec en 2019 ....95
Figure 3.35 - Variation des moyennes mensuelles de concentrations de $SO_2$ aux stations urbaines du Québec (2000-2020) ....96
Figure 3.36 - Variation des concentrations moyennes mensuelles de $SO_2$ à la station Vieux-Limoilou (à gauche) comparée à la station Témiscaming (à droite) entre 2000 et 2020 ....96

Figure 3.37 - Concentrations moyennes de $SO_2$ à l'échelle régionale, Canada, 2002 à 2016 .....97
Figure 3.38 - Concentrations de pointe de dioxyde de soufre à l'échelle régionale, Canada, 2002 à 2016.....97
Figure 3.39 - Concentrations moyennes ($\mu g/m^3$) des COV les plus abondants mesurées aux stations Vieux-Limoilou et Montréal-Rivières-des-Prairies entre 2016 et 2019 .....101
Figure 3.40 - Évolution des concentrations de benzo(a)pyrène de 2010 à 2012 .....105
Figure 3.41 - Séries temporelles des concentrations journalières Ni/$PM_{10}$ ($ng/m^3$) mesurées aux stations Montréal St-Jean-Baptiste et Vieux-Limoilou pour les années 2020 et 2021 .....108
Figure 3.42 - Concentrations moyennes annuelles de Ni dans les $PM_{10}$ ($ng/m^3$) à la station Vieux-Limoilou (en bleu) comparées à celles à la station Montréal-St-Jean-Baptiste (en vert) et pourcentage d'échantillons au-dessus de la limite de détection analytique (en rouge) entre 2011 et 2021 .....112
Figure 3.43 - Concentrations moyennes de Ni /$PM_{10}$ ($ng/m^3$) de stations de même type dans des villes canadiennes entre 2010 et 2019 (SNPA) .....115
Figure 3.44 - Variations des concentrations annuelles Ni/$PM_{10}$ ($ng/m^3$) à la station Vieux-Limoilou et dans d'autres villes canadiennes (période 2010-2019) .....116
Figure 3.45 - Série temporelle des concentrations de Ni /$PM_{10}$) ($ng/m^3$) mesurées à la station Vieux-Limoilou entre 1995 et 2019 (SNPA) .....118
Figure 3.46 - Série temporelle des concentrations de Ni/$PM_{10}$) ($ng/m^3$) mesurées à la station Vieux-Limoilou entre 2016 et 2019 (SNPA) .....118
Figure 3.47 - Diagramme à barres superposées des concentrations annuelles moyennes de Ni dans les $PM_{2,5}$ et $PM_{10}$ entre 1995 et 2019.....119
Figure 3.48 - Série temporelle des concentrations journalières ($ng/m^3$) de Ni /$PM_{10}$ (en bleu) et Co/$PM_{10}$ (en rouge) entre 2011 et 2021 (MELCCFP) .....121
Figure 3.49 - Rapport (Ni/ $PM_{10}$)/(Co/$PM_{10}$) entre 2011 et 2021 (MELCCFP) .....121
Figure 3.50 - Diagramme concentrations moyennes mensuelles de Ni dans $PM_{10}$ à la station Vieux-Limoilou en 2019, 2020 et 2021 (MELCCFP) .....122
Figure 3.51 - Diagramme à barres des concentrations annuelles moyennes de Ni dans les $PM_{10}$ de stations au Québec pour 2020 et 2021 (MELCCFP) .....122
Figure 3.52 - Diagramme à barres des concentrations annuelles moyennes de Ni dans les PST de stations au Québec entre 2015 et 2019 (MELCCFP).....123
Figure 3.53 - Roses de pollution du nickel dans les PST aux trois stations du MELCCFP reportées sur une carte géographique du quartier Limoilou. Ces roses tiennent compte de la direction et de la vitesse des vents mesurés à la station Beauport (SMC; voir rose des vents).....124
Figure 3.54 - Roses de pollution des concentrations de nickel dans les $PM_{10}$ aux trois stations de l'APQ et celle du Vieux-Limoilou (MELCCFP) reportées sur une carte géographique du quartier Limoilou. Ces roses tiennent compte de la direction et de la vitesse des vents mesurés à la station Beauport (SMC; voir rose des vents à la figure 3.53) .....125

Figure 3.55 - Interface du projet Limoil'Air pour visualiser les données $PM_{2.5}$ mesurées à ce jour .....127
Figure 3.56 - Tableau de bord avec statistiques pertinentes d'un capteur dans une zone donnée .....127
Figure 4.1 - Types de particules et leur degré de pénétration dans le corps humain (*Source* : © Encyclopédie de l'Environnement) .....136
Figure 5.1 - Répartition des émissions de $PM_{2,5}$ en 2020 .....152
Figure 5.2 - Répartition des émissions de NOx en 2020 .....152
Figure 5.3 - Répartition des émissions de PST en 2020 .....153
Figure 5.4. Exemples de systèmes de lavages de roues de véhicules industriels utilisés dans des projets de construction et de réfection .....158
Figure 5.5 – Évolution des concentrations de lévoglucosane et de $PM_{2,5}$ pendant l'hiver et l'été de 2009 à 2019 à la station Montréal-Rivière des Prairies en fonction de la mise en place du règlement .....160

## Liste des tableaux

Tableau 1.1 - Unités de concentrations et facteurs de conversion ..... 6
Tableau 1.2 - Pourcentages de direction des vents par points cardinaux pour la période 2020-2022 ..... 14
Tableau 1.3 - Quartiers du secteur à l'étude et leur population respective ..... 15
Tableau 1.4 - Indices reliés aux transports collectif et actif dans certains quartiers de Québec ..... 16
Tableau 1.5 - Sommaire des débits journaliers moyens annuels autoroutiers et urbains dans le quartier Vieux-Limoilou* ..... 17
Tableau 1.6 - Indice de canopée des quartiers du secteur à l'étude ..... 20
Tableau 1.7 - Sélection de normes et de critères sur la qualité de l'air d'après le Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère au Québec ..... 21
Tableau 1.8 - Cibles de qualité de l'air du SGQA ..... 22
Tableau 1.9 - Niveaux de qualité de l'air recommandés par l'OMS en 2021 ..... 23
Tableau 1.10 - Spécifications de performance et plages opérationnelles des mesures en continu ..... 28
Tableau 1.11 - Structure de gouvernance participative des parties prenantes au projet MEMS ..... 34
Tableau 2.1 - Répartition des sources d'émission de particules fines au Québec (données 2020 de l'IEPA) ..... 40
Tableau 2.2 - Répartition des sources d'émission de NOx au Québec (données 2020 de l'IEPA) 42
Tableau 2.3 - Répartition des sources d'émission de COV au Québec (données 2020 de l'IEPA) 44
Tableau 2.4 - Répartition des sources d'émission de particules en suspension totales au Québec (données 2020 de l'IEPA) ..... 45
Tableau 2.5 - Distribution simulée de particules fines par types de sources au Québec en 2013 47
Tableau 2.6 - Émissions déclarées des sources industrielles en 2021 et émissions estimées pour d'autres secteurs clés en 2020 d'après les données de déclarations de Données Québec (2022) et de l'IEPA (2020) ..... 50
Tableau 2.7 - Principales catégories d'activités émettrices dans le secteur Limoilou-Basse-Ville 59
Tableau 3.1 - Stations permanentes de suivi du RSQAQ dans la ville de Québec ..... 63
Tableau 3.2 - Nombre de jours de smog dus aux particules fines et à l'ozone, par région administrative, de 2004 à 2021 ..... 76
Tableau 3.3 - Valeurs de référence pour certains COV ..... 99
Tableau 3.4 - Concentrations moyennes (µg/m$^3$) d'une sélection de COV aux stations Vieux-Limoilou et Montréal-Rivières-des-Prairies entre 2016 et 2019 ..... 100
Tableau 3.5 - Concentrations de PCDD/F mesurées aux stations Vieux-Limoilou, Beaujeu et Vitré de 2010 à 2012 ..... 103
Tableau 3.6 - Concentrations de certains HAP mesurées aux stations Vieux-Limoilou, Beaujeu et Vitré (2010 à 2012) ..... 104

Tableau 3.7 - Pourcentages de détection et moyennes des concentrations des métaux dans les $PM_{10}$ pour la période 2019-2021 .....106
Tableau 3.8 - Pourcentages de détection et concentrations de métaux dans les PST et leur comparaison avec les normes du RAA.....107
Tableau 3.9 - Nombre de dépassements des normes 24 h pour le nickel et le zinc dans les $PM_{10}$ .....107
Tableau 3.10 - Distribution des concentrations de Ni dans les $PM_{10}$ entre 2011 et 2021 .....110
Tableau 3.11 - Dates auxquelles la concentration de nickel dans l'air ambiant a excédé 70 $ng/m^3$ et compilation du nombre de jours par année excédant cette valeur entre 2011 et 2022.....110
Tableau 3.12 - Concentrations moyennes annuelles Ni/$PM_{10}$ ($ng/m^3$) et statistiques connexes .....113
Tableau 3.13 - Concentrations moyennes annuelles Ni/$PM_{10}$ ($ng/m^3$) aux stations Vieux-Limoilou et Montréal-Jean-Baptiste et rapport Vieux-Limoilou/ Montréal-Jean-Baptiste entre 2018 et 2021 .....113
Tableau 3.14 - Variation du rapport entre la moyenne annuelle à la station Vieux-Limoilou et celle d'autres villes canadiennes entre 2010 et 2019 .....117
Tableau 3.15 - Concentrations annuelles moyennes de nickel dans les différentes fractions de taille de particules échantillonnées à la station Vieux-Limoilou entre 1995 et 2019. .....119
Tableau 4.1 - Estimation des impacts sanitaires des particules fines pour la population de la ville de Québec, en 2016 .....137
Tableau 5.1 - Critères de faisabilité retenus pour l'examen des mesures d'atténuation .....146
Tableau 5.2 - Ensemble des recommandations suggérées par le GTCA .....155

# CHAPITRE 1. INTRODUCTION

## 1.1 Le mandat du GTCA et sa portée

Le Groupe de travail a pour mandat de faire un état de la situation actuelle de la qualité de l'air dans le secteur Limoilou-Basse-Ville et de faire des recommandations pour améliorer la situation. Les travaux se dérouleront selon deux axes et les objectifs suivants :

A. Comprendre la problématique de la contamination de l'air du secteur à l'étude

- Effectuer une revue de la littérature produite notamment à partir des travaux déjà réalisés ou en cours dans le cadre des différentes initiatives en place dans le secteur de Limoilou-Basse-Ville. *(Objectif 1)*
- Identifier, grâce au portrait résultant et dans la mesure du possible, l'évolution des contaminants dans le temps et l'espace, les sources de contaminants et les contaminants posant le plus de risques pour l'environnement et la santé. *(Objectif 2)*
- Analyser les propositions déjà formulées par les différents comités existants. *(Objectif 3)*

B. Proposer des mesures d'atténuation avec critères de faisabilité et recommandations

- Recommander des actions à mettre en œuvre pour améliorer la qualité de l'air *(Objectif 4)*
- Proposer une priorisation, à partir de critères de faisabilité, des actions recommandées. *(Objectif 5)*

La démarche du GTCA est indépendante des actions antérieures menées à ce jour. Sa réflexion s'appuiera sur l'information scientifique disponible et pertinente au dossier. Le GTCA prendra en considération les travaux antérieurs et ceux qui sont en cours. S'ajouteront aussi les analyses pertinentes des données et travaux réalisés par d'autres groupes, notamment le Comité intersectoriel sur la contamination environnementale et la qualité de l'air dans le secteur La Cité-Limoilou (CICEL), le projet *Mon environnement, ma santé* (MEMS) et le Comité de vigilance des activités du Port de Québec (CVAP). Lorsque possible, une mise à jour des données et tendances sur les polluants atmosphériques considérés sera obtenue des autorités concernées.

En ce qui concerne le volet atténuation, le GTCA explorera diverses avenues afin de faire des recommandations et suggérer des priorités.

## 1.2 Le cadre de fonctionnement

Il faut souligner ici que le GTCA n'est pas une commission d'enquête et d'audience publique, comme le Bureau d'audience publique en environnement (BAPE). Sa portée et ses moyens sont limités. Son mandat scientifique consiste à présenter un portrait actualisé de la qualité de l'air dans le secteur à l'étude accompagné d'un bilan des actions entreprises au cours des dernières années pour l'améliorer. Le GTCA explorera d'autres avenues et fera des suggestions pour parvenir à améliorer la qualité de l'air.

À l'issue de ses travaux, le GTCA formulera des constats, des observations, des avis et des orientations afin d'éclairer les recommandations que le ministre de l'Environnement, de la lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs fera au Conseil des ministres. Un constat porte sur une observation alors qu'un avis traduit l'opinion du Groupe de travail.

Comme le mandat était limité dans le temps, le GTCA a adopté une démarche d'analyse sous l'angle des travaux à portée scientifique. Pour ce faire, il a fallu amasser un maximum d'informations pertinentes sous forme de publications scientifiques, de rapports gouvernementaux et de présentations livrées par des experts dans leur domaine dans le cadre de réunions thématiques organisées par le GTCA.

Le cadre de fonctionnement présenté à l'annexe 1 permet de constater une stratégie de consultation élaborée en deux volets :

1. Des rencontres thématiques permettant d'actualiser les travaux menés par les différents intervenants ainsi que d'explorer des avenues différentes pour le suivi de la qualité de l'air dans Limoilou-Basse-Ville basées sur des travaux de recherche initiés ailleurs;
2. Des ateliers synthèses permettant au GTCA de faire le point sur les deux axes principaux de son mandat;
3. Des rencontres sollicitées par des intervenants visant à échanger sur des préoccupations particulières au dossier Limoilou-Basse-Ville.

Trois questions thématiques ont été développées pour guider les travaux de consultation, encadrer le déroulement des réunions de travail et nourrir notre réflexion sur les enjeux liés au mandat :

**Question 1** - L'information actuelle - qualité de l'air, santé, atténuation - est-elle satisfaisante? Doit-elle être actualisée ou complétée?

**Question 2** – Y-a-t-il des angles morts à considérer dans l'information actuelle? Permettraient-ils de recommander des solutions davantage concertées pour améliorer la situation dans Limoilou?

**Question 3** - Quelle serait la recommandation la plus urgente à mettre en œuvre?

Chaque chapitre de ce rapport se termine par un résumé d'observations et de constats en lien avec ces questions. Au fil des chapitres, ces synthèses permettront de suivre le cheminement vers la réalisation du mandat du GTCA et de ses deux objectifs.

## 1.3 Méthodologie

Afin de remplir son mandat et d'atteindre les objectifs spécifiques visés dans son rapport, le GTCA effectuera une recherche d'information à partir d'une grande variété de sources (documents gouvernementaux, articles scientifiques, etc.). À prime abord, pour nous assurer de leur qualité et de leur validité, les articles scientifiques devront avoir été revus par les pairs. Toute autre source sera évaluée objectivement selon si elle est d'actualité (préférence pour les articles datés de 2010 et plus récents) et selon la rigueur employée dans le travail présenté par son ou ses auteurs. Afin de sélectionner les mesures d'atténuation les plus pertinentes pour le secteur Limoilou-Basse Ville, les pistes proposées seront analysées avec un esprit critique et les connaissances acquises lors de la recherche. Il sera aussi question d'appuyer cette évaluation par les opinions des membres experts du GTCA et les chercheurs et professionnels qui auront pris part aux réunions thématiques de travail.

### *1.3.1 Outils informatiques*

Cette section résume les étapes et les outils informatiques utilisés pour remplir le mandat du GTCA. Voici la liste :

- Revue de la littérature
- Recueil des données sur la qualité de l'air disponibles publiquement
- Outils statistiques et informatiques :
    - WRPlot (V8.0.2; logiciel libre pour analyser la vitesse et la direction des vents)
    - L'Iowa Environmental Mesonet (Iowa State University sur le site https://mesonet.agron.iastate.edu/) pour les données de vent de réseaux participants incluant le Service météorologique du Canada
    - Progiciel libre "weathercan" d'Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) utilisé dans le logiciel R (voir plus bas) pour la recherche et le téléchargement de données météorologiques à partir du site Web d'Environnement et Changement

climatique Canada
https://climat.meteo.gc.ca/historical_data/search_historic_data_f.html)

- Google Earth Pro (V7.3.6.9285)
- QGIS, logiciel libre de cartographie) (V3.26.3)
- R, logiciel libre de statistiques (V4.2.1) intégré au logiciel libre d'environnement de développement RStudio (V2022.12.0) et augmenté par le progiciel libre "openair"
- WebPlotDigitizer, logiciel libre d'extraction de données à partir de graphiques (V4.6)
- Inkscape, logiciel libre d'édition de dessin vectoriel (V1.2.2)
- Suite bureautique MS Office 2016 (Word, Excel et Powerpoint)
- Visioconférence soutenue par MS Teams et Zoom
- Partage d'information par infonuagique (MS One Drive et Google Drive)
- Services Web de cartographie (NASA, USGS, Statistique Canada, Ressources naturelles Canada, Données Québec pour la province de Québec et la ville de Québec)

### *1.3.2 Méthodes d'analyse statistique*

Les statistiques annuelles des contaminants sont présentées sous la forme de diagrammes en boîte à moustaches (box plot) employés régulièrement par le MELCCFP (Busque, 2022). Ce type de diagramme décrit à la figure 1.1. En plus de présenter certains centiles, la médiane et la moyenne, certains diagrammes permettent de comparer les stations de mesure en milieu rural à celles en milieu urbain. Dans les diagrammes présentés, les boîtes vertes indiquent que les stations sont situées en milieu forestier ou rural et les bleues représentent celles situées en milieu urbain. Cette approche est un moyen de comparer facilement la distribution de plusieurs jeux de données entre eux. La tendance centrale des valeurs de chaque boîte est indiquée par la position de la médiane. La longueur de la boîte représente l'écart interquartile, soit l'écart entre le 25$^{e}$ et le 75$^{e}$ centile. La longueur des « moustaches » donne les valeurs des 10$^{e}$ et 90$^{e}$ centiles.

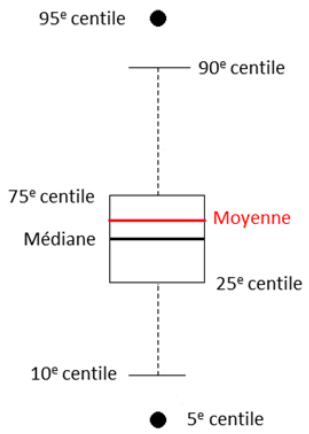



**Figure 1.1 – Description d'un diagramme en boîte**

Les graphiques de tendance telles que celui montré à la figure 1.2 sont fournies par le MELCCFP. Ce type d'analyse de tendance a été réalisée pour la plupart des contaminants. 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 (MELCCFP, 2019a). Les analyses de tendance Theil Sen ont été réalisées avec le logiciel R et le progiciel openair (Carslaw et Ropkins, 2012). Les tendances sont présentées sous le même format pour l'ensemble du bilan. Ainsi, comme le montre la figure 1.2, la statistique servant à la tendance (moyenne mensuelle, moyenne saisonnière ou un centile de distribution) est représentée avec les points et la ligne bleue. La ligne rouge pleine représente la tendance Theil Sen et les lignes rouges pointillées délimitent l'intervalle de confiance à 95 % de la tendance. La pente de la tendance et celles des limites de l'intervalle de confiance de 95 % sont affichées en haut du graphique, suivies du code de valeur p « p- value » (*** = p < 0,001;
** = p < 0,01;* = p < 0,05; + = p < 0,1).

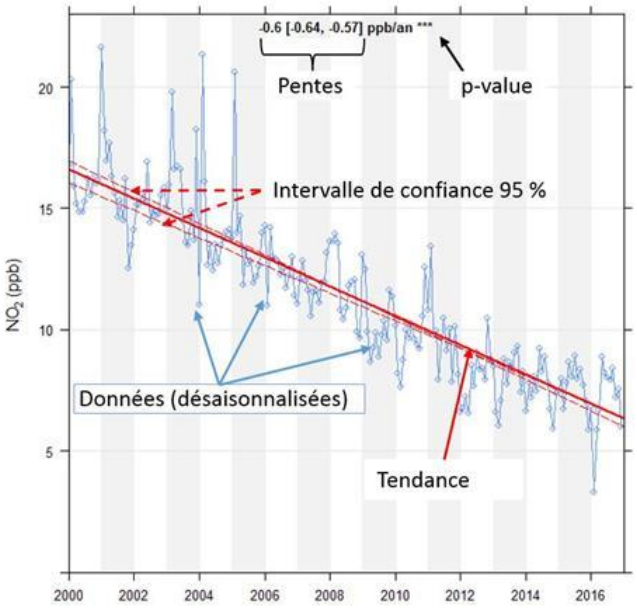



**Figure 1.2 - Exemple d'analyse de tendance**

### *1.3.3 Unités de concentration et facteurs de conversion*

L'unité de mesure de la concentration la plus fréquemment utilisée dans le domaine de la qualité de l'air est le microgramme par mètre cube (µg/m$^3$). Elle désigne le poids d'un contaminant (µg) contenu dans un volume d'un mètre cube d'air (m$^3$). Les concentrations des contaminants dans l'air ambiant peuvent aussi être rapportées en partie par milliard (ppb), surtout pour les polluants gazeux. Cette unité de mesure désigne le nombre de molécules d'un contaminant par milliard de molécules formant l'air ambiant. Le tableau 1.1 présente d'autres unités qui sont également utilisées à l'occasion.

**Tableau 1.1 - Unités de concentrations et facteurs de conversion**

| Unités de mesure de concentration | symbole et conversion |
|---|---|
| Microgramme par mètre cube | 1 $\mu g/m^3 = 10^{-6}$ $g/m^3$ |
| Nanogramme par mètre cube | 1 $ng/m^3 = 10^{-3}$ $\mu g/m^3 = 10^{-9}$ $g/m^3$ |
| Picogramme par mètre cube | 1 $pg/m^3 = 10^{-6}$ $\mu g/m^3 = 10^{-12}$ $g/m^3$ |
| Femtogramme par mètre cube | 1 $fg/m^3 = 10^{-9}$ $\mu g/m^3 = 10^{-15}$ $g/m^3$ |
| **Polluant** | **Facteur de conversion** |
| Oxyde d'azote | 1 ppb = 1.23 $\mu g/m^3$ |
| Dioxyde d'azote ($NO_2$) | 1 ppb = 1.88 $\mu g/m^3$ |
| Ozone ($O_3$) | 1 ppb = 1.96 $\mu g/m^3$ |

## 1.4 La qualité de l'air ambiant, pourquoi ?

La machine humaine est une merveille de complexité, de précision et d'efficacité. Elle est pourtant très vulnérable et tout à fait dépendante de son environnement et de l'air ambiant qui y est présent.

L'air ambiant, que nous respirons chaque jour, est vital pour nous car sans air, nous n'existerions pas. À chaque inspiration, nos poumons se remplissent d'air, lequel est expulsé à l'expiration suivante. Nous absorbons ainsi de l'oxygène ($O_2$) et rejetons du gaz carbonique ($CO_2$). L'adulte moyen respire 7 à 8 litres d'air par minute, soit environ 450 litres d'air par heure, l'équivalent de presque trois baignoires. Nous respirons car nos cellules ont constamment besoin d'oxygène pour produire de l'énergie à partir du glucose.

L'air est composé d'environ 78 % d'azote, d'environ 21 % d'oxygène et d'environ 0,9 % d'argon. Les éléments restants comprennent le dioxyde de carbone, la vapeur d'eau, l'hydrogène et d'autres éléments présents en traces. On nous renseigne beaucoup au sujet des changements climatiques et avec raison d'ailleurs vu les conséquences innombrables. Bien que des gaz comme le dioxyde de carbone et le méthane n'existent qu'en petites concentrations absolues, leur potentiel démesuré de piégeage de la chaleur en tant que gaz à effet de serre en fait le principal facteur d'accélération des changements climatiques. Dans ce contexte, il ne faut pas perdre de vue aussi la pollution de l'air ambiant que nous respirons car ces deux notions sont intimement reliées.

On retrouve aussi dans l'air d'autres gaz et substances qui altèrent sa composition et par conséquent sa qualité. Cette altération est causée par des polluants chimiques, biologiques ou physiques. La pollution atmosphérique a des conséquences préjudiciables sur la santé humaine, les êtres vivants, le climat et les écosystèmes. C'est pour cette raison qu'au Canada des programmes nationaux, provinciaux, territoriaux et municipaux de surveillance de la qualité de l'air devenaient nécessaires (Gouvernement du Canada, 2022a). Ces programmes sont essentiels pour comprendre l'état de l'atmosphère. La collecte de données sur certaines espèces chimiques par des mesures en continu, de l'échantillonnage ponctuel et de l'observation par satellites combinée à la modélisation informatique nous permet de mieux comprendre les phénomènes atmosphériques. Cette approche constitue le

fondement pour la mise en place de politiques pour réduire la pollution pour les Canadiens et leur environnement, et pour conserver et améliorer la qualité de l'environnement, soit l'eau, l'air et le sol.

La pollution atmosphérique provient de plusieurs sources. De fait, les polluants proviennent d'un large éventail de sources anthropiques, c'est-à-dire reliées à l'activité humaine, notamment les gaz d'échappement des véhicules, l'usure des pneus, freins et asphalte liée aux transports, les processus industriels, la combustion de la biomasse, la production agricole, la production d'énergie, le chauffage aux énergies fossiles des maisons et des bâtiments, les outils industriels et la poussière de construction (Gouvernement du Canada, 2022b). La majeure partie de la pollution de l'air avec laquelle nous vivons au quotidien est créée par les émissions industrielles et les gaz d'échappement de sources mobiles telles les véhicules sur route (les automobiles et les camions de transport) et hors route (la machinerie lourde et les véhicules récréatifs), les avions, les navires et les trains (Elichegaray et al., 2010; Gouvernement du Canada, 2017a). En règle générale, la pollution atmosphérique émise par des sources ponctuelles est relativement facile à quantifier. Par contre, les coûts associés à la pollution de l'air sont plus difficiles à quantifier. Les polluants rejetés dans l'atmosphère ont des effets néfastes sur les humains et l'environnement. Dans certaines situations, ces effets peuvent être cumulatifs ou avoir un effet de synergie et peuvent entraîner des réactions en chaîne vers d'autres effets environnementaux.

Les effets et les conséquences de la pollution de l'air sur la santé humaine sont maintenant mieux connus. La révolution industrielle, depuis la seconde moitié du XVIII$^{e}$ siècle jusqu'au début du XIX$^{e}$ siècle, fût une période d'énormes changements en Europe et en Amérique. L'invention de nouvelles technologies et la mécanisation des procédés, de la locomotive à vapeur en passant par les améliorations de la fonte du fer, ont transformé ce qui avait été des sociétés essentiellement rurales d'agriculteurs et d'artisans qui fabriquaient des biens à la main. De nombreuses personnes ont quitté la campagne pour s'installer dans des villes où elles ont travaillé dans des usines (Wikipédia, 2023a).

La révolution industrielle a mené à une croissance économique et un progrès sans précédent et a offert de nouvelles opportunités. En contrepartie, ce progrès s'est accompagné aussi de plusieurs inconvénients, allant des dommages à l'environnement et des risques pour la santé et la sécurité aux conditions de vie difficiles pour les travailleurs et leurs familles. Les historiens concluent que plusieurs de ces problèmes ont persisté et se sont aggravés pendant la deuxième révolution industrielle, une autre période de changement rapide qui a commencé à la fin du XIX$^{e}$ siècle. Un point tournant dans la documentation de la pollution de l'air ambiant demeure le désormais célèbre « grand smog de Londres » en décembre 1952 qui est survenu lors d'une période de temps inhabituellement froid, combinée à un anticyclone et en l'absence de vent, qui a provoqué la stagnation de polluants atmosphériques provenant principalement de l'utilisation du charbon formant une épaisse couche de smog sur la ville (Wikipédia, 2023b). Le smog dura quatre jours puis se dispersa rapidement lorsque le temps changea. De 10 000 à 12 000 personnes sont décédées et plus de 100 000 autres ont été affligées par des problèmes respiratoires associés à ce smog.

Les polluants peuvent être tant d'origine naturelle qu'anthropique. Les plus connus sont les particules fines en suspension dans l'air et l'ozone auxquels s'ajoutent d'autres substances chimiques ou classes de substances dont la concentration et la persistance suffisent à produire un effet toxique ou écotoxique. Ils peuvent aussi interagir avec la lumière et résulter en pollution photochimique.

Dans le monde, la pollution de l'air est le cinquième facteur de risque pour la santé (après la malnutrition, les risques alimentaires, l'hypertension artérielle et le tabagisme). Elle provoque la mort prématurée d'environ sept millions de personnes chaque année (Ritchie et al., 2018). Plus près de nous, au Canada, Santé Canada estime que 14 400 décès par année sont attribués à la pollution atmosphérique anthropique (Santé Canada, 2021a) dont 4 000 décès prématurés par année au Québec et 360 à Québec. Ce nombre de décès serait associé à la concentration ambiante de polluants atmosphériques au Canada tels que les particules fines ($PM_{2,5}$), les oxydes d'azote ($NO_x$, incluant le monoxyde d'azote, NO, et le dioxyde d'azote, $NO_2$), le dioxyde de soufre ($SO_2$) et l'ozone troposphérique ($O_3$). Cette même étude a estimé, pour chaque tranche additionnelle de 10 µg/m$^3$ de particules fines, une « hausse de 10 % du risque chronique de décès prématurés de causes non accidentelles » (Crouse et al., 2012; Santé Canada, 2021a). Ce constat ne tient pas compte des impacts importants sur la santé provoqués par le smog en milieu urbain. Les $NO_x$, l'$O_3$ et les composés organiques volatils (COV), entre autres, sont aussi reconnus pour leur rôle dans la formation de smog photochimique, un phénomène lié à leurs réactions chimiques avec les rayons solaires dans l'atmosphère (Ashraf et al., 2019).

D'autres substances chimiques se retrouvent également dans l'air ambiant en tant que contaminants atmosphériques, notamment les métaux, les hydrocarbures aromatiques polycycliques, les dioxines et les furanes (Gouvernement du Canada, 2017a; Gouvernement du Canada, 2017b). Ce rapport, en partie, traitera aussi de ces contaminants atmosphériques. La teneur de ces contaminants dans l'air et leurs fluctuations spatio-temporelles qui font l'objet de ce rapport ont été analysées et des constats seront présentées dans le chapitre 3 portant sur la qualité de l'air.

En ce qui a trait aux impacts de morbidité annuels, Santé Canada estime aussi que le nombre de jours-personnes avec symptômes d'asthme se chiffre à environ 2,7 millions, tandis que le nombre de jours-personnes avec symptômes respiratoires aigus atteint 35 millions (Santé Canada, 2021a). La valeur économique totale de tous ces impacts sanitaires liés à la pollution de l'air s'établit à 114 milliards de dollars par année au Canada, 30 milliards de dollars par année au Québec et environ 2 milliards de dollars par année à Québec. Somme toute, la pollution de l'air est un facteur de risque important pour un certain nombre de maladies, notamment les infections respiratoires, les maladies cardiaques, la maladie pulmonaire obstructive chronique (MPOC), les accidents vasculaires cérébraux et le cancer du poumon (OMS,2014). De plus en plus de preuves montrent que l'exposition à la pollution de l'air peut être associée à des quotients intellectuels plus faibles, à une altération de la cognition (Allen et al., 2017), à la démence, à l'autisme, à un risque accru de troubles psychiatriques tels que la dépression (Newbury et al., 2021), à l'hypertension, à la maladie rénale chronique, aux cancers du

sein, de la prostate et autres organes, et à une santé périnatale préjudiciable (Gosh et al., 2021). Les effets sur la santé humaine d'une mauvaise qualité de l'air sont considérables, mais affectent principalement les systèmes respiratoire et cardiovasculaire. Les réactions individuelles aux polluants atmosphériques dépendent du type de polluant auquel une personne est exposée, du degré d'exposition et de l'état de santé et de la génétique de l'individu (Stanek et al., 2011). Même en faible concentration, la présence de polluants dans l'air ambiant, tels que les $PM_{2,5}$, les NOx, le $SO_2$ et l'$O_3$, est corrélée à une augmentation de la morbidité et de la mortalité dans les populations exposées (Analitis et al., 2018). Plusieurs études ont aussi démontré qu'une exposition à la pollution de l'air aurait une incidence importante sur le développement de maladies respiratoires et cardiovasculaires (aigües et chroniques) (Sanyal et al., 2018; Szpiro et al., 2014). Une étude récente a démontré qu'une exposition aux $PM_{2,5}$ et au $NO_2$ pendant l'enfance agirait sur le développement de symptômes associés à la dépression et des troubles de comportement à l'âge adulte (Roberts et al., 2019). L'exposition prénatale à certains polluants atmosphériques peut aussi créer des problèmes de santé chez le fœtus (Abraham et al., 2018).

## 1.5 Impact de la pollution atmosphérique sur l'environnement

Diverses technologies et stratégies de contrôle de la pollution sont disponibles pour réduire la pollution atmosphérique (Fensterstock et al., 1971, Hagevik, 1972). Plusieurs législations et réglementations internationales et nationales ont été élaborées pour limiter les effets négatifs de la pollution atmosphérique (US EPA, 2014). Les règles locales, lorsqu'elles sont correctement appliquées, ont permis des avancées significatives en matière de santé publique (Frieden et al., 2014). Certains de ces efforts ont été couronnés de succès au niveau international, comme le Protocole de Montréal (UN Environment, 2018), qui a réduit le rejet de produits chimiques nocifs appauvrissant la couche d'ozone, et le Protocole d'Helsinki de 1985 (UNECE, 1985), qui a réduit les émissions de soufre, tandis que d'autres, tels que l'action internationale sur le changement climatique (Maizland, 2022), ont eu moins de succès.

Nous avons déjà mentionné que les impacts de la pollution de l'air ambiant sur la santé se traduisent en coûts financiers importants pour l'État (Santé Canada, 2021a). De plus, nous devons considérer les coûts additionnels pour l'entretien et la réparation des infrastructures qui augmentent en raison de la pollution de l'air ambiant. Par exemple, le $SO_2$ et l'ozone troposphérique sont responsables en partie de la corrosion et du noircissement d'infrastructures bâties et des matériaux de construction (Prashant et Boulent, 2013; voir présentation P17, annexe 5). Selon une revue de plus de 150 articles scientifiques liés à ce sujet par Pashant et Boulent (Prashant et Boulent, 2013), le $SO_2$, l'ozone, les particules respirables ($PM_{10}$) et les pluies acides seraient responsables de la corrosion de la plupart des matériaux de construction présentement utilisés. D'autres matériaux sont aussi affectés par la corrosion due à la pollution tels l'acier, le calcaire et le béton (Prashant et Boulent, 2013). La pollution de l'air constitue actuellement un enjeu socio-économique important partout au Canada.

En plus de l'impact de la pollution de l'air ambiant sur la santé populationnelle, nous devons aussi considérer ses effets nocifs sur l'environnement. Une grande variété d'espèces végétales aura été étudiée au courant des dernières années pour leur potentiel d'indicateur du niveau de pollution (Feng et al., 2014; Noor et al., 2014). En effet, plusieurs espèces végétales affichent des symptômes physiologiques lorsqu'elles sont exposées aux effets phytotoxiques de contaminants atmosphériques (Chuwah et al., 2015; Feng et al., 2014). Notamment, l'ozone troposphérique serait responsable de la réduction d'environ 10 % de la croissance de biomasse des forêts en Chine (Feng et al., 2019). La pollution de l'air a aussi des impacts sur les espèces végétales par la création des pluies acides. Ces dernières, formées par la présence des précurseurs acides $SO_2$ et $NO_x$ dans l'atmosphère lors de la formation de nuages, sont responsables de l'acidification des sols et des eaux où auront lieu les précipitations (Du et al., 2017). L'acidification des lacs, entre autres, est un enjeu répandu au Canada, causant la mort d'espèces aquatiques et une perte de biodiversité (Giguère, 2013). Les pluies acides ont aussi des effets nocifs sur la végétation comme l'a rapporté une étude qui a démontré que les végétaux exposés aux pluies acides auraient une teneur réduite en chlorophylle responsable de la photosynthèse (Du et al., 2017). Ainsi, la pollution atmosphérique a des conséquences tant pour les humains que pour les milieux naturels et les organismes qui y vivent.

## 1.6 La qualité de l'air dans le secteur Limoilou-Basse-Ville

Le secteur à l'étude par le GTCA, Limoilou-Basse-Ville, fait partie d'un ensemble de quartiers, soit Vanier, Saint-Sauveur, Saint-Roch, le Vieux-Québec/Cap-Blanc/Colline Parlementaire, le Vieux-Limoilou, Lairet et Maizerets tel qu'illustré à la figure 1.3. Dans ce rapport, le secteur Limoilou-Basse-Ville englobe les quartiers Vieux-Limoilou et Vieux-Québec/Cap-Blanc/Colline Parlementaire. Les observations et les constats posés pourront s'appliquer aux autres quartiers précités (Ville de Québec, 2023).

L'enjeu de la qualité de l'air dans le secteur Limoilou-Basse ville est aussi préoccupant quand on la compare à d'autres secteurs de la ville de Québec et d'autres villes au Québec et au Canada. Les données recueillies non seulement à la station de surveillance de la qualité de l'air Vieux-Limoilou mais aussi à d'autres stations de suivi dans la ville de Québec seront utilisées dans notre analyse des concentrations de polluants atmosphériques auxquelles est exposée la population du secteur Limoilou-Basse-Ville à Québec depuis 2010.

Dans le secteur Limoilou-Basse-Ville, les sources suivantes sont à considérer en lien avec la qualité de l'air : les sources industrielles, le transport et le chauffage au bois. Ces sources seront toutes étudiées pour leur contribution à la pollution atmosphérique du secteur. Il est important d'approfondir les connaissances à propos des sources émettrices dans le secteur à l'étude. Il est aussi crucial de poser un regard critique sur les mesures mises en place pour gérer la problématique de la pollution atmosphérique afin de déterminer les prochaines étapes dans sa gestion et son atténuation. Cela permettra de mieux protéger la santé et le bien-être de la population et d'ainsi contrôler les coûts

médicaux qui n'iront qu'en augmentant au cours des prochaines années.

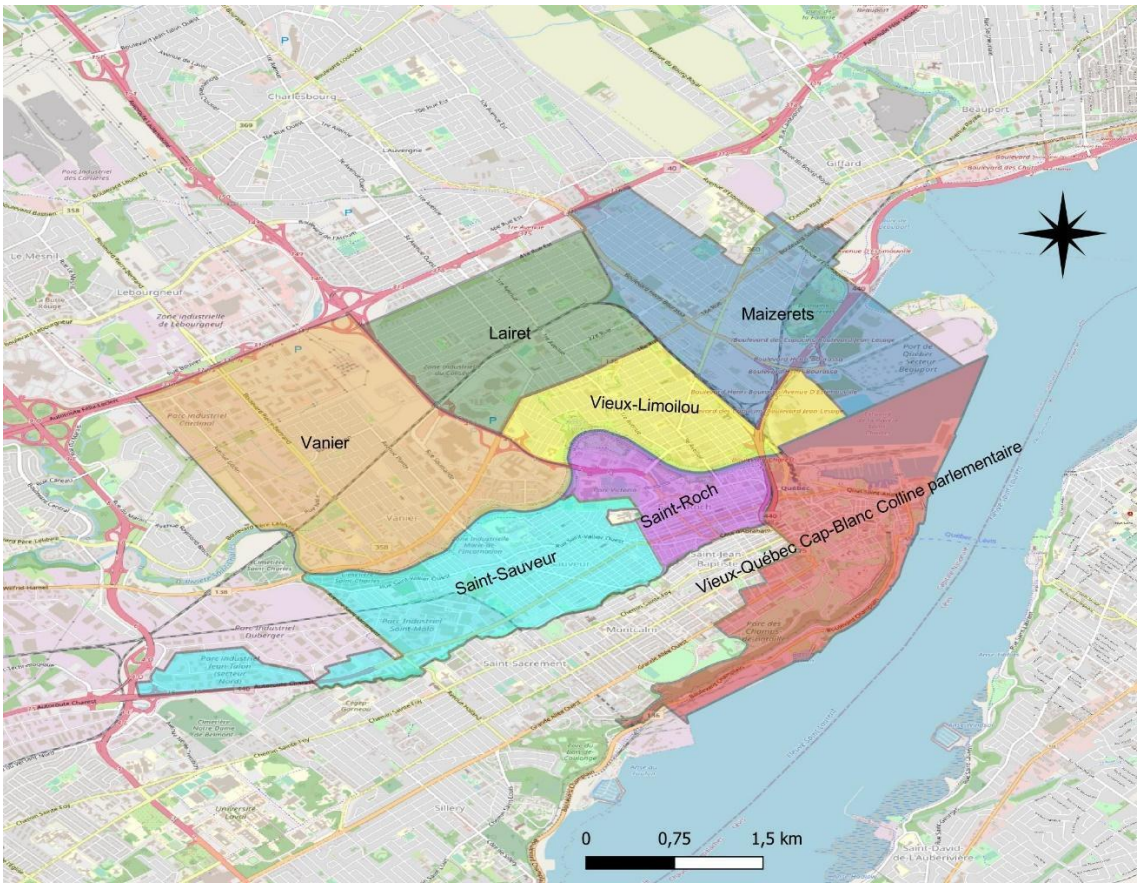



**Figure 1.3 - Localisation du secteur à l'étude (données : OpenStreetMap et Ville de Québec)**

## 1.7 Particularités du secteur Limoilou-Basse-Ville

### *1.7.1 La topographie du secteur à l'étude*

La ville de Québec est située au cœur de la région administrative de la Capitale-Nationale. D'après le recensement de 2016, elle compte 531 902 habitants et sa région métropolitaine de recensement en regroupe 800 296 (Statistique Canada, 2017). Elle est située principalement dans les basses terres du Saint-Laurent, sur la rive nord du Saint-Laurent. Ce dernier borde la ville dans un axe sud-ouest/nord-est. Le relief de Québec est le résultat de la jonction de trois grands ensembles géologiques. Sa partie nord se caractérise par la présence de montagnes appartenant au Bouclier canadien. Au sud, les Appalaches font une incursion avec la colline de Québec, entre les embouchures des rivières du Cap-Rouge et Saint-Charles. L'altitude de la colline de Québec dépasse les 100 mètres. Au centre et au bas de la falaise de la colline de Québec, la Plate-forme du Saint-Laurent présente un relief plat qui se caractérise par la présence d'une dépression géographique, une vallée délimitée au sud par la colline de Québec et un escarpement traversant la ville dans le même axe que la colline. L'altitude de cette vallée ne dépasse que légèrement le niveau de la mer.

En plus du relief topographique, la figure 1.4 montre les roses des vents moyennes annuelles pour 2022 aux stations officielles de mesure météorologiques d'Environnement et Changements climatiques Canada situés à l'aéroport international Jean-Lesage (portion centre gauche de la figure 1.4) et dans la Baie de Beauport (portion centre droit de la figure 1.4).

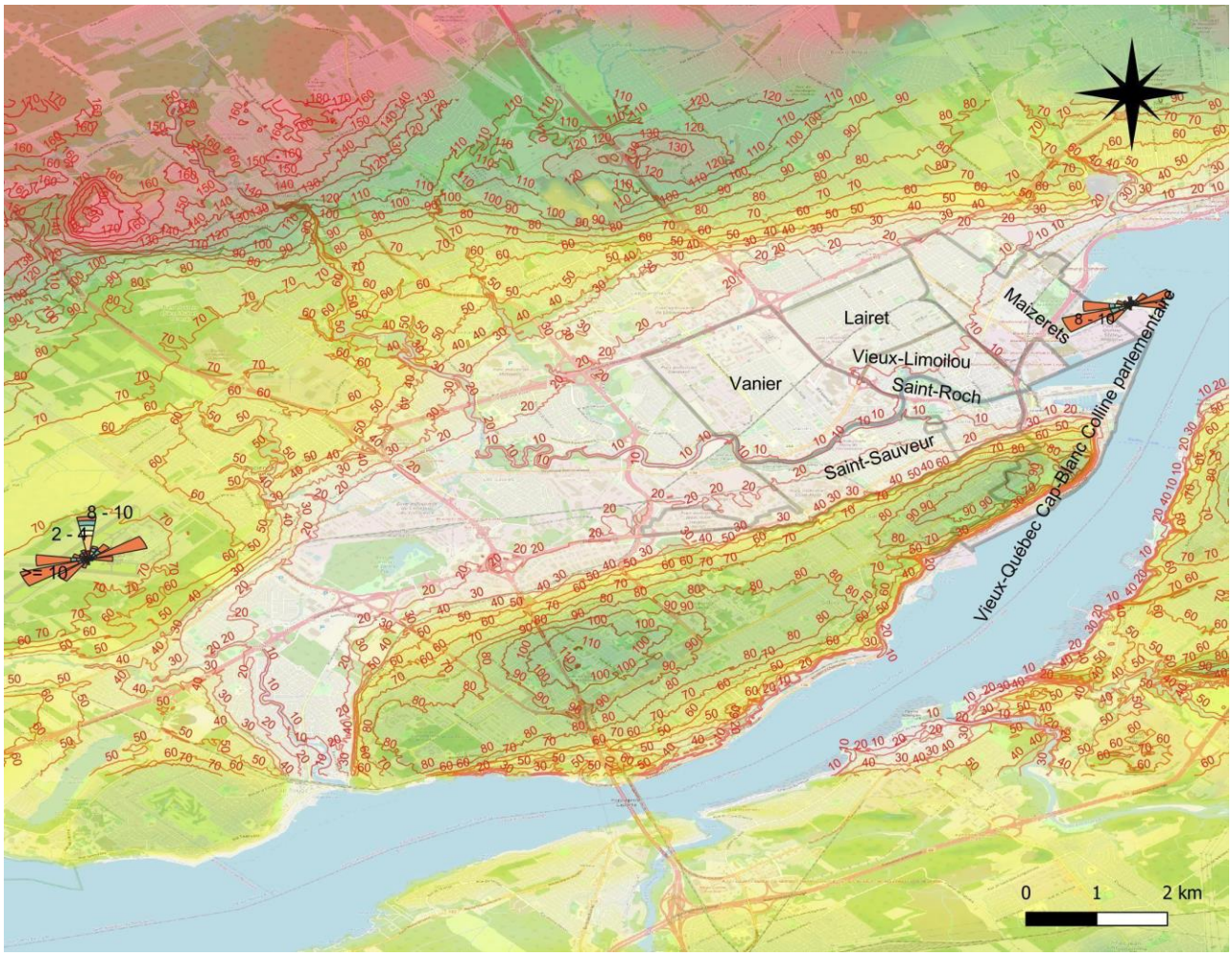



**Figure 1.4 - Relevé topographique et relief du secteur à l'étude; roses des vents (aéroport Jean-Lesage, centre gauche, et station météo Beauport, centre droit) montrant les directions préférentielles du vent**

En général, les vents mesurés à ces sites viennent préférentiellement de l'ouest-sud-ouest et de l'est-nord-est, respectivement. On note aussi une composante venant du nord au site de l'aéroport international Jean-Lesage. Ces directions préférentielles sont le reflet du relief en couloir délimité par le contrefort des Laurentides et la colline de Québec (qui se termine à l'est par le cap Diamant).

La falaise de la colline de Québec marque la limite entre la haute et la basse ville. Elle a longtemps défini l'aménagement du territoire de la ville. Encore aujourd'hui, la haute ville regroupe de

nombreuses institutions politiques et culturelles ainsi que plusieurs édifices en hauteur, tandis que la Basse Ville et Limoilou possèdent un caractère résidentiel et industriel.

La figure 1.5 montre les roses des vents moyennes annuelles pour les années 2020, 2021 et 2022 (jusqu'au 31 octobre 2022) mesurés au site de la Baie de Beauport, le plus près du secteur à l'étude (LaZerte et Albers, 2018). Le tableau 1.2 résume les pourcentages de direction des vents en fonction des points cardinaux pour chaque année et la moyenne des années combinées 2020-2022 à cette station météorologique. Les vents viennent préférentiellement de l'est-nord-est et de l'ouest-sud-ouest (environ 32 % et 47 %, respectivement).

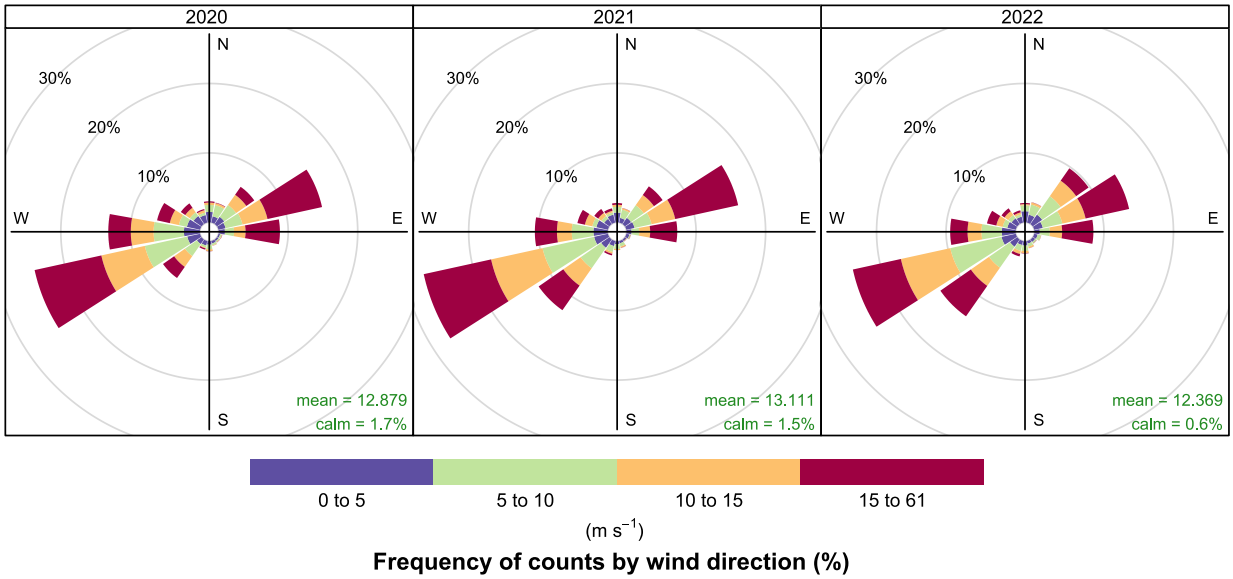



**Figure 1.5 - Roses des vents moyens annuels 2020, 2021, 2022**

La figure 1.6 présente la rose des vents moyens pour chaque saison entre mars 2021 et février 2022 (les profils moyens saisonniers 2020-2022 sont consignés à la figure AF1.1, annexe 2) mesurés au site officiel du Service météorologique du Canada situé dans la Baie de Beauport. Les directions préférentielles restent évidemment les mêmes pour la période choisie mais c'est la force des vents qui change. Ils sont plus forts au printemps et en hiver, suivi de l'automne et de l'été, toujours avec une dominante ouest-sud-ouest. En termes de direction, les vents sont répartis un peu plus également entre l'ouest-sud-ouest et l'est-nord-est au printemps.

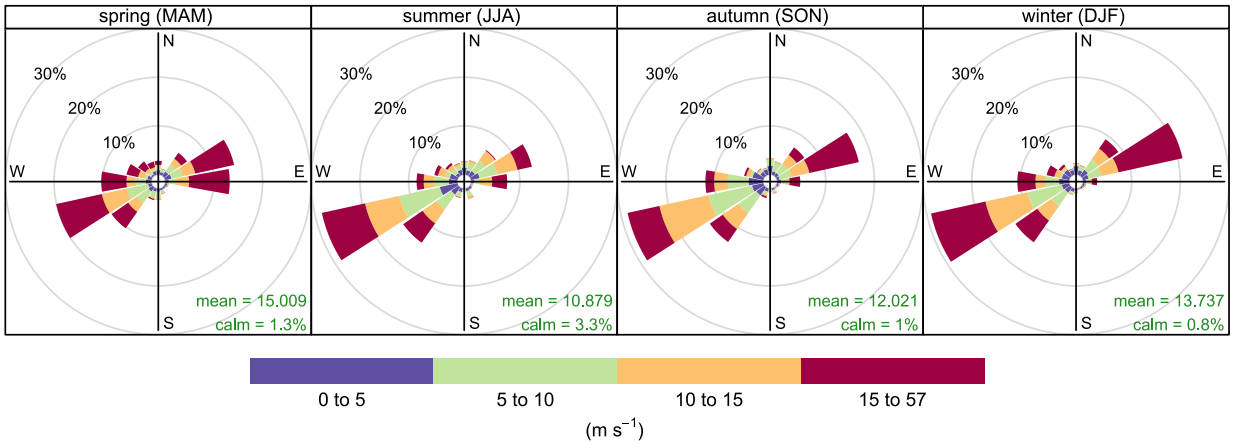



**Figure 1.6 - Roses des vents saisonnières du printemps 2021 à février 2022**

**Tableau 1.2 - Pourcentages de direction des vents par points cardinaux pour la période 2020-2022**

| Direction | Pourcentage (%) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **2020** | **2021** | **2022** | **2020-2022** | |
| N | 4,1 | 3,8 | 3,7 | 3,9 | |
| NNE | 2,7 | 1,9 | 2,7 | 2,4 | |
| **NE** | 5,9 | 6,0 | 8,7 | **6,9** | |
| **ENE** | 13,8 | 14,9 | 12,5 | **13,7** | **31,7** |
| **E** | 12,0 | 9,9 | 11,4 | **11,1** | |
| ESE | 0,5 | 0,6 | 0,9 | 0,7 | |
| SE | 0,5 | 0,3 | 0,6 | 0,5 | |
| SSE | 0,6 | 0,9 | 1,0 | 0,8 | |
| S | 2,0 | 1,7 | 2,4 | 2,0 | |
| SSO | 1,2 | 1,9 | 2,0 | 1,7 | |
| **SO** | 6,1 | 11,2 | 12,1 | **9,8** | |
| **OSO** | 22,1 | 24,5 | 21,5 | **22,7** | **47,3** |
| **O** | 17,9 | 14,2 | 12,6 | **14,9** | |
| ONO | 5,7 | 4,1 | 3,8 | 4,5 | |
| NO | 3,3 | 2,4 | 2,5 | 2,7 | |
| NNO | 1,8 | 1,9 | 1,6 | 1,8 | |

### *1.7.2 La population*

Le tableau 1.3 regroupe les quartiers dans lequel s'inscrit le secteur à l'étude et la population respective pour chacun d'entre eux, selon le recensement de 2016 (Statistique Canada, 2017). Ce

secteur compte environ 87 000 habitants. Il se trouve principalement dans le relief plat entre la colline de Québec au sud et le contrefort des Laurentides au nord.

**Tableau 1.3 - Quartiers du secteur à l'étude et leur population respective**

| Quartier | Population (2016) |
|---|---|
| Vieux-Québec-Cap-Blanc–Colline Parlementaire | 5 770 |
| Saint-Roch | 7 810 |
| Saint-Sauveur | 15 495 |
| Lairet | 15 865 |
| Maizerets | 14 570 |
| Vieux-Limoilou | 14 425 |
| Vanier | 13 125 |
| **Total** | **87 060** |

### *1.7.3 Trafic urbain et autoroutier*

Le secteur à l'étude est délimité par la rivière Saint-Charles (au sud), par une ligne de chemin de fer (à l'est), par le boulevard Wilfrid-Hamel, l'avenue Eugène-Lamontagne et la 18e rue (au nord) et par l'autoroute Laurentienne (à l'ouest). Il est traversé en son centre, du nord au sud, par la 1ère Avenue. Le Vieux-Limoilou fait partie des quartiers les plus denses de la ville de Québec. Son territoire est découpé dans un plan hippodamien. La rivière Lairet, canalisée, traverse le quartier sous terre. Son relief est très plat et son altitude moyenne est de 10 mètres (Wikipédia, 2023c).

En appui à la description de la qualité de l'air dans le secteur Limoilou-Basse-Ville, le GTCA considérera toutes les sources émettrices affectant la qualité de l'air, incluant le trafic de véhicules sur les réseaux autoroutier et urbain. La figure 1.7 montre les principales autoroutes ceinturant le secteur, soit les autoroutes Félix-Leclerc (A-40), Laurentienne (A-973) et Dufferin-Montmorency (A-440). La figure 1.7 affiche aussi les débits journaliers moyens annuels (DJMA) en 2021 pour des segments d'intérêt (voir présentation P17, annexe). Cette section décrit brièvement les statistiques de trafic de véhicules dans le secteur Limoilou-Basse-Ville via les autoroutes le ceinturant et le réseau urbain constitué des principales artères du quartier. La figure 1.7 montre aussi le tracé du chemin de fer traversant le quartier Vieux-Limoilou depuis le port de Québec. Finalement, la figure 1.7 montre aussi les principales rues, avenues et boulevards du secteur.

Quant aux déplacements à pied dans le secteur à l'étude, on peut qualifier la marchabilité (l'accessibilité pour un citoyen aux services comme l'épicerie, la pharmacie, etc., à distance de

marche) de certains secteurs en Basse ville par l'indice du Walkscore (walkscore.com, 2023). Le tableau 1.4 liste les indices reliés au transport collectif et actif de certains quartiers de Québec, incluant Limoilou.

**Tableau 1.4 - Indices reliés aux transports collectif et actif dans certains quartiers de Québec**

| Quartier, artère | Marchabilité | Transport en commun | Cyclisme |
|---|---|---|---|
| St-Roch | 86 | 71 | 815 |
| Vieux-Québec/Cap-Blanc /Colline parlementaire | 82 | 71 | 81 |
| Vieux-Limoilou | 75 | 63 | 93 |
| Lairet | 62 | 57 | 84 |
| Maizerets | 58 | 58 | 83 |
| Vanier | 58 | 47 | 75 |
| Plateau-Mont-Royal, Montréal | 88 | 80 | 94 |
| Ville-Marie, Montréal | 88 | 88 | 82 |

La comparaison des indices nous montre que l'accès aux services de proximité est plus limité dans certains quartiers de Québec. L'offre de transport collectif se situe en moyenne à 60 % pour les quartiers sélectionnés du tableau 1.4. On peut comparer ces quartiers avec deux arrondissements de Montréal pour comparer les offres de desserte locale.

Le tableau 1.5 (page suivante) résume les débits journaliers moyens annuels (DJMA) des autoroutes mentionnées sur des segments mesurés pertinents (portion gauche de tableau) ainsi que les DJMA 2022 enregistrés sur des rues du quartier Vieux-Limoilou aux sorties des autoroutes (Vidal-Lessard, 2022). Ce tableau offre un bref aperçu de la ventilation de la circulation afin de montrer comment le trafic automobile se disperse sur les principales rues, avenues et boulevards du quartier. Les émissions provenant des véhicules sur le réseau routier entourant ce quartier seront examinées dans le prochain chapitre. La part modale de l'auto dans le secteur à l'étude est de 77 % versus 10 % pour le transport en commun et 12 % pour les transports actifs (voir présentation P20, annexe 5).

**Tableau 1.5 - Sommaire des débits journaliers moyens annuels autoroutiers et urbains dans le quartier Vieux-Limoilou***

| Débits journaliers moyens annuels (DJMA; véhicules/jours) autoroutiers (MTQ) | | | | | DJMA urbains (VdQ) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Autoroute** | **Carrefour 1** | **Carrefour 2** | **DJMA 2021** | **% camions** | **Artère urbaine** | **Début et fin du segment** | **DJMA 2022** |
| Autoroute Félix-Leclerc (A-40) | Autoroute Laurentienne (A-973) | 1re Avenue | 117 000 | 5 | | | |
| Autoroute Laurentienne (A-973) | Au sud de l'A-40 et au nord du boul. Wilfrid-Hamel | rue Soumande | 60 000 | 7 | | | |
| Autoroute Laurentienne (A-973) | Au sud du boul. Wilfrid-Hamel | Pointe-aux-Lièvres | 31 000 | 4 | 1re Rue | De la 3e Av. au boul. des Capucins | 10 500 |
| | | | | | 4e Rue | De la 1re Av. à la 3e Av. | 13 300 |
| | | | | | 1re Avenue | De la 4e Rue à 13e Rue | 4 700 |
| Autoroute Dufferin-Montmorency (A-440) | boul. des Capucins (à l'ouest) | | 30 000 | 2 | boul. des Capucins | De la 1re Rue à De la Canardière | 13 600 |
| | | | | | 4e Rue | Du boul. des Capucins à la 1re Av. | 10 500 |
| | | | | | En direction de Honoré-Mercier | | 6 000 |
| Autoroute Dufferin-Montmorency (A-440) | boul. Henri-Bourassa (à l'est) | | 21 100 | 2 | boul. Henri-Bourassa | Entre l'A-440 et De la Canardière | 9 400 |
| | | | | | Entre boul. Henri-Bourassa et boul. des Capucins | | 10 000 |
| | | | | | D'Estimauville (à l'est du boul. Henri-Bourassa) | Entre l'A-440 et De la Canardière | 10 600 |

*Pourcentage moyen de camions = 4,2 %

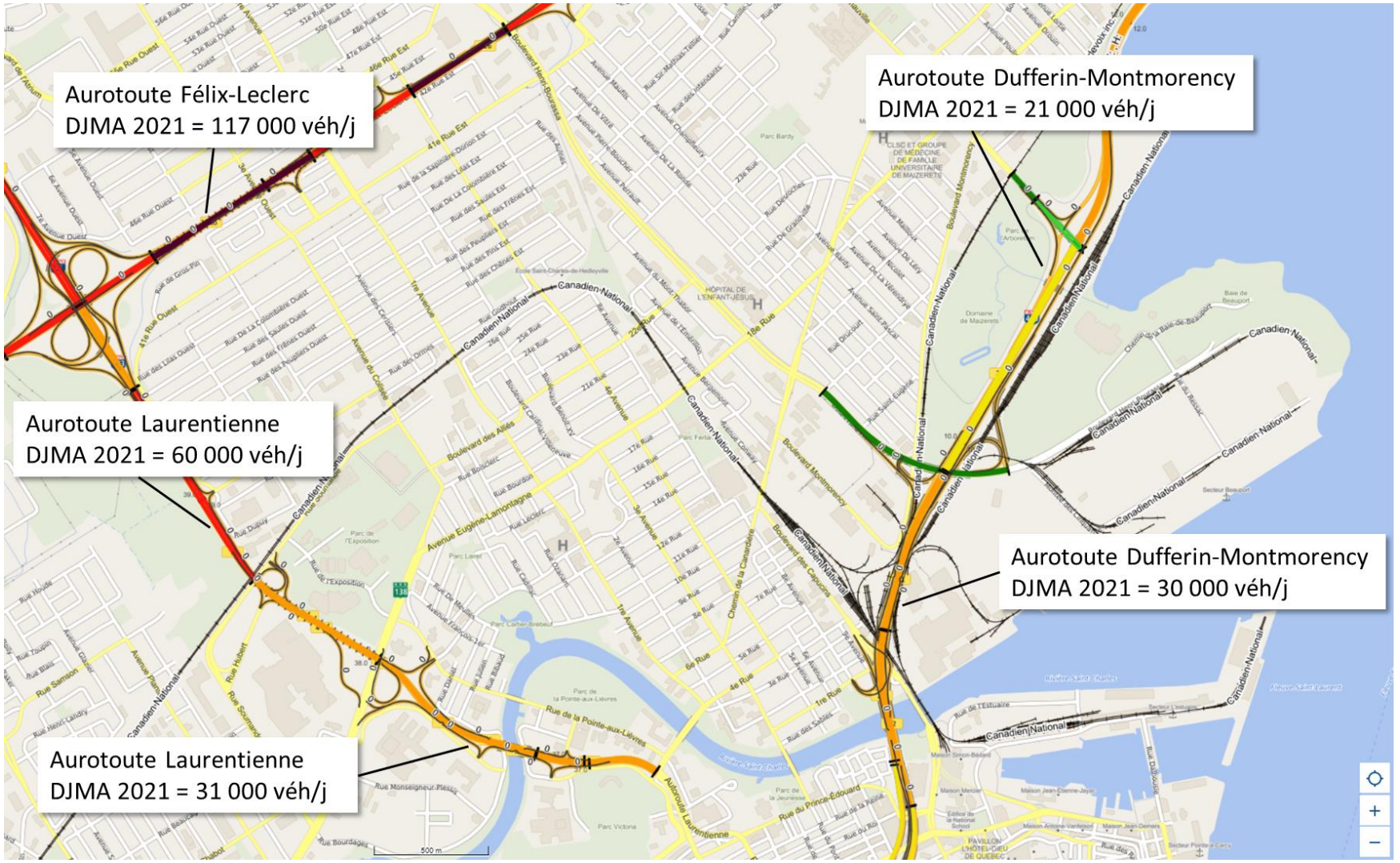



**Figure 1.7 - Réseaux autoroutier et urbain du secteur Limoilou-Basse-Ville**

### *1.7.4 Les espaces verts du secteur à l'étude*

La présence d'espaces verts en milieu urbain est davantage un sujet d'actualité maintenant que lors de la décennie précédente. Avec une plus grande sensibilisation au réchauffement global et aux changements climatiques, la présence de verdure et d'arbres devient une façon de réduire les îlots de chaleur en ville et de permettre la captation de polluants atmosphériques. Le Consortium de recherche en santé environnementale urbaine (CANUE, 2023) met à la disposition du public des relevés géographiques obtenus à partir de données satellitaires pour plusieurs paramètres reliés au climat et à la qualité de l'air. La figure 1.8 montre une carte de la ville de Québec affichant l'indice de canopée en 2015 en rangs quintiles (données les plus récentes disponibles) en fonction du code postal.

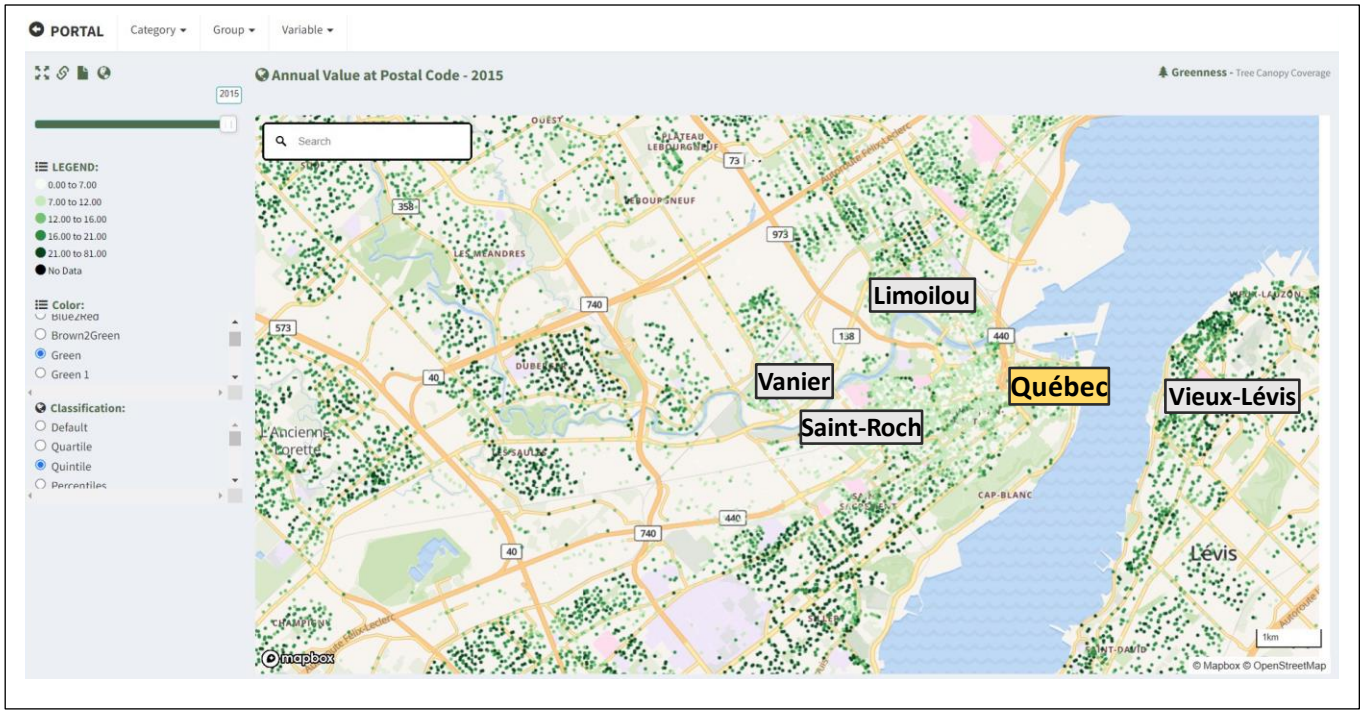



**Figure 1.8 - Carte géographique de la canopée à Québec classée en rangs quintiles (CANUE)**

L'indice de canopée des différents quartiers par rapport à la moyenne de la Ville de Québec est donné dans le document « Vision de l'arbre » de la Ville de Québec (Ville de Québec, 2016). L'indice moyen de canopée de la Ville de Québec est de 32 %. Le tableau 1.6 liste les indices de canopée de plusieurs quartiers de Québec. On note que les quartiers Vieux-Limoilou, Saint-Roch et Saint-Sauveur ont les indices les plus bas à 12 et 13 %.

**Tableau 1.6 - Indice de canopée des quartiers du secteur à l'étude**

| Quartier | Indice de canopée |
|---|---|
| Lairet | 18 |
| Maizerets | 17 |
| Montcalm | 22 |
| Saint-Jean-Baptiste | 10 |
| Saint-Roch | 12 |
| Saint-Sacrement | 25 |
| Saint-Sauveur | 13 |
| Vieux-Québec-Cap-Blanc-Colline Parlementaire | 18 |
| Vieux-Limoilou | 13 |

### *1.7.5 Le secteur Limoilou-Basse-Ville et ses industries*

En ce qui a trait au secteur Limoilou-Basse-Ville, l'environnement physique fait partie des facteurs environnementaux. Plusieurs problématiques environnementales sont présentes dans ce secteur, comme de la poussière, du bruit, des odeurs, des terrains contaminés, des bâtiments désuets avec une mauvaise qualité de l'air intérieur, etc. Beaucoup d'îlots de chaleur y sont aussi présents.

Le secteur de Limoilou-Basse-Ville est parmi les plus densément peuplés de la région de la Ville de Québec. En plus des grands axes routiers qui le traversent, ce secteur est caractérisé par la proximité de grandes lignes électriques, d'axes de transport ferroviaire et de secteurs industriels et portuaires importants. On y retrouve des installations industrielles majeures comme le Centre de valorisation énergétique de la Ville de Québec, la papetière Stadacona et American Iron and Metal-Québec (AIM). Plusieurs PME recoupant divers secteurs d'activité, notamment plusieurs ateliers d'entretien et de réparation de carrosseries de véhicules automobiles, se retrouvent aussi dans ce secteur. Toutes ces activités peuvent générer du bruit, des odeurs, des poussières et des polluants atmosphériques. Le chapitre suivant examinera en détails ces industries du point de vue de leurs rejets dans l'atmosphère.

## 1.8 La qualité de l'air ambiant et son suivi, pourquoi et comment? Introduction aux normes et cibles de qualité de l'air et aux réseaux de surveillance de suivi

Les gouvernements se dotent de politiques sur la qualité de l'air soutenues par des normes réglementaires et des cibles dans le but d'en réduire la teneur en polluants atmosphériques néfastes pour la santé humaine et l'environnement, incluant la faune et la flore.

De façon individuelle et collective, les gouvernements de l'ensemble du Canada mènent des programmes actifs sur les questions atmosphériques. Par exemple, le Québec a mis de l'avant un

Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère du Québec et le tableau 1.7 donne une sélection de normes et de critères sur la qualité de l'air auxquels ce rapport fera référence au besoin (MELCCFP, 2022a).

**Tableau 1.7 - Sélection de normes et de critères sur la qualité de l'air d'après le Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère au Québec**

| Paramètres | Normes et critères en vigueur | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Valeur limite | Concentration initiale | Période | Type de seuil de référence |
| | ($\mu g/m^3$) | | | |
| Particules totales | 120 | 90 | 24 h | Norme |
| $PM_{2,5}$ | 30 | 20 | 24 h | Norme |
| Nickel ($PM_{10}$) | 0,07 | 0,005 | 24 h | Norme |
| | 0,02 | 0,002 | 1 an | Norme |
| Dioxyde de soufre ($SO_2$) | 1 050 (401 ppb) | 150 | 4 min | Norme |
| | 288 (110 ppb) | 50 | 24 h | Norme |
| | 52 (20 ppb) | 20 | 1 an | Norme |
| Dioxyde d'azote ($NO_2$) | 414 | 150 | 1 h | Norme |
| | 207 | 100 | 24 h | Norme |
| | 103 | 30 | 1 an | Norme |
| Benzo(a)pyrène | 0,0009 | 0,0003 | 1 an | Norme |

En 2012, les ministres de l'Environnement au Canada, à l'exception de celui du Québec, ont accepté d'amorcer la mise en œuvre du système de gestion de la qualité de l'air (CCME, 2012). Bien que le Québec soutienne les objectifs généraux du Système de gestion de la qualité de l'air (SGQA), la province ne mettra pas en œuvre le système, car il comprend des exigences fédérales de base relatives aux émissions industrielles qui existent déjà dans le Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère du Québec. Toutefois, le Québec collabore avec les provinces et les territoires pour élaborer d'autres éléments du système, notamment les zones atmosphériques et les bassins atmosphériques. Le tableau 1.8 présente les cibles sous-tendues par le SGQA. Il faut noter que les

cibles pour les particules fines seront bientôt mises à jour avec un objectif pour 2025. Les normes et les cibles listées dans les tableaux 1.7 et 1.8 sont celles qui sont le plus utilisées au Québec.

**Tableau 1.8 - Cibles de qualité de l'air du SGQA**

| Polluant | Période | Valeur numérique de la cible | | | Forme statistique |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 2015 | 2020 | 2025 | |
| Particules fines ($PM_{2.5}$) | 24 heures | 28 µg/m$^3$ | 27 µg/m$^3$ | | Moyenne triennale du 98$^e$ centile annuel des concentrations quotidiennes moyennes sur 24 heures |
| | 1 an | 10,0 µg/m$^3$ | 8,8 µg/m$^3$ | | Moyenne triennale de la moyenne annuelle de toutes les concentrations quotidiennes sur 24 heures |
| Ozone ($O_3$) | 8 heures | 63 ppb | 62 ppb | 60 ppb | Moyenne triennale de la 4$^e$ valeur annuelle la plus élevée des maximums quotidiens des concentrations moyennes sur 8 heures |
| Dioxyde de soufre ($SO_2$) | 1 heure | - | 70 ppb | 65 ppb | Moyenne triennale du 99$^e$ centile annuel des maximums quotidiens des concentrations moyennes de $SO_2$ sur une heure |
| | 1 an | - | 5,0 ppb | 4,0 ppb | Moyenne sur une seule année civile de toutes les concentrations moyennes de $SO_2$ sur une heure |
| Dioxyde d'azote ($NO_2$) | 1 heure | - | 60 ppb | 42 ppb | Moyenne triennale du 98$^e$ centile annuel des maximums quotidiens des concentrations moyennes de $NO_2$ sur une heure |
| | 1 an | - | 17,0 ppb | 12,0 ppb | Moyenne sur une seule année civile de toutes les concentrations moyennes de $NO_2$ sur une heure |

Le SGQA propose une approche globale qui vise à améliorer la qualité de l'air ambiant au Canada en établissant des cibles révisées régulièrement pour une amélioration continue.

Un autre ensemble de lignes directrices relatives à la qualité de l'air est aussi mis à la disposition des gouvernements par l'Organisation mondiale de la santé (OMS, 2006). Depuis 1987, l'OMS publie périodiquement des lignes directrices mondiales relatives à la santé en rapport avec la qualité de l'air, pour aider les autorités publiques et la société civile à réduire l'exposition humaine à la pollution atmosphérique et ses effets nocifs. Les dernières lignes directrices de l'OMS relatives à la qualité de l'air ont été publiées en 2006. L'OMS a révisé les valeurs cibles qu'elle a publiées en 2021 (OMS, 2021).

L'objectif général de ces lignes directrices mondiales actualisées est d'offrir des recommandations sanitaires quantitatives sur la gestion de la qualité de l'air, exprimées en concentrations à long ou court terme d'un certain nombre de polluants atmosphériques majeurs. Le dépassement des niveaux recommandés dans les lignes directrices sur la qualité de l'air est associé à des risques importants pour la santé publique. Ces lignes directrices ne contiennent pas de normes juridiquement contraignantes mais elles constituent un outil fondé sur des données scientifiques que les États membres peuvent utiliser pour inspirer leur législation et leur politique. En fin de compte, le but de ces lignes directrices est d'offrir des conseils pour aider à réduire les niveaux des polluants atmosphériques et la charge de morbidité qui résulte de l'exposition à la pollution atmosphérique dans le monde. Le tableau 1.9 liste ces lignes directrices révisées pour les polluants atmosphériques qui seront analysés par le GTCA.

**Tableau 1.9 - Niveaux de qualité de l'air recommandés par l'OMS en 2021**

| Polluant | Durée retenue | Niveau |
|---|---|---|
| $PM_{2,5}$, $\mu g/m^3$ | Annuel | 5 |
| | 24 heures[a] | 15 |
| $PM_{10}$, $\mu g/m^3$ | Annuel | 15 |
| | 24 heures[a] | 45 |
| $O_3$, $\mu g/m^3$ | Saison de pointe[b] | 60 |
| | 8 heures[a] | 100 |
| $NO_2$, $\mu g/m^3$ | Annuel | 10 |
| | 24 heures[a] | 25 |
| $SO_2$, $\mu g/m^3$ | 24 heures[a] | 40 |

[a] 99e percentile (c.-à-d. 3 à 4 jours d'excédent par an)

[b] Moyenne de la concentration moyenne en $O_3$ maximale sur 8 heures et six mois consécutifs, avec la plus forte concentration en $O_3$ des moyennes glissantes sur six mois

C'est ainsi que des systèmes de mesure de qualité de l'air sont organisés en réseau au Québec comme dans les autres provinces et territoires au Canada pour générer des données qui sont analysées pour en tirer des tendances et des constats scientifiques. Ces données sont utilisées pour protéger et améliorer la qualité de l'air et procurer le soutien nécessaire au développement de nouvelles mesures législatives, de programmes ciblés et de partenariats avec d'autres instances et pour vérifier l'efficacité des politiques et règlements en place (voir présentation P6, annexe 5; CCME, 2019).

### *1.8.1 Les objectifs de surveillance d'un réseau organisé de surveillance de suivi*

La définition des objectifs d'un système de surveillance est un aspect important à considérer lors de sa conception ou de sa mise en œuvre. Les objectifs de surveillance sont des énoncés clarifiant le but de la surveillance et faisant en sorte que les données recueillies conviennent à l'utilisation prévue. Voici les objectifs de surveillance principaux et secondaires d'un tel programme de surveillance :

*Objectifs principaux (figure 1.9) :*

- Suivre l'état de la qualité de l'air pour atteindre des objectifs ou des normes et en rendre compte;
- Mesurer d'une façon représentative les concentrations de polluants surtout dans les régions habitées et déterminer les tendances de la qualité de l'air à long terme;
- Fournir des données et de l'information sur la qualité de l'air au public.

*Objectifs secondaires :*

- Soutenir l'élaboration de stratégies de gestion de la qualité de l'air;
- Soutenir des initiatives et des accords régionaux en matière de qualité de l'air;
- Réaliser des travaux de recherche afin d'évaluer les répercussions de la pollution atmosphérique sur la santé populationnelle et les écosystèmes;
- Vérifier et valider les inventaires d'émission de polluants atmosphériques, les modèles de dispersion, les applications cartographiques, les prévisions et les alertes de pollution;
- Soutenir l'élaboration et l'évaluation de nouvelles technologies de surveillance et leur application dans le cadre d'un programme de surveillance;
- Mesurer d'une façon représentative les concentrations de polluants les plus élevées dans les régions habitées;
- Mesurer la pollution atmosphérique en amont et en aval des zones urbaines;
- Mesurer les concentrations de fond (similaire au concept de bruit de fond) régionales et le transport des polluants provenant de sources régionales (y compris transfrontalières).

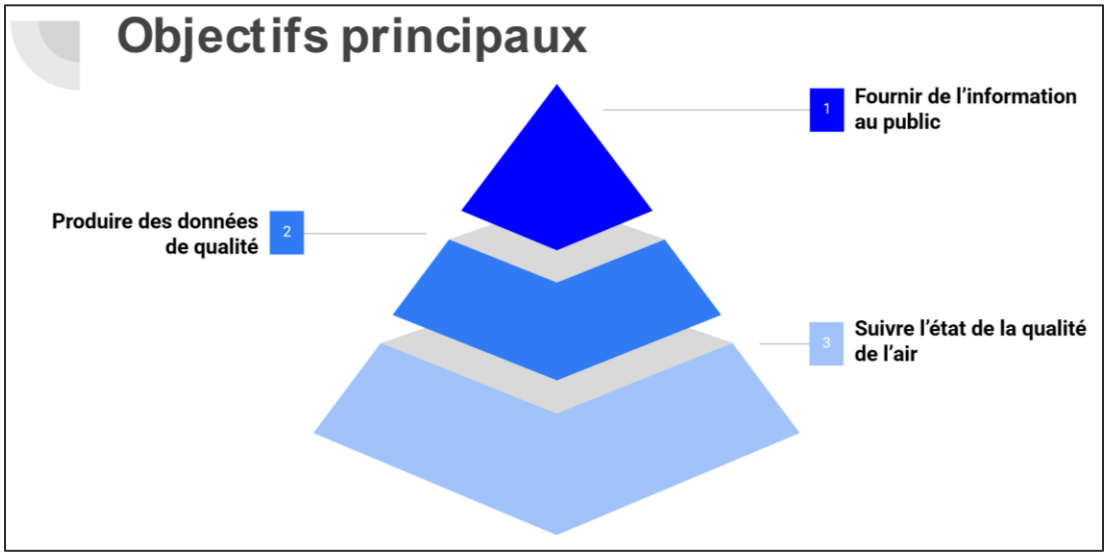



**Figure 1.9 - Objectifs principaux d'un réseau organisé de surveillance de suivi**

Le Gouvernement du Québec surveille activement la qualité de l'air ambiant sur son territoire. Le Réseau de surveillance de la qualité de l'air du Québec (RSQAQ) a pour objectif de produire des données sur la qualité de l'air ambiant au moyen de stations réparties sur le territoire québécois. Les données recueillies aux stations de surveillance permettent de soutenir les activités suivantes :

- Mesurer de façon représentative la qualité de l'air et suivre son évolution à long terme et dans le contexte des changements climatiques;
- Diffuser en temps réel un indice de la qualité de l'air (IQA);
- Collaborer au service de programme de prévision de la qualité de l'air (Info-Smog);
- Appuyer la règlementation et évaluer la portée des stratégies et des politiques concernant la qualité de l'atmosphère;
- Déterminer la nature et l'étendue des problèmes de pollution atmosphérique au Québec;
- Soutenir les efforts déployés par le milieu de la santé pour protéger la santé publique;
- Préserver le patrimoine historique des données de la qualité de l'air;
- Partager ses données avec les intervenants du milieu et avec la population.

Tel qu'illustré à la figure 1.10, ses stations de surveillance sont caractérisées en fonction de l'influence des sources, soit l'exposition de la population en général, les concentrations de fond régionales et les stations influencés par des sources locales (transports et sources fixes).

***Exposition de la population en général***

Ces sites mesurent les concentrations de fond urbaines là où les gradients de concentration sont habituellement faibles, de sorte que les mesures ont tendance à être assez représentatives de plus grandes zones et sont donc appropriées pour évaluer l'exposition de la population à l'échelle urbaine et de quartier. Ce type de site est le plus courant dans le réseau québécois.

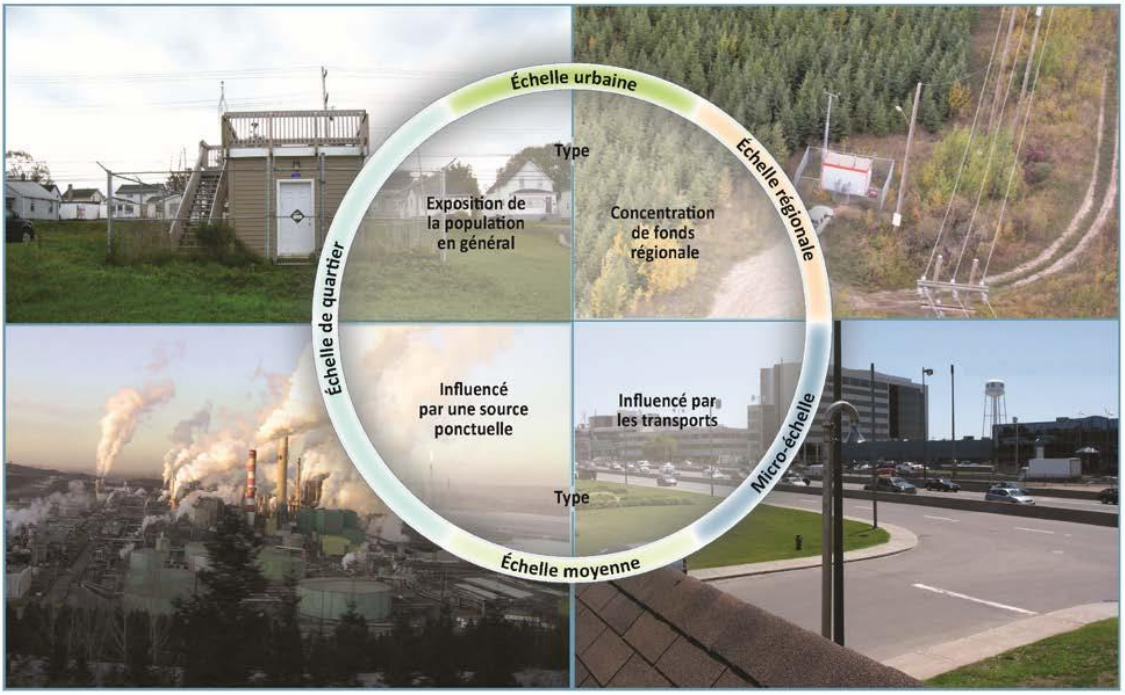



**Figure 1.10 - Diagramme illustrant le type de stations de surveillance en fonction des sources en présence, soit l'exposition de la population en général, les concentrations de fond régionales et les stations influencées par des sources locales fixes et les transports (CCME, 2019)**

***Concentrations de fond régionales***

Ces sites sont localisés à l'extérieur des zones urbaines pour mesurer :

- Les polluants atmosphériques pénétrant dans une zone urbaine en provenance de sources distantes, y compris transfrontalières;
- Les polluants atmosphériques s'écoulant hors d'une zone urbaine;
- Les concentrations de fond.

Ces sites sont utilisés pour déterminer la contribution des sources locales de polluants atmosphériques comparativement aux sources distantes. Ils peuvent aussi servir à agrandir la couverture spatiale de la surveillance servant aux prévisions de qualité de l'air, à la cartographie, à la modélisation et aux applications de télédétection relatives à la qualité de l'air.

***Influencés par une source locale***

Ces sites ont tendance à être affectés par des polluants spécifiques et à englober des sites influencés par les transports et des sources fixes. Leur emplacement vise à représenter l'exposition aux polluants atmosphériques de la population qui demeure dans la zone d'influence d'une ou de plusieurs sources.

***Les sites influencés par les transports***

Ils se trouvent dans des régions fortement touchées (définies comme se trouvant à moins de 100 m d'une route majeure) par les émissions dues au transport. On a sélectionné une distance de 100 m en fonction d'une revue réalisée par le Health Effects Institute (HEI, 2010) sur les gradients de la pollution atmosphérique d'origine automobile et les effets de celle-ci sur la santé. Une route majeure représente une route ayant un débit journalier moyen annuel (DJMA) supérieur à 15 000 véhicules. Seuls les sites se trouvant à 100 m ou moins des routes majeures dans une grande zone urbaine ou une zone urbaine moyenne sont considérés comme influencés par les transports conformément à un examen des volumes de circulation dans les classes d'urbanisation.
Les autres types de sites influencés par les transports (véhicules et moteurs hors route, sources ferroviaires, maritimes et aériennes) sont classés en fonction de leur proximité à ces sources et selon une analyse des données sur la qualité de l'air.

***Les sites influencés par des sources fixes***

Ils se trouvent dans des régions habitées à proximité (habituellement dans un rayon de 10 km) d'une importante source fixe d'émissions de COV et de $SO_2$ (environ une kilotonne ou plus par année). Une analyse des sites influencés par des sources fixes a signalé des niveaux beaucoup plus élevés de $SO_2$ ou de COV comparativement aux types de sites influencés par les transports et d'exposition de la population en général, confirmant que les sites influencés par des sources fixes sont grandement influencés par ces sources.

Cette classification est décrite plus en détails dans le guide du Conseil canadien des ministres de l'environnement intitulé « Lignes directrices sur la surveillance de l'air ambiant, l'assurance et le contrôle de la qualité » (CCME, 2019).

### *1.8.2 Types de mesure de qualité de l'air et instrumentation*

Les réseaux de surveillance de la qualité de l'air comme le Programme de surveillance national de la pollution atmosphérique (SNPA) et le Réseau de surveillance de la qualité de l'air du Québec (RSQAQ) s'appuient sur des mesures en continu et des mesures ponctuelles pour documenter la qualité de l'air.

Des analyseurs qui satisfont aux exigences de l'Environment Protection Agency (EPA) des États-Unis pour les méthodes de référence ou équivalentes pour la surveillance de la qualité de l'air ambiant sont sélectionnés pour utilisation dans le RSQAQ (US EPA, 2018).

Une liste à jour des méthodes de référence et équivalentes de l'EPA se trouve en ligne (site Web de l'Ambient Monitoring Technology Information Centre de l'EPA) et comprend des méthodes approuvées pour l'$O_3$, le $NO_2$, le CO, le $SO_2$ et les $PM_{2,5}$. L'acceptation de l'utilisation des méthodes de référence ou équivalentes de l'US EPA assure une performance comparable des mesures de la qualité de l'air.

Le tableau 1.10 répertorie les spécifications de performance acceptables minimales du RSQA et du SNPA pour les méthodes en continue (CCME, 2019). Le tableau 1.10 répertorie les principes de fonctionnement des méthodes présentement utilisées pour la surveillance en continue de la qualité de l'air ambiant.

**Tableau 1.10 - Spécifications de performance et plages opérationnelles des mesures en continu**

| Polluant | Plage de l'instrument[1] | Limite de détection inférieure[2] |
|---|---|---|
| Monoxyde de carbone (CO) | 0-10 ppm | 0,04 ppm |
| Oxydes d'azote ($NO/NO_2/NO_X$) | 0-500 ppb | 0,4 ppb |
| Ozone ($O_3$) | 0-500 ppb | 1 ppb |
| Dioxyde de soufre ($SO_2$) | 0-500 ppb | 0,1 ppb |
| Particules ($PM_{2,5}$) | 0-200 µg/m$^3$ | 2 µg/m$^3$ (par jour) |

1 La plage de l'instrument représente l'échelle de mesure que doit offrir l'analyseur/l'instrument utilisé

2 La « limite de détection inférieure » désigne la plus faible quantité détectable de polluant qui peut être distinguée en l'absence de polluant (c.-à-d., de l'air zéro pour les analyseurs de gaz)

La figure 1.11 montre une batterie typique d'instruments de mesure en continu utilisés à une station de surveillance (voir présentation P6, annexe 5).

**Figure 1.11 - Instruments de mesures en continu à une station de surveillance**

Pour l'échantillonnage ponctuel, Le Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) et ECCC utilisent des méthodes d'analyse chimique et gravimétrique d'échantillons dans ses laboratoires accrédités au standard opérationnel international ISO17025. Du matériel d'échantillonnage spécialisé est utilisé pour les échantillonneurs ponctuels, soit des filtres, des boîtes filtrantes de COV, des ensembles de cartouches et des cartouches filtrantes. Des procédures accréditées pour assurer l'intégrité de l'échantillon sont suivies tout au long du processus, soit pendant la préparation de l'échantillon, son expédition, sa collecte et son analyse.

Le RSQA et le SNPA utilisent une méthode de référence gravimétrique pour les $PM_{2,5}$, des particules atmosphériques qui sont composées d'un mélange complexe d'éléments solides et liquides incluant des composés semi-volatils en phase gazeuse qui sont adsorbés ou absorbés sur les particules. La mesure réelle d'un aérosol est rarement sinon jamais faite, ce qui fait que les $PM_{2,5}$ ne peuvent être définies opérationnellement qu'en fonction de la méthode employée pour l'échantillonnage et la détermination de la masse.

Cette méthode gravimétrique intégrée sur 24 heures a été adoptée comme méthode de référence pour les mesures de la concentration massique des $PM_{2,5}$. Même si des artéfacts de perte ou gain d'éléments peuvent se produire lors de l'échantillonnage par filtre, la méthode de référence procure une référence pour comparer les techniques de mesure entre elles.

La méthode de référence des $PM_{2,5}$ adoptée au niveau pancanadien permet d'échantillonner les particules fines sur un filtre en Téflon pré-pesé en employant une tête d'échantillonnage sélective de grosseurs de particules localisée sur le conduit d'échantillonnage en aspirant un volume connu d'air ambiant pendant 24 heures. Une fois la période d'échantillonnage terminée, le filtre est retiré et il sera envoyé au laboratoire où il est conditionné, puis pesé. La concentration moyenne des $PM_{2,5}$ (en $\mu g/m^3$) est calculée en divisant la différence de masse du filtre par le volume calculé du débitmètre et l'intervalle de temps d'échantillonnage (24 heures). En général, la prise d'échantillons ponctuels sur 24 heures est régie par un calendrier de mesure à intervalles réguliers synchronisés entre les différents niveaux de gouvernement et d'organisations reconnus, soit nationaux et internationaux, par exemple, l'EPA.  Ceci permet d'établir des comparaisons entre différents sites et localités dans une même province ou au pays et avec des sites dans d'autres pays. De brèves descriptions des méthodes d'échantillonnage et d'analyse sont répertoriées dans le tableau AT1.1 (annexe 2). La figure 1.12 montre les différents types d'instruments/échantillonneurs ponctuels utilisés pour capter des particules de diverses tailles à une station de surveillance (voir présentation P6, annexe 5).

**Figure 1.12 - Différents types d'échantillonneurs ponctuels**

### *1.8.3 La gestion des données*

Les données de surveillance de la qualité de l'air, par l'entremise de mesures annuelles en continu et ponctuelles, constitue un ensemble de données considérable. D'un point de vue logistique, les données en continu sont transmises des analyseurs à un ordinateur de contrôle à la station de mesure par l'entremise d'un enregistreur de données. Elles sont ensuite récupérées à l'aide d'un module de communication et de la réseautique sans fil pour être ensuite stockées dans un serveur tel que montré à la figure 1.13 (voir présentation P6, annexe 5).

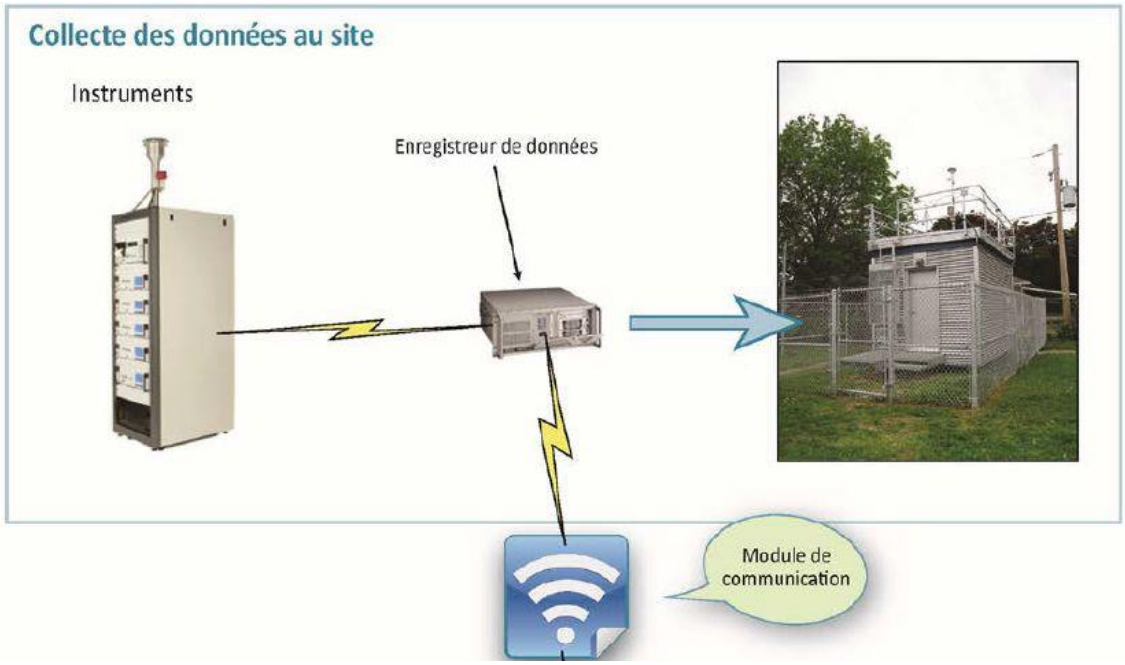



**Figure 1.13 - Schéma de transfert des données en continu à l'aide d'un module de communication**

Par la suite, des experts spécialisés en traitement de données appliquent des protocoles d'assurance qualité et de contrôle de qualité à celles-ci. Cette opération est complexe, et requiert plusieurs étapes de comparaison et de vérification pour la période visée. Ces données sont ensuite ajoutées aux données de mesures ponctuelles assujetties au même contrôle de qualité. Toutes ces données sont accompagnées de métadonnées, des renseignements complémentaires servant à les définir ou à les décrire. Un exemple type est d'associer à une donnée la date à laquelle elle a été produite ou enregistrée. Pour les mesures de suivi de la qualité de l'air, ces informations supplémentaires sont structurées pour inclure :

- **Un code qualificatif** appliqué à chacune des données ponctuelles pendant le processus de validation;
- **Un indicateur de données** appliqué à chacune des données continues enregistrées pendant la collecte de données et pouvant être modifié pendant le processus de validation.
- **La classification des stations** sous forme d'informations additionnelles qui aideront les utilisateurs et les analystes à interpréter et à produire des rapports avec les données.
- **Des informations propres aux échantillons ponctuels** permettant d'évaluer la performance de l'échantillonneur et les conditions dans lesquelles les échantillons ont été prélevés.
- **Des informations produites tout au long de l'analyse en laboratoire**. Des codes qualificatifs spécifiques sont attribués aux échantillons et aux résultats d'analyse selon les besoins.

Des métadonnées sont aussi recueillies pour décrire le processus de prélèvement des échantillons ponctuels, à savoir :

- L'identifiant de la station d'échantillonnage
- La date, l'heure et le volume d'échantillonnage
- Les informations relatives à l'équipement d'échantillonnage
- Toutes les observations faites sur le terrain, au laboratoire et tous les codes qualitatifs.

Toutes ces étapes sont cruciales et complètent une séquence d'opérations très importantes reliant données et métadonnées de terrain et de laboratoire. Le tout permet de pouvoir compiler un ensemble de données et métadonnées validées sur un ordinateur serveur qui permettra ensuite la diffusion complète de cet ensemble de données-métadonnées qui pourra par la suite être utilisé à diverses fins tel que montré à la figure 1.14 (voir présentation P6, annexe 5).

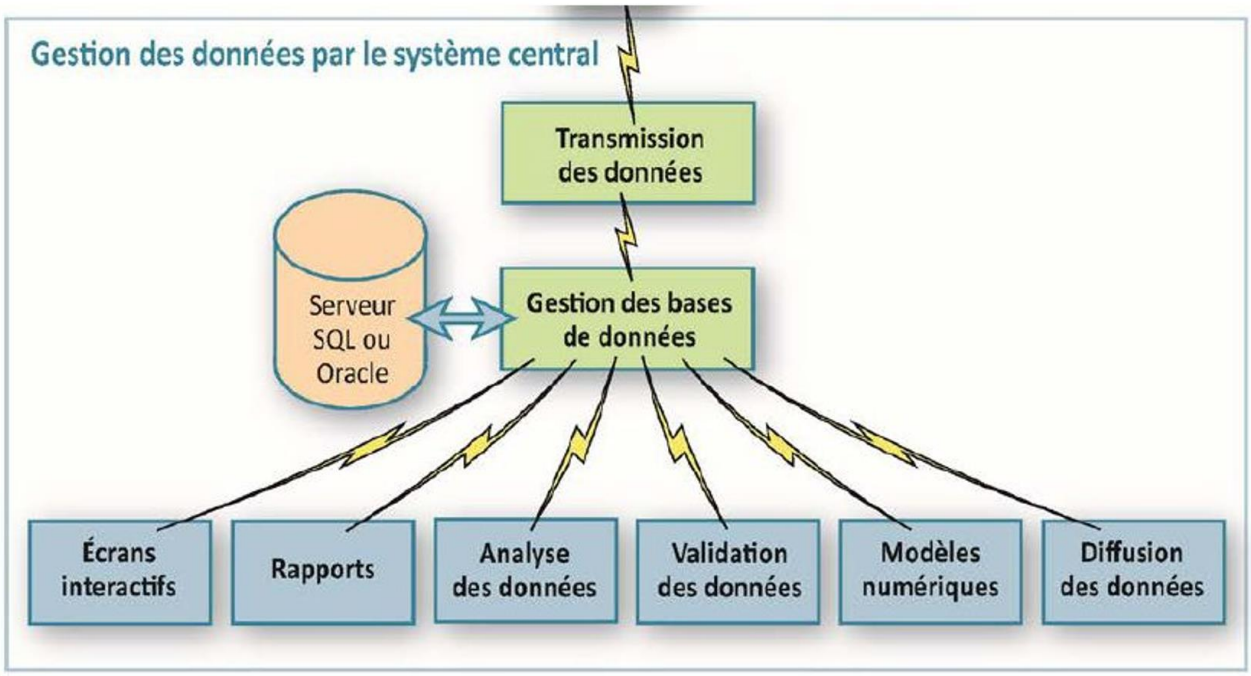



**Figure 1.14 - Gestion des données de mesures de suivi de la qualité de l'air**

Les hyperliens ci-dessous permettent au public d'accéder à divers portails de données sur la qualité de l'air au Québec et au Canada :

1- (Canada) https://data.ec.gc.ca/data/air/monitor/national-air-pollution-surveillance-naps-program/?lang=fr
2- (Québec) https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/reseau-surveillance/telechargement.asp
3- (Ville de Montréal) https://vuesurlesdonnees.montreal.ca/pub/single/?appid=ad792c1a-d3aa-47ff-9cc3-35c11af83ea2&sheet=3c47ae81-622d-4096-84b3-8c1c435999b7&opt=ctxmenu,currsel
4- (Ville de Montréal; métaux) : https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/vmtl-rsqa-polluants-metaux

Les hyperliens suivants donnent accès à des pages Web avec interface graphique permettant de visualiser plus facilement des données et des tendances de qualité de l'air au Québec et au Canada :

1- (Montréal) https://vuesurlesdonnees.montreal.ca/pub/single/?appid=ad792c1a-d3aa-47ff-9cc3-35c11af83ea2&sheet=3c47ae81-622d-4096-84b3-8c1c435999b7&opt=ctxmenu,currsel
2- (Québec) https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/reseau-surveillance/graphiques.asp
3- (Canada) https://carte-indicateurs.canada.ca/App/CESI_ICDE?keys=AirAmbient_AvgPM&GoCTemplateCulture=fr-CA

## 1.9 Le projet « Mon Environnement, Ma Santé » (MEMS)

La collecte de données sur la qualité de l'air permet aux scientifiques de les analyser et de générer de l'information utile aux décideurs du secteur des politiques en termes d'évaluation et de gestion du risque en santé humaine et environnementale, d'évaluation de l'efficacité des politiques et normes en place et de création de nouvelles politiques et normes pour continuer à améliorer la qualité de l'air.

Par le passé, plusieurs événements ont affecté la qualité de l'air dans les quartiers Vieux-Limoilou, Vanier et Basse-Ville de Québec : l'incident des poussières rouges, les dépassements de la norme québécoise pour le nickel dans l'air, les dépassements de certaines normes pour les émissions de contaminants mesurés à l'incinérateur, les épisodes de mauvaises odeurs, etc. C'est dans le but de mieux comprendre cette situation et fournir des pistes de solutions en lien avec la santé que le projet « Mon environnement, ma santé » a été initié par le CIUSSS de la Capitale-Nationale grâce au soutien financier de la Ville de Québec. Afin de mener à bien le projet MEMS, la Direction du CIUSSS a mis sur pied une structure de gouvernance intersectorielle présentée dans le tableau 1.11 (DSPublique, 2018a; DSPublique, 2018b).

Le projet MEMS initié en 2018 a publié un premier rapport sur la relation entre le bilan de santé, les facteurs environnementaux et les inégalités sociales de santé qui y sont constatées (DSPublique, 2018c). Le rapport suivant du projet a porté sur le bilan initial de la qualité de l'air extérieur et son impact sur les maladies respiratoires et cardiovasculaires (DSPublique, 2018d). Ces deux premiers axes du projet ont permis de générer de nouvelles connaissances pertinentes pour le quartier et déterminer quelle est la part des problèmes de santé respiratoire et cardiovasculaire des citoyens attribuable à la qualité de l'air.

**Tableau 1.11 - Structure de gouvernance participative des parties prenantes au projet MEMS**

| **Comité conseil** | |
|---|---|
| **Composition :**<br>Une vingtaine de membres issus des comités de quartier, de l'industrie et de la santé publique | **Mandat :**<br>▪ Recommandations sur les orientations<br>▪ Recommandations à la Ville de Québec<br>▪ Recommandations aux parties prenantes |
| **Comité scientifique** | |
| **Composition :**<br>Une quinzaine de membres issus de la santé publique, de la qualité de l'air et de la recherche | **Mandat :**<br>▪ Soutien scientifique à la réalisation de la recherche |
| **Équipe de projet** | |
| **Composition :**<br>5 à 7 experts en santé publique issus de la Direction régionale de santé publique et chercheurs | **Mandat :**<br>▪ Réalisation de la recherche<br>▪ Rapports d'avancement des travaux |

Le projet MEMS comprend sept activités d'intervention et de recherche présentées à la figure AF1.2 consignée à l'annexe 2. À ce jour, cinq activités sont terminées et quatre activités sont en cours. La fin des travaux est prévue au cours de l'année 2023.

Les données présentées jusqu'à maintenant par le projet MEMS constituent le regard le plus récent sur la qualité de l'air et l'état de santé de la population des territoires des centre locaux de services communautaires Vanier, Limoilou et Basse-Ville, et (CLSC VLBV). D'autres rapport du projet MEMS sont à venir. Les travaux du GTCA permettront d'actualiser le portrait de la qualité de l'air à l'aide des plus récentes données disponibles publiquement, d'ajouter dans une certaine mesure au regard sur l'impact sur la santé de la population du secteur à l'étude et de suggérer des mesures pour atténuer les émissions de polluants atmosphériques et assainir l'air extérieur.

## 1.10 Structure du rapport

Ce rapport est divisé en une suite logique de chapitres sur la problématique examinée et les recommandations proposées. Le chapitre 2 portera sur les émissions des principaux contaminants atmosphériques et leurs sources émettrices, incluant les sources stationnaires du secteur industriel sur le territoire de Limoilou-Basse Ville et la circulation automobile sur les réseaux urbain et autoroutier dans le secteur. Le chapitre 3 brossera le portrait actualisé de la qualité de l'air dans le secteur obtenu à partir des données de la littérature, des résultats obtenus lors des réunions de

travail thématiques et d'analyses effectuées par le GTCA à partir des données de qualité de l'air les plus récentes disponibles publiquement. Le chapitre 4 traitera des impacts sur la santé en lien avec la contamination atmosphérique. Le chapitre 5 sera consacré aux mesures d'atténuation, en recommandant plus particulièrement une liste de mesures d'atténuation prioritaires basée sur des critères et permettant de mieux cibler les contaminants à risque identifiés, et ainsi, améliorer la qualité de l'air dans le secteur Limoilou-Basse Ville.

### 1.11 Questions thématiques - Introduction

Chaque chapitre se terminera avec des observations en lien avec les questions thématiques.

---

## Q1 - Qualité et actualisation de l'information

- La littérature scientifique, les rapports gouvernementaux et les portails de données ouvertes au Canada et au Québec constituent une base importante, récente et fiable permettant au GTCA d'apprécier la qualité de l'air au Québec, dans la ville de Québec et le secteur à l'étude.
- Les données venant des portails de données sont ensuite traitées par modélisations spécialisées. L'information ainsi obtenue nous renseigne sur les impacts sur la santé. Cette information est actualisée régulièrement par Santé Canada
- Les chapitres suivants décriront la démarche concernant les émissions inventoriées et la qualité de l'air du secteur à l'étude. Ils permettront d'apprécier le degré d'actualisation recherché.

---

## Q2 – Angle(s) mort(s)

- Est-ce que toutes les données inventoriées d'émissions permettront de dégager un portrait adéquat des émissions industrielles spécifiques au secteur Limoilou-Basse Ville à partir des déclarations d'émissions faites aux inventaires provincial et fédéral? Qu'en est-il des PME ?
- Est-ce que les données sur la qualité de l'air sont assez actualisées et synchronisées dans le temps pour dégager le portrait désiré et commenter sur les polluants ciblés?
- Les méthodologies appliquées semblent toutefois peu adaptées aux besoins plus circonscrits du territoire du CLSC/VLBV. Certaines extrapolations seront nécessaires pour le secteur à l'étude et seront inévitablement affectées par une certaine marge d'erreur.
- Contribution de chaque source comme intrant aux problèmes de santé
- Application de méthodologies afin de les appliquer directement à l'examen d'un quartier

# CHAPITRE 2. LES INVENTAIRES DE SOURCES DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES AU QUÉBEC ET DANS LIMOILOU-BASSE-VILLE

Les polluants dans l'air ambiant sont rejetés principalement dans l'atmosphère par des sources émettrices primaires. Ce chapitre s'amorce par un aperçu des émissions atmosphériques à l'échelle du Québec et des sources principales responsables de celles-ci. Les données d'émissions les plus récentes déclarées par les industries proviennent des inventaires nationaux IEPA (ECCC, 2022a) et INRP (ECCC, 2022b) et québécois IQÉA (MELCCFP, 2023a). Elles sont combinées à des estimés faits pour d'autres sources incluant entres autres le transport, le chauffage, l'agriculture et la construction.

Dans un deuxième temps, nous présenterons des résultats de modélisation effectuée à partir des mêmes inventaires d'émissions des principaux contaminants atmosphériques visant à simuler leurs concentrations dans l'air ambiant. Ceci permettra de donner un premier aperçu de la contribution respective des diverses sources locales, régionales et transfrontalières à la pollution atmosphérique au Québec.

Finalement, nous considérerons les sources d'émissions du secteur à l'étude incluant les industries. Ceci permettra de cerner les particularités propres au secteur. Pour la contribution du secteur des transports, nous aborderons la question sous l'angle de la circulation autoroutière et urbaine et y ajouterons un bref volet sur le transport ferroviaire et le transport maritime. Ces informations aideront à mieux aborder la perspective de la qualité de l'air ambiant dans Limoilou au chapitre suivant.

L'Inventaire des émissions de polluants atmosphériques (IEPA) du Canada recense de façon exhaustive les émissions de polluants atmosphériques à l'échelle nationale, provinciale et territoriale (ECCC, 2022a). L'IEPA est préparé et publié par Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) et répond à de nombreux besoins, principalement en :

- contribuant à suivre et à quantifier les polluants atmosphériques conformément aux obligations nationales et internationales du Canada en matière de déclaration;
- soutenant l'élaboration de stratégies, de politiques et de règlements liés à la gestion nationale de la qualité de l'air;
- informant les Canadiens et les Canadiennes sur les polluants qui affectent leur santé et l'environnement;
- fournissant des données en appui aux prévisions de la qualité de l'air.

L'IEPA est obtenu à partir de nombreuses sources de données différentes. Les données sur les émissions déclarées par chaque installation à l'Inventaire national des rejets de polluants (INRP) d'ECCC et, dans une moindre mesure, les données fournies directement par certaines provinces sont complétées au moyen d'outils de modélisation et de méthodes d'estimation scientifiques bien documentés servant à quantifier les émissions totales incluant les émissions provenant de la

combustion de la biomasse comme le chauffage au bois et du secteur des transports pour diverses catégories de véhicules sur route et hors route (ECCC, 2022a). Ensemble, ces sources de données englobent de façon exhaustive toutes les émissions de polluants atmosphériques pour l'ensemble du Canada et pour chaque province et territoire.

L'Inventaire québécois des émissions atmosphériques (MELCCFP, 2023a) du MELCCFP est rendu possible grâce au règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère (MELCCFP, 2022a). Cet inventaire recueille l'information se rapportant principalement aux contaminants qui sont à l'origine des pluies acides, du smog et de la pollution toxique. Ainsi, le MELCCFP peut tracer un portrait exhaustif des principales émissions atmosphériques, lui permettant ainsi d'assurer une surveillance accrue de l'état de l'environnement.

Les contaminants visés dans ce règlement à des fins d'inventaire pour le MELCCFP sont les gaz à effet de serre, les principaux contaminants atmosphériques, tels que le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote, les particules en suspension totales (PST), respirables ($PM_{10}$) et fines ($PM_{2,5}$), les composés organiques volatils, ainsi que le monoxyde de carbone (MELCCFP, 2023b). En plus des données sur les émissions atmosphériques, les établissements québécois doivent notamment fournir certaines informations nécessaires au calcul des émissions. Il s'agit des données sur les combustibles utilisés et leurs caractéristiques, des données concernant la production ou les matières premières ainsi que les taux d'émission utilisés.

L'analyse du GTCA englobe toutes les données d'émissions inventoriées par le MELCCFP (Données-Québec, 2022) et ECCC via l'Inventaire des émissions de polluants atmosphériques (IEPA) (ECCC, 2022a). Ce chapitre pave la voie au suivant qui porte sur le portrait de la qualité de l'air dans le secteur à l'étude basé sur les observations de suivi de qualité de l'air sur le terrain.

## 2.1 Les inventaires d'émissions et attribution aux sources à l'échelle du Québec

La figure 2.1 montre les pourcentages des émissions par province et territoire au Canada. Ces pourcentages proviennent de l'IEPA 2020 publié par ECCC en 2022 (ECCC, 2022c). Les données ne portent que sur les émissions des six principaux polluants atmosphériques suivants, tous d'origine humaine : les oxydes de soufre, les oxydes d'azote, les composés organiques volatils, l'ammoniac, le monoxyde de carbone et les particules fines ($PM_{2,5}$).

Il faut mentionner que les émissions dues aux feux de forêt et de végétation ne sont pas incluses. De plus, les émissions de carbone noir ne sont pas incluses car elles sont comptabilisées séparément.

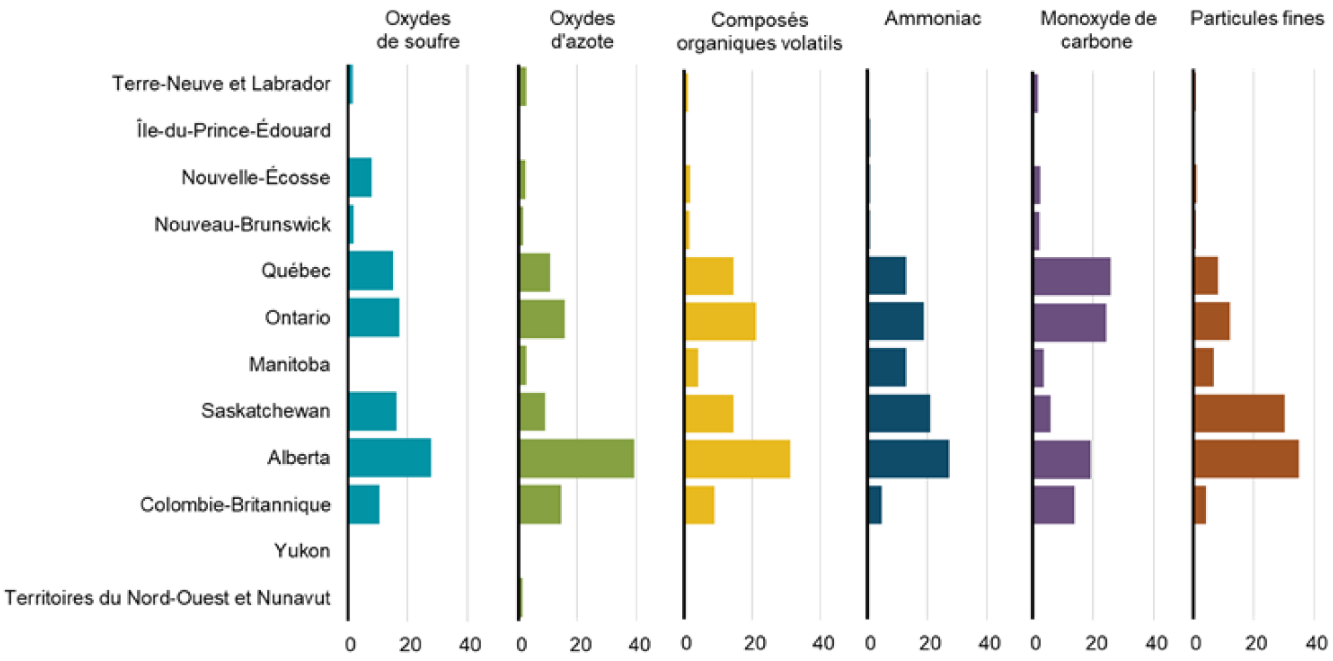



**Figure 2.1 - Pourcentage des émissions par provinces et territoires au Canada en 2020**

## 2.2 Tendances des émissions de polluants au Québec pour la période 1990-2020

La figure 2.2 affiche les tendances des émissions de polluants au Québec pour la période 1990-2020. Dans ce graphique, 1990 est l'année de référence à 0 % afin de montrer toutes les variations au fil des trois décennies. Parmi les faits saillants, on note que :

- Les oxydes de soufre et les composés organiques volatils montrent le plus grand changement avec des baisses d'environ 60 %.
- Les émissions d'oxydes d'azote et de monoxyde de carbone ont baissé d'environ 45 à 50 % par rapport à 1990.
- Les émissions de particules fines ont baissé d'environ 20 % entre 1990 et 2020.
- Les émissions d'ammoniac sont restées stables pendant la période 1990-2020.

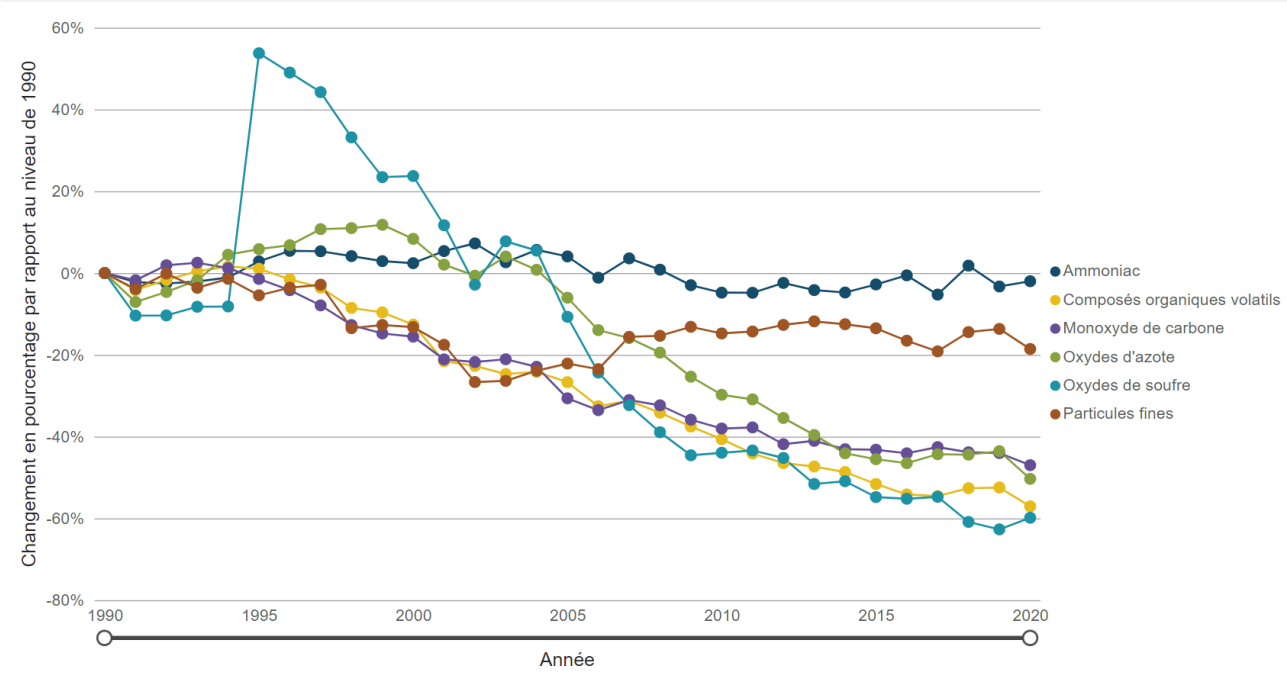



**Figure 2.2 - Variation des émissions de polluants entre 1990 (année de référence 0 %) et 2020**

En général, les données ne portent que sur les émissions de polluants d'origine humaine et n'incluent pas les émissions des sources naturelles, comme les feux de forêt.

### *2.2.1 Les émissions de particules fines au Québec*

Les particules fines sont directement libérées dans l'air sous forme liquide ou solide. Elles se forment également dans l'air à partir de substances précurseurs, notamment les oxydes de soufre et d'azote, les composés organiques volatils et l'ammoniac. Les particules fines ($PM_{2,5}$) désignent des particules d'une taille de moins de 2,5 micromètres (aussi appelés microns). Elles représentent l'une des principales composantes du smog. Lorsqu'elles sont inhalées et pénètrent dans les poumons, même en petite quantité, elles peuvent causer de graves problèmes de santé. Elles peuvent également endommager la végétation et les structures, causer de la brume et réduire la visibilité. La figure 2.3 montre les tonnages d'émissions de particules fines au Québec entre 1990 et 2020 et leur variation pendant cette période (ECCC, 2022d).

Le tableau 2.1 permet de mieux apprécier la répartition des sources d'émissions de particules fines au Québec en 2020. Le chauffage au bois résidentiel (33 %) et les poussières générées par les chantiers de construction (22 %) et les routes non pavées (17 %) sont les principaux contributeurs à l'échelle de la province. Dans le cas d'un milieu urbain sans ou peu de routes non pavées, le portrait des émissions de particules fines dans un quartier comme Limoilou doit être ajusté pour refléter ses particularités, à savoir, un quartier à forte influence industrielle avec plutôt des routes pavées et peu de routes non pavées sauf dans certaines zones industrielles. Par contre, cette approche, bien qu'imparfaite, doit

être considérée car elle offre quand même des pistes de réflexion sur des sources d'émissions locales et régionales et sur des solutions d'atténuation.

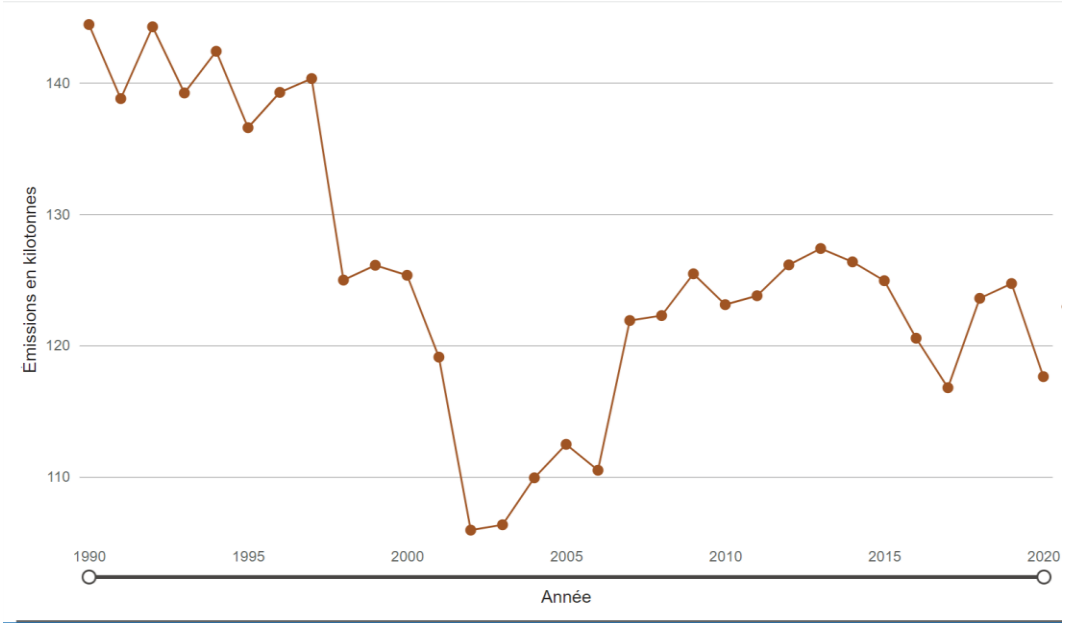



**Figure 2.3 - Tonnages des émissions de particules fines au Québec entre 1990 et 2020**

**Tableau 2.1 - Répartition des sources d'émission de particules fines au Québec (données 2020 de l'IEPA)**

| Secteur | Tonnage (tonnes) | $PM_{2,5}$ % |
|---|---|---|
| Chauffage au bois : résidentiel | 38 260 | 32,6 % |
| Poussières : de construction | 26 130 | 22,2 % |
| Poussières : des routes non pavées | 19 410 | 16,5 % |
| Agriculture | 10 341 | 8,8 % |
| Industries : du minerai | 7 613 | 6,5 % |
| Poussières : autres | 4 110 | 3,5 % |
| Chauffage au bois : autre | 3 395 | 2,9 % |
| Transports : véhicules diésel (lourds ou hors route) | 3 074 | 2,6 % |
| Industrie : manufacturière | 2 094 | 1,8 % |
| Transports : autres | 1 955 | 1,7 % |
| Incinération des déchets | 678 | 0,6 % |
| Autres | 227 | 0,2 % |

### *2.2.2 Les émissions de carbone noir par source au Québec*

Le carbone noir est une composante des $PM_{2,5}$ et est produit par la combustion incomplète de combustibles fossiles et de biomasse. Il s'agit d'un polluant climatique de courte durée de vie ayant

des effets nuisibles sur la santé humaine. La réduction des émissions de carbone noir a des bénéfices locaux et quasi immédiats en termes de climat et de qualité de l'air. En 2020, trois secteurs généraient 83 % des émissions de carbone noir au Canada :

- les véhicules hors route et l'équipement mobile;
- le transport (routier, ferroviaire, aérien et maritime);
- la combustion de bois de chauffage.

La figure 2.4 montre la distribution des sources émettrices de carbone noir au Québec entre 2013 et 2020 (ECCC, 2022d). En 2020 au Québec, les véhicules hors route et l'équipement mobile (par exemple, l'équipement d'entretien de jardins et de pelouses, les véhicules récréatifs, les excavatrices et les niveleuses) et le transport (routier, ferroviaire, aérien et maritime) représentent environ 20 et 30 % des émissions, respectivement. Dans le cas du transport et des véhicules hors route et de l'équipement mobile, l'utilisation de moteurs diésel était la principale source des émissions de carbone noir. Au Québec, les émissions de carbone noir provenaient principalement de la combustion de bois de chauffage, représentant 45 % (3 kt) du total des émissions.

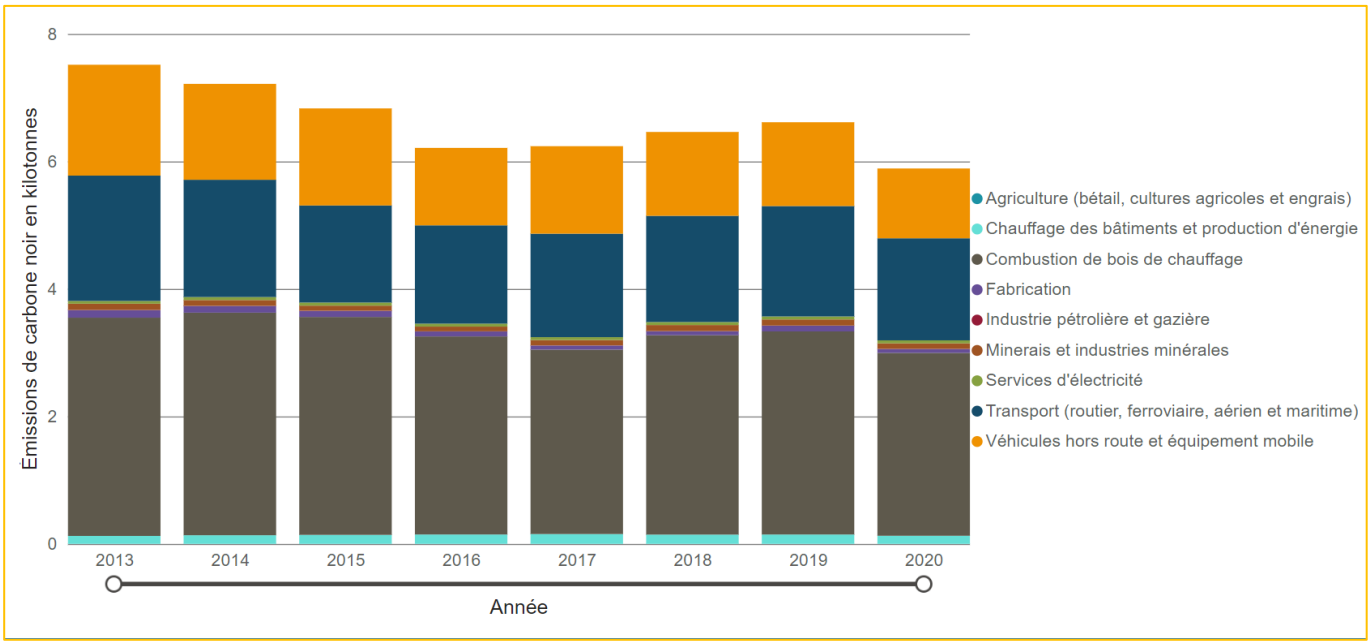



**Figure 2.4 - Distribution des sources émettrices de carbone noir au Québec entre 2013 et 2020**

### *2.2.3 Les émissions d'oxydes d'azote au Québec*

Les oxydes d'azote ($NO_X$) comprennent les émissions de monoxyde (NO) et de dioxyde d'azote ($NO_2$). Le dioxyde d'azote peut avoir des effets nocifs sur la santé humaine et l'environnement. Les oxydes d'azote contribuent aux pluies acides, pouvant mener à l'acidification des écosystèmes terrestres et

aquatiques. Ils contribuent également à l'eutrophisation des lacs, soit l'apport excessif d'éléments nutritifs entraînant une prolifération végétale, un appauvrissement en oxygène et un déséquilibre de l'écosystème, et à la formation d'ozone troposphérique ($O_3$) et de particules fines ($PM_{2,5}$).

La figure 2.6 montre les tonnages d'émissions d'oxydes d'azote au Québec entre 1990 et 2020 et leur réduction pendant cette période (ECCC, 2022d). Les données ne portent que sur les émissions de polluants atmosphériques d'origine humaine et n'incluent pas les émissions des sources naturelles, comme les feux de forêt et de végétation. On note les faits saillants suivants :

- En 2020, les émissions de $NO_X$ étaient de 155 kilotonnes, en baisse de 50 % par rapport à 1990.
- Le transport (routier, ferroviaire, aérien et maritime) était la source la plus importante de $NO_X$; le Québec a également connu une importante diminution des émissions (138 kt) entre 2005 et 2020 en raison de baisses provenant du transport (routier, ferroviaire, aérien et maritime) surtout grâce à la mise en place de meilleur systèmes anti-pollution pour les véhicules et le remplacement d'une portion de la flotte de véhicules.

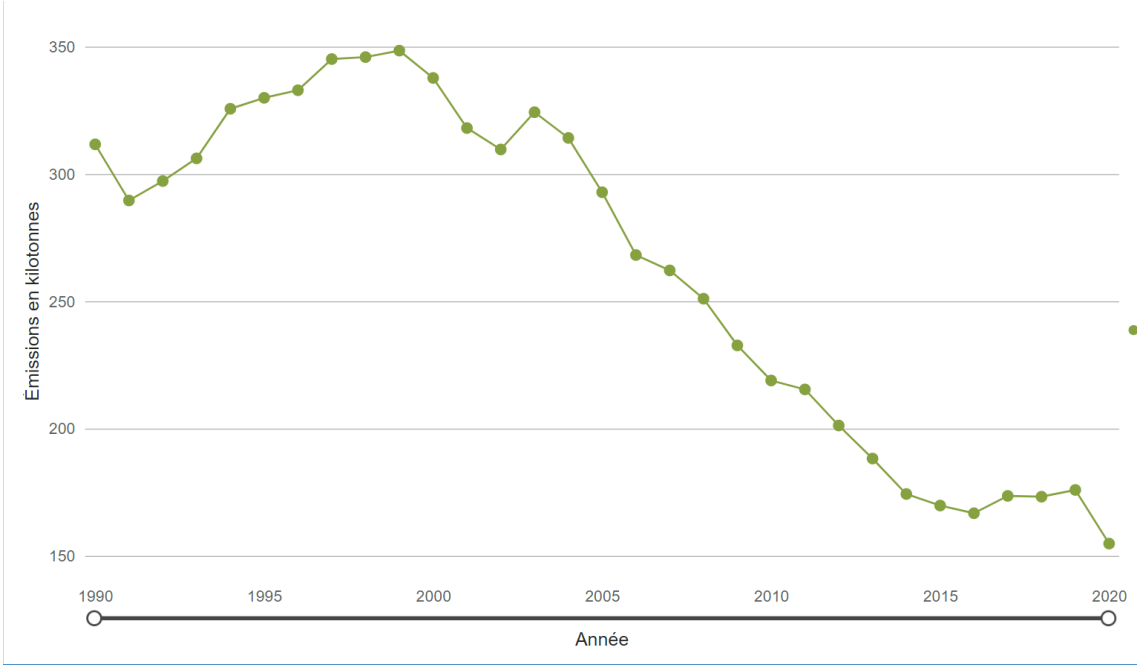



**Figure 2.5 - Tonnage des émissions d'oxydes d'azote au Québec entre 1990 et 2020**

Le tableau 2.2 permet de mieux apprécier la répartition des sources d'émissions de $NO_x$ au Québec en 2020. Voici les faits saillants :

- Le transport routier (48 %) était la source la plus importante de $NO_X$ au Québec en 2020.
- Les émissions des industries représentent environ 19 % des émissions totales.
- Les transports maritime et ferroviaire représentent 14 % des émissions totales.
- Le chauffage au bois résidentiel compte pour 7 % des émissions totales.

**Tableau 2.2 - Répartition des sources d'émission de NOx au Québec (données 2020 de l'IEPA)**

| Secteur | Tonnage (tonnes) | % |
|---|---|---|
| Transports : véhicules diésel (lourds ou hors route) | 59 402 | 38,4 % |
| Industries : du minerai | 19 493 | 12,6 % |
| Transports : maritime | 15 123 | 9,8 % |
| Transports : véhicules légers à essence | 14 761 | 9,5 % |
| Chauffage au bois | 10 409 | 6,7 % |
| Industrie : manufacturière | 10 258 | 6,6 % |
| Transports : autres | 9 789 | 6,3 % |
| Transports : ferroviaire | 6 334 | 4,1 % |
| Production d'électricité | 5 861 | 3,8 % |
| Incinération des déchets | 827 | 0,5 % |
| Agriculture | 353 | 0,2 % |
| Autres | 2 322 | 1,5 % |

### *2.2.4 Les émissions de composés organiques volatils au Québec entre 1990 et 2020*

Les composés organiques volatils (COV) sont des gaz et des vapeurs contenant du carbone, émis dans l'air par des sources naturelles et par l'activité humaine. Il existe des centaines de COV émis dans l'air qui nuisent à la santé humaine et à l'environnement. Les COV sont des précurseurs primaires de formation d'ozone troposphérique et de particules, qui représentent les principaux polluants contribuant à la formation de smog. La figure 2.6 montre les tonnages d'émissions de composés organiques volatils au Québec entre 1990 et 2020 et leur réduction pendant cette période (ECCC, 2022d).

Les données ne portent que sur les émissions de polluants atmosphériques d'origine humaine et n'incluent pas les émissions des sources naturelles, comme les feux de forêt et de végétation. Les sources principales de ces émissions au Québec en 2020 sont les peintures et solvants et le chauffage au bois; d'autres sources notables incluent l'agriculture, le transport et les véhicules hors route.

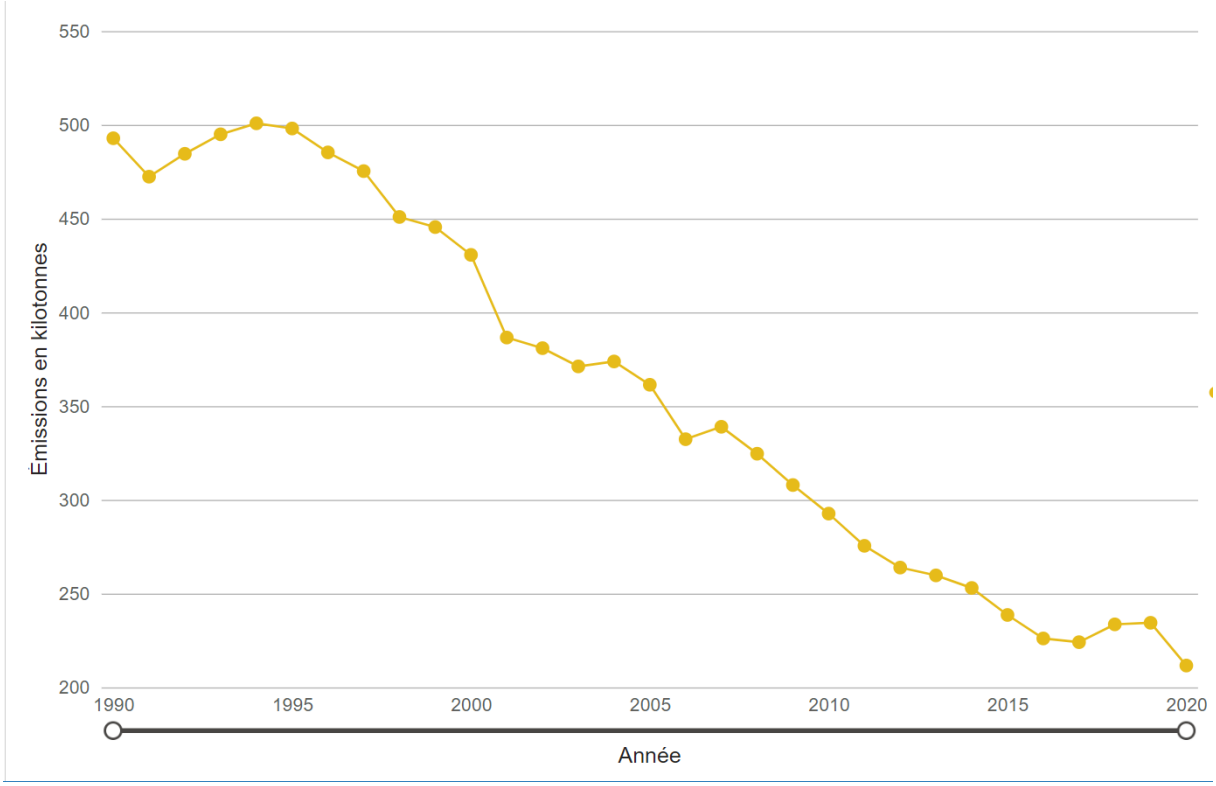



**Figure 2.6 - Tonnages des émissions de COV au Québec entre 1990 et 2020**

Le tableau 2.3 permet de mieux apprécier la répartition des sources d'émissions de COV au Québec en 2020. L'utilisation de solvants (25 %), le chauffage au bois (29 %) et les transports (21 %) sont les principaux contributeurs aux émissions de COV.

**Tableau 2.3 - Répartition des sources d'émission de COV au Québec (données 2020 de l'IEPA)**

| Secteur | COV |
|---|---|
| Usage de solvants | 25 % |
| Chauffage au bois : résidentiel | 24 % |
| Agriculture : élevage | 12 % |
| Transports : véhicules hors route Gasoline/LPG/NG | 10 % |
| Industrie: manufacturière | 9 % |
| Transports : véhicules légers à essence | 7 % |
| Chauffage au bois : non résidentiel | 5 % |
| Autres | 4 % |
| Transports : autres | 4 % |
| Incinération des déchets | 1 % |

### *2.2.5 Les émissions de particules en suspension totales*

Le tableau 2.4 rapport la répartition des sources d'émissions de particules en suspension totales au Québec en 2020. Les émissions de particules en suspension totales dues aux activités de construction au Québec en 2020 dominent largement celles dues aux routes pavées et aux autres sources répertoriées (ECCC, 2022a).

**Tableau 2.4 - Répartition des sources d'émission de particules en suspension totales au Québec (données 2020 de l'IEPA)**

| Secteur | Tonnage (tonnes) | Pourcentage (%) |
|---|---|---|
| Activités de construction | 435 511 | 70,8 % |
| Routes pavées | 79 237 | 12,9 % |
| Industrie des minéraux | 38 724 | 6,3 % |
| Chauffage au bois résidentiel | 40 614 | 6,6 % |
| Autres | 20 851 | 3,4 % |
| **Total** | 614 937 | |

### *2.2.6 Les émissions d'oxydes de soufre au Québec*

Les émissions d'oxydes de soufre ($SO_X$) dans l'atmosphère peuvent avoir des effets nuisibles sur la santé humaine et l'environnement. Les émissions de $SO_X$ générées par l'activité humaine consistent principalement en dioxyde de soufre ($SO_2$). Le $SO_2$ peut avoir des effets néfastes sur le système respiratoire des humains et des animaux et causer des dommages à la végétation, aux bâtiments et aux matériaux. Il s'agit également d'un précurseur des particules fines ($PM_{2,5}$) et des pluies acides. La figure 2.7 montre les tonnages d'émissions d'oxydes de soufre au Québec entre 1990 et 2020 et leur réduction pendant cette période (ECCC, 2022d).

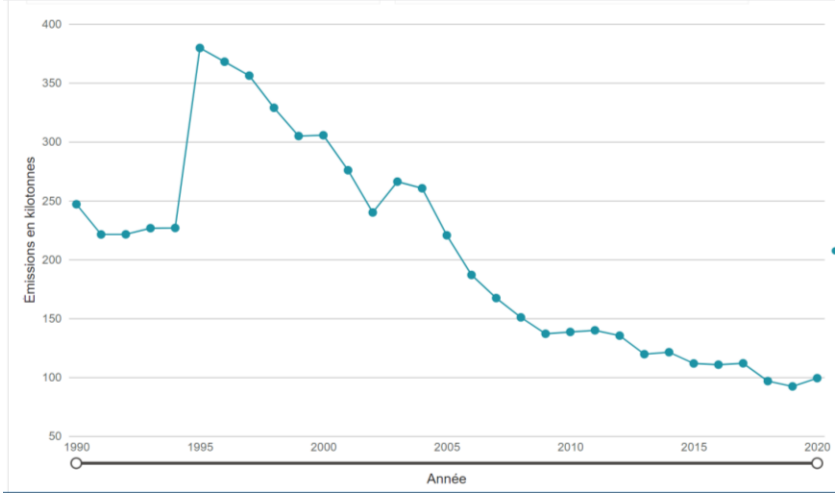



**Figure 2.7 - Tonnages des émissions d'oxydes de soufre au Québec entre 1990 et 2020**

La figure 2.8 montre la distribution des sources émettrices d'oxydes de soufre au Québec entre 1990 et 2020 (ECCC, 2022d). Sur cette figure, la catégorie « Poussière et feux » comprend les émissions provenant des activités humaines telles que le brûlage dirigé et la poussière des routes. De plus, les

données ne portent que sur les émissions de polluants atmosphériques d'origine humaine et n'incluent pas les émissions des sources naturelles, comme les feux de forêt et de végétation.

La diminution importante des émissions de $SO_X$ entre 1990 et 2020 (78 %) est due en grande partie aux mesures prises par le gouvernement fédéral pour lutter contre les pluies acides et aux accords entre les gouvernements fédéral et provinciaux ainsi qu'avec les États-Unis pour imposer une limite sur les émissions de $SO_X$ dès 1994.

Des réductions ont été réalisées par la mise à niveau de technologies, de nouveaux contrôles de la pollution atmosphérique pour les fonderies de métaux non ferreux et la fermeture de quatre grandes fonderies au Manitoba, en Ontario, au Québec et au Nouveau-Brunswick ainsi que par la mise en place de règlements en matière de carburants à faible teneur en soufre. Au Québec, les industries minérales et celles exploitant les minerais sont en grande partie responsables des émissions d'oxydes de soufre.

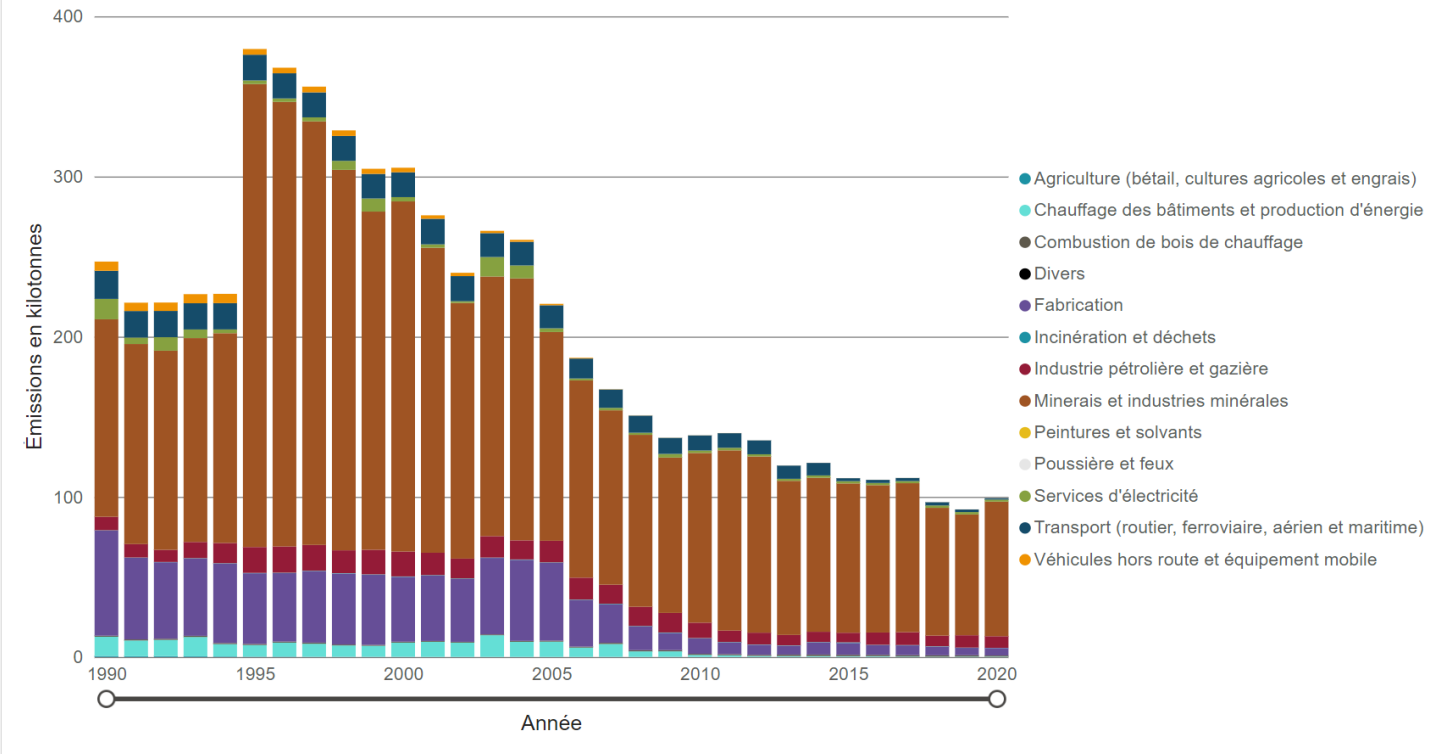



**Figure 2.8 - Distribution des sources émettrices d'oxydes de soufre au Québec (1990 à 2020)**

## 2.3 Autre perspective sur la répartition des sources d'émissions de particules fines au Québec

Cette section examinera la répartition des sources d'émissions de particules fines au Québec sur la base de travaux de modélisation réalisés en 2019 (Meng et al., 2019). Ces travaux de recherche ont la particularité de simuler les concentrations ambiantes de particules fines à partir des inventaires

d'émissions 2013 au Canada et aux États-Unis. Cette approche nord-américaine permet non seulement d'examiner les profils de concentrations dans les deux pays mais aussi par provinces au Canada. De plus, cette simulation permet d'estimer la contribution du transport transfrontalier de particules fines dans la province de Québec.

Le tableau 2,5 montre la distribution simulée de particules fines par type de sources d'émissions au Québec en 2013. La catégorie « Autres » regroupe les contributions dues aux volcans et le transport à longue distance en provenance de l'Asie, l'Europe et l'Alaska. Cette simulation a permis d'estimer la concentration moyenne annuelle de particules fines. Le tableau 2,5 indique une concentration moyenne annuelle simulées à 6,3 $\mu g/m^3$. Sur une base saisonnière, cette concentration moyenne s'établit à 7,0 $\mu g/m^3$ en hiver et 10,5 $\mu g/m^3$ en été. Il existe une différence notable entre la moyenne simulée à 6,3 $\mu g/m^3$ et la moyenne annuelle observée à 8,0 $\mu g/m^3$. Malgré cette différence apparente, il faut plutôt s'attarder aux tendances et à la répartition des sources contributrices.

**Tableau 2.5 - Distribution simulée de particules fines par types de sources au Québec en 2013**

| Secteurs | % annuels (6,3 $\mu g/m^3$) | (%) déc. à fév. (7,0 $\mu g/m^3$) | (%) juin à août (10,5 $\mu g/m^3$) |
|---|---|---|---|
| **Génération d'électricité (USA)** | 6 | 2 | 5 |
| **Agriculture (USA)** | 5 | 13 | |
| **Transport (USA)** | 6 | 9 | 3 |
| **Industrie (USA)** | 4 | 6 | 2 |
| **Combustion résidentielle (USA)** | 5 | 13 | |
| **Agriculture** | 1 | 1 | |
| **Transport** | 9 | 13 | 6 |
| **Industrie** | 8 | 7 | 7 |
| **Combustion résidentielle** | 19 | 31 | 10 |
| **Poussières** | 1 | 1 | 1 |
| **Feux de forêts** | 21 | | 45 |
| **Sel de mer** | 2 | 1 | 1 |
| **PM secondaires et biogéniques** | 10 | 1 | 17 |
| **Autres** | 4 | 2 | 4 |
| **$PM_{2,5}$ transfrontalier** | **26** | **42** | **10** |

D'après le tableau 2,5, sur une base annuelle, jusqu'à 26 % des particules fines dans la province de Québec proviennent des États-Unis et sont dues à la génération d'électricité, l'agriculture, le transport, l'industrie et la combustion résidentielle. Cette pollution transfrontalière émane en grande partie de la vallée de la rivière Ohio et de la zone industrielle des grands lacs. Elle va suivre en grande partie le corridor Windsor-Québec. Donc à Québec, pour l'année simulée, il pourrait y avoir jusqu'à 26

% de particules fines émanant des États-Unis. Cette simulation permet aussi d'estimer à 35 % (non rapporté dans le tableau 2,5) la contribution du camionnage diésel aux particules fines dues au transport. Les autres faits saillants de cette simulation sont :

- En hiver, 31 % des particules fine proviennent de la combustion résidentielle et 13 % du secteur des transports. 42 % des particules fines sont d'origine transfrontalière.
- Pour l'été 2013, 45 % des particules fines proviennent des feux de forêts; 17 %, de sources secondaires et biogéniques; 10 %, de la combustion résidentielle; 7 %, de l'industrie et 6 %, du transport. 10 % des particules fines sont d'origine transfrontalière.

## 2.4 Perspective locale - sources industrielles et secteurs clés dans la Ville de Québec et Limoilou

Après avoir examiné précédemment les tendances des émissions à l'échelle de la province de Québec, cette section porte un regard plus local en regroupant les émissions des principales industries de la Ville de Québec et plus particulièrement Limoilou. À ce bilan s'ajoutent les émissions estimées pour la ville de Québec à partir de données provinciales pour des secteurs- clés tels le camionnage, les véhicules de promenade, les transports maritime et ferroviaire, les poussières issues de la construction et des routes pavées et l'utilisation de solvants et peintures. Le tableau 2.6 rapporte les émissions déclarées par les industries locales en 2021 (Données Québec, 2022) et les émissions estimées pour les secteurs clés précités à partir des données provinciales de l'IEPA en 2020 (ECCC, 2022a). Des notes explicatives se retrouvent au bas de ce tableau pour indiquer la provenance des données d'émission et expliquer l'origine et le calcul des estimations.

Le tableau 2.6 dévoile les faits saillants suivants :

- Les émissions de $SO_2$ sont très faibles et proviennent surtout de l'incinérateur de la Ville de Québec.
- Les émissions de COV viennent principalement de l'usage de peintures et solvants ainsi que du chauffage au bois résidentiel, avec des tonnages similaires. Les véhicules légers sont des contributeurs importants aux émissions de COV.
- Les émissions de $NO_x$ proviennent surtout du transport ferroviaire et du camionnage diésel; le chauffage au bois résidentiel est la source suivante avec une contribution significative.
- Les principales sources de particules en suspension totales et de particules respirables proviennent en grande partie des poussières du secteur de la construction et des routes pavées.
- La principale source de particules fines est le chauffage au bois suivi des poussières du secteur de la construction et des routes pavées. Le camionnage et le transport maritime contribuent significativement. Le transport ferroviaire et les véhicules légers constituent aussi des sources notables.

- L'incinérateur de la ville de Québec et la papetière Stadacona sont les sources de monoxyde de carbone dans Limoilou.

En tout, ces données et ces constats seront utiles dans l'appréciation de la qualité de l'air dans le secteur et le portrait qui en découlera. Ils serviront aussi de base dans l'élaboration de recommandations pour l'atténuation des émissions afin d'améliorer la qualité de l'air dans Limoilou. Il existe d'autres émissions non déclarées qui ont un impact sur la qualité de l'air ambiant. Cet aspect sera abordé dans le chapitre suivant qui relatera les constats, les observations et les tendances obtenus au fil des ans à partir des mesures de polluants atmosphériques ciblés pour surveiller la qualité de l'air ambiant.

**Tableau 2.6 - Émissions déclarées des sources industrielles en 2021 et émissions estimées pour d'autres secteurs clés en 2020 d'après les données de déclarations de Données Québec (2022) et de l'IEPA (2020)**

| | | Tonnage (tonnes) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Année | Source | $SO_2$ | COV | $NO_x$ | CO | PST | $PM_{10}$ | $PM_{2,5}$ | Benzène | Formaldéhyde |
| 2021[1] | Rothmans, Benson & Hedges inc. | | | | | | 1,6 | 0,8 | | |
| 2021[1] | Stadacona WB ltée | 0,7 | 110,4 | 75,5 | 28,3 | 30,4 | 13,8 | 5,8 | 0,5 | 3,3 |
| 2021[1] | IMTT-Québec inc. | | 32,7 | | | | | | | |
| 2021[1] | QSL Canada Inc. | | | | | 20,3 | 9,6 | 1,8 | | |
| 2021[1] | G3 Canada Limited | | | | | 36,7 | 19,2 | 13,2 | | |
| 2021[1] | Vopak Terminals of Eastern Canada inc. | | 51,9 | | | | | | 0,4 | |
| 2021[1] | Incinérateur ville de Québec | 28,1 | 2,3 | 248,2 | 52,7 | 10,8 | 10,8 | 10,8 | 0,00003 | |
| 2021[1] | Boulangerie Canada Bread, Limitée | | 15,0 | | | | | | | |
| 2021[1] | La Cité verte | | | | | | 1,6 | 1,0 | | |
| 2020[2] | Transport : véhicules diésels lourds ou hors route | | | 3 564,2 | | | | 184,7 | | |
| 2020[2] | Transport : véhicules légers | | 2 349,0 | 588,4 | | | | 30,8 | | |
| 2020[3] | Transport : maritime | | | 308,4 | | | | 185,8 | | |
| 2020[3] | Transport : ferroviaire | | | 3 078,1 | | | | 66,2 | | |
| 2020[4] | Chauffage au bois | | 5 119,3 | 1 030,5 | | 4 061 | 3 839 | 3 797,6 | | |
| 2020[4] | Peintures et solvants | | 5 167,4 | | | | | | | |
| 2020 | Poussières, activités de constructions | | | | | 43 551 | 13 065 | 2 613 | | |
| 2020 | Poussières, routes pavées | | | | | 7 924 | 1 572 | 404,6 | | |

[1] d'après les déclarations d'émissions à l'IQÉA obtenues via le portail de Données Québec; [2] données spécifiques à la Ville de Québec extraites du bilan routier, parc automobile et permis de conduire 2020 – dossier statistique compilé de la SAAQ publié en 2021 (SAAQ, 2020); [3] répartition estimée à partir des données de l'IEPA et des données les plus récentes de tonnages annuels rapportés par les ports de Montréal et Québec

[4] statistiques de données d'émissions déclarées à l'IEPA et mises à l'échelle en fonction de la proportion de la population de la Ville de Québec dans la province de Québec

## 2.5 Contribution des transports - trafics urbain, maritime et ferroviaire

Cette section se penche surtout sur les divers modes de transport, incluant les trafics autoroutier et urbain décrits dans le chapitre d'introduction, et l'importance de leurs émissions.

La figure 2.9 illustre la contribution de chacun des grands secteurs, soit les industries, la combustion non industrielle, les transports et les sources diverses, aux émissions cumulées de PM, de $SO_2$, de CO, de $NO_x$ et de COV inventoriées au Québec en 2008, dernière année de publication du MELCCFP à propos de ce type de données (MELCCFP, 2011). Les émissions de $NO_x$ et de CO proviennent principalement des transports. Les industries sont, quant à elles, responsables de la majorité des émissions de $SO_2$, alors que les émissions de particules sont produites en majeure partie par les industries et la combustion non industrielle. Les COV, pour leur part, sont surtout émis par les transports, les industries et les sources diverses.

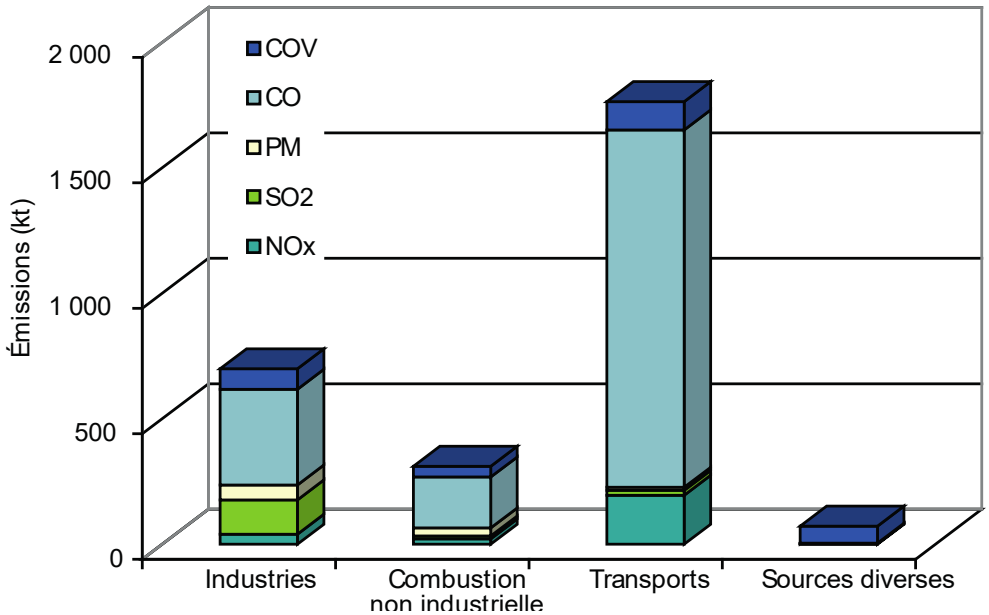



**Figure 2.9 - Émissions atmosphériques cumulées, en kilotonnes (kt), de PM, de $SO_2$, de CO, de $NO_x$ et de COV par secteur d'activité au Québec en 2008 (MELCCFP, 2011)**

Au Québec, en 2008, le secteur des transports était responsable à lui seul de 62 % de toutes les émissions de l'ensemble des contaminants atmosphériques, soit 1 764 kilotonnes (kt) (MELCCFP, 2011). Il faut noter que l'électrification des transports et l'introduction progressive de véhicules entièrement électriques permettront d'améliorer le bilan de la qualité de l'air ambiant sans toutefois le régler complètement car les véhicules électriques sont plus lourds et émettent par conséquent plus de particules fines provenant de l'usure des freins et des pneus (Evans et al., 2019). On note aussi à la figure 2.9 que les émissions associées aux industries (699 kt) et au secteur de la combustion non industrielle (311 kt) représentaient en 2008 respectivement 25 % et 11 % du total. Les sources diverses (72 kt), quant à elles, contribuaient pour près de 3 %.

Par ailleurs, les émissions provenant du carburant diésel utilisé dans les camions, trains et bateaux sont plus polluantes que celles provenant des véhicules automobiles à essence (Montréal, 2006; Van Eeckhout et Laetitia, 2015). Dans une étude récente, le réseau de voies ferrées, les gares de triage ferroviaire et le port maritime ont été identifiés parmi les sites ayant la plus forte concentration de particules ultrafines (particules dont le diamètre aérodynamique est inférieure à 0,1 micron) [sur le territoire de Montréal (figure 2.10)] (Weichenthal et al., 2016). En 2017, les locomotives de trains de marchandises au Canada ont émis 1,5 kilotonnes de PM et 72,9 kilotonnes de $NO_x$ (Railway Association of Canada, 2017). Des études récentes suggèrent que le transport maritime est responsable de 15 % et 4-9 % de toutes les émissions de $NO_x$ et $SO_2$ provenant des activités humaines (Gong et al., 2018). En parallèle, il faut noter que Québec comme d'autres milieux urbains sont dans des zones contrôlées qui limitent grandement l'émission de $SO_2$ dans l'air. Depuis 2015, la teneur limite en soufre du carburant diésel maritime en zone contrôlée est de 0,10 %.

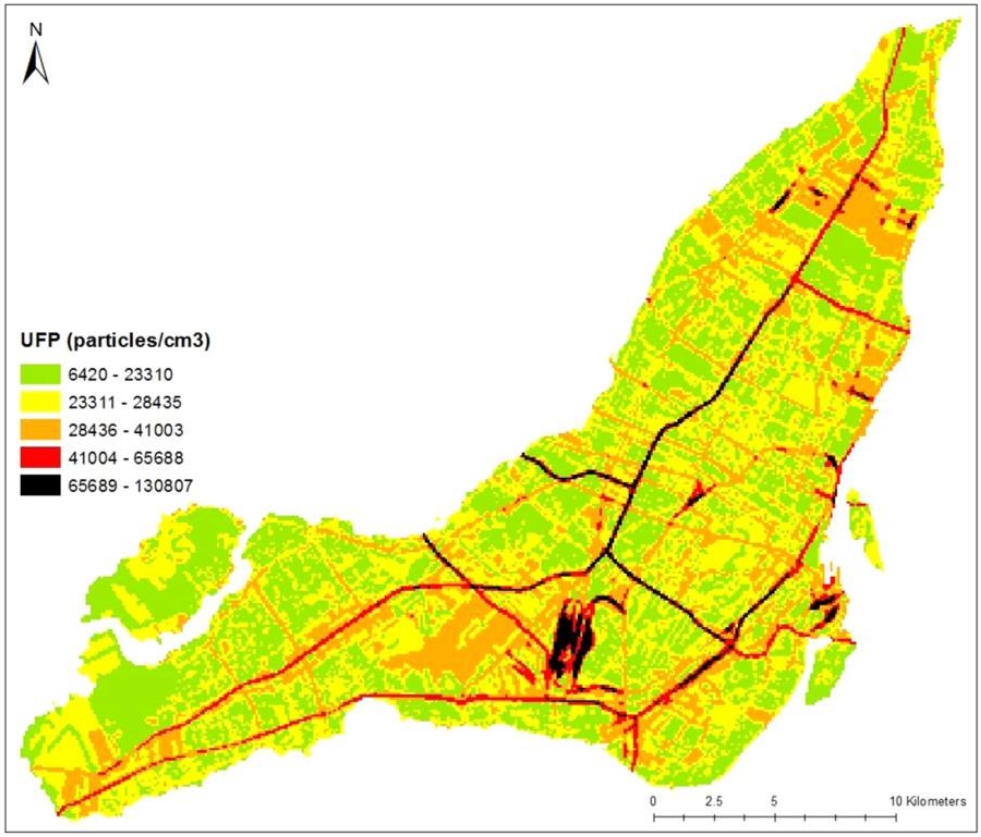



**Figure 2.10 - Distribution spatiale des particules ultrafines à Montréal**

La cartographie des émissions maritimes dévoile des émissions élevées de polluants atmosphériques par les bateaux transocéaniques sur la voie maritime du Saint-Laurent (figure 2.11) (Gong et al., 2018). Il a été estimé que les émissions des navires contribuent, en moyenne, 5 à 15 % des concentrations de particules fines dans l'air ambiant des ports (Sorte et al., 2020).

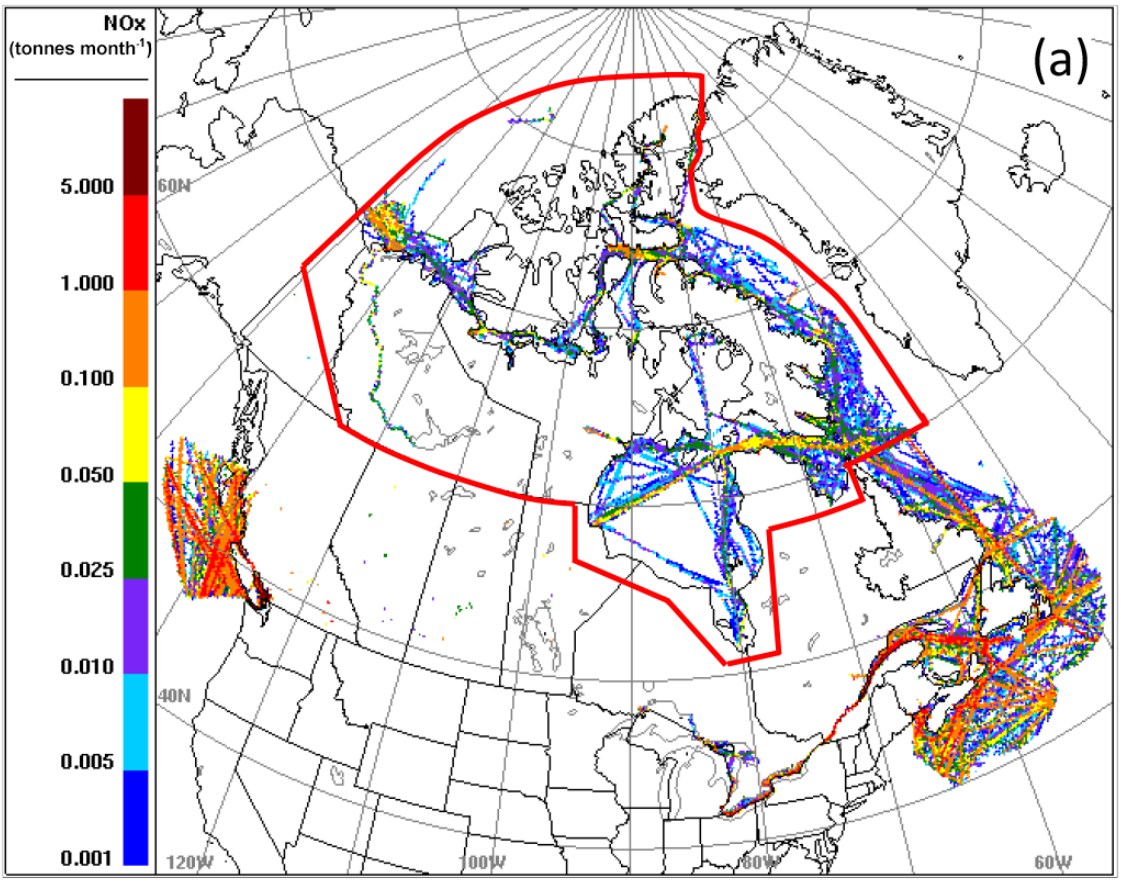



**Figure 2.11 - Niveaux d'émissions de $NO_x$ sur les voies maritimes**

## 2.6 Regard sur les sources industrielles et autres du secteur Limoilou

Cette section résume les travaux du GTCA et porte un regard sur des sources émettrices additionnelles qui contribuent aussi au niveau de polluants dans l'air ambiant.

### *2.6.1 Transport ferroviaire*

Il existe dans le quartier Limoilou une gare de triage qui assure la desserte locale des entreprises de Limoilou et du Port de Québec. La fréquence des services ferroviaires s'ajuste en fonction des saisons et des besoins locaux. En général, on compte de 2 à 6 trains de marchandises par jour. Le transport par train a des avantages avec :

- Une réduction des GES comparativement au transport par camions;
- Des transports à longue distance avec un meilleur rendement de consommation de carburant;
- Le remplacement de jusqu'à 300 camions sur routes.

En contrepartie, on doit tenir compte de l'apport de pollution provenant d'une locomotive. De plus, une cour de triage implique un fonctionnement prolongé de locomotives au ralenti (surtout en hiver).

Comme la durée de vie d'une locomotive peut s'étendre sur plusieurs décennies, son moteur diésel peut ne pas inclure les dernières avancées technologiques qui réduisent les émissions (US EPA, 2009). Par conséquent, on doit considérer les émissions affectant la qualité de l'air tels que les échappements diésel, les poussières dues à la friction et l'usure des rails et des freins, les particules de diverses grosseurs et leur composition.

Le GTCA considère cette source au même titre que les sources émettrices généralement invoquées comme des contributeurs à la détérioration de la qualité de l'air dans le quartier Limoilou. Un projet de recherche actuellement en cours à Santé Canada (voir présentation P19, annexe 5) a pour objectif de mieux documenter l'impact d'une gare de triage sur les habitants du voisinage en termes de qualité de l'air et de santé. Ce projet considère une gare de triage en banlieue de Toronto ayant un volume de trains de marchandises plus élevé que celui de Limoilou mais les constats peuvent également s'appliquer au secteur à l'étude. Le projet a tenu compte aussi de la direction des vents en installant des sites de mesures en amont et en aval de la cour de triage pour une caractérisation complète.

L'une des constatations préliminaires est que les concentrations de carbone noir, de particules ultrafines et d'oxydes d'azote augmentent entre 18 h 00 et 5 h 00. Les résultats préliminaires estiment les contributions suivantes : 1,5- 6 ppb de $NO_X$; 16-125 ng/$m^3$ de carbone noir et 5 600 particules ultrafines/$cm^3$. Ces statistiques s'accompagnent d'une légère augmentation des concentrations de particules fines $PM_{2,5}$ qui posent un risque pour la santé humaine.

### *2.6.2 Le Centre de valorisation énergétique de la ville de Québec*

Situé dans le quartier Limoilou, le Centre de valorisation énergétique de la Ville de Québec comprend l'incinérateur en fonction depuis 1974 et un centre de biométhanisation qui entrera bientôt en fonction. Sa capacité maximale de traitement de déchets s'élève à 312 000 tonnes annuellement. L'incinérateur reçoit les ordures ménagères des secteurs résidentiel, institutionnel, commercial et industriel de l'ensemble de la Ville de Québec et des municipalités régionales de comté (MRC) voisines. En vertu du Règlement sur l'enfouissement et l'incinération des matières résiduelles adopté par le gouvernement du Québec, le Comité de vigilance de la gestion des matières résiduelles de la Ville de Québec (CVGMR) a été formé formellement en 2005 (CVGMR, 2005). Son mandat consiste à :

- Assurer la vigie des émissions atmosphériques et du bon fonctionnement de l'incinérateur et le suivi des plans de mise en œuvre de l'agglomération de Québec du Plan métropolitain de gestion des matières résiduelles;
- Faire des recommandations concernant l'élaboration et la réalisation de mesures propres à améliorer le fonctionnement de l'équipement d'incinération, soit atténuer ou supprimer les impacts de l'incinérateur sur le voisinage;
- Donner à des représentants du voisinage et à des organismes les moyens concrets de s'informer sur les opérations de l'équipement d'incinération et sur les projets en

développement, d'en évaluer les conséquences, d'en assurer le suivi et de transmettre à la population les renseignements pertinents sur la gestion des équipements;

- Vérifier si l'exploitation s'effectue en conformité avec les normes applicables et dans le respect des exigences environnementales.

Des présentations sur le Centre de valorisation énergétique de la ville de Québec ont été faites au GTCA dans le cadre de ses travaux (voir présentations P23, P24, P25 et P26, annexe 5). Le GTCA souligne que tous les résultats des tests de conformité des émissions sont disponibles publiquement pour l'usage des citoyens. L'impact de l'entrée en fonction du centre de biométhanisation sera discuté dans le chapitre sur l'atténuation.

Le GTCA a noté que le Centre de valorisation de la ville de Québec a repris la gestion de l'incinérateur en 2015. Il a développé et implanté une stratégie d'amélioration continue des procédés et opérations en place. Une autre étape de cette stratégie est l'entrée en opération du nouveau centre de biométhanisation qui aura aussi un impact positif qui restera à suivre quant au traitement des matières résiduelles, tant les masses traitées que leur nature.

Des préoccupations méthodologiques ont été soulignées au GTCA concernant la représentativité et la taille de l'échantillonnage des cheminées industrielles lors des tests de conformité. Ces préoccupations ont aussi été soulevées dans le cadre de l'audience publique du BAPE sur la gestion des résidus ultimes (BAPE, 2022). Des recommandations ont été présentées par le BAPE dans son rapport no. 364. Le GTCA s'en tient aux recommandations formulées à cet effet dans le rapport déjà transmis au MELCCFP (BAPE, 2022)

### *2.6.3 La papetière Stadacona - White Birch*

Construite en 1927 près des rives de la rivière Saint-Charles à Québec, la papetière Stadacona est maintenant propriété de Papiers White Birch. L'usine Stadacona fabrique du papier journal et des grades de papier commercial avec une capacité annuelle combinée de plus de 250 000 tonnes métriques. En outre, l'usine exploite une machine à carton qui fabrique 45 000 tonnes métriques annuellement de carton gris recyclé et de produits de carton spécialisés. L'entreprise est un employeur privé important de la région de Québec.

Il faut rappeler qu'en 1988, l'usine est passée aux mains de la société japonaise Daishowa. Par la suite, la société américaine Enron en est devenue propriétaire. Enron a été acculée à la faillite en 2004 et rachetée par le groupe White Birch.

L'usine Stadacona profite des points de transport par voies maritime, ferroviaire et routière qui permettent à l'usine de fournir du papier journal de grande qualité à ses clients à travers l'Amérique du nord et à l'international.

La présentation faite par la papetière White-Birch Stadacona est consignée en annexe (voir présentation P22, annexe 5). En plus du volet technologique, cette présentation relate les derniers

résultats de tests de conformité d'émissions atmosphériques réglementées et d'autres tonnages d'émissions estimés par modélisation.

### *2.6.4 QSL - Port de Québec*

QSL est une entreprise-opérateur de terminaux portuaires, d'arrimage, de services maritimes, de logistique et de transport. QSL manutentionne des matériaux en vrac entreposés à ciel ouvert sur le site du Port de Québec, dont des boulettes de fer, des sels, etc. Ces matériaux sont susceptibles de contenir des particules fines pouvant être balayées par le vent vers les quartiers résidentiels. Des études rapportent que les matériaux en vrac entreposés sur les sites portuaires peuvent être des sources de $PM_{2,5}$ pour la population avoisinante lorsque les vents soufflent en direction de celle-ci. La présentation faite par QSL est consignée en annexe (voir présentation P33, annexe 5).

### *2.6.5 GLENCORE - Port de Québec*

GLENCORE entrepose et expédie du matériel à base de nickel par l'entremise de ses installations portuaires situées au Port de Québec. Ses installations au port sont divisées en deux sections, l'une pour le concentré de nickel provenant de la Mine Raglan et l'autre pour la matte de nickel provenant de Sudbury :

- Le concentré de nickel est produit pendant la première étape de la transformation des métaux. Le concentré est expédié depuis le port de Baie Déception, situé près du site de Mine Raglan, jusqu'au Port de Québec où il est ensuite chargé dans des wagons à destination de la fonderie de Sudbury. Huit expéditions sont réalisées par année par le navire Arvik I, pour un total d'environ 240 000 tonnes. Il n'y a aucune expédition entre le 15 mars et le 1er juin en raison de la période de reproduction des phoques. L'historique des dates de déchargement de l'Arvik I n'est pas rendu public par GLENCORE.
- La matte de nickel, à plus forte teneur en nickel, est expédiée par train depuis la fonderie de Sudbury jusqu'au Port de Québec, où elle est chargée à bord de différents navires en direction d'une affinerie en Norvège. Chaque année, environ 22 navires transitent entre le Port de Québec et cette installation en Norvège, pour un total de 140 000 tonnes.

Les installations de GLENCORE sont situées sur des terrains loués au port de Québec. Elles comprennent des voies ferrées, un bâtiment d'entreposage, un dispositif de déchargement à vis pour navires, un réseau de convoyeurs recouverts et plusieurs dépoussiéreurs à manches filtrants. L'équipement sert au chargement et au déchargement des navires et des wagons de GLENCORE. Les opérations et l'entretien sont contractuellement effectués par QSL. L'ensemble des opérations de chargement et de déchargement se font à couvert sauf aux points de chargement et de déchargement de la cale des navires. Ces cales ne sont pas couvertes lors du chargement et du déchargement. Un système de brumisation au niveau de l'ouverture des cales est mis en place pour tenter de retenir les particules de nickel. Or, dans une étude de l'Institut national d'optique (INO) faite sur la bauxite à Port-Alfred, un système de brumisation pourrait ne retenir que 68 % des émissions.

GLENCORE a des instruments de mesure privés (sur le site du Port de Québec et dans Limoilou) pour détecter les émissions de nickel. GLENCORE a une procédure interne d'enquête lorsqu'un niveau de 120 ng/m$^3$ est enregistré au Port de Québec et un niveau de 50 ng/m$^3$ dans le quartier Limoilou. Les données enregistrées par les instruments et les rapports d'enquête internes ne sont pas rendus publics. Les présentations faites par l'INO et GLENCORE sont consignées en annexe (voir présentations P32 et P37, annexe 5).

### *2.6.6 IMTT-Québec*

IMTT-Québec est une entreprise située dans le secteur Beauport du Port de Québec depuis 1988. Elle est responsable de l'entreposage et de la manutention de produits de commodité en vrac liquides destinés à des usages personnels, commercial et industriel. IMTT-Québec possède 300 000 m$^3$ de capacité d'entreposage par l'entremise de 55 réservoirs.

IMTT-Québec a des installations où transitent annuellement environ 4 000 wagons-citernes utilisés pour l'expédition et la réception de produits :

- Cour de triage pour leur entreposage temporaire
- Deux portiques pour leur chargement/déchargement (expédition : méthanol, carburant d'aviation, soude caustique, huile de soya)

IMTT-Québec utilise aussi des camions-citernes pour l'expédition et la réception de produits. De plus, elle offre un libre-service 24/24 (expédition : essence, diésel, méthanol, carburant d'aviation). En tout, environ 15 000 camions-citernes transitent annuellement par le site d'IMTT-Québec.

La présentation faite par IMTT-Québec est consignée en annexe (voir présentation P31, annexe 5).

### *2.6.7 Sources locales*

Plusieurs sources de contaminants atmosphériques sont présentes dans le secteur Limoilou-Basse-Ville. À titre d'exemple, une première répartition des entreprises de diverses tailles et ayant le potentiel d'émettre des contaminants dans le secteur a été élaborée. Elles ont été répertoriées dans le tableau 2.7 et localisées géographiquement sur la carte du quartier apparaissant à la figure 2.12. Dans plusieurs de ces entreprises, des activités émettrices ont été inventoriées et celles-ci sont brièvement présentées dans le tableau 2.7 en lien avec les contaminants qu'elles émettent respectivement. En outre, la variabilité des émissions avec les saisons doit également être prise en compte lorsque des mesures d'atténuation sont considérées. Plusieurs de ces entreprises situées dans un rayon de 3 kilomètres, donc dans le quartier Limoilou, pourraient influencer la qualité de l'air dans ce quartier. Les émissions potentielles de COV seraient à considérer pour une majorité d'entre elles.

**Figure 2.12 - Répartition des entreprises ayant un potentiel d'émissions de contaminants atmosphériques dans Limoilou-Basse-Ville**

**Tableau 2.7 - Principales catégories d'activités émettrices dans le secteur Limoilou-Basse-Ville**

| Activités émettrices locales | Contaminants émis |
|---|---|
| Chauffage au bois résidentiel | $PM_{2,5}$ ; COV ; HAP ; $NO_X$ |
| Chauffage au bois non résidentiel | $PM_{2,5}$ ; COV ; HAP ; $NO_X$ |
| Chauffage au carburant fossile (gaz/mazout) | $PM_{2,5}$ ; COV ; HAP ; $NO_X$ |
| Transport routier - Combustion véhicules légers | $PM_{2,5}$ ; COV ; HAP ; $NO_X$ |
| Transport routier - Combustion véhicules lourds (diésel) | $PM_{2,5}$ ; COV ; HAP ; $NO_X$ |
| Transport routier - Pneus et freins | $PM_{2,5}$ |
| Transport routier - Routes pavées | PST ; $PM_{2,5}$ |
| Transport routier - Routes non pavées | PST ; $PM_{2,5}$ |
| Transport - Construction | PST ; $PM_{2,5}$ |
| Transport hors route | PST ; $PM_{2,5}$ |
| Transport maritime (Cargos) | $PM_{2,5}$ ; COV ; HAP ; $NO_X$ |
| Transport maritime (Croisières) | $PM_{2,5}$ ; COV ; HAP ; $NO_X$ |
| Transport ferroviaire | $PM_{2,5}$ ; COV ; HAP ; $NO_X$ |
| Transbordement maritime de minerais en vrac | PST ; $PM_{2,5}$ ; Ni, métaux |
| Transbordement ferroviaire de minerais en vrac | PST ; $PM_{2,5}$ ; Ni, métaux |
| Manipulation de minerais en vrac | PST ; $PM_{2,5}$ |
| Manipulation et entreposage d'autres agrégats (ex. excavation) | PST ; $PM_{2,5}$ |
| Activités de soudure | $PM_{2,5}$ ; Ni, métaux |
| Applications de peintures et colles (carrosseries et ind. du bois) | $PM_{2,5}$ ; COV ; HAP |
| Activités de recyclage de métaux et minerais | PST ; $PM_{2,5}$ ; Ni, métaux ; COV ; HAP |
| Industries de pâtes et papiers | PST ; $PM_{2,5}$ ; COV ; odeurs |
| Incinération des déchets | $PM_{2,5}$ ; $NO_X$ ; $SO_X$ ; COV ; HAP ; Dioxines et furanes ; odeurs |
| Incinération aux institutions médicales et crématoires | $PM_{2,5}$ ; $NO_X$ ; $SO_X$ ; COV ; HAP ; Dioxines et furanes ; odeurs |
| Épandages hivernaux | PST ; $PM_{2,5}$ ; Na |
| Nettoyage de rues | PST ; $PM_{2,5}$ ; Na |
| Nettoyage de stationnements, aires ouvertes | PST ; $PM_{2,5}$ ; Na |
| Dépôt à neige | PST ; $PM_{2,5}$ ; Na |
| Agriculture | PST ; $PM_{2,5}$ ; COV ; odeurs ; $NH_3$ |
| Feux extérieurs | $PM_{2,5}$ ; COV ; HAP ; $NO_X$ |
| Autres sources | $PM_{2,5}$ |
| Sources non locales [a,b,c] | $PM_{2,5}$ ; $NO_X$ ; $SO_X$ |

a - Concentration à Deschambault équivaut à 70-90 % des concentrations dans les stations de la Ville de Québec

b - D'après Jeong et al. 2011 : à Montréal, de 49-62 % des $PM_{2,5}$ proviendraient de sources non locales (Jeong et al., 2011)

c - D'après Meng et al. 2019 : dans le centre du Canada (QC-Ontario), 33 % des $PM_{2,5}$ proviendraient des États-Unis

# Questions thématiques - Émissions

## Q1 - Qualité et actualisation de l'information

- La littérature scientifique, les rapports gouvernementaux et les portails de données ouvertes au Canada et au Québec constituent une base importante et fiable permettant au GTCA d'apprécier la qualité des inventaires d'émissions au Québec
- Les constats de ce chapitre sur les émissions inventoriées jettent les bases qui permettront de brosser le portrait de la qualité de l'air du secteur à l'étude. Ils permettront d'apprécier le degré d'actualisation recherché.

## Q2 – Angle(s) mort(s)

- Les données d'émissions sont surtout données au niveau provincial. Ces données doivent être extrapolées en fonction de différents critères comme, par exemple, la population de la ville de Québec et le parc automobile de la région de la capitale nationale.
- Est-ce que toutes ces données permettront de dégager un portrait adéquat des émissions industrielles dans le quartier Limoilou à partir des déclarations d'émissions faites aux divers inventaires provincial et fédéral? Qu'en est-il des PME?
- Est-ce que les données d'émission inventoriées sont complètes de façon à permettre une analyse adéquate de la qualité de l'air, en particulier des polluants les plus critiques pour la santé humaine et l'environnement?
- Les méthodologies appliquées sont peu adaptées aux besoins plus circonscrits d'un territoire comme Limoilou. Certaines extrapolations seront nécessaires et seront inévitablement affectées par une certaine marge d'erreur et l'omission de phénomènes locaux.

## Q3 – Recommandation la plus urgente

- Il serait souhaitable de publier sur une base plus fréquente les tendances québécoises des émissions à partir des inventaires de déclarations d'émissions.

# CHAPITRE 3. PORTRAIT DE LA QUALITÉ DE L'AIR

Le présent chapitre passera en revue les mesures des principaux contaminants atmosphériques au courant de la dernière décennie à la station Vieux-Limoilou, à savoir les particules fines ($PM_{2,5}$), les particules respirables ($PM_{10}$), les particules en suspension totales (PST), le dioxyde d'azote ($NO_2$), l'ozone ($O_3$), le dioxyde de soufre ($SO_2$), les composés organiques volatiles (COV), les dioxines et les furanes, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les métaux dans les $PM_{10}$ et les PST, incluant le nickel. Ceci permettra de considérer un continuum de données et de juger de la situation de la qualité de l'air ambiant dans le secteur Limoilou-Basse-Ville. Cette approche permettra de mieux apprécier les changements observés au fil du temps. Plusieurs indicateurs statistiques seront utilisés pour comprendre ces changements sur des bases annuelles, mensuelles et saisonnières. Ainsi nous serons à même de mieux bâtir et comprendre ce portrait actualisé de la qualité de l'air dans Limoilou. Cette information cruciale alimentera le prochain chapitre qui examinera la relation entre la qualité de l'air et la santé.

Finalement, les éléments d'évaluation et de discussion dans ce chapitre seront le prélude à la réflexion sur des propositions de mesures d'atténuation pour les polluants identifiés comme les plus à risque pour la population.

## 3.1 La genèse et les tendances

À plusieurs égards, le bilan de la qualité de l'air extérieur continue de s'améliorer depuis 10 ans dans la Ville de Québec. En général, les normes du RAA sont respectées. Depuis quelques années, un certain nombre de dépassements sont observés pour les valeurs annuelles des $PM_{2,5}$. Des dépassements ponctuels des valeurs de référence sont aussi observés pour les $PM_{2,5}$, le nickel et le dioxyde de soufre ($SO_2$).

Autre constat, le potentiel d'exposition aux principaux contaminants de l'air est un peu plus important autour de la station Vieux-Limoilou comparativement aux autres stations de la région de Québec. Y compris le projet décrit dans le présent rapport, plusieurs travaux sont présentement en cours pour mieux décrire la contamination de l'air extérieur et ses impacts sur la santé. La Direction de santé publique de la Capitale-Nationale est actuellement engagée dans un examen exhaustif des données de la qualité de l'air dans le secteur Limoilou-Vanier-Basse-Ville pour formuler des recommandations d'un point de vue santé publique. Ces activités de recherche s'inscrivent dans un portfolio de projets, « Mon environnement ma santé (MEMS), volet Qualité de l'air extérieur », qui seront bientôt complétés et communiqués à travers plusieurs rapports dont certains sont déjà disponibles (DSPublique, 2018b; DSPublique, 2019) et d'autres sont à venir très prochainement. Ceux-ci rendront compte des différents volets du projet.

Le présent chapitre actualise le portrait de la qualité de l'air du secteur Limoilou-Basse-Ville publié dans le premier rapport du projet MEMS publié en 2018 et ajoute des comparaisons supplémentaires de ce quartier avec d'autres villes du Québec.

## 3.2 Caractérisation de la qualité de l'air, comparaisons et principales tendances

La figure 3.1 représente le réseau du suivi de la qualité de l'air ambiant de la région de la capitale nationale. Ce réseau a été établi en fonction de critères établis par le MELCCFP combinés à d'autres provenant des lignes directrices sur la surveillance de l'air ambiant, l'assurance et le contrôle de la qualité - Programme de surveillance national de la pollution atmosphérique (CCME, 2019) et la station de mesure du Vieux-Limoilou est celle qui répertorie le plus de mesures dans toute la région, suivie des stations de l'autoroute Henri IV (dédiée à l'influence du trafic routier) et Collège St-Charles-Garnier, en Haute-Ville. Les informations sur les polluants mesurés et les calendriers d'échantillonnage ponctuel se retrouvent au tableau AT2.1 à l'annexe 2.

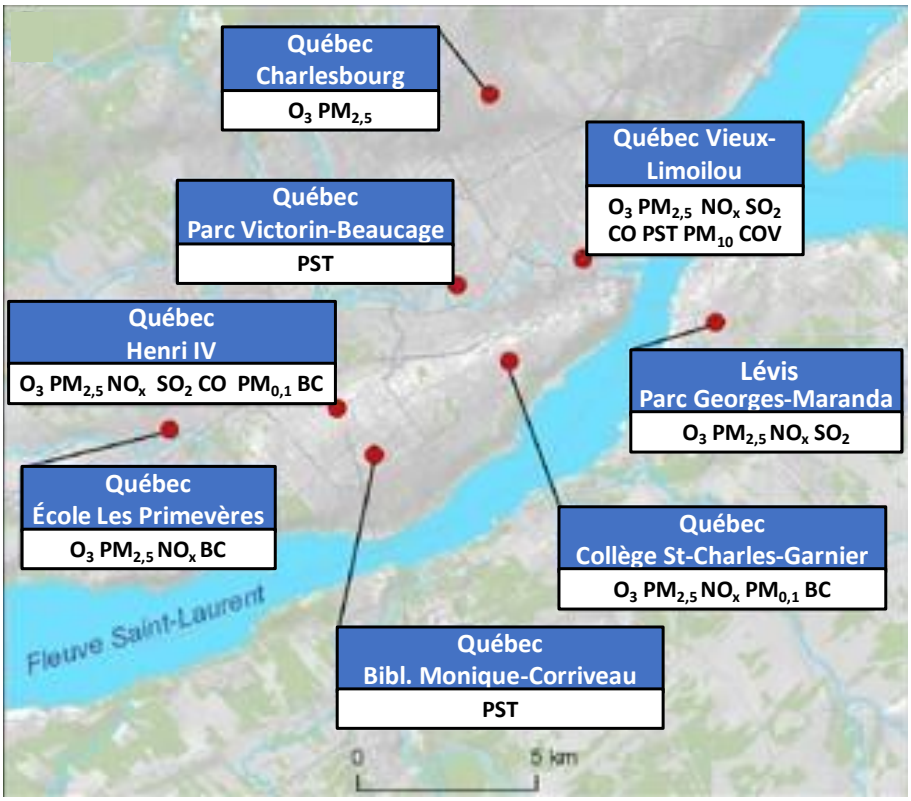



**Figure 3.1 - Réseau de suivi de la qualité de l'air ambiant dans la capitale nationale**

Le tableau 3.1 liste les stations permanentes de suivi de la qualité de l'air du RSQAQ dans la ville de Québec et les polluants qui y sont mesurés en continu et ponctuellement. D'autres sites sont aussi utilisés comme stations de mesure temporaire pour des projets spéciaux et campagnes d'échantillonnage sur des périodes de temps prédéfinies (Walsh et Brière, 2018). Ces stations ne sont pas mentionnées dans le tableau 3.1.

**Tableau 3.1 - Stations permanentes de suivi du RSQAQ dans la ville de Québec**

| Nom | Mesure en continu | | | | | Mesure ponctuelle | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $O_3$ | $PM_{2,5}$ | NOx | $SO_2$ | CO | PST | $PM_{10}$ | $PM_{2,5}$ | Dichot | Métaux | COV |
| Vieux-Limoilou | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Bibl. Monique-Corriveau | | | | | | ✓ | | | | | |
| Parc Victorin-Beaucage | | | | | | ✓ | | | | | |
| École Les Primevères | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | | | | |
| Collège St-Charles-Garnier | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ | | | | | |
| Henri IV | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | | |

Les données de suivi de la qualité de l'air utilisées dans ce chapitre proviennent des portails de données ouvertes retrouvées aux sites web suivants :

- Programme de surveillance national de la pollution atmosphérique (SNPA) : https://data.ec.gc.ca/data/air/monitor/national-air-pollution-surveillance-naps-program/ProgramInformation-InformationProgramme/?lang=fr
- Réseau de surveillance de la qualité de l'air du Québec : https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/reseau-surveillance/telechargement.asp

La figure 3.2 montre la rose moyenne des vents en 2022 pour se rappeler des directions préférentielles des vents à Québec, soit ouest-sud-ouest (OSO) et est-nord-est (ENE).

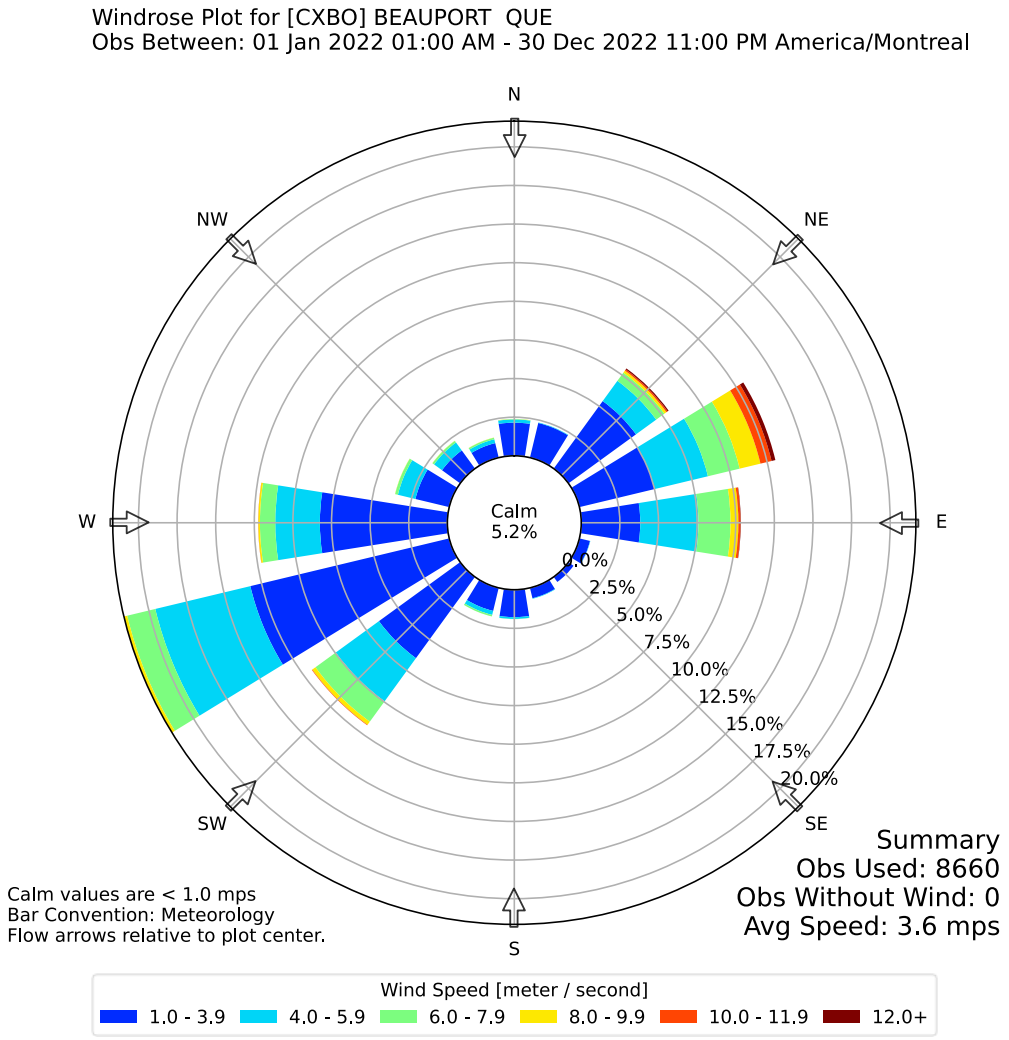



**Figure 3.2 - Directions préférentielles des vents à Québec (rose moyenne des vents 2022)**

## 3.3 Normes et critères de qualité de l'atmosphère

De manière générale, l'appréciation de la qualité de l'air ambiant est réalisée en se basant sur les normes québécoises, les valeurs cibles du SGQA et les lignes directrices de l'OMS (consulter le chapitre 1 à propos de ces notions). Tous ces critères de qualité de l'air en facilitent son évaluation. Ils peuvent être utilisés pour :

- Juger des résultats des études de modélisation de la dispersion atmosphérique effectuées dans le cadre des demandes d'autorisation;
- Établir l'indice de la qualité de l'air;
- Évaluer les résultats de mesures effectuées dans le cadre de divers programmes de suivi.

### *3.3.1 Objectifs du réseau de suivi de la qualité de l'air au Québec (RSQAQ; MELCCFP)*

Un réseau de suivi de la qualité ambiant est mis en place afin de réaliser plusieurs objectifs :

- Mesurer de façon représentative la qualité de l'air et suivre son évolution à long terme et dans le contexte des changements climatiques.
- Diffuser en temps réel un indice de la qualité de l'air (IQA) (MELCCFP, 2023c).
- Collaborer au service de programme de prévision de la qualité de l'air (Info-Smog).
- Appuyer la réglementation et évaluer la portée des stratégies et des politiques concernant la qualité de l'air.
- Déterminer la nature et l'étendue des problèmes de pollution de l'air au Québec.

Il est à noter que les stations du réseau de surveillance de la qualité de l'air du MELCCFP ne sont pas déployées pour vérifier la conformité réglementaire.

## 3.4 Concentrations des particules (PM)

### *3.4.1 Particules fines ($PM_{2.5}$)*

La figure 3.3 montre les moyennes annuelles (avec diagrammes en boîtes à moustaches représentant la distribution des données sur l'année 2019) des concentrations de $PM_{2,5}$ mesurées aux stations urbaines et rurales au Québec (voir présentation P7, annexe 5). Les flèches indiquent quatre stations de la Ville de Québec. La deuxième flèche depuis la gauche montre la station Vieux-Limoilou, avec une moyenne annuelle de 7,7 µg/m$^3$, plus basse que celles enregistrées aux stations Henri-IV (site influencé par le trafic autoroutier) et École Les Primevères (Cap-Rouge), soit 8,4 et 8,3 µg/m$^3$, respectivement. La station Collège St-Charles-Garnier enregistre une moyenne annuelle plus basse à 6,7 µg/m$^3$ en 2019.

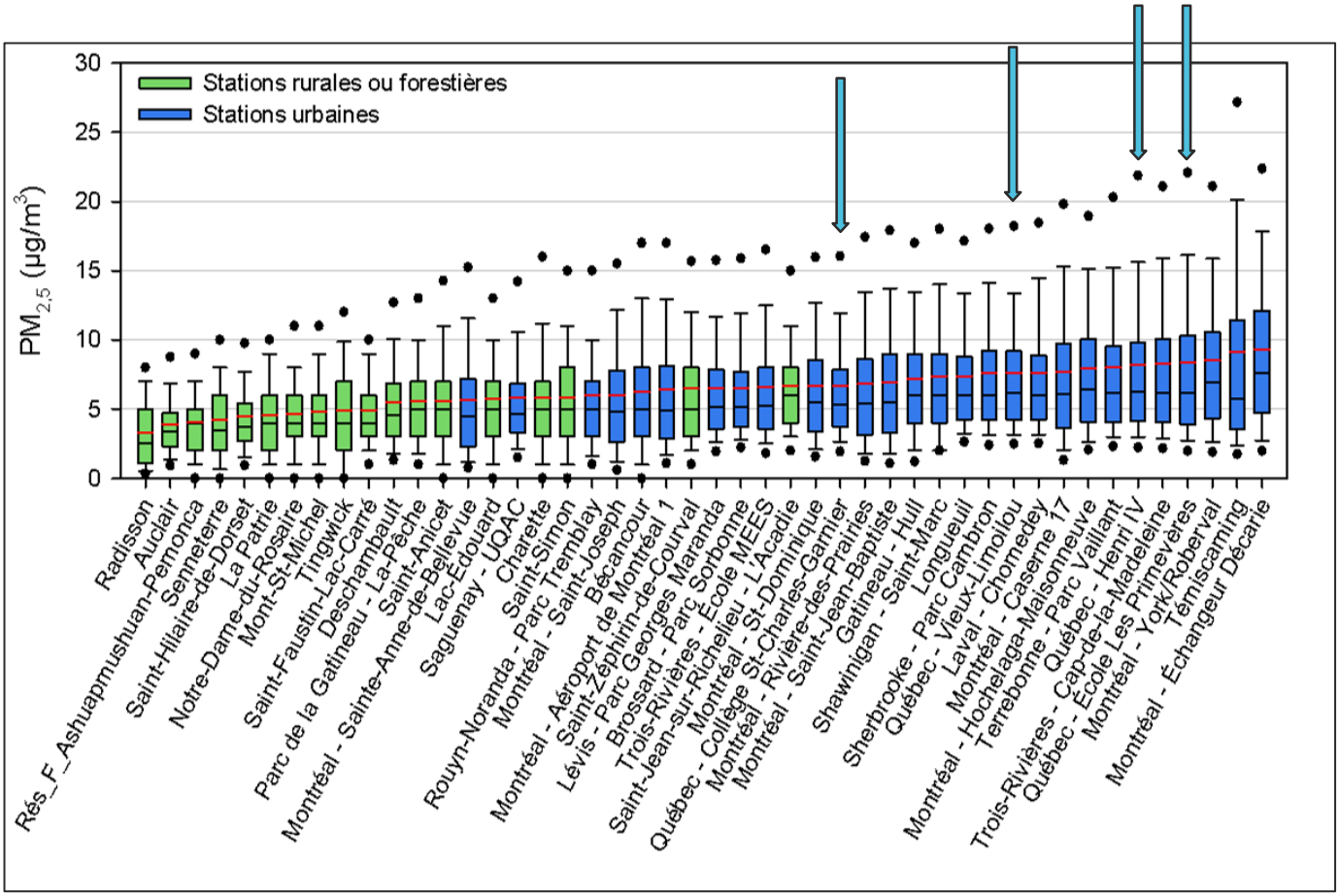



**Figure 3.3 - Moyennes annuelles des concentrations de $PM_{2.5}$ en 2019 des stations urbaines et rurales au Québec (données RSQAQ)**

La figure 3.4 révèle que les stations urbaines au Québec montrent une tendance à la baisse des concentrations depuis 2008, au rythme d'environ 0,3 µg/m$^3$/an, soit 3,4 µg/m$^3$ entre 2008 et 2020.

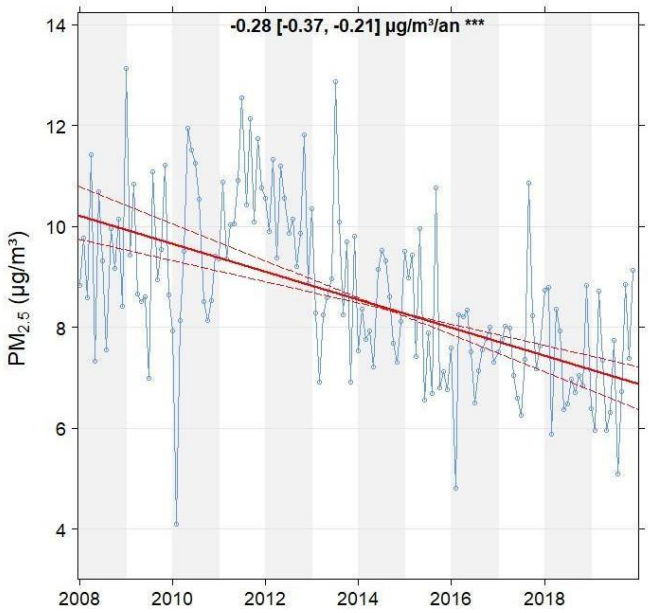



Figure 3.4 - Concentrations moyennes mensuelles de $PM_{2,5}$ des stations urbaines entre 2008 et 2019 (données RSQAQ)

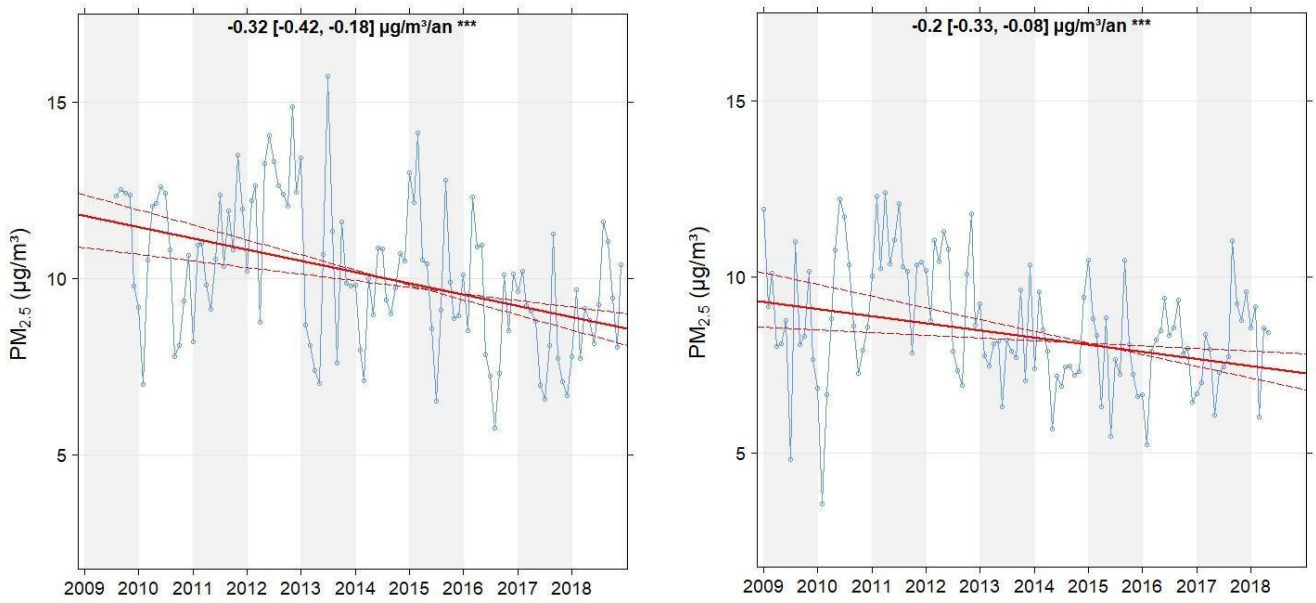



Figure 3.5 - Concentrations moyennes mensuelles de $PM_{2,5}$ des stations Québec – Vieux-Limoilou *(à gauche)* et Montréal – St-Jean-Baptiste *(à droite)* entre 2009 et 2019 (données RSQAQ)

Les deux graphiques de la figure 3.5 permettent de comparer deux stations en milieu urbain sous influence industrielle, soit Vieux-Limoilou à Québec (à gauche) et Saint-Jean-Baptiste (à droite) dans l'Est de Montréal. La tendance des concentrations de $PM_{2,5}$ entre 2009 et 2019 montre une baisse significativement plus rapide à la station Vieux-Limoilou qu'à la station Saint-Jean -Baptiste pour la même période. Pour l'année 2019, la valeur annuelle moyenne enregistrée à la station Vieux-Limoilou est de 7,7 µg/m$^3$ comparativement à 7,0 µg/m$^3$ à la station Saint-Jean-Baptiste.

Le graphique de la figure 3.6 permet de comparer l'évolution des moyennes annuelles des concentrations de $PM_{2,5}$ à la station Vieux-Limoilou avec les moyennes annuelles de tous les sites urbains au Québec de 2010 à 2020. De 2010 à 2018, la moyenne annuelle de Vieux-Limoilou est plus haute d'environ 1.5 µgm$^3$. En 2019 et 2020, cet écart a diminué à 1,0 µg/m$^3$.

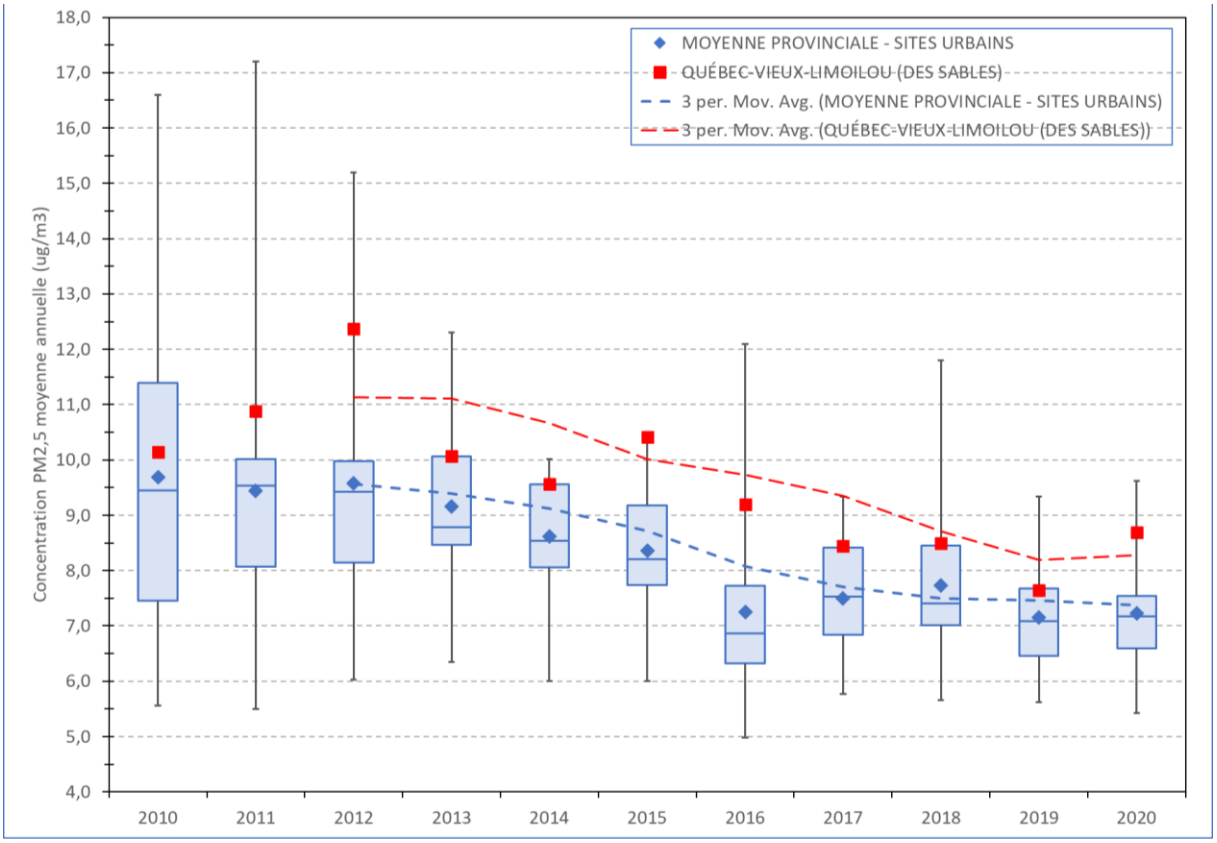



**Figure 3.6 - Comparaison des concentrations moyennes annuelles de $PM_{2,5}$ à la station Vieux-Limoilou (rouge) avec la moyenne des stations urbaines au Québec (bleu) de 2010 à 2020; les lignes hachurées sont les moyennes mobiles sur 3 ans (donnés SNPA)**

La figure 3.7 permet de comparer les moyennes annuelles de des concentrations de $PM_{2.5}$ des stations de Québec (Vieux-Limoilou; les Primevères, et Collège St-Charles-Garnier) avec celles des stations de Montréal (Rivière-des-Prairies; Hochelaga-Maisonneuve; Molson; Saint-Jean-Baptiste). Cette comparaison s'étale de 2010 à 2020. Les faits saillants suivants sont notés :

- Depuis 2017, on observe la séquence suivante des moyennes annuelles enregistrées aux stations de Québec : École Les Primevères > Vieux-Limoilou > Collège St-Charles-Garnier.
- Depuis 2017, les moyennes annuelles mesurées à la station Collège St-Charles-Garnier sont plus proches des moyennes provinciales que celles enregistrées aux stations Vieux-Limoilou et École Les Primevères (les plus élevées).
- En 2020, les moyennes annuelles mesurées aux stations de Québec sont plus élevées que celles mesurées aux stations de Montréal.
- Sauf en 2020, les moyennes annuelles mesurées à la station Vieux-Limoilou sont semblables à celles enregistrées à la station Montréal-Hochelaga-Maisonneuve pour la période 2017-2019.
- Il est probable que les moyennes annuelles enregistrées dans la ville de Québec soient affectées par le chauffage au bois résidentiel, phénomène observé notamment dans les mesures de $PM_{2,5}$ et de carbone noir et rapportées dans l'étude du MELCCFP dans leur récente évaluation des variations spatiotemporelles et de la saisonnalité des concentrations de $PM_{2,5}$ à Québec durant la période 2010-2018 (Busque, 2022).

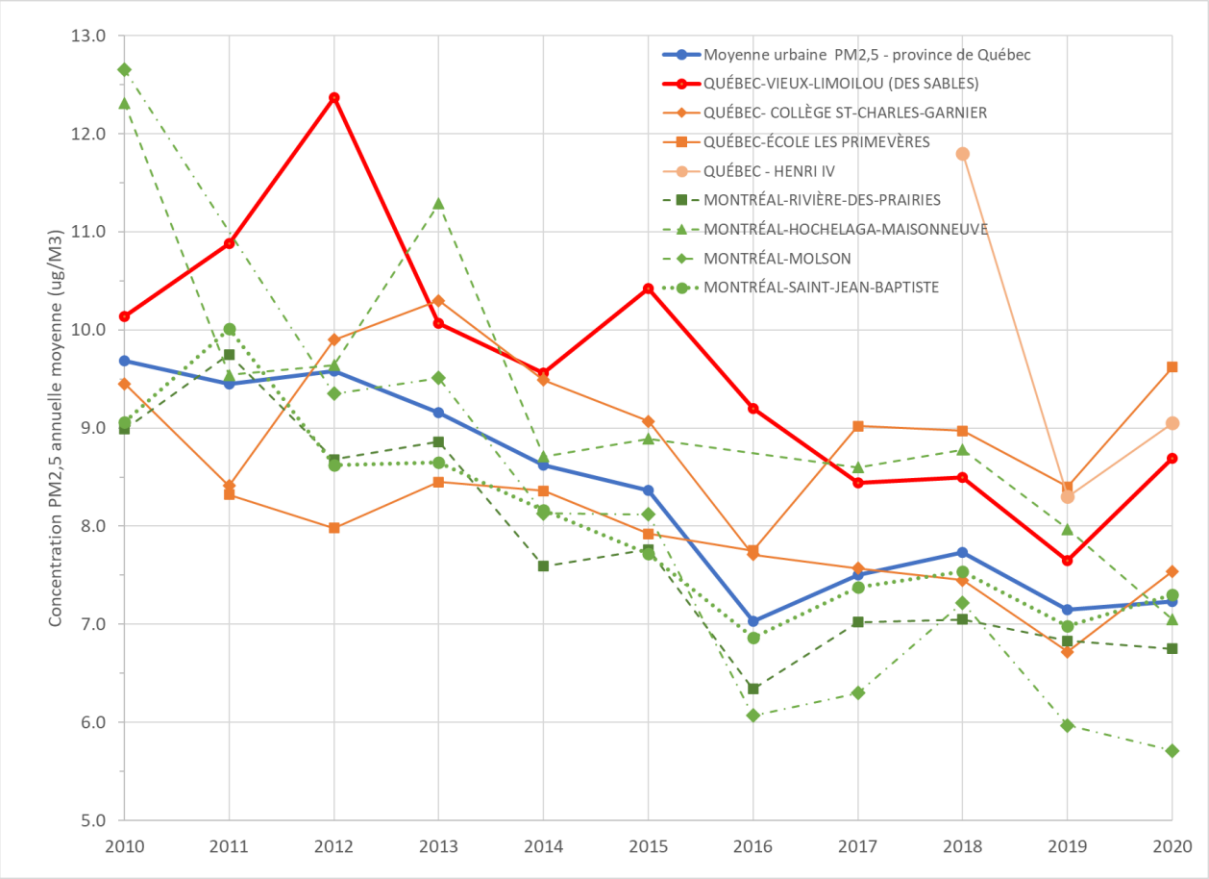



**Figure 3.7 - Comparaison des concentrations annuelles moyennes de $PM_{2,5}$ à une sélection de stations de mesure à Québec et à Montréal (données SNPA)**

Cette étude publiée en 2022 concernant l'analyse de mesures de $PM_{2,5}$ entre 2010 et 2018 donne un portrait détaillé des variations spatiotemporelles des concentrations provenant de ces trois stations de Québec. L'inclusion des données sur le niveau de fond régional (station Deschambault à l'ouest de Québec) dans l'analyse a permis de mieux apprécier l'apport des sources d'émissions locales. La station du Vieux-Limoilou est celle qui présente les variations se démarquant le plus, en raison de ses concentrations estivales plus élevées. Son emplacement, près d'un plus grand nombre de sources d'émissions, pourrait expliquer cette situation. Ce rapport mentionne aussi que cette station montre les plus grandes divergences avec les concentrations du niveau de fond régional, peu importe la saison.

Par contre, en hiver, les variations entre les stations sont moins importantes, mais elles mettent en évidence l'effet du chauffage au bois résidentiel avec d'importants pics de concentrations de carbone noir en fin de soirée (le carbone noir est une composante des $PM_{2.5}$ permettant de distinguer la combustion de carburant fossile [transport routier] de la combustion de biomasse [chauffage au bois]). La figure 3.8 tirée de ce rapport montre ce phénomène. Comparativement à la station Collège St-Charles-Garnier (SCG), c'est à la station École Les Primevères que ces écarts de concentrations horaires de carbone noir sont les plus importants. D'ailleurs, cette station est la seule à présenter une tendance à la hausse en concentrations de $PM_{2,5}$ sur la période à l'étude. Ainsi, les quartiers plus à l'est comme Limoilou seront affectés par le transport régional de ces $PM_{2,5}$ en présence de vents d'ouest-sud-ouest.

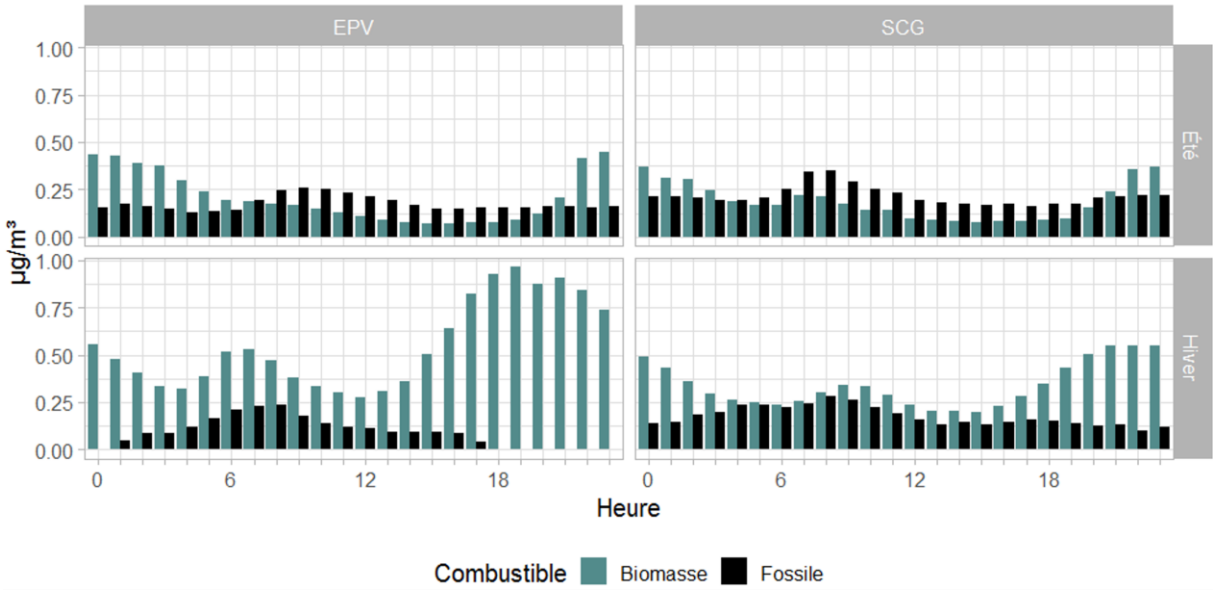



**Figure 3.8 - Concentrations moyennes horaires saisonnières de carbone noir selon leur source aux stations Écoles les Primevères (EPV) et Collège St-Charles-Garnier (SCG) pour la période de décembre 2018 à novembre 2019 (données RSQAQ)**

### 3.4.2 *Comparaison entre la Ville de Québec et d'autres villes canadiennes - Concentrations moyennes de particules fines - 2016*

Selon la figure 3.9, en 2016, parmi les régions urbaines sélectionnées, Windsor, Québec (représenté par les stations Vieux-Limoilou, Collège St-Charles Garnier et École Les Primevères) et Régina ont enregistré les concentrations moyennes annuelles les plus élevées de $PM_{2,5}$ au Canada (ECCC, 2018).

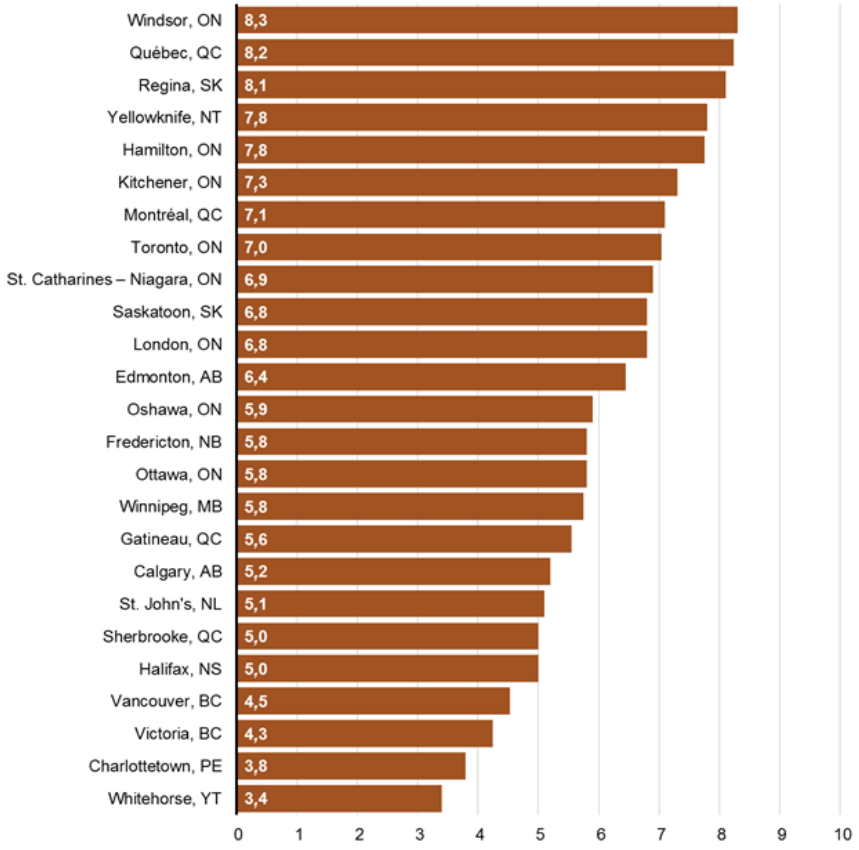



Figure 3.9 - Concentrations moyennes de $PM_{2,5}$ dans certaines régions urbaines canadiennes en 2016 (données SNPA)

### 3.4.3 *Comparaison entre la Ville de Québec et d'autres villes canadiennes - Concentrations de pointe de particules fines (98$^{e}$ rang centile) - 2016*

Selon la figure 3.10, en 2016, parmi les régions urbaines sélectionnées, Régina, Québec et Saskatoon ont enregistré les concentrations de pointe de $PM_{2,5}$ les plus élevées au Canada (ECCC, 2018).

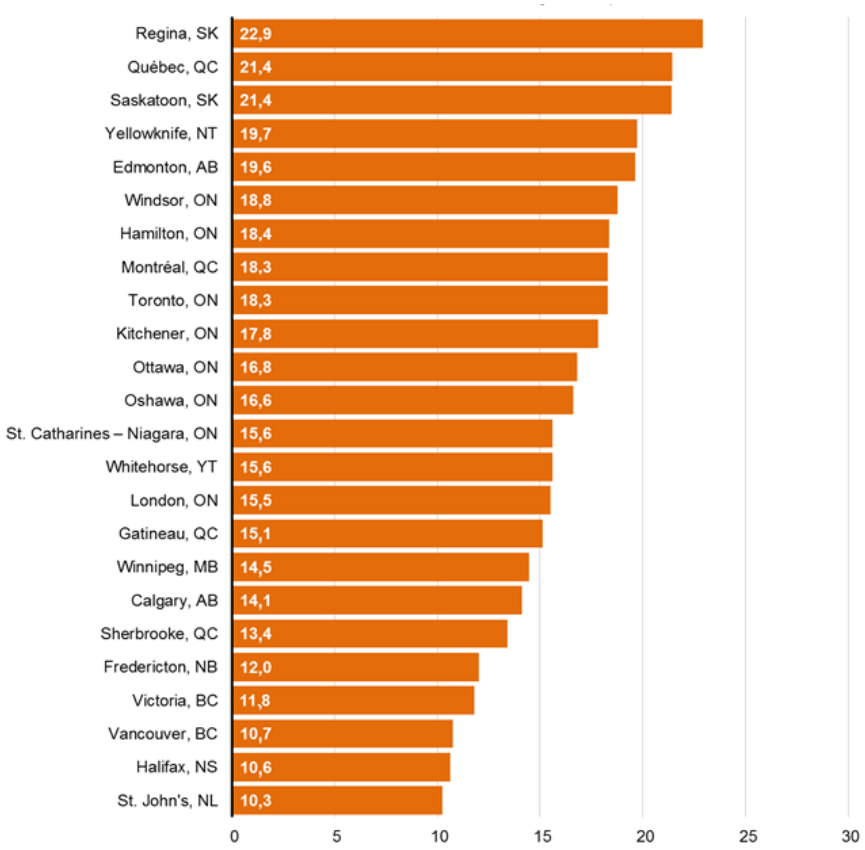



**Figure 3.10 - Concentrations de pointe de $PM_{2,5}$ dans certaines régions urbaines canadiennes en 2016 (Données SNPA)**

### *3.4.4 Smog hivernal et niveaux de $PM_{2,5}$ à Québec*

Les observations des niveaux de $PM_{2,5}$ et les constats qu'on en fait sont incomplets si nous ne considérons pas le phénomène de smog, cette brume jaunâtre causée par l'accumulation d'un mélange de contaminants atmosphériques limitant la visibilité dans l'atmosphère. Il est surtout constitué de particules fines et d'ozone, polluant qui sera présenté dans une autre section.

Le smog peut se former à toute période de l'année. Le smog estival est un mélange de polluants dominé par l'ozone ($O_3$) et les particules fines ($PM_{2,5}$), alors que le smog hivernal est composé surtout de $PM_{2,5}$. La faible concentration d'ozone présente dans le smog d'hiver est due aux conditions météorologiques. En effet, les froides températures d'hiver et le faible rayonnement ultraviolet du soleil ne favorisent pas la formation d'ozone en basse atmosphère (MELCCFP,2023f).

Des concentrations élevées de ces deux polluants peuvent résulter en une journée où la qualité de l'air est classée « mauvaise » et ultimement mener à une journée avec un épisode de smog. Voici les critères utilisés pour définir des jours de mauvaise qualité de l'air et des jours ou épisodes de smog :

- Jours de mauvaise qualité de l'air : À l'échelle régionale, un jour de mauvaise qualité de l'air est défini comme un jour où l'indice de la qualité de l'air est « mauvais » à au moins une station, et ce, pendant au moins une heure. Un indice horaire « mauvais » survient lorsque la concentration moyenne des $PM_{2,5}$ pendant trois heures est plus grande que 35 µg/m$^3$ ou lorsque la concentration moyenne d'ozone pendant une heure est plus grande que 82 parties par milliard (ppb). Cet indicateur englobe à la fois des jours de smog intense survenant à l'échelle régionale et des jours où une mauvaise qualité de l'air est observée localement pendant une courte période.

- Jours et épisodes de smog : Plus spécifique que le concept de « mauvaise qualité de l'air », celui de « jour de smog » se définit comme un jour où les émissions atmosphériques et les conditions météorologiques provoquent la formation ou l'accumulation de concentrations élevées de $PM_{2,5}$ ou d'ozone pendant plusieurs heures sur une vaste étendue. Trois critères sont utilisés pour déterminer les jours de smog :

    1. l'intensité : les concentrations des particules fines (moyenne sur trois heures) ou d'ozone (moyenne horaire) doivent être respectivement plus grandes que 35 µg/m$^3$ et 82 ppb;
    2. la durée : les concentrations élevées doivent être observées pendant au moins trois heures;
    3. l'étendue : les concentrations élevées doivent être représentatives de la région à l'étude.

Un épisode de smog se définit ici comme un groupe de jours consécutifs de smog.

Ces critères visent d'abord à informer la population lors des journées de forte détérioration de la qualité de l'air. Ils tiennent compte seulement des effets d'une exposition de courte durée à des concentrations élevées. Ainsi, une "bonne" qualité de l'air selon ces critères ne garantit pas l'absence d'effets sur la santé. En fait, la majorité des effets sur la santé surviennent lorsque la qualité de l'air est bonne, à cause de l'exposition de longue durée à des concentrations plus faibles (Environnement Canada et Santé Canada, 2012).

La figure 3.11 présente la variation mensuelle du nombre de jours de mauvaise qualité de l'air total combiné pour toutes les régions administratives au Québec de 2019 à 2021. Celui-ci est en général très bas entre avril et octobre, sauf pour l'impact des particules fines dues aux fumées de feux de forêts régionaux ou transportées sur de plus longue distance en milieux urbain et rural (MELCCFP, 2023d).

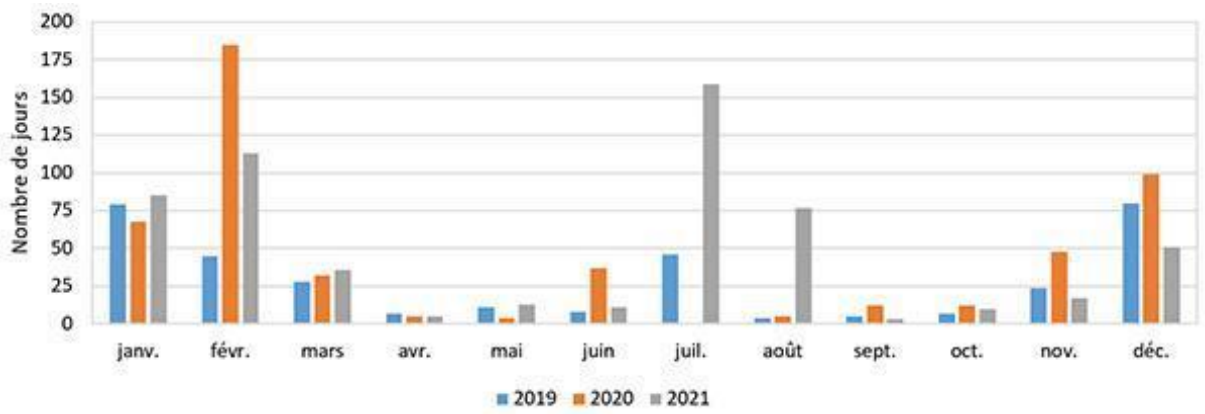



Figure 3.11 - Variation mensuelle du nombre de jours totalde mauvaise qualité de l'air au Québec de 2019 à 2021

Dès que le temps plus froid automnal apparaît en novembre, le nombre de jours de mauvaise qualité de l'air repart à la hausse pour atteindre les valeurs plus élevées en hiver, soit décembre, janvier, février et mars. Les températures hivernales plus basses auront un impact sur le nombre de jours total de mauvaise qualité de l'air.

La figure 3.12 montre la variation annuelle au Québec du nombre moyen de jours de mauvaise qualité de l'air associée aux $PM_{2,5}$ en période hivernale entre 2010 et 2021. On observe une variabilité d'environ 5 à 9 jours sur la période avec les maximas enregistrés en 2012 et 2020 (MELCCFP, 2023d).

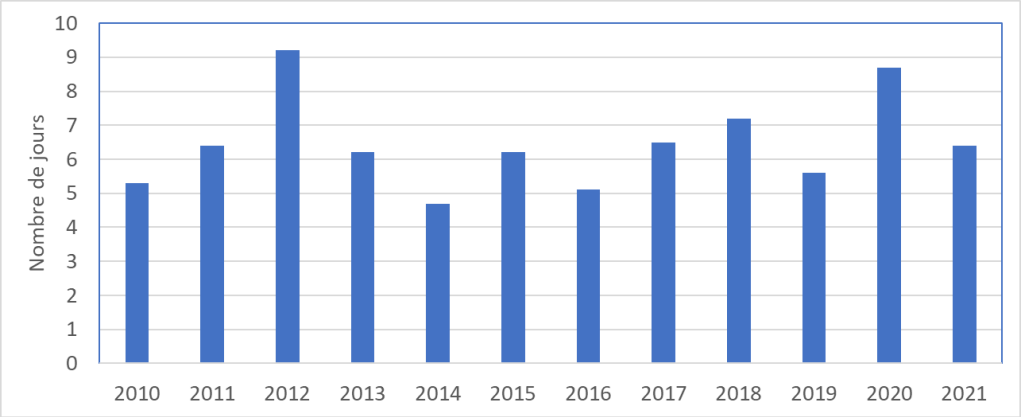



Figure 3.12 - Variation annuelle du nombre moyen de jours de mauvaise qualité de l'air au Québec associée aux $PM_{2,5}$ en hiver entre 2010 et 2021

Le tableau 3.2 liste le nombre de jours de smog dus aux particules fines et à l'ozone, par région administrative au Québec, de 2004 à 2021. Le diagramme à barres à la figure 3.13 permet la comparaison du nombre de jours de smog dus aux particules fines et à l'ozone entre 2004 et 2021, pour une sélection de régions administratives (MELCCFP, 2023e). La région de la Capitale-Nationale est comparée à celles de Montréal, Laval, Lanaudière, Centre-du-Québec, Montérégie, Mauricie et

Abitibi-Témiscamingue. Les années 2004 à 2019 sont représentées par une gradation de bleu pâle à bleu foncé; 2020 est représentée en jaune et 2021 en rouge. On observe en général pour toutes les régions une tendance décroissante pour le nombre de jours annuels de smog entre 2004 et 2019. La région de Montréal affiche la diminution la plus importante en raison de la mise en application du règlement sur les appareils de chauffage au bois en 2009 et l'interdiction de chauffage au bois lors d'avis de smog hivernal, ce qui a contribué à la baisse du nombre de jours de smog hivernal dans cette région. Par contre, la pandémie de COVID-19, les confinements subséquents et les protocoles sanitaires de 2020 et 2021 sont venus effacer une partie de ces gains avec une hausse généralisée du nombre de jours de smog. La région de la Capitale-Nationale affichait les plus hauts nombres de jours annuels de smog en 2020 et 2021, années marquées par la pandémie de COVID-19, avec 19 et 15 jours, respectivement.

La figure 3.13 montre qu'en général le nombre moyen de jours de smog était élevé en 2004 et 2005. L'entrée en vigueur aux États-Unis de nouvelles normes sur les centrales électriques au charbon imposant des réductions des polluants $SO_2$, $NO_x$ et $PM_{2,5}$ couplée à la fermeture des centrales électriques au charbon en Ontario ont mené à une réduction de la pollution transfrontalière et à une nette amélioration entre 2006 et 2015. Des améliorations technologiques supplémentaires au niveau industriel et la transition vers un parc automobile moins polluant ont mené à une diminution du nombre de jours de smog entre 2016 et 2019. Le nombre moyen annuel de jours de smog au Québec est réparti à la hausse en 2020 et 2021, années marquées par la pandémie avec confinements et règles sanitaires. Plusieurs hypothèses sont avancées pour tenter d'expliquer ces hausses incluant la possibilité d'avoir plus de chauffage en général dans nos foyers liés à une présence plus élevée à domicile plutôt qu'en milieu de travail, et ainsi possiblement plus de chauffage au bois résidentiel.

La figure 3.14 montre la répartition des jours de smog entre les périodes estivale et hivernale. La valeur de 15 jours de smog pour la ville de Québec en 2021 est répartie en 6 jours de smog estival et 9 jours de smog hivernal, la valeur la plus élevée au Québec (MELCCFP, 2023e). Ce phénomène est dû en partie au chauffage au bois. Un rapport du MELCCFP publié en 2022 sur les variations spatiotemporelles et saisonnières des concentrations de $PM_{2,5}$ à Québec entre 2010 et 2018 explique en détail ce phénomène (Busque, 2022).

**Tableau 3.2 - Nombre de jours de smog dus aux particules fines et à l'ozone, par région administrative, de 2004 à 2021**

| Région administrative | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Abitibi-Témiscamingue** | ND | ND | 2 | 7 | 0 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 8 |
| **Bas-Saint-Laurent** | ND | 4 | 2 | 3 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| **Capitale-Nationale** | 15 | 21 | 10 | 6 | 2 | 3 | 9 | 2 | 12 | 11 | 8 | 11 | 3 | 1 | 9 | 5 | **19** | **15** |
| **Centre-du-Québec** | 8 | 14 | 7 | 8 | 2 | 3 | 6 | 3 | 6 | 5 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0 | 2 | 5 | 7 |
| **Chaudière-Appalaches** | 5 | 11 | 4 | 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 |
| **Estrie** | 6 | 15 | 5 | 6 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 4 |
| **Lanaudière** | 10 | 22 | 5 | 8 | 8 | 19 | 13 | 17 | 13 | 7 | 1 | 11 | 1 | 8 | 7 | 2 | 10 | 6 |
| **Laurentides** | 9 | 15 | 1 | 5 | 1 | 1 | 4 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| **Laval** | 21 | 34 | 10 | 13 | 10 | 29 | 18 | 14 | 18 | 6 | 5 | 9 | 7 | 7 | 9 | 5 | 9 | 4 |
| **Mauricie** | 11 | 19 | 4 | 5 | 3 | 12 | 6 | 5 | 7 | 7 | 0 | 5 | 6 | 5 | 2 | 6 | 9 | 4 |
| **Montérégie** | 16 | 28 | 7 | 7 | 5 | 11 | 8 | 8 | 14 | 7 | 7 | 7 | 1 | 3 | 3 | 0 | 6 | 6 |
| **Montréal** | 24 | 34 | 11 | 15 | 30 | 35 | 26 | 21 | 19 | 13 | 9 | 5 | 8 | 7 | 6 | 4 | **10** | **7** |
| **Outaouais** | 9 | 19 | 5 | 6 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| **Saguenay–Lac-Saint-Jean** | 4 | 8 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |

ND = non disponible

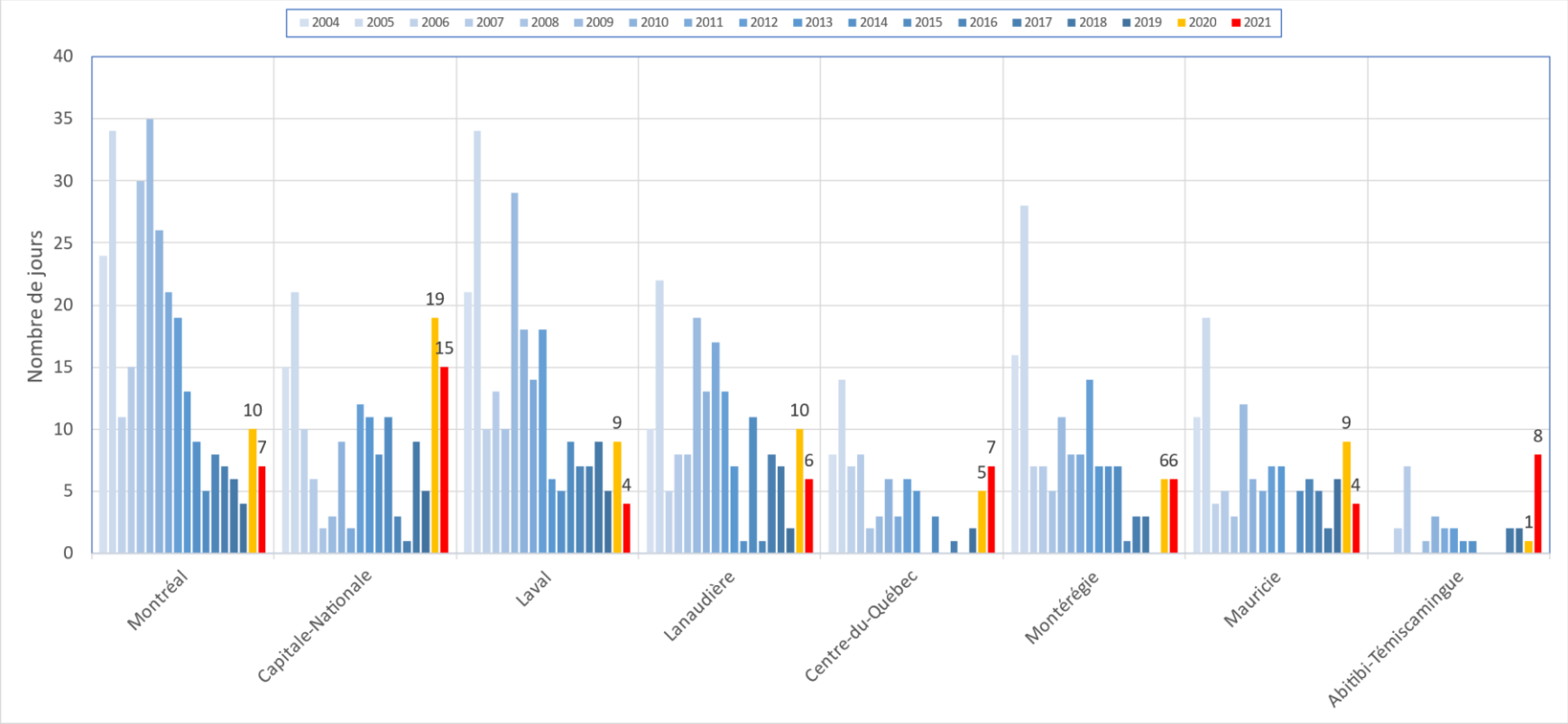



**Figure 3.13 - Nombre de jours de smog en périodes estivale et hivernale pour certaines régions administratives de 2004 à 2021**

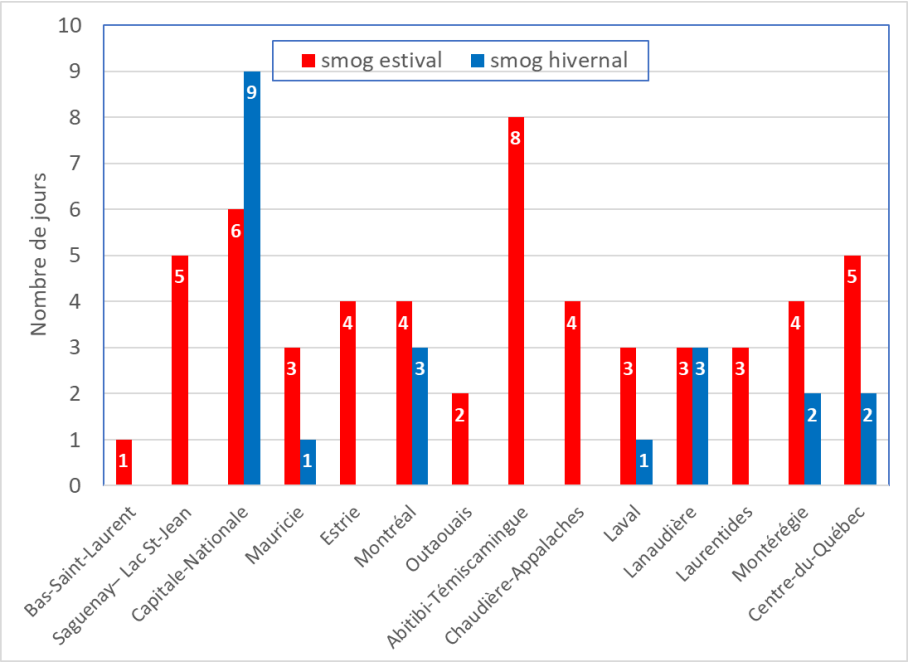



**Figure 3.14 - Nombre de jours de smog par période dans les régions au Québec en 2021**

La figure 3.15 tirée du rapport du MELCCFP sur les variations moyennes des concentrations de $PM_{2,5}$ saisonnières et horaires (entre 2010 à 2018) aux stations Vieux-Limoilou (VLI), Collège St-Charles-Garnier (SCG) et École les Primevères (EPV) de la région de Québec, comparées à la station témoin (en milieu rural) de Deschambault (DEC) offre une explication de ce phénomène (Busque, 2022). C'est en hiver que la variation des concentrations horaires des $PM_{2,5}$ est la plus élevée, avec des valeurs de 98$^{e}$ rangs centiles atteignant en début de nuit des maxima de 45, 56 et 42 µg/m³ aux stations VLI, EPV et SCG, respectivement. À l'extérieur de la ville, la station DEC atteint son 98$^{e}$ centile maximal en fin d'avant-midi, avec une valeur de 27 µg/m³. Les concentrations en $PM_{2,5}$ à la station urbaine EPV en début de nuit est presque le double par rapport au minimum observé plus tôt dans la journée. Comme cette période correspond à un moment où la grande majorité de la population est à la maison, il est raisonnable de croire que le chauffage au bois soit le principal responsable de cette augmentation, tel que démontré par les analyses d'Healy et al., (Healy et al., 2017) sur le carbone noir (voir figure 3.8).

La figure 3.15 révèle aussi un deuxième pic quotidien plus faible observé en avant-midi aux stations VLI, EPV et SCG avec des valeurs de 98$^{e}$ rang centile de 38, 42 et 34 µg/m³, respectivement. Ce pic correspond au moment où la population reprend ses activités quotidiennes. À la station EPV où la valeur est la plus élevée, l'hypothèse du chauffage au bois demeure la plus plausible pour expliquer cette hausse, car le moment de la journée où survient cette hausse ne correspond pas à une influence directe du transport routier compte tenu de l'environnement de la station (Busque, 2022).

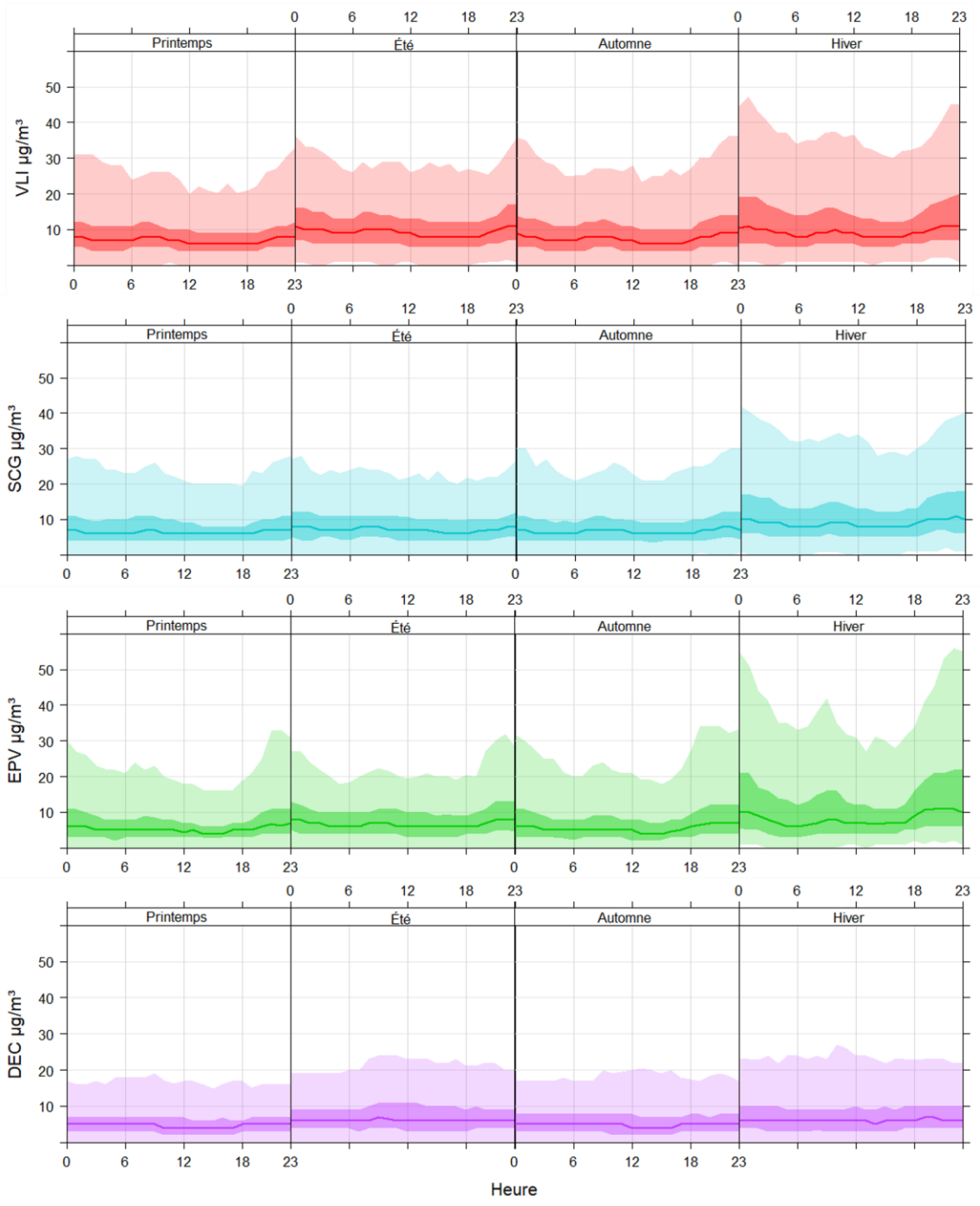



**Figure 3.15 - Concentrations médianes saisonnières des $PM_{2,5}$ en fonction de l'heure aux stations Vieux-Limoilou (VLI), Collège St-Charles-Garnier (SCG), École les Primevères (EPV) et Deschambault (DEC) entre 2010 et 2018. Le trait représente la médiane et les aires de couleurs foncées à pâles représentent, respectivement, les 25/75$^{e}$ et 2/98$^{e}$ rangs centiles (Busque, 2022).**

### *3.4.5 Smog estival à Québec*

On rappelle ici que le smog estival est un mélange de polluants dominé par l'ozone ($O_3$) et les particules fines ($PM_{2,5}$) (MELCCFP, 2023f). En zone urbaine, le trafic routier contribue aux niveaux d'ozone et de composés organiques volatils (COV). Les oxydes d'azote ($NO_x$) affectent les concentrations d'ozone et les COV contribuent à la formation d'ozone surtout en périodes d'ensoleillement et de températures élevées.

De plus, on doit considérer la présence d'un nombre de chantiers de construction nettement plus important en été. Bien que des mesures anti-poussières soient implantées pour un bon nombre d'entre eux, cette activité est une source importante d'émission de PST tel que mentionné au chapitre 2, section 2.2.5. Ces poussières peuvent aussi contribuer au phénomène de halo de brume observé en été. Ces travaux de construction sont exécutés en saisons tempérées et abondent tant à l'échelle provinciale que municipale. Des budgets importants leur sont accordés par les diverses municipalités de Québec, incluant la Ville de Québec. Les grands donneurs d'ouvrage peuvent faire leur part en exigeant des mesures d'atténuation comme des abat-poussières plus efficaces et l'usage d'une motorisation hybride ou électrique sur les chantiers.

La figure 3.16 montre la variation annuelle du nombre moyen de jours de mauvaise qualité de l'air partout au Québec (MELCCFP, 2023d). Les normes anti-pollution imposées aux États-Unis et la fermeture des centrales électriques au charbon en Ontario ont entrainé une réduction du nombre de jours de smog estivaux. Depuis 2014 et sauf en 2021, on observe de 1 à 2 journées de mauvaise qualité de l'air par année.

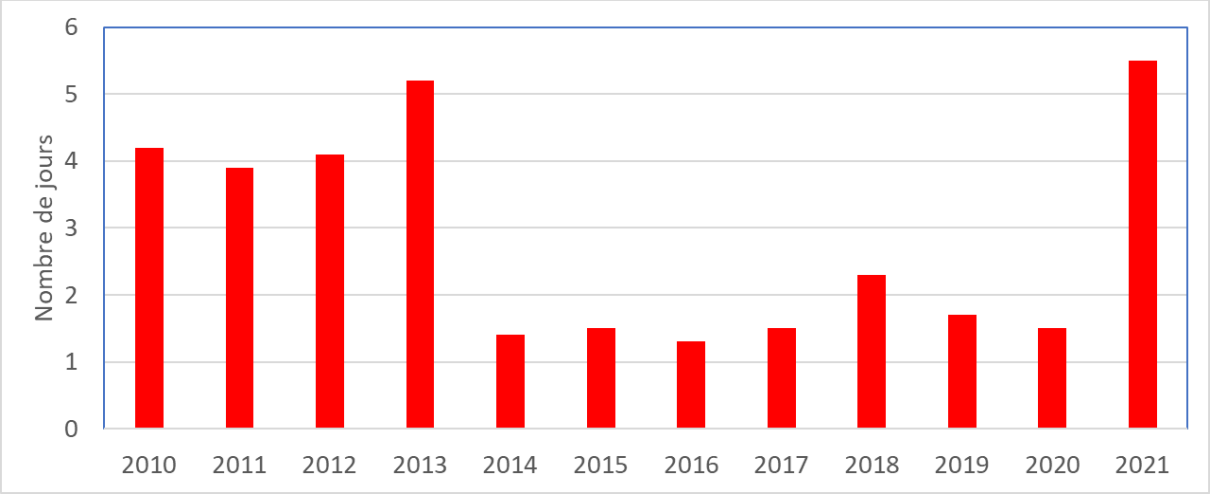



**Figure 3.16 - Variation annuelle du nombre moyen de jours de mauvaise qualité de l'air au Québec associée à l'ozone et aux $PM_{2,5}$ en été entre 2010 et 2021**

D'après la figure 3.14, le nombre des épisodes de smog estival dans la région de la Capitale-Nationale a été le deuxième plus élevé au Québec en 2021. Les concentrations médianes de

$PM_{2.5}$ sont plus élevées à la station Vieux-Limoilou qu'aux autres stations de mesure dans la Ville de Québec (École des Primevères et Saint-Charles-Garnier) tel que présenté à la figure 3.15. Plusieurs hypothèses pourraient être avancées pour tenter d'expliquer ce phénomène. Le caractère industriel du secteur Limoilou pourrait être une explication. Ainsi la présence d'autoroutes et les activités ferroviaires et de camionnage liées aux industries de ce secteur pourraient expliquer en partie les concentrations plus élevées observées l'été. On peut considérer aussi les activités maritimes reliées aux navires de croisière bien qu'elles surviennent sur une courte période à la fin de l'été et au début de l'automne.

L'évaluation de la qualité de l'air est basée sur les normes du Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (RAA) du Québec présenté au chapitre 2. Des valeurs cibles provenant du SGQA et les lignes directrices de l'OMS accompagnent celles-ci. Il est à noter que le RAA n'a pas de norme pour les $PM_{2.5}$ annuelles et que la dernière moyenne triennale des moyennes annuelles des $PM_{2.5}$ enregistrées en 2017, 2018 et 2019 à la station Vieux-Limoilou (valeur métrique utilisée par le SGQA) est plus basse que la cible de 10 $\mu g/m^3$ suggérée par le SGQA (MELCCFP, 2022). Quant à la moyenne triennale des valeurs du 98$^{e}$ rang centile utilisée par le SGQA, la dernière moyenne triennale des moyennes annuelles des $PM_{2.5}$ enregistrées en 2017, 2018 et 2019 à la station Vieux-Limoilou est plus basse que la cible de 28 $\mu g/m^3$ du SGQA. Ces cibles du SGQA seront toutefois rajustées à la baisse dans un avenir rapproché.

## 3.5 Particules respirables ($PM_{10}$)

Les particules respirables ($PM_{10}$) ont un diamètre de 10 micromètres (0,01 mm) et moins. Elles incluent les particules fines, discutées précédemment et les particules dont le diamètre varie entre 2,5 et 10 micromètres. Elles proviennent généralement de la poussière de routes non pavées, de la fumée des incendies, des sels de déglaçage, des échappements de voitures et de camions et des industries.

Les particules de 2,5 µm et plus se déposent principalement dans les voies respiratoires supérieures et se rendent peu dans les poumons (DSPublique, 2019). Elles pourraient entraîner des effets irritants ou allergiques. Lorsque des données sur les particules fines sont disponibles, l'OMS recommande de les privilégier pour apprécier la qualité de l'air (OMS, 2021). Les particules respirables sont mesurées par échantillonnage ponctuel à certaines stations du RSQAQ et à quatre stations sur l'île de Montréal.

La figure 3.17 montre les moyennes annuelles des concentrations de $PM_{10}$ (avec diagrammes en boîtes à moustaches des distributions des $PM_{10}$) aux stations urbaines au Québec en 2019 (voir présentation P7, annexe 5). La station Vieux-Limoilou a la 2$^{e}$ moyenne plus élevée des stations urbaines en 2019 après Montréal-Anjou.

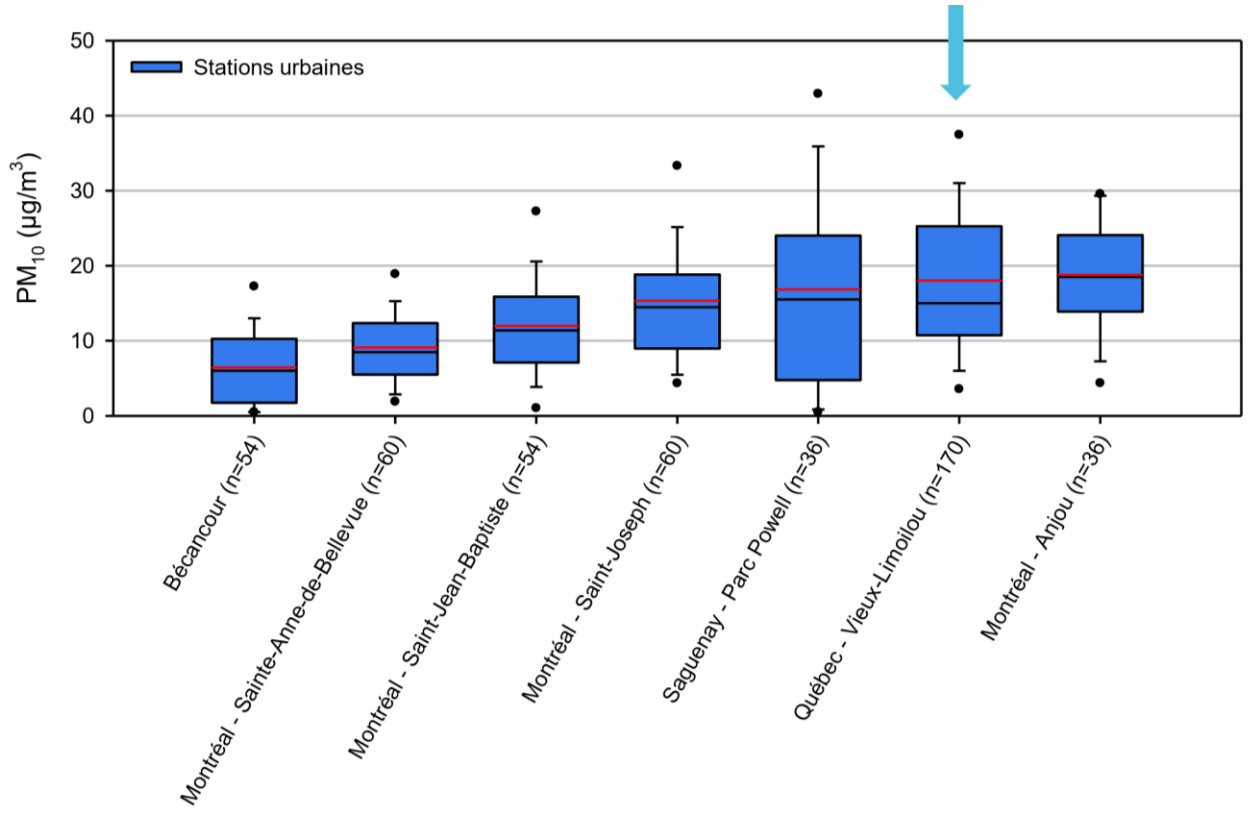



**Figure 3.17 - Moyennes annuelles des concentrations de particules respirables ($PM_{10}$) (avec diagrammes en boîtes à moustaches des distributions des concentrations de $PM_{10}$) aux stations urbaines au Québec en 2019**

Les concentrations moyennes mensuelles aux stations de mesure en milieu urbain au Québec (figure 3.18) montrent une tendance légèrement à la baisse depuis 2000, au rythme d'environ 0,1 µg/m$^3$/an, soit 2 µg/m$^3$ entre 2000 et 2020.

Les deux graphiques de la figure 3.19 permettent de comparer deux stations en milieu urbain sous influence industrielle, soit la station Vieux-Limoilou (à gauche) et la station St-Jean-Baptiste à Montréal (à droite). Les concentrations des $PM_{10}$ entre 2000 et 2020 montrent une baisse significativement plus faible à la station Vieux-Limoilou (~0,2 µg/m$^3$/an) qu'à la station St-Jean-Baptiste (~0,6 µg/m$^3$/an) pour la même période. La valeur moyenne des concentrations de $PM_{10}$ à la station du Vieux-Limoilou pour 2020 est d'environ 19 µg/m$^3$. Celle observée à la station Montréal-St-Jean-Baptiste est plus basse, soit environ 12 µg/m$^3$.

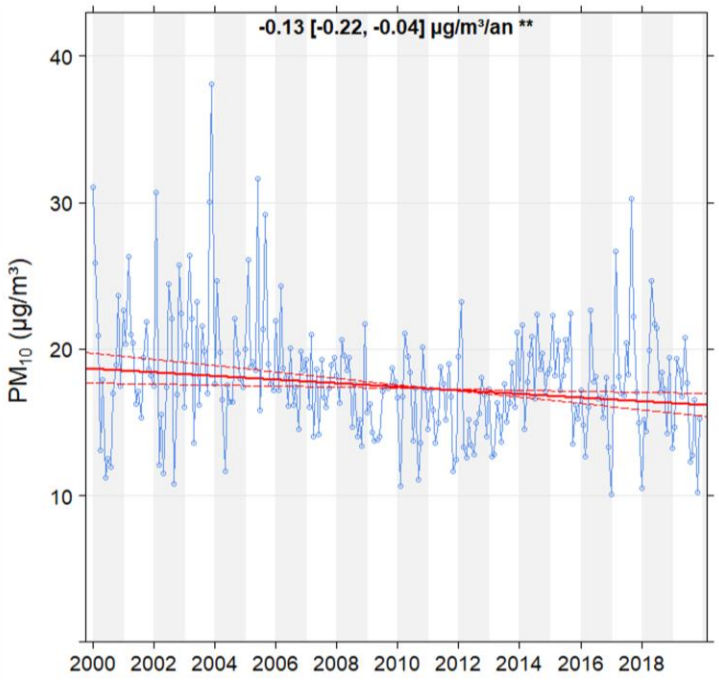



**Figure 3.18 - Variation des concentrations moyennes mensuelles des $PM_{10}$ aux stations urbaines au Québec de 2000 à 2020**

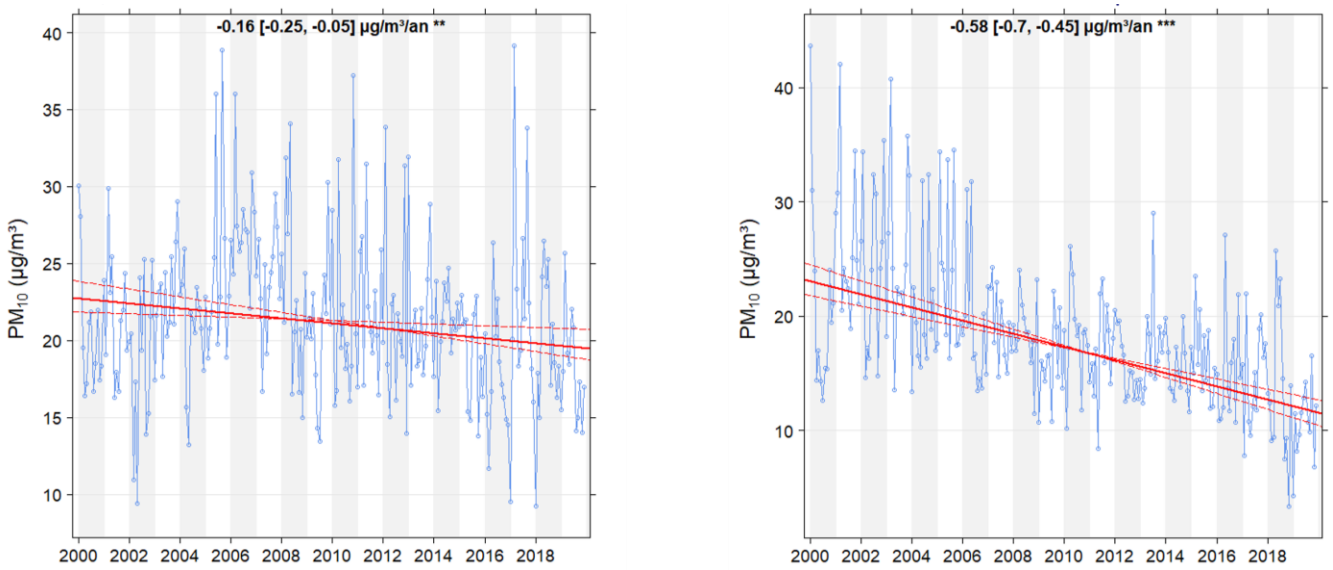



**Figure 3.19 - Variation des concentrations moyennes mensuelles de $PM_{10}$ à la station Vieux-Limoilou (à gauche) comparée à la station Saint-Jean-Baptiste à Montréal (à droite) entre 2000 et 2020**

Il est à noter que le RAA n'a pas de norme pour les concentrations de $PM_{10}$ journalières et annuelles et que la plupart des moyennes annuelles de concentrations de $PM_{10}$ enregistrées à

des stations urbaines au Québec sont plus élevées que la ligne directrice annuelle de l'OMS (15 µg/m$^3$) (OMS, 2021).

## 3.6 Particules en suspension totales (PST)

Les PST sont des aérosols solides ou liquides ayant un diamètre aérodynamique inférieur à environ 150 µm. Les PST d'origine anthropique sont principalement émises par les activités industrielles (57 %), le chauffage au bois (29 %) et le transport (12 %) (MELCCFP, 2023a, 2011). Les PST d'origine naturelle sont des pollens, de la matière organique et de la suie provenant de feux de forêt. Les PST peuvent aussi provenir de l'érosion éolienne du sol ou de la remise en suspension de poussières. Les impacts des PST sur la santé dépendent de leur concentration dans l'air, de leur composition chimique, de leur teneur en métaux et autres composés toxiques ainsi que de leur granulométrie. Les particules les plus fines sont plus préoccupantes pour la santé que les plus grossières, car elles pénètrent plus profondément dans les poumons et peuvent entrer dans la circulation sanguine. Les particules les plus grossières occasionnent surtout des problèmes de nuisance par leur dépôt sur des surfaces comme les fenêtres, les voitures, etc.

Contrairement aux $PM_{2,5}$ et aux contaminants gazeux mesurés en continu, les PST sont mesurées de façon ponctuelle, soit échantillonnées pendant 24 heures à tous les six (6) jours. Le nombre d'échantillons valides est inscrit entre parenthèses à la suite du nom de chacune des stations aux figures 3.20 et 3.21. Les concentrations de PST aux stations rurales et forestières sont plus faibles et généralement plus constantes que celles mesurées aux stations urbaines.

Les figures 3.20 et 3.21 montrent les moyennes annuelles des concentrations de particules en suspension totales (PST) (avec diagrammes en boîtes à moustaches des distributions des concentrations de PST) en 2019 et 2020 des stations urbaines et rurales au Québec (présentation P7, annexe 5). La moyenne à la station Vieux-Limoilou, indiquée par une flèche, est la 5$^e$ plus élevée de celles des stations urbaines en 2019 et la 4$^e$ plus élevée en 2020. La station Henri-IV nouvellement ajoutée à Québec dont la moyenne est la plus élevée en 2020 est un site de mesure sous forte influence du trafic autoroutier.

Selon la figure 3.22, les concentrations de PST moyennes mensuelles aux stations de mesure en milieu urbain au Québec montrent une tendance à la baisse depuis 2000, au rythme d'environ 1,2 µg/m$^3$/an, soit 24 µg/m$^3$ entre 2000 et 2020.

Les deux graphiques à la figure 3.23 permettent de comparer deux stations en milieu urbain, la station Vieux-Limoilou (à gauche) et la station Résidence Louis-Denoncourt à Trois-Rivières (à droite). La tendance entre 2000 et 2020 montre une baisse significativement plus faible à la

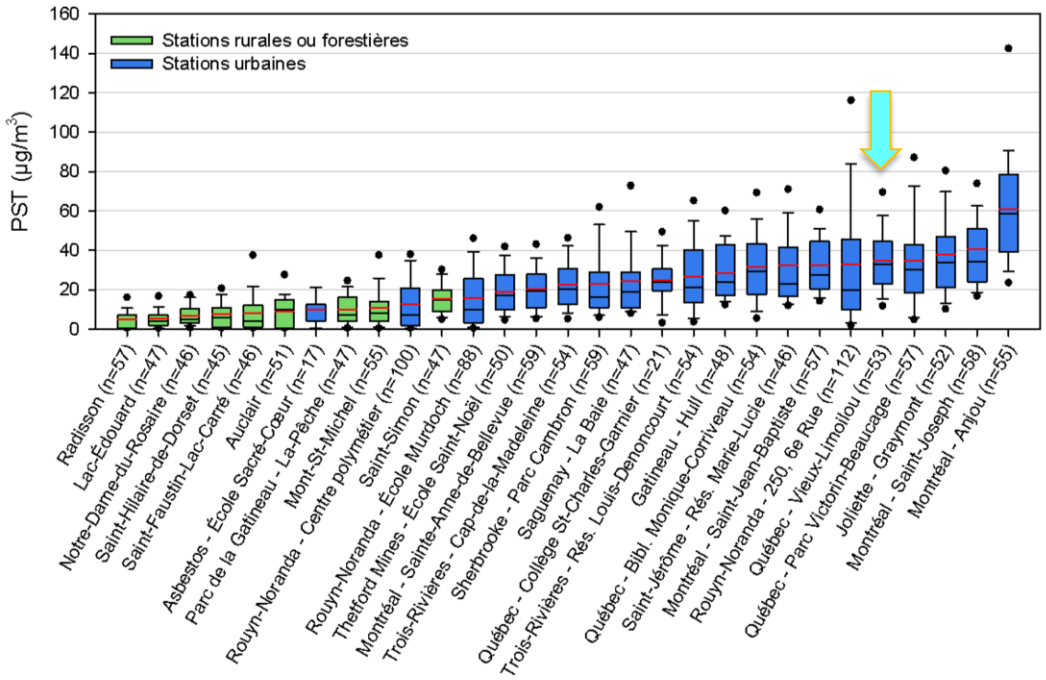



**Figure 3.20 - Moyennes annuelles des concentrations de particules en suspension totales mesurées aux stations du Québec en 2019**

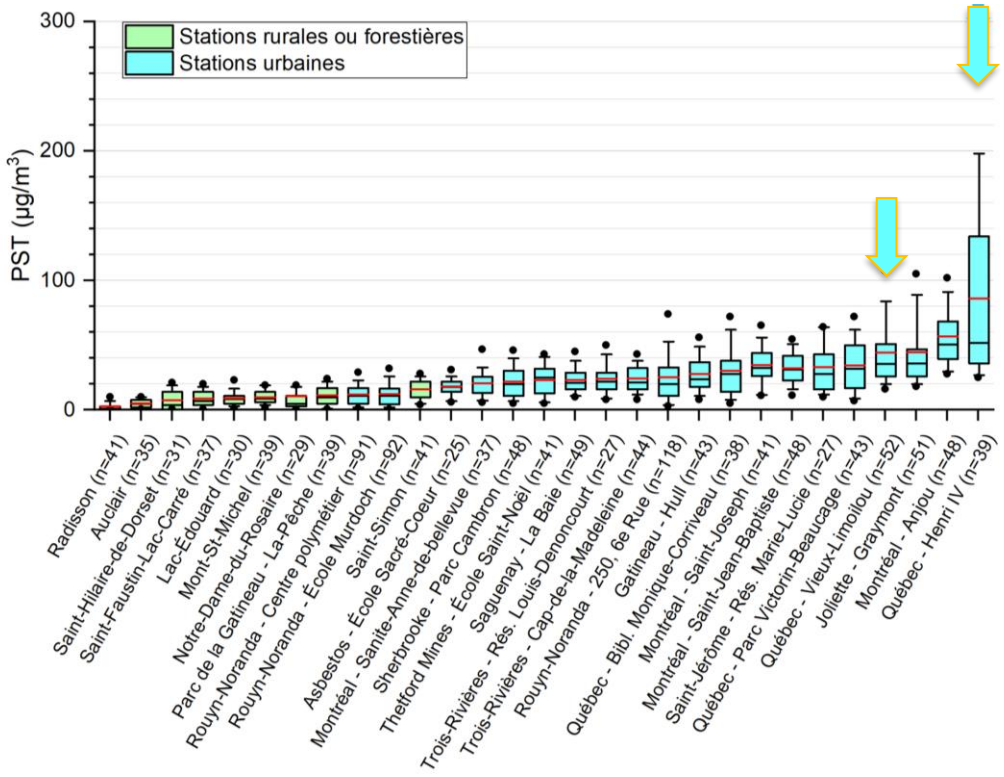



**Figure 3.21 - Moyennes annuelles des concentrations de particules en suspension totales mesurées aux stations du Québec en 2020**

station Vieux-Limoilou (~0,6 µg/m$^3$/an) qu'à la station Résidence Louis-Denoncourt (~0,8 µg/m$^3$/an) pour la même période. La valeur moyenne des concentrations des PST à la station Vieux-Limoilou pour 2020 est d'environ 40 µg/m$^3$. Aucun dépassement de norme n'a été observé aux stations mesurant les PST en 2019.

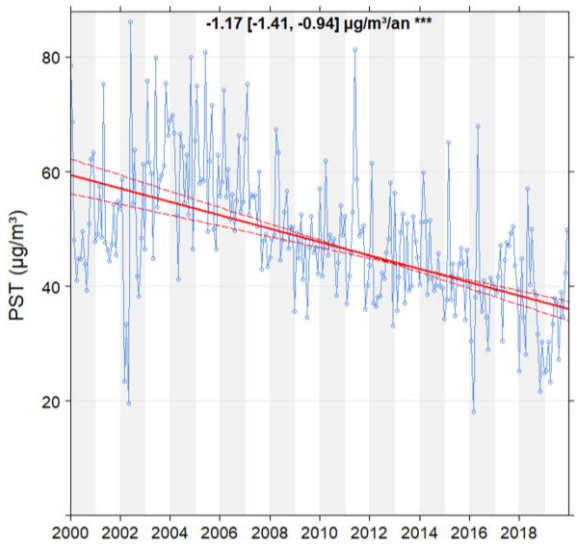



**Figure 3.22 - Variation des concentrations moyennes mensuelles des PST mesurées aux stations urbaines au Québec de 2000 à 2020**

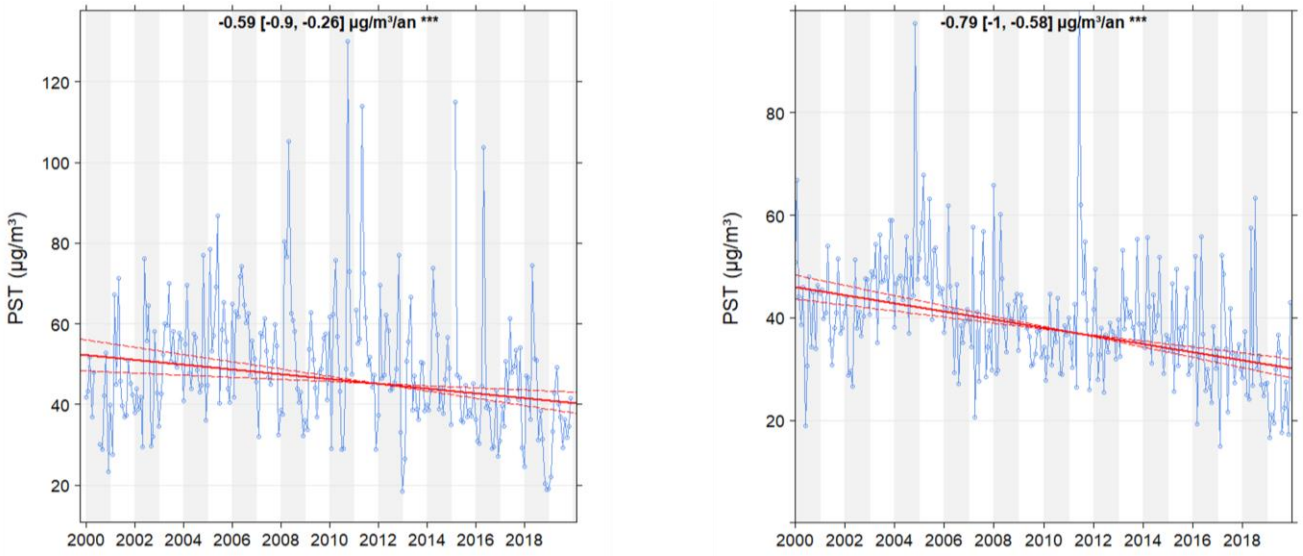



**Figure 3.23 - Variation des concentrations moyennes mensuelles à la station Vieux-Limoilou (à gauche) comparée à la station Résidence Louis-Denoncourt à Trois-Rivières (à droite) de 2000 à 2020**

## 3.7 Dioxyde d'azote

La figure 3.24 montre les moyennes annuelles (avec diagrammes en boîtes à moustaches montrant la distribution des données de dioxyde d'azote [$NO_2$] pour l'année 2019) aux stations urbaines et rurales au Québec (voir présentation P7, annexe 5). Les flèches montrent les quatre stations de la Ville de Québec. La concentration moyenne à Vieux-Limoilou est aussi élevée qu'à la station de l'autoroute Henri-IV, une station pourtant située à quelques mètres de l'emprise de l'autoroute. Ceci montre bien entre autres l'influence du trafic en général à ces deux sites. La station Vieux-Limoilou est à proximité de plusieurs axes routiers d'importance (autoroute Dufferin-Montmorency et boulevard Henri-Bourassa). La station Vieux-Limoilou est aussi sous influence d'activités industrielles, portuaires et ferroviaires. Les valeurs des concentrations de dioxyde d'azote sont plus élevées que celles enregistrées aux stations Collège St-Charles-Garnier et École Les Primevères.

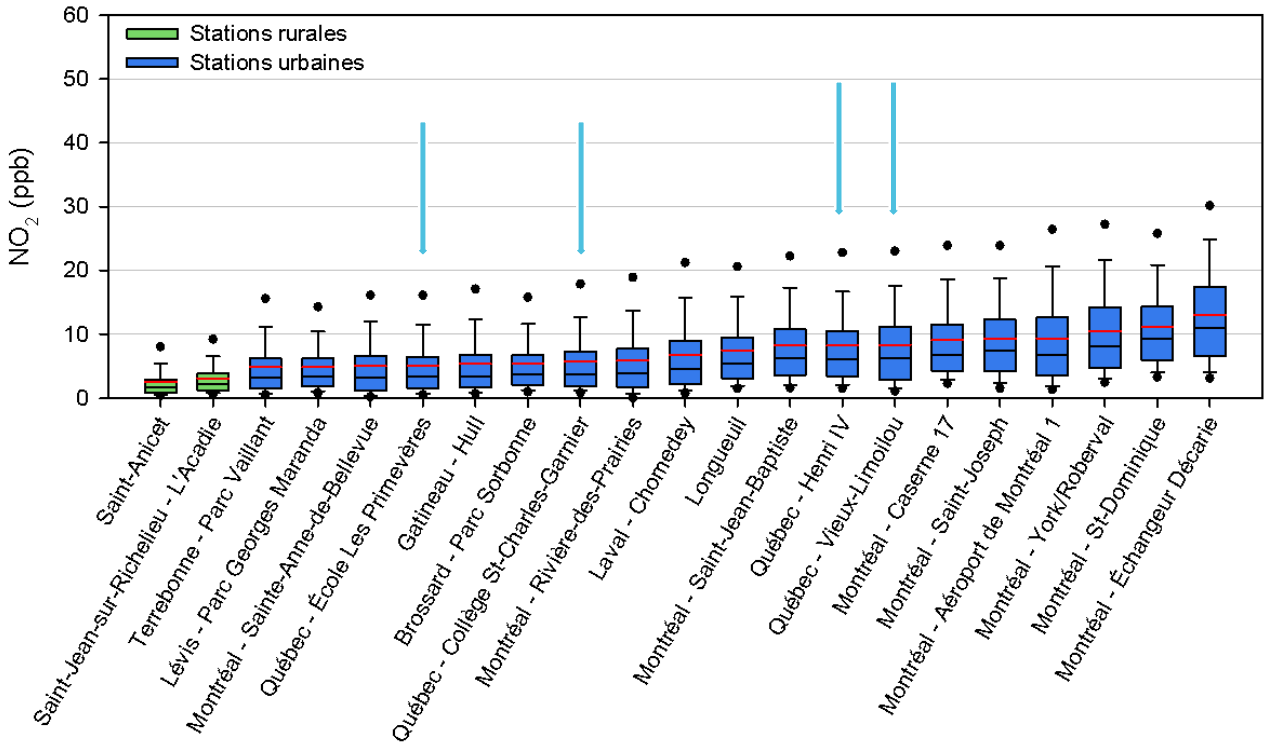



**Figure 3.24 - Moyennes annuelles des concentrations de dioxyde d'azote (avec diagrammes en boîtes à moustaches des distributions de données) aux stations urbaines au Québec en 2019**

Les stations de mesure en milieu urbain au Québec (figure 3.25) montrent une tendance à la baisse depuis 2000, au rythme d'environ 0,5 ppb/an, soit 10 ppb entre 2000 et 2020.

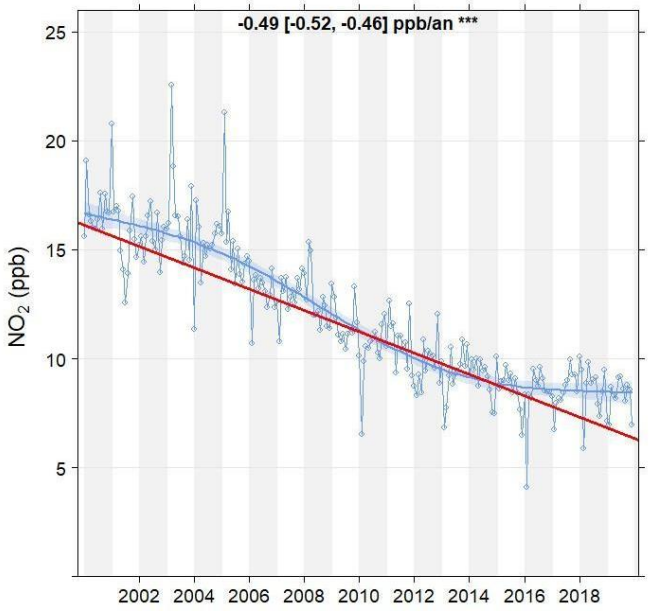



**Figure 3.25 - Variation des concentrations moyennes mensuelles de dioxyde d'azote aux stations urbaines au Québec de 2000 à 2020**

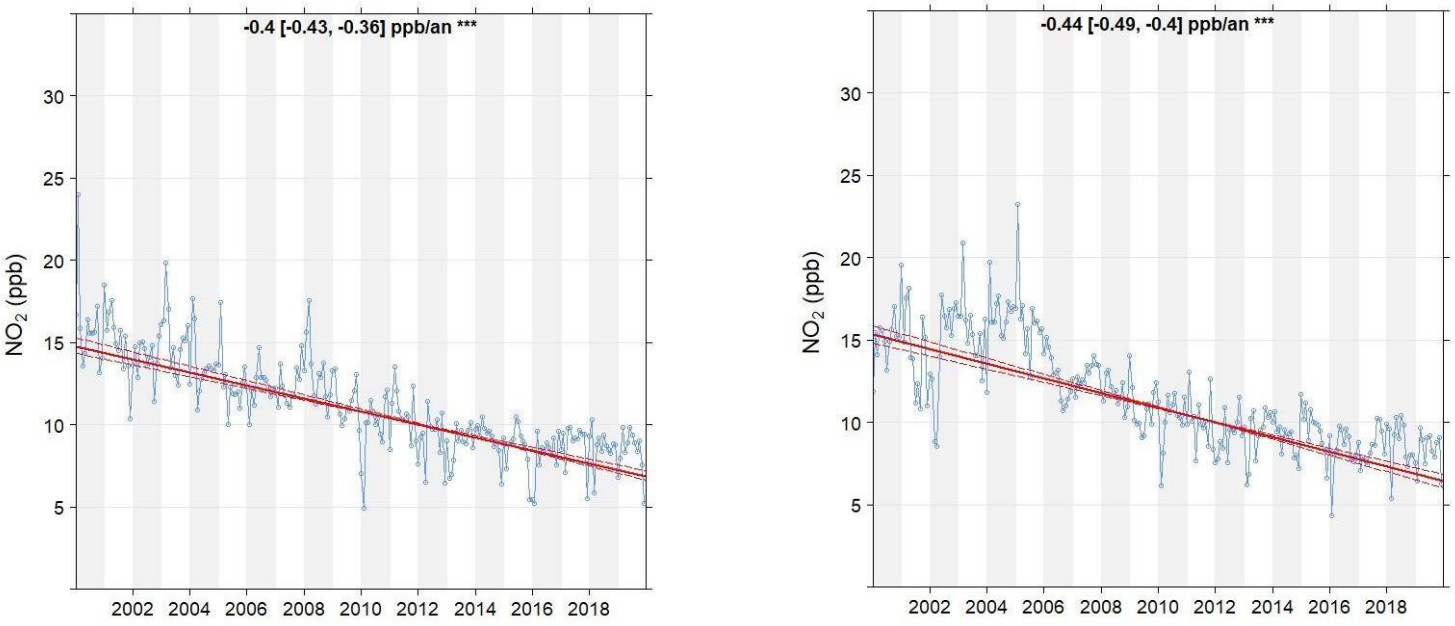



**Figure 3.26 - Variation des concentrations moyennes mensuelles de $NO_2$ à la station Vieux-Limoilou (à gauche) comparée à la station Saint-Jean-Baptiste (à droite) entre 2000 et 2020**

Les deux graphiques à la figure 3.26 permettent de comparer deux stations en milieu urbain sous influence industrielle, soit la station Vieux-Limoilou et la station St-Jean-Baptiste à Montréal. La tendance entre 2000 et 2020 est sensiblement la même aux deux stations de mesure pour la même période. La valeur des concentrations moyennes mensuelles du dioxyde d'azote à ces deux stations en 2020 est d'environ 7 ppb.

### *3.7.1 Concentrations moyennes de $NO_2$ – Comparaison entre régions urbaines au Canada*

Selon la figure 3.27, en 2016, parmi les régions urbaines sélectionnées, les concentrations de $NO_2$ étaient les plus élevées à Calgary, Toronto, Windsor, Vancouver et Hamilton, et les plus faibles à Charlottetown, Yellowknife et Fredericton. Québec se classe au 14$^{e}$ rang derrière Montréal et devant Gatineau (ECCC, 2018).

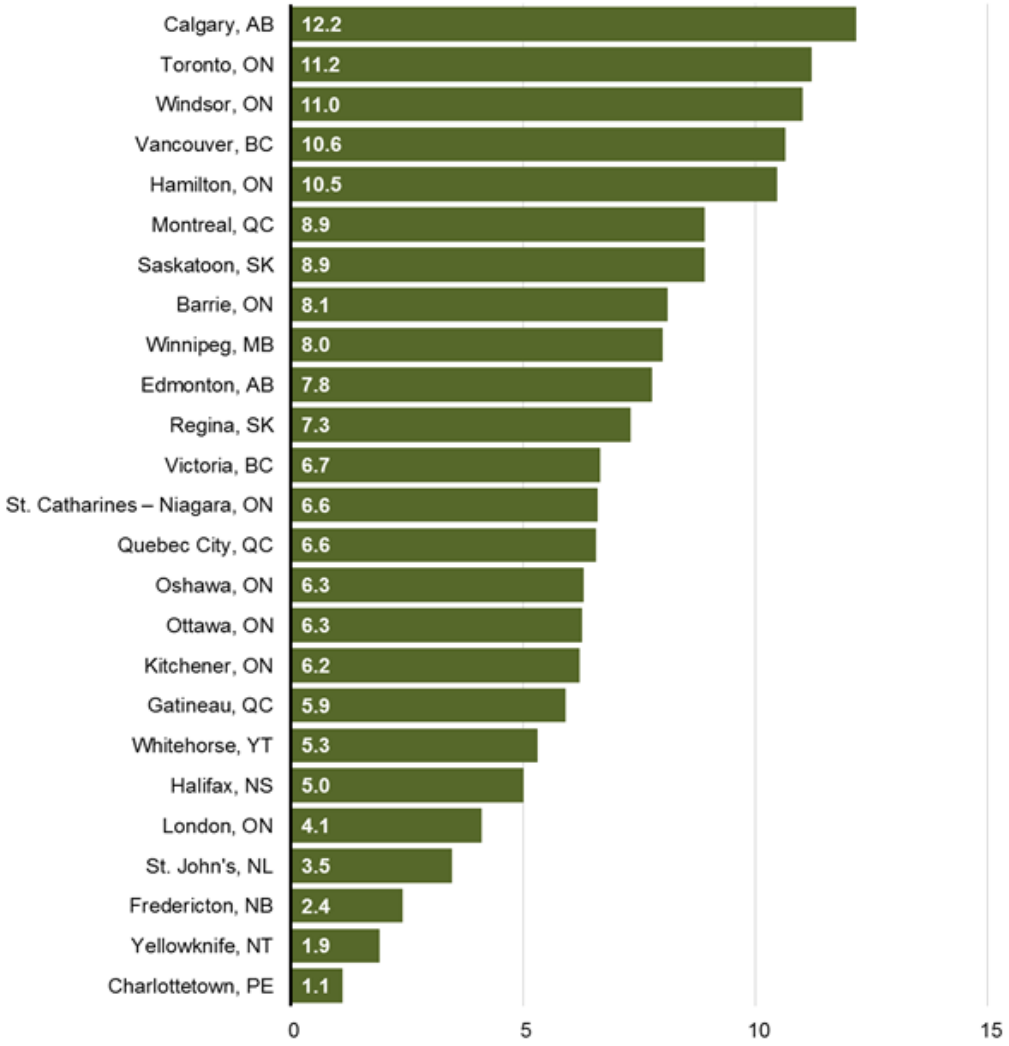



**Figure 3.27 - Concentrations moyennes de $NO_2$ (ppb) en régions urbaines canadiennes en 2016**

### *3.7.2 Concentrations de pointe de $NO_2$ – Comparaison entre régions urbaines au Canada*

En 2016, parmi les régions urbaines sélectionnées, les concentrations de pointe les plus élevées de $NO_2$ ont été enregistrées à Calgary, Régina et Toronto, et les concentrations les plus faibles, à Charlottetown, Halifax, Yellowknife et London. Québec se classe au 8e rang devant Montréal et Gatineau (figure 3.28) (ECCC, 2018).

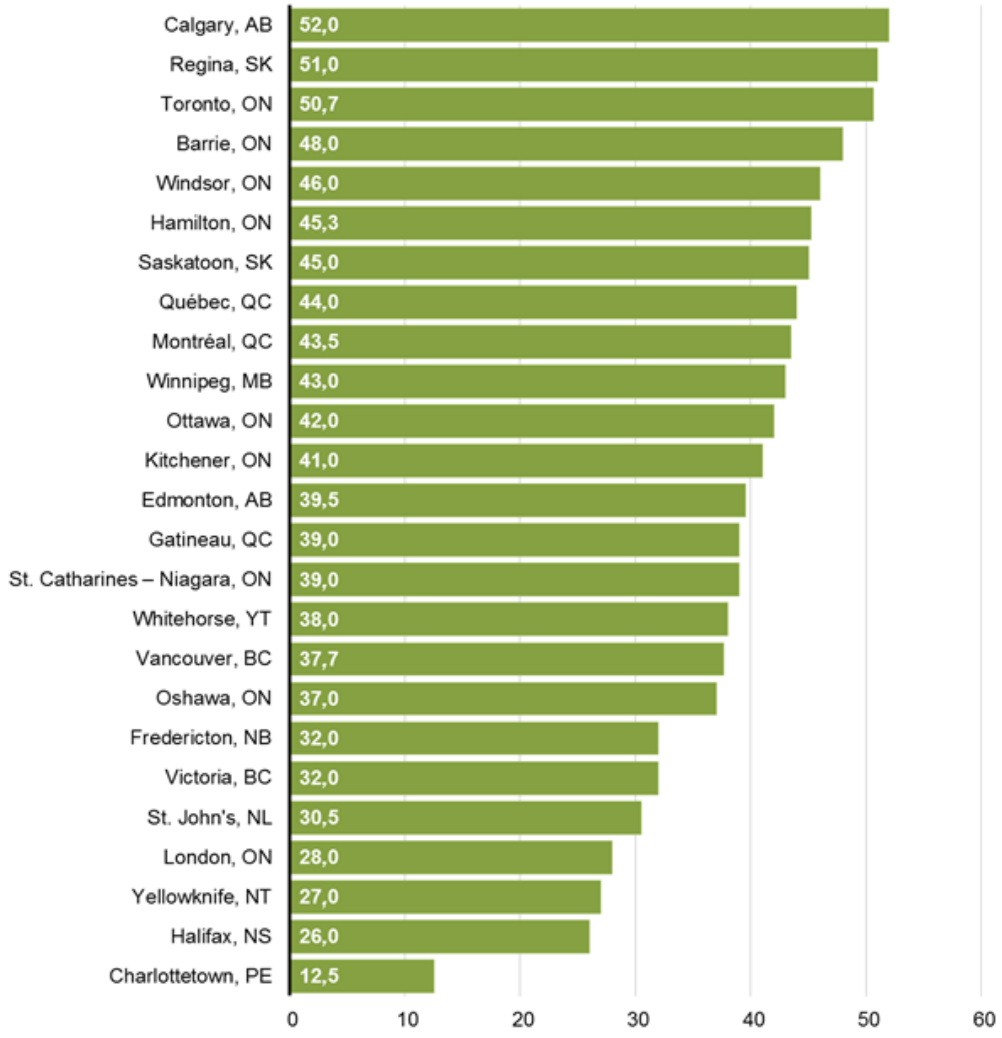



Figure 3.28 - Concentrations de pointe de $NO_2$ (ppb) en régions urbaines canadiennes en 2016

### *3.7.3 Discussion sur l'évaluation de la qualité de l'air par rapport au $NO_2$*

La moyenne annuelle des concentrations de $NO_2$ enregistrées à la station Vieux-Limoilou, 6,9 ppb (2021) et celles des stations de la Ville de Québec (6,6 ppb; 2016) sont inférieures à la norme du RAA et à la valeur cible du SGQA. Quant à la concentration de pointe, la moyennes des stations de la Ville de Québec (6,6 ppb; 2016) sont inférieures à la norme du RAA (tableau 1.7) et à la valeur cible du SGQA (tableau 1.8).

## 3.8 Ozone

L'ozone ($O_3$) est un gaz relativement instable qui 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. 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. La figure 3.29 montre les moyennes annuelles de concentrations d'ozone (avec diagrammes en boîtes à moustaches montrant la distribution des concentrations d'ozone [$O_3$] en 2019) aux stations urbaines et rurales au Québec (présentation P7 en annexe). Les flèches montrent les quatre stations de la Ville de Québec. La première flèche depuis la gauche montre la station Henri-IV suivie de la station Vieux-Limoilou, deux sites sous influence d'axes routiers d'importance. Ceci montre bien l'influence du trafic en général à ces deux sites. La station Vieux-Limoilou est à proximité de plusieurs axes routiers à bonne densité de circulation (autoroute Dufferin-Montmorency et boulevard Henri-Bourassa). Les moyennes annuelles de concentrations à ces deux stations sont plus basses que celles enregistrées aux stations Collège St-Charles-Garnier et École Les Primevères, en raison de la densité de trafic plus basses à ces deux dernières stations. Les valeurs en milieu urbain sont légèrement inférieures à celles enregistrées aux stations rurales le $NO_2$ produit en grande partie par les véhicules réagit avec l'$O_3$ pour générer de l'oxygène et de l'azote, ce qui réduit ainsi sa concentration (Gorrochategui et al., 2022).

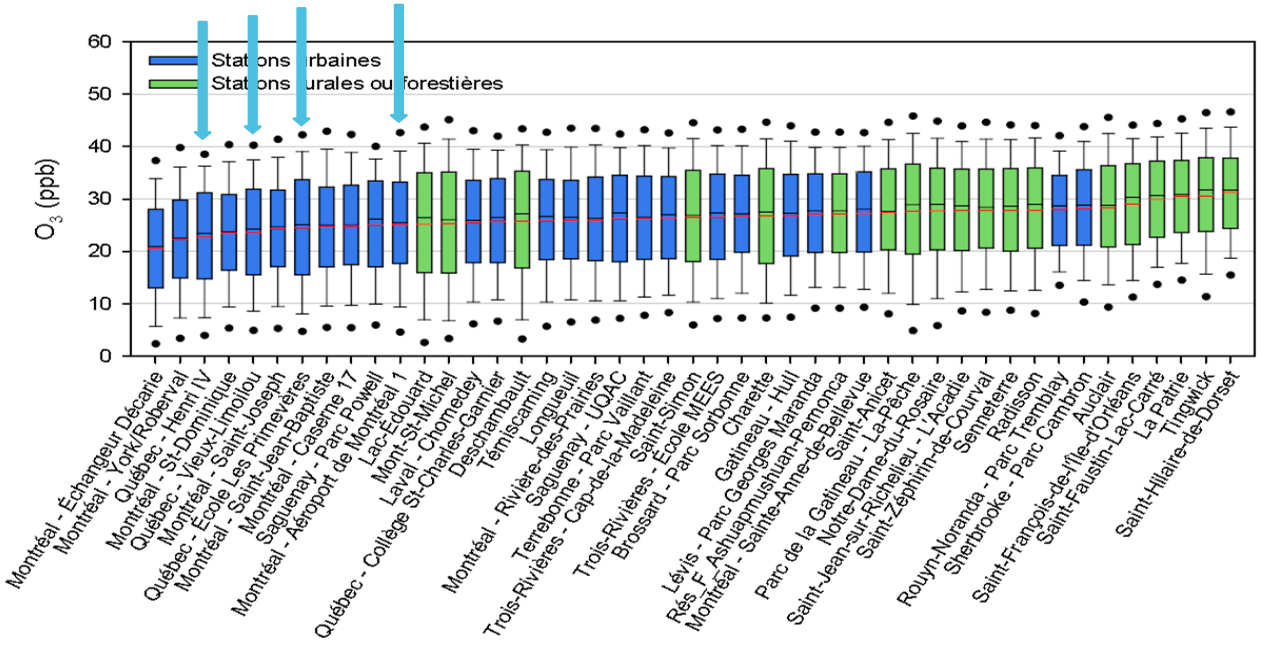



**Figure 3.29 - Moyennes annuelles des concentrations d'$O_3$ en 2019 mesurées aux stations urbaines et rurales au Québec**

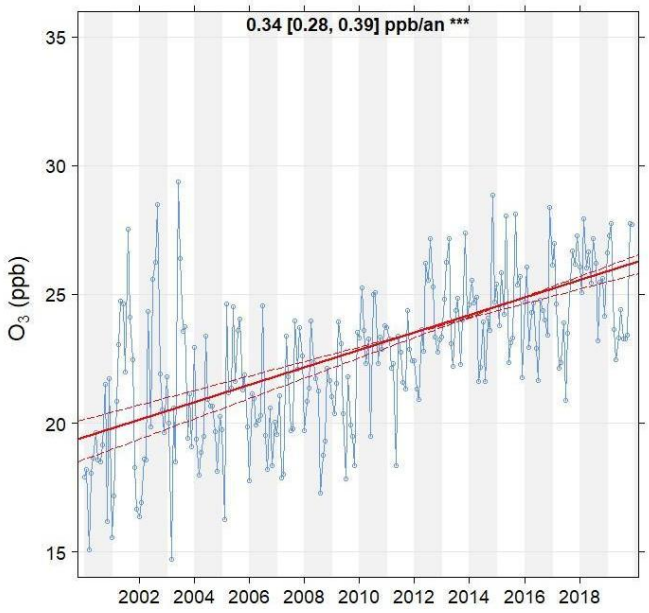



**Figure 3.30 - Variation des concentrations moyennes mensuelles d'$O_3$ aux stations urbaines du Québec de 2000 à 2020**

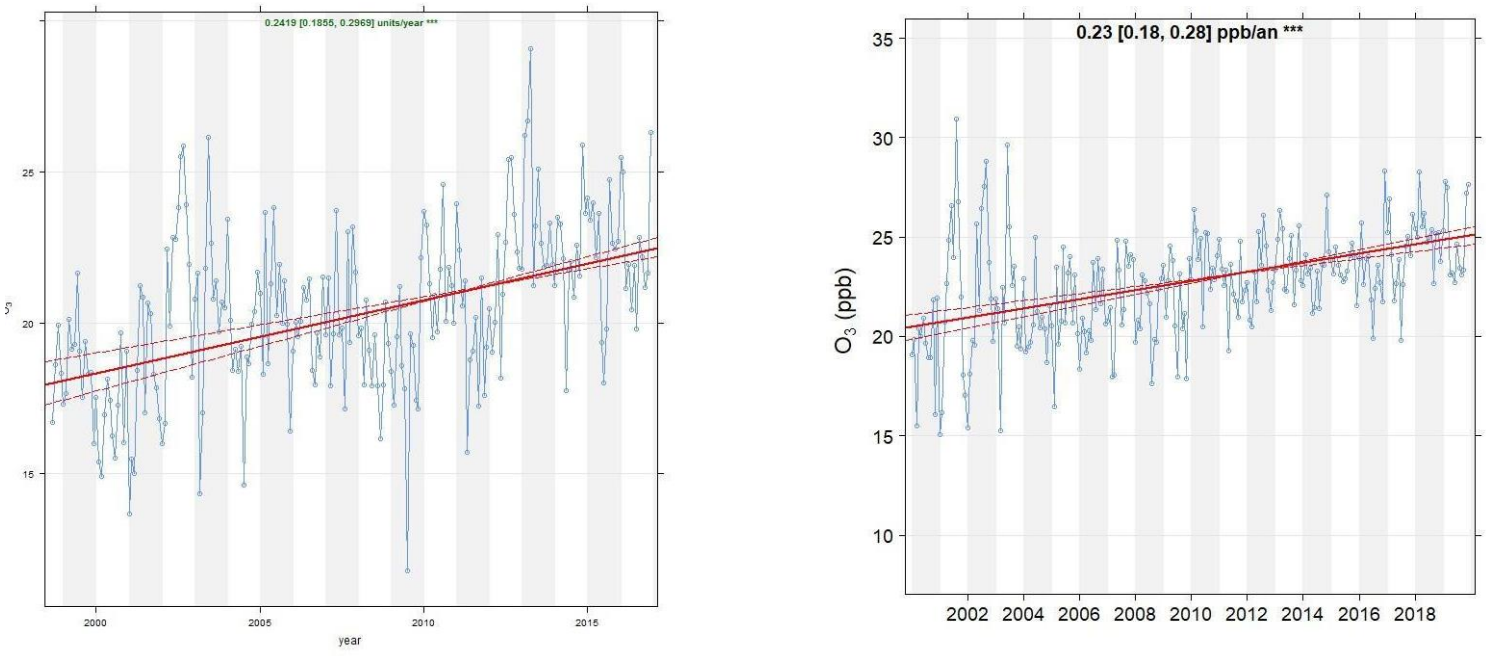



**Figure 3.31 - Variation des concentrations moyennes mensuelles d'$O_3$ à la station Vieux-Limoilou (à gauche) comparée à la station Saint-Jean-Baptiste à Montréal (à droite) de 2000 à 2020**

Les graphiques aux figures 3.30 et 3.31 permettent de comparer les moyennes mensuelles pour l'ozone aux stations urbaines dans la province de Québec et à deux stations en milieu urbain, soit la station Vieux-Limoilou (à gauche) et la station St-Jean-Baptiste à Montréal (à droite). Les tendances entre 2000 et 2020 sont sensiblement les mêmes partout, soit une hausse de 0,2 à 0,3 ppb/an entre 2000 et 2020, passant de 17-20 à 22-25 ppb. La valeur moyenne annuelle pour l'ozone se situe aux environs de 22 ppb à la station du Vieux-Limoilou comparativement à 25 ppb à la station St-Jean-Baptiste à Montréal

### *3.8.1 Concentrations moyennes d'ozone – Comparaison entre régions urbaines au Canada*

Selon la figure 3.32, en 2016, parmi les régions urbaines sélectionnées, les régions urbaines de l'Ontario affichaient les concentrations d'$O_3$ les plus élevées et Winnipeg, la plus faible. Québec se classe au 15$^{e}$ rang, derrière Gatineau, Sherbrooke et Montréal (ECCC, 2018).

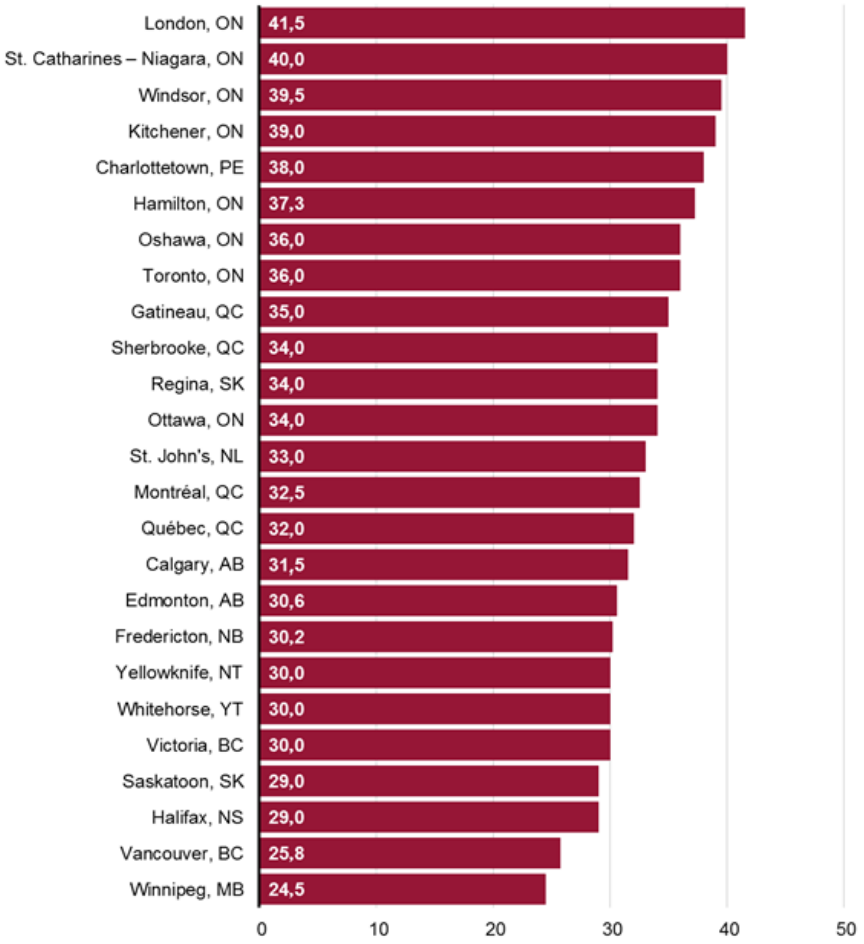



**Figure 3.32 - Concentrations moyennes d'$O_3$ (ppb) dans certaines régions urbaines canadiennes en 2016**

### *3.8.2 Concentrations de pointe d'ozone - Comparaison entre régions urbaines au Canada*

En 2016, parmi les régions urbaines sélectionnées, la plupart des concentrations de pointe les plus élevées d'$O_3$ (ppb)ont été signalées en Ontario et la plus faible concentration, à Vancouver. Québec se classe au 17$^{e}$ rang derrière Gatineau et Montréal (figure 3.33) (ECCC, 2018).

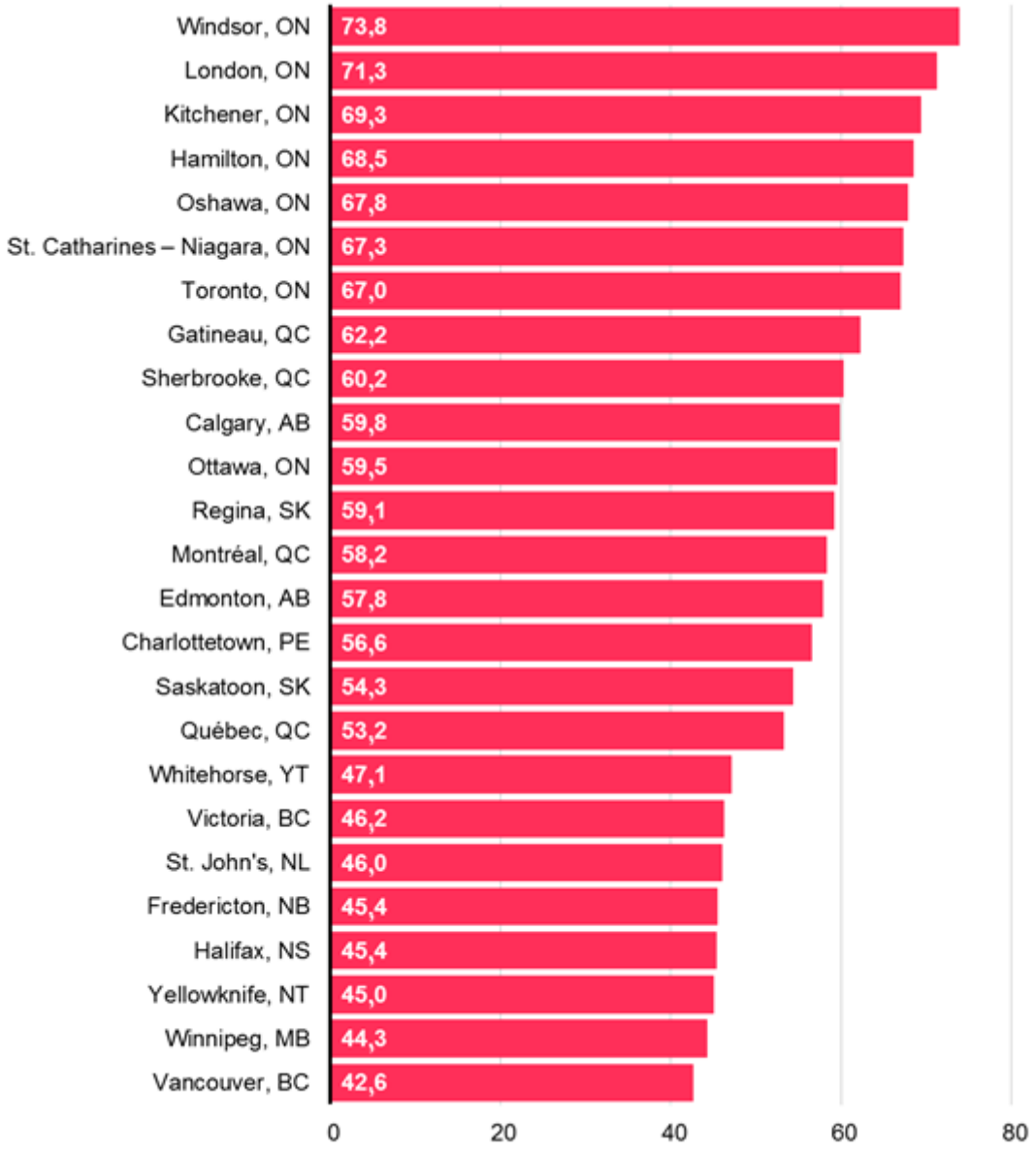



**Figure 3.33 - Concentrations de pointe d'$O_3$ (ppb), dans certaines régions urbaines canadiennes en 2016**

## 3.9 Dioxyde de soufre

La figure 3.34 montre les moyennes annuelles (avec diagrammes en boîtes à moustaches montrant la distribution des concentrations de $SO_2$) mesurées aux stations urbaines et rurales au Québec en 2019 (voir présentation P7, annexe 5). Les flèches montrent deux stations de la Ville de Québec. La première flèche depuis la gauche montre la station Henri-IV influencée par le trafic autoroutier (0,2 ppb) et la deuxième, la station Vieux-Limoilou influencée aussi par le trafic et l'activité industrielle (0,3 ppb).

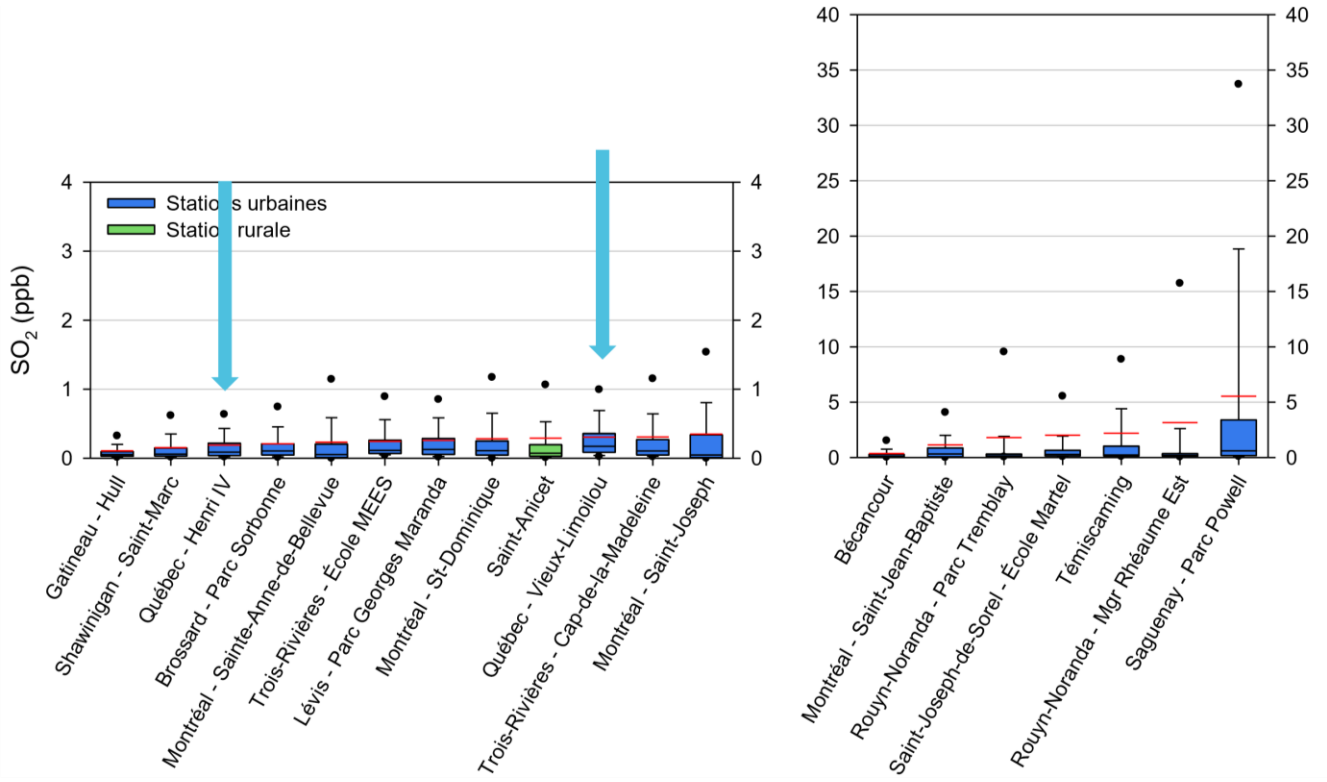



**Figure 3.34 - Moyennes annuelles des concentrations de $SO_2$ mesurées aux stations urbaines et rurales au Québec en 2019**

Les stations de mesure en milieu urbain au Québec (figure 3.35) montrent une tendance à la baisse depuis 2000, au rythme d'environ 0,08 ppb/an, soit 1,6 ppb entre 2000 et 2020.

Les graphiques à la figure 3.36 permettent de comparer deux stations en milieu urbain, soit la station Vieux-Limoilou (à gauche) et la station Témiscaming (à droite). La tendance entre 2000 et 2020 à la station Vieux-Limoilou est à la baisse au rythme de 0,12 ppb/an, soit environ 2 ppb entre 2000 et 2020. Par contre, la station Témiscaming, un centre ayant une composante industrielle en foresterie, montre des valeurs mensuelles de $SO_2$ dix fois plus élevées dans les années 2000 accompagnées d'une tendance à la baisse marquée avec une diminution annuelle

estimée à 1,0 ppb, soit environ 20 ppb au total entre 2000 et 2020, montrant ainsi l'impact de mesures d'atténuation efficaces.

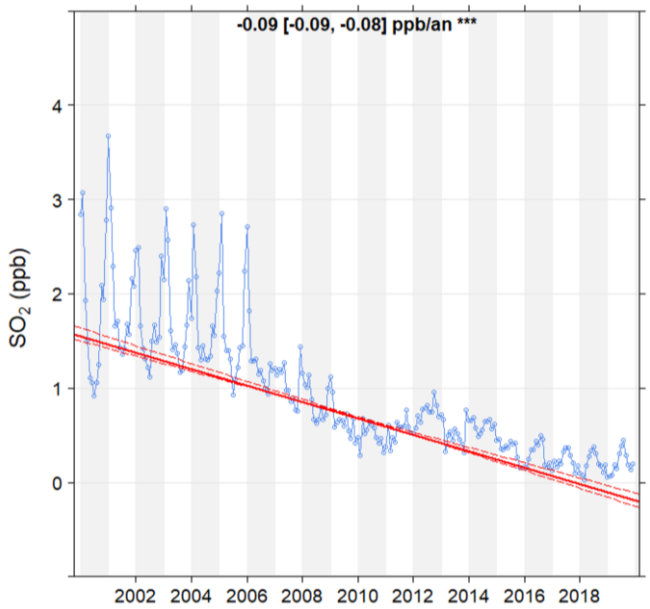
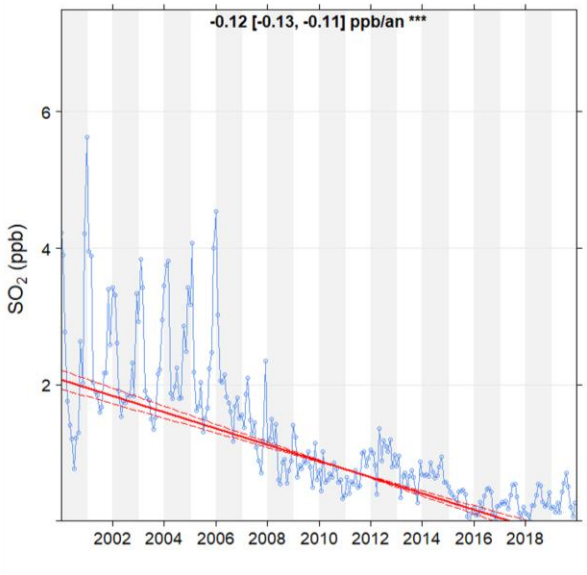



**Figure 3.35 - Variation des moyennes mensuelles de concentrations de $SO_2$ aux stations urbaines du Québec (2000-2020)**

Québec – Vieux Limoilou




Témiscaming

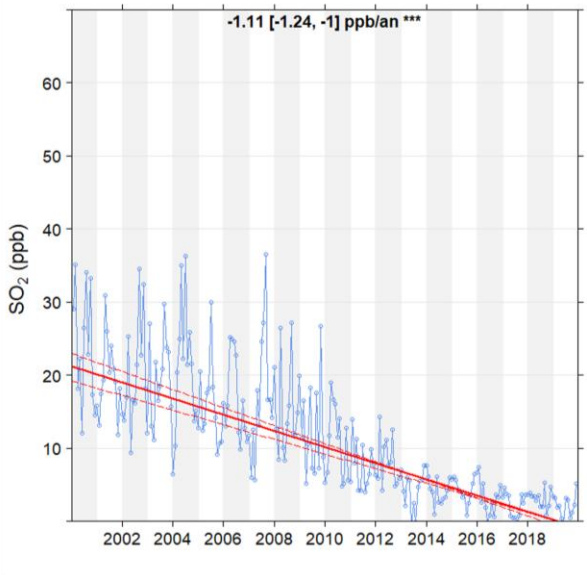



**Figure 3.36 - Variation des concentrations moyennes mensuelles de $SO_2$ à la station Vieux-Limoilou (à gauche) comparée à la station Témiscaming (à droite) entre 2000 et 2020**

### *3.9.1 Concentrations moyennes de $SO_2$ - concentrations à l'échelle régionale au Canada*

Depuis 2004, les concentrations de $SO_2$ partout au Canada ont été constamment inférieures à la valeur cible du SGQA de 2020. Entre 2002 et 2016, une tendance à la baisse de la concentration moyenne de $SO_2$ a été détectée dans toutes les régions (figure 3.37) (ECCC, 2018).

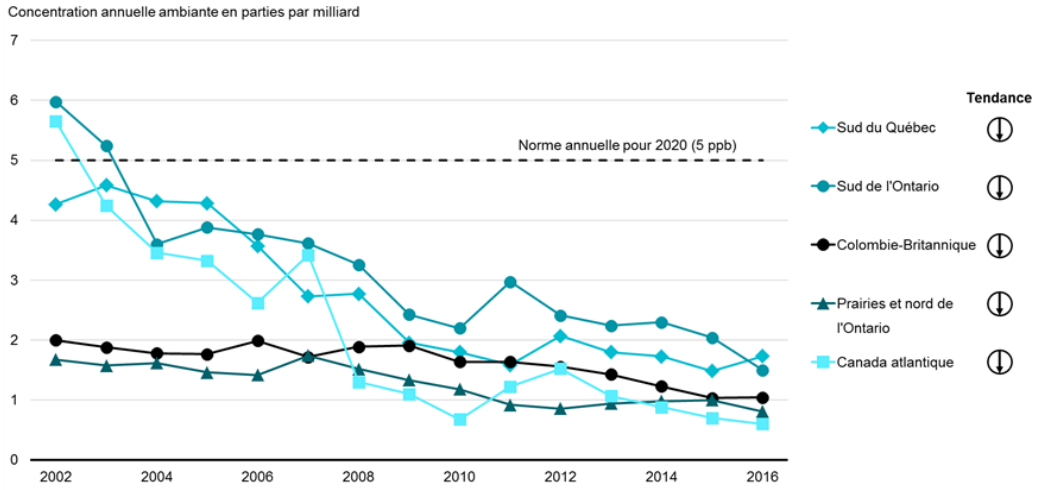



**Figure 3.37 - Concentrations moyennes de $SO_2$ à l'échelle régionale, Canada, 2002 à 2016**

### *3.9.2 Concentrations de pointe de $SO_2$ - concentrations à l'échelle régionale au Canada*

Depuis 2009, les concentrations de pointe de $SO_2$ étaient inférieures à la valeur cible du NCQAA de 2020 partout au Canada. De 2002 à 2016, des tendances à la baisse ont été détectées dans toutes les régions (figure 3.38) (ECCC, 2018).

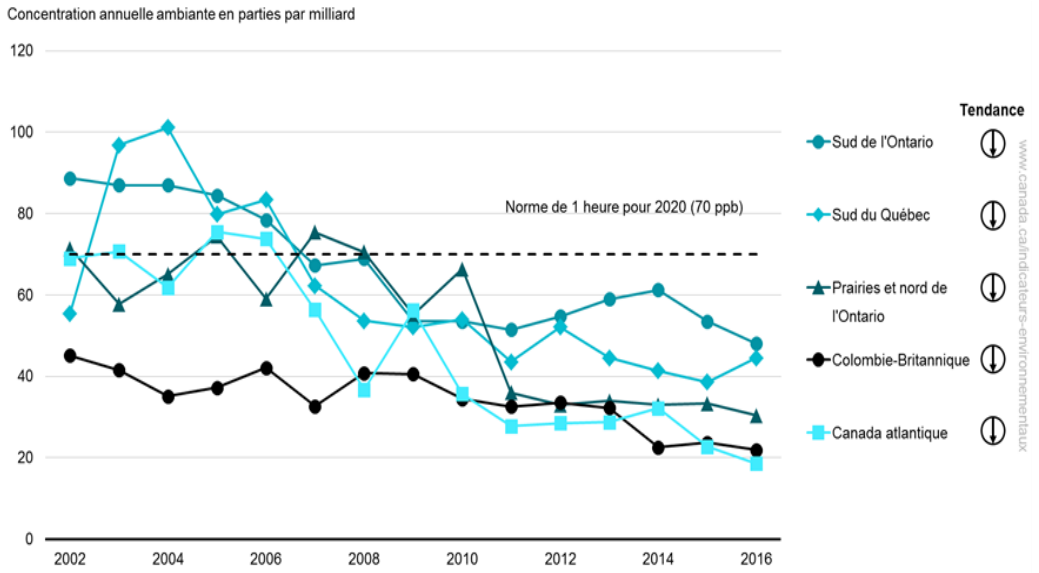



**Figure 3.38 - Concentrations de pointe de dioxyde de soufre à l'échelle régionale, Canada, 2002 à 2016**

### *3.9.3 Évaluation de la qualité de l'air - SO2*

Les moyennes annuelles de $SO_2$ s'établissaient à 0,6 et 0,7 ppb en 2020 et 2021, respectivement. Ces valeurs sont inférieures à la valeur cible du SGQA (tableau 1.8).

## 3.10 Composés organiques volatils

Les composés organiques volatils (COV) sont des gaz et des vapeurs contenant du carbone, comme les vapeurs d'essence et les solvants (ceci exclut le dioxyde de carbone, le monoxyde de carbone, le méthane et les chlorofluorocarbures). Bien qu'il y ait des milliers de COV dans la troposphère, les programmes de surveillance comme le SNPA ne mesurent les 50 à 150 COV les plus courants.

De nombreux COV sont connus ou soupçonnés pour leurs effets toxiques directs sur les êtres humains qui vont de la carcinogenèse à la neurotoxicité. Par exemple, le benzène est cancérigène pour l'homme et aucun niveau d'exposition sans danger ne peut être recommandé (OMS, 2000). Certains d'entre eux (p. ex., le benzène, le dichlorométhane) ont été évalués et déclarés toxiques en vertu de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement (ECCC, 1999) et du Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère) (MELCCFP, 2022a). Les COV les plus réactifs se combinent aux oxydes d'azote ($NO_x$), produisent des réactions photochimiques dans l'atmosphère et forment l'ozone troposphérique, un constituant majeur du smog. Les COV sont aussi des polluants précurseurs de la formation secondaire des particules fines ($PM_{2,5}$). On sait que l'ozone et les $PM_{2,5}$ ont des effets nocifs sur la santé humaine et l'environnement.

Les COV dans l'air ambiant proviennent de sources naturelles, comme la végétation, et de sources anthropiques (MELCCFP, 2023a). Ils sont omniprésents dans l'air extérieur et intérieur puisqu'ils entrent dans la composition d'une multitude de produits et matériaux utilisés dans la vie de tous les jours et qu'ils sont relâchés durant leur fabrication ou leur utilisation. Ils sont émis par la combustion pour produire de l'énergie, par les industries de production, de raffinage de métal et de plastique et par les transports (US EPA, 2019). Au Québec, les principales sources répertoriées en 2008 étaient le transport, principalement les véhicules avec moteur à essence (37 %), l'utilisation de solvants non industriels (peinture, vernis, lave-glace, antigel, aérosols, produits de nettoyage, etc.) (17 %) et industriels (12 %) et le chauffage au bois (14 %) (MELCCFP, 2023a).

Le tableau 3.3 liste des valeurs de référence au niveau santé pour certains COV analysés dans les échantillons provenant de la station Vieux-Limoilou. Le tableau 3.4 liste les concentrations moyennes annuelles d'une sélection de COV mesurés à la station Vieux-Limoilou entre 2016 et 2019. Les valeurs à la station Montréal-Rivières-des-Prairies sont ajoutées aux fins de comparaison. La figure 3.39 est une représentation graphique pour visualiser les données pluriannuelles aux deux stations de mesure.

Les concentrations annuelles moyennes de toluène, de xylène et de dichlorométhane sont nettement plus élevées à la station Vieux-Limoilou qu'à la station Rivière-des-Prairies, alors que les concentrations des autres COV sont similaires. La concentration de xylène respecte la norme annuelle du RAA (20 µg/m$^3$), tandis que la concentration de dichlorométhane dépasse légèrement la norme québécoise. La nature, la taille et le nombre des industries ont un rôle à jouer dans ces différences observées. Par contre, les concentrations de dichlorométhane dépassent la norme québécoise, mais elles sont très nettement sous les valeurs de référence sanitaire.

Les concentrations nettement plus élevées pour trois terpènes listés dans le tableau 3.4, soit l'α-pinène, le β-pinène et la d-limonène, sont dues à la présence d'une industrie de pâtes et papiers et au chauffage au bois. Ces COV d'origine naturelle ne représentent pas de problèmes d'odeurs.

**Tableau 3.3 - Valeurs de référence pour certains COV**

| ***COV*** | ***Norme RAA (µg/m$^3$)*** | ***US EPA : RfC (µg/m$^3$)*** | ***ATSDR : MRL (µg/m$^3$)*** | ***Santé Canada : CT (µg/m$^3$)*** | ***OMS (µg/m$^3$)*** |
|---|---|---|---|---|---|
| Benzène | Sur 24 h : 10 | Chronique : 3<br>RU de leucémie : 2.2 à 7.8 x $10^{-6}$ par 1 µg/m$^3$ | Aigu : 29<br>Chronique : 9,8 | | 0,17 |
| Toluène | Sur 4 min : 600 | Chronique : 5 000 | Aigu : 7 520<br>Chronique : 3 760 | Chronique : 2 300 | |
| Éthylbenzène | Sur 4 min : 740<br>Sur 1 an : 200 | Chronique : 1 000 | Aigu : 21 700<br>Chronique : 260 | Chronique : 2 000 | |
| Xylène o, m p | Sur 4 min : 350<br>Sur 1 an : 20 | Chronique : 100 | Aigu : 8 680<br>Chronique : 217 | Chronique : 100 | |
| Dichlorométhane | Sur 1 h : 14 000<br>Sur 1 an : 3,6 | Chronique : 600<br>RU de cancer : 1 x $10^{-8}$ par 1 µg/m$^3$ | Aucune | Chronique : 600<br>Risque unitaire à convertir | |

https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/criteres/index.htm
https://www.epa.gov/iris
https://wwwn.cdc.gov/TSP/MRLS/mrlsListing.aspx
https://publications.gc.ca/collections/collection_2021/sc-hc/H129-108-2021-fra.pdf

**Tableau 3.4 - Concentrations moyennes (µg/m³) d'une sélection de COV aux stations Vieux-Limoilou et Montréal-Rivières-des-Prairies entre 2016 et 2019**

| Station/année | BTEX[1] | Benzène | Toluène | Éthylbenzène | m et p-Xylène | o-Xylène |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Vieux-Limoilou/2016** | 16,3 | 0,6 | 9,3 | 1,1 | 4,0 | 1,3 |
| **Vieux-Limoilou/2017** | 19,8 | 0,5 | 9,7 | 1,7 | 6,1 | 1,8 |
| **Vieux-Limoilou/2018** | 16,8 | 0,5 | 10,2 | 1,1 | 3,9 | 1,2 |
| **Vieux-Limoilou/2019** | 24,0 | 0,5 | 14,9 | 1,6 | 5,4 | 1,7 |
| **MTL-Rivières-des-Prairies/2016** | 3,8 | 0,5 | 2,1 | 0,2 | 0,8 | 0,3 |
| **MTL-Rivières-des-Prairies/2017** | 3,5 | 0,5 | 1,6 | 0,3 | 0,9 | 0,3 |
| **MTL-Rivières-des-Prairies/2018** | 2,7 | 0,5 | 1,3 | 0,2 | 0,5 | 0,2 |
| **MTL-Rivières-des-Prairies/2019** | 2,7 | 0,4 | 1,1 | 0,2 | 0,7 | 0,2 |

[1]BTEX : somme de benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes

| Station/année | Dichlorométhane | α-Pinène | β-Pinène | d-Limonène |
|---|---|---|---|---|
| **Vieux-Limoilou/2016** | 6,7 | 2,4 | 1,4 | 0,5 |
| **Vieux-Limoilou/2017** | 7,8 | 1,4 | 1,0 | 0,4 |
| **Vieux-Limoilou/2018** | 5,0 | 1,8 | 1,1 | 0,6 |
| **Vieux-Limoilou/2019** | 6,2 | 2,1 | 1,7 | 1,5 |
| **MTL-Rivières-des-Prairies/2016** | 0,5 | 0,1 | 0,1 | 0,04 |
| **MTL-Rivières-des-Prairies/2017** | 0,5 | 0,1 | 0,1 | 0,04 |
| **MTL-Rivières-des-Prairies/2018** | 0,5 | 0,1 | 0,1 | 0,10 |
| **MTL-Rivières-des-Prairies/2019** | 0,4 | 0,1 | 0,1 | 0,04 |

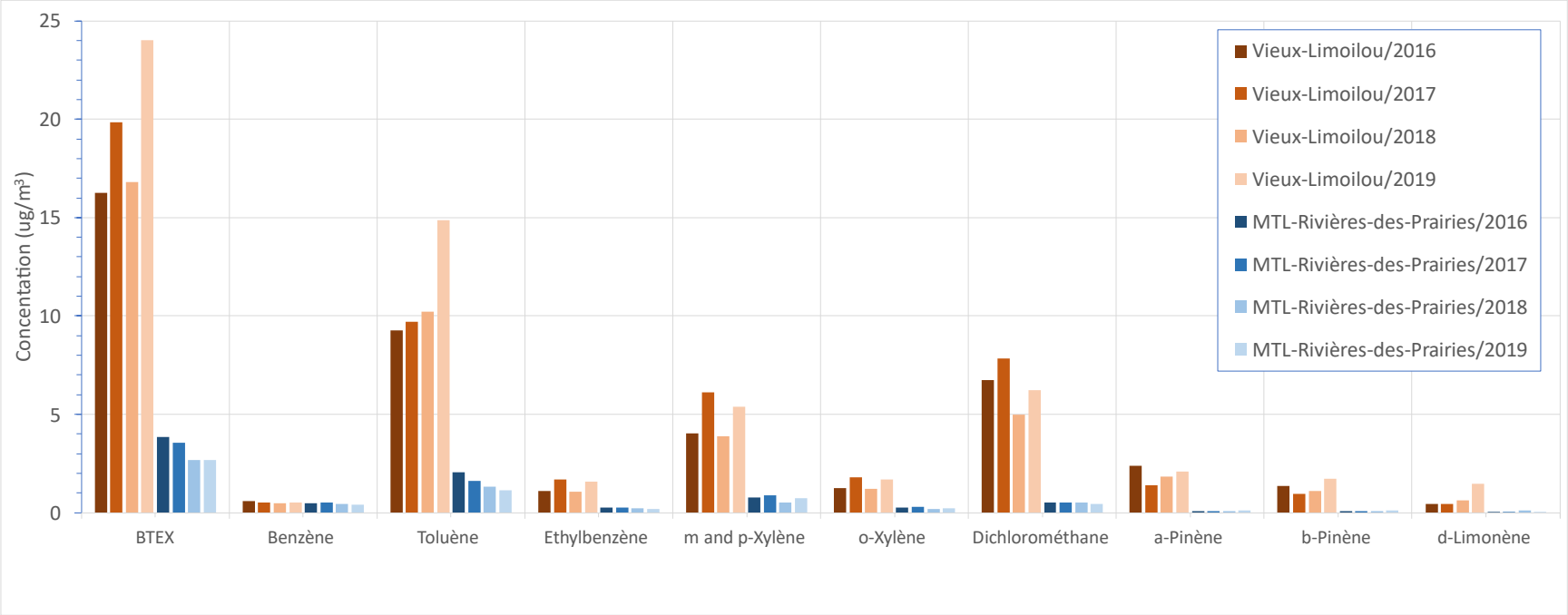



**Figure 3.39 - Concentrations moyennes (µg/m³) des COV les plus abondants mesurées aux stations Vieux-Limoilou et Montréal-Rivières-des-Prairies entre 2016 et 2019**

Les concentrations de benzène enregistrées aux stations Vieux-Limoilou et Montréal-St-Jean-Baptiste de 2016 à 2019 sont plus élevées que la valeur guide de l'OMS. Des valeurs plus récentes ne sont pas disponibles en raison des confinements et de l'arrêt temporaire des analyses en raison de la pandémie de COVID-19 dans les laboratoires d'ECCC du SNPA.

## 3.11 Concentrations de composés organiques dans les PM

### *3.11.1 Dioxines et furanes*

Les polychlorodibenzodioxines et les polychlorodibenzofuranes (PCDD/F) constituent une même famille de molécules qui comprend 75 dioxines et 135 furanes. La toxicité des molécules individuelles varie selon le nombre d'atomes de chlore qu'elles comportent et la position de ces atomes dans les molécules. C'est pourquoi des facteurs d'équivalence de toxicité ont été déterminés pour les molécules les plus toxiques. La concentration des mélanges de PCDD/F trouvés dans l'environnement est donc rapportée en équivalent toxique (ET) de la 2,3,7,8-tétrachlorodibenzo-p-dioxine (T 4 CDD), soit la molécule la plus toxique, qui est utilisée comme étalon de comparaison.

Les émissions atmosphériques sont la principale source de contamination de l'environnement en PCDD/F (ATSDR, 1998). Les sources de PCDD/F les plus importantes au Canada sont l'incinération municipale et industrielle, la production industrielle de fer et d'acier, les feux à ciel ouvert des déchets domestiques, la combustion du mazout, du diesel, des combustibles agricoles et de l'huile à chauffage, le chauffage au bois, la production d'électricité dans des centrales thermiques et la fumée du tabac (Santé Canada, 2005). Dans l'air, les PCDD/F sont associés aux particules fines et ils peuvent être transportés sur de grandes distances. La principale source d'exposition aux PCDD/F est les aliments.

LE GTCA tient aussi à souligner que les mesures de dioxines et furanes ont cessé dans toutes les villes canadiennes du SNPA en 2011 puisque les concentrations étaient faibles partout au Canada et rencontraient les normes établies dans trois provinces canadiennes, incluant le Québec. Par contre, le MELCCFP a mené une campagne d'échantillonnage de 2010 à 2012 dans le secteur Limoilou en limitant son échantillonnage à trois stations de mesure à proximité de l'incinérateur afin d'examiner les tendances dans les concentrations des PCDD/F, en considérant aussi plusieurs facteurs comme la direction et la vitesse des vents dans son analyse (Walsh et Brière, 2018).

Les dioxines et furanes ont été analysés d'avril 2010 au mois de mars 2012 sur un total de 130 échantillons, soit 56 à la station Beaujeu, 59 à la station Vitré et 15 à la station Québec–Vieux-Limoilou. Les statistiques descriptives globales et par station sont présentées dans le tableau 3.5. La moyenne globale des résultats aux trois stations est de 24,0 fg ET/$m^3$. La station Vitré présente la concentration moyenne la plus élevée à 26,6 fg ET/$m^3$, soit une concentration 14 % plus élevée que celle de la station Beaujeu (23,4 fg ET/$m^3$) et 68 % plus élevée que celle de la station Québec–Vieux-Limoilou (15,8 fg ET/$m^3$). La moyenne des concentrations aux trois stations, 24 fg ET/$m^3$, respecte la norme du RAA fixée à 60 fg ET/$m^3$ (Walsh et Brière, 2018).

**Tableau 3.5 - Concentrations de PCDD/F mesurées aux stations Vieux-Limoilou, Beaujeu et Vitré de 2010 à 2012**

| Stations | n | Moyenne | Médiane | Min. | Max. | Écart-type |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Vieux-Limoilou | 15 | 15,8 | 13,7 | 2,0 | 30,2 | 8,6 |
| Beaujeu | 56 | 23,4 | 13,5 | 2,9 | 144,8 | 28,2 |
| Vitré | 59 | 26,6 | 16,2 | 1,9 | 192,6 | 34,1 |
| Total | 130 | 24,0 | 14,8 | 1,9 | 192,6 | 29,7 |

Des préoccupations ont été soulevées concernant deux études de modélisation et les résultats d'une campagne d'échantillonnage publiés par le MELCCFP en lien avec l'incinérateur et la qualité de l'air dans le secteur Limoilou-Basse-Ville. La campagne d'échantillonnage à l'époque, entre 2010 et 2012, a permis d'apprécier l'état de la qualité de l'air dans le quartier. Tout exercice de modélisation comporte sa marge d'incertitude associée tant aux facteurs d'émission employés qu'au modèle lui-même. Par contre, cette approche permet d'estimer la répartition spatiale des polluants.

L'échantillonnage sur le terrain à des sites appropriés tenant compte d'impératifs opérationnels parfois hors du contrôle des chercheurs permet de valider dans une certaine mesure de valider le modèle et d'obtenir le portrait réel de la qualité de l'air dans la zone ciblée. Certaines préoccupations prédatent la reprise en charge de l'incinérateur par la Ville de Québec en 2015. De plus, les données reliées à ce projet datent maintenant de plus de dix ans.  Des recommandations ont été présentées par le BAPE dans son rapport sur la gestion des résidus ultimes (BAPE,2022). Le GTCA s'en tient à ce rapport déjà transmis au MELCCFP.

### *3.11.2 Hydrocarbures aromatiques polycycliques*

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) représentent un groupe d'environ 100 composés. Les HAP sont formés dans la combustion des combustibles fossiles (charbon, huile, gaz), l'incinération, la fumée de cigarette et la viande cuite au barbecue (ATSDR, 1995). Le chauffage au bois est aussi une source de HAP.

Les HAP ne sont pas mesurés de routine à la station Vieux-Limoilou et aux autres stations de Québec. Ils ont été mesurés lors d'une campagne d'échantillonnage entre 2010 et 2012 à trois stations de mesure dans le quartier Limoilou. Les résultats sont résumés dans le tableau 3.6. Le Québec a adopté dans son RAA une norme maximale annuelle de qualité de l'air pour le benzo(a)pyrène (BaP) établie à 0,9 ng/m$^3$. Des normes ont aussi été adoptées pour le naphtalène (maximum annuel de 3,0 µg/m$^3$ et maximum sur 4 minutes de 200 µg/m$^3$). Des critères de qualité de l'air (MELCCFP, 2022a) ont aussi été établis pour le pyrène (maximum annuel de 13 µg/m$^3$) et pour les méthyl-naphtalènes (maximum horaire de 30 µg/m$^3$). Le tableau 3.6 présente les résultats de mesure de quelques HAP pour lesquels il

y a une norme ou un critère de qualité de l'atmosphère. Les concentrations moyennes mesurées respectent les normes et les critères par une large marge. (Walsh et Brière, 2018).

**Tableau 3.6 - Concentrations de certains HAP mesurées aux stations Vieux-Limoilou, Beaujeu et Vitré (2010 à 2012)**

| Stations | n | Benzo(a)pyrène[1,2] | Naphtalène[3] | Méthylnaphtalènes[4] | Pyrène[5] |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Moyenne (ng/m$^3$) | | | |
| Vieux-Limoilou | 15 | 0,21 | 1,74 | 4,36 | 2,15 |
| Beaujeu | 16 | 0,21 | 1,91 | 3,39 | 2,35 |
| Vitré | 16 | 0,20 | 3,10 | 6,91 | 2,46 |

[1] Norme : moyenne annuelle maximale de 0,9 ng/m$^3$; [2] 23 % de la norme du RAA;

[3] Norme : moyenne annuelle de 3 µg/m$^3$ ou 3 000 ng/m$^3$;

[4] Les méthylnaphtalènes comprennent ici tous les isomères de méthylnaphtalènes, de diméthylnaphtalènes et de triméthylnaphtalènes; la norme est un maximum horaire de 30 µg/m$^3$ et les données correspondent à des moyennes annuelles; [5] La norme est un maximum annuel de 13 µg/m3 ou 13 000 ng/m$^3$.

Le MELCC a mesuré les HAP dans le quartier Limoilou à trois stations entre 2010 et 2012. La concentration moyenne de BaP à la station Vieux-Limoilou durant cette période a atteint 0,21 ng/m$^3$, concentration qui représente moins de 25 % de la norme québécoise. Quant aux concentrations de naphtalène, de méthyl-naphtalènes et de pyrène, elles sont inférieures à 1 % des normes et des critères (Walsh et Brière, 2018).

Par ailleurs, plusieurs HAP sont cancérigènes et leurs concentrations peuvent être exprimées en équivalent toxique (ET) du BaP. La concentration moyenne, en ET du BaP, du mélange des HAP mesuré à la station Vieux-Limoilou de 2010 à 2012 est de 1,44 ng ET/m$^3$, La concentration de l'ensemble des HAP exprimée en équivalent toxique de BaP dépasse légèrement la norme du BaP, mais correspond à un risque voisin de celui sur lequel la norme du BaP a été établie, soit un risque quasi nul ou négligeable (Walsh et Brière, 2018).

La variation des concentrations de BaP durant la campagne d'échantillonnage est présentée à la figure 3.40. Les concentrations apparaissent plus faibles en été. Par contre, les concentrations apparaissent plus élevées en saison froide (entre octobre et mars). La combustion du bois et des combustibles fossiles représente la principale source d'émission de HAP dans l'air ambiant. Comme le transport est une source d'émission présente à l'année longue, le chauffage au bois est vraisemblablement responsable en grande partie des variations saisonnières de HAP dans l'air ambiant (Walsh et Brière, 2018).

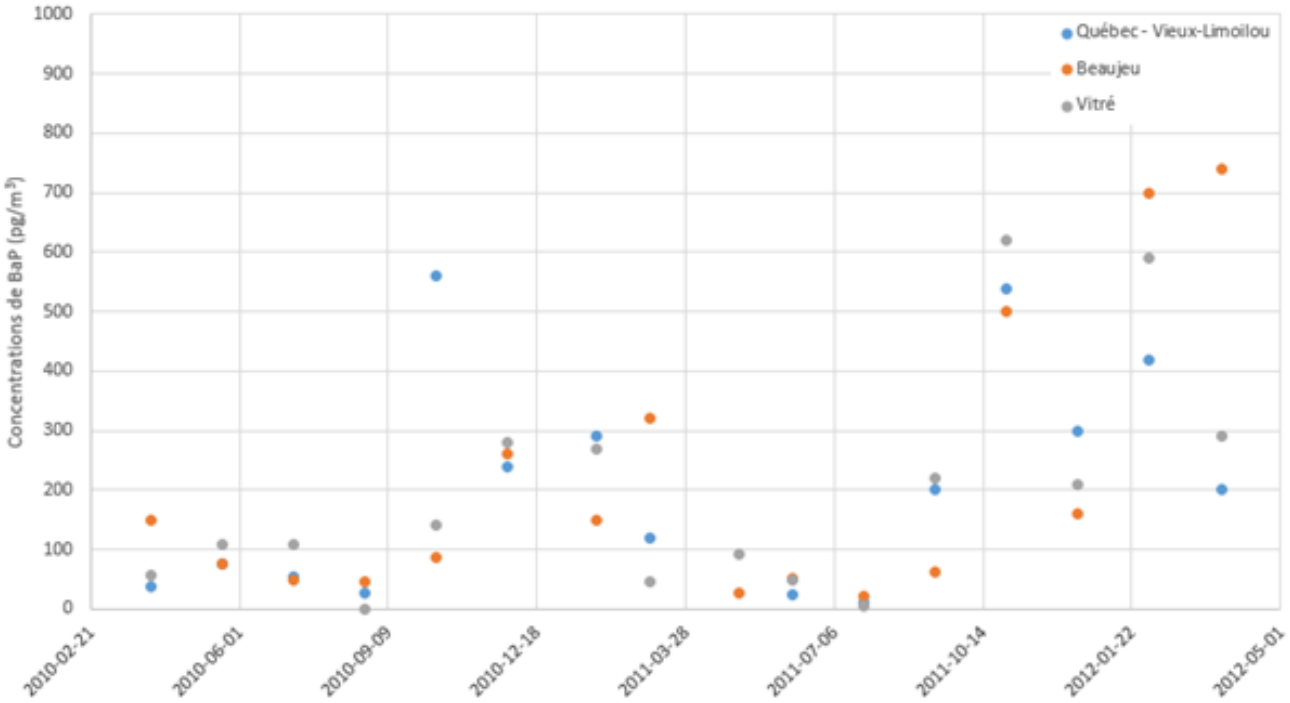



**Figure 3.40 - Évolution des concentrations de benzo(a)pyrène de 2010 à 2012**

## 3.12 Concentrations de métaux dans les $PM_{10}$

Cette section porte sur la teneur en métaux des particules respirables avec un diamètre aérodynamique inférieur à 10 microns ($PM_{10}$). À l'exception du mercure élémentaire présent en phase gazeuse dans l'air ambiant, les métaux sont des solides et des constituants des particules en suspension. Ils se retrouvent dans des particules de tailles différentes. Certains métaux analysés dans ce chapitre ont été sélectionnés en raison de leurs effets sur la santé : l'arsenic, le cadmium, le cobalt, le manganèse, le nickel et le plomb.

### *3.12.1 Concentrations de métaux sélectionnés dans les particules échantillonnées dans le Vieux-Limoilou*

Les PST sont échantillonnées aux 6 jours et les $PM_{10}$ aux 2 jours. Jusqu'à 31 métaux ont été analysés à la station Vieux-Limoilou pendant la période 2019-2021(voir présentation P7, annexe 5). Vingt-et-un métaux sont analysés de façon courante. Les 10 métaux suivants sont peu analysés (moins de 16 échantillons) : Ag, B, Li, Mg, Mo, K, Na, Sr, Ti, U. Des 21 métaux restants, seulement 13 sont détectés plus qu'une fois sur six et 8 métaux sont peu détectés, soit Be, Bi, Cr, Sn, Se, Te, Tl, V.

Le tableau 3.7 résume les données principales pour les métaux sélectionnés. Le tableau liste les valeurs moyennes de leurs concentrations dans les $PM_{10}$ entre 2019 et 2021 et leur fréquence de détection au-dessus de la limite de détection (LD) en pourcentage. Le nickel est le métal le moins détecté de manière significative, soit dans 23 % des échantillons ponctuels recueillis, suivi de

l'antimoine, du cobalt et du cadmium. Les concentrations moyennes sont respectivement : Ni – 0,0079 µg/m$^3$ ; Co – 0,0004 µg/m$^3$ et Cd – 0,2 µg/m$^3$. Pour deux métaux, soit le nickel et le manganèse, les normes et critères de qualité de l'air sont établis pour la fraction dans les particules respirables ($PM_{10}$) : leurs concentrations moyennes respectent la norme annuelle du nickel (20 ng/m$^3$) et le critère de qualité de l'air du manganèse (25 ng/m$^3$)

**Tableau 3.7 - Pourcentages de détection et moyennes des concentrations des métaux dans les $PM_{10}$ pour la période 2019-2021**

| | % > LD PM10 | Concentration dans PM10 (µg/m³) |
|---|---|---|
| Aluminium | 51,5 | 0,1192 |
| Antimoine | 36,9 | 0,0010 |
| Arsenic | 47,7 | 0,0015 |
| Baryum | 99,4 | 0,0102 |
| Cadmium | 41,5 | 0,0002 |
| Calcium | 68,6 | 1,3233 |
| Cobalt | 39,9 | 0,0004 |
| Cuivre | 100,0 | 0,0913 |
| Fer | 90,0 | 0,3765 |
| Manganèse | 93,9 | 0,0100 |
| Nickel | 23,0 | 0,0079 |
| Plomb | 53,0 | 0,0025 |
| Zinc | 47,5 | 0,0972 |

Le tableau 3.8 liste les valeurs moyennes des concentrations des métaux sélectionnés dans les PST entre 2019 et 2021 ainsi que leur fréquence de détection au-dessus de la LD en pourcentage. Le nickel est le métal le moins détecté de manière significative, soit dans 42 % des échantillons ponctuels recueillis, suivi du cadmium et de l'antimoine. Les concentrations moyennes annuelles individuelles pour l'antimoine, l'arsenic, le baryum, le cadmium et le plomb (non listées dans le tableau 3.8) rencontrent toutes les normes annuelles du RAA au Québec. La concentration moyenne de cobalt rencontre le critère de qualité de l'air au Québec (100 ng/m$^3$). (MELCCFP, 2022a).

**Tableau 3.8 - Pourcentages de détection et concentrations de métaux dans les PST et leur comparaison avec les normes du RAA**

| | % > LD PST | Concentration PST (µg/m³) | Concentration initiale RAA (µg/m³) | Norme |
|---|---|---|---|---|
| Aluminium | 74,1 | 0,2021 | | |
| Antimoine | 47,6 | 0,0012 | 0,0070 | 0,1700 |
| Arsenic | 58,2 | 0,0017 | 0,0020 | 0,0030 |
| Baryum | 98,8 | 0,0146 | 0,0250 | 0,0500 |
| Cadmium | 46,5 | 0,0002 | 0,0030 | 0,0036 |
| Calcium | 90,6 | 3,3935 | | |
| Cobalt | 74,7 | 0,0007 | | |
| Cuivre | 98,8 | 0,0814 | | |
| Fer | 95,3 | 0,7392 | | |
| Manganèse | 98,8 | 0,0181 | | |
| Nickel | 42,4 | 0,0146 | | |
| Plomb | 70,0 | 0,0033 | 0,025 | 0,1 |
| Zinc | 67,6 | 0,1480 | | |

* la moyenne sur 3 ans (2019-2021) a été comparée à la norme annuelle. Aucun dépassement n'est observé lorsqu'on compare la norme aux concentrations annuelles individuellement.

** Les concentrations d'arsenic en milieu urbain varient normalement entre 1 et 2 ng/m³ ; la concentration mesurée à la station Vieux-Limoilou s'inscrit dans cet intervalle typiquement mesuré pour n'importe quel milieu urbain.

### *3.12.2 Métaux – dépassements norme 24 h – 2019-2020*

Le tableau 3.9 liste le nombre de dépassements de normes 24 heures annuelles pour le nickel et le zinc en 2020 et en 2021. Trois métaux sont normés sur une période de 24 h, à savoir :

- Ni ($PM_{10}$) : 0,014 µg/m³ jusqu'en mai 2022. Maintenant 0,070 µg/m³
- Cu : 2,5 µg/m³
- Zn : 2,5 µg/m³

**Tableau 3.9 - Nombre de dépassements des normes 24 h pour le nickel et le zinc dans les $PM_{10}$**

| Nombre de dépassements 24 h | Ni | Zn |
|---|---|---|
| 2019 | 15 | |
| 2020 | 12 | 1 |
| 2021 | 12 | |

Il n'y a aucun dépassement pour le cuivre. On note un dépassement unique pour le zinc en 2020. Dans le cas du nickel, on note au moins une douzaine de dépassements annuellement. La prochaine section décrira une analyse plus détaillée de ces dépassements de la norme 24 heures.

### *3.12.3 Le nickel et le cobalt dans les échantillons recueillis à la station Vieux-Limoilou*

Les niveaux de nickel décelés dans l'air ambiant du quartier Limoilou ont retenu l'attention depuis le début des années 2010, tant au MELCCFP (Walsh et Brière, 2013) qu'à la Direction régionale de santé publique de la capitale nationale (DSPublique, 2013; DSPublique, 2015) en raison des niveaux plus élevés détectés à cette station qu'ailleurs au Québec. Cette section rapporte les analyses et les constats du GTCA concernant la présence de nickel et de cobalt dans les $PM_{2,5}$, $PM_{10}$ et PST échantillonnés à la station Vieux-Limoilou.

Le graphique de la figure 2.41 montre une série temporelle des concentrations de nickel dans les particules respirables ($PM_{10}$) mesurées aux stations Vieux-Limoilou (en bleu) et Montréal-St-Jean-Baptiste (en rouge; Est de Montréal sous influence industrielle) pour les années 2020 et 2021. La série temporelle de la station de Montréal est typique de ce qui est généralement observé à la plupart des stations où les métaux sont analysés ponctuellement. Généralement, la principale source d'émissions de nickel en milieu urbain est la combustion des combustibles fossiles. Par contre, la série de mesures effectuée à la station Vieux-Limoilou affiche une tendance différente avec des pics épisodiques. La figure 3.41 affiche les valeurs excédant la valeur de 70 ng/m$^3$, la norme journalière pour le nickel décrétée le 28 avril 2022. On dénote 10 épisodes excédant la norme prescrite au cours des deux dernières années.

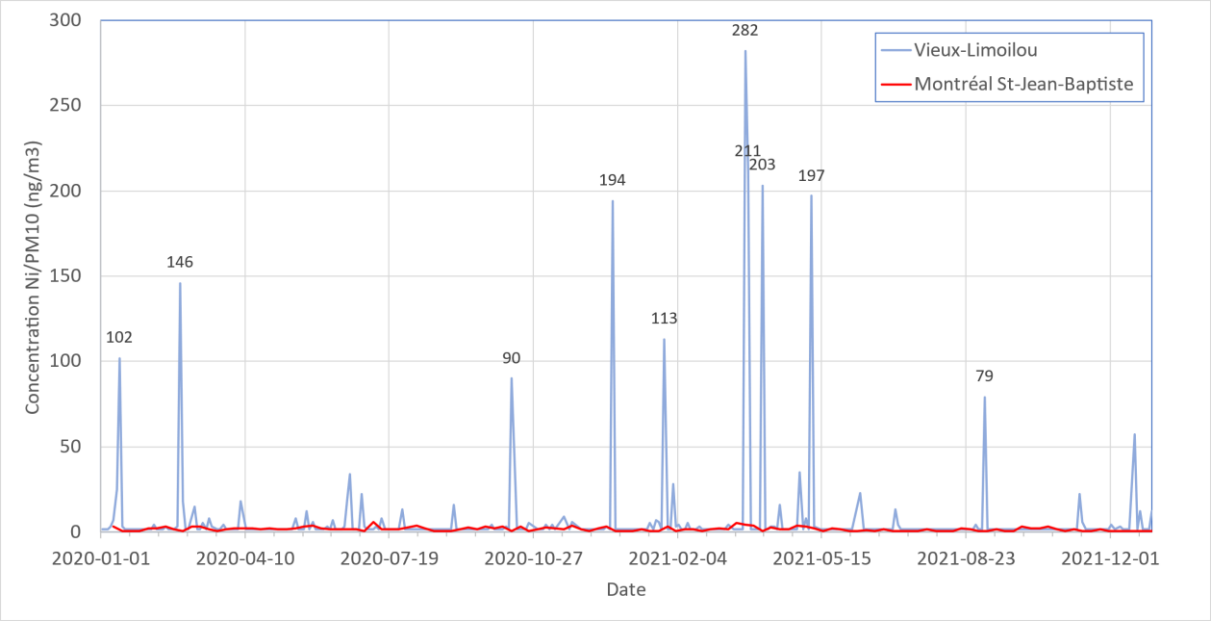



**Figure 3.41 - Séries temporelles des concentrations journalières Ni/$PM_{10}$ (ng/m$^3$) mesurées aux stations Montréal St-Jean-Baptiste et Vieux-Limoilou pour les années 2020 et 2021**

Le rapport Walsh/Brière de 2013 décrit l'analyse détaillée de cette situation pour en tirer des constats expliquant ces épisodes à l'époque (Walsh et Brière, 2013). Les concentrations de nickel ont été étudiées en fonction de la direction des vents aux stations Vitré et Vieux-Limoilou et de la localisation de deux sources d'émissions potentielles, le port et l'incinérateur de la ville de Québec. Une relation statistiquement significative a été mise en évidence entre les concentrations de nickel observées aux stations Vitré et Vieux-Limoilou et le nombre d'heures de vents provenant du port. Ainsi, pendant une journée d'échantillonnage, plus la vitesse des vents venant du port est grande, plus les concentrations de nickel sont élevées aux stations. Il n'y a par ailleurs aucune relation entre les vents en provenance de l'incinérateur et les concentrations de nickel aux stations d'échantillonnage.

Des méthodes d'analyse décrites dans le rapport Walsh et Brière de 2013 sont utilisées ici pour voir l'évolution de ces tendances majeures en fonction du temps de 2011 à 2021. Le tableau 3.10 liste la fréquence des concentrations de $Ni/PM_{10}$ ($ng/m^3$) en intervalles de concentrations choisies entre avril 2011 et décembre 2021. 1361 échantillons ponctuels ont été prélevés durant cette période. 908 d'entre eux, soit 67 %, étaient sous la limite de détection de la méthode d'analyse employée. 44 échantillons excèdent la valeur de 70 $ng/m^3$ au cours des dix dernières années, donc, en moyenne, 4 à 5 par année.  23 dépassements étaient observés aux stations de l'APQ dans la communauté, en moyenne deux à trois par année. Le tableau 3.11 rapporte les dates auxquelles la valeur dépassait 70 $ng/m^3$ entre 2011 et 2021. Les roses des vents aux dates mentionnées dans le tableau 3.11 à la station Vieux-Limoilou sont consignées à la figure AF3.1 à l'annexe 2.

**Tableau 3.10 - Distribution des concentrations de Ni dans les $PM_{10}$ entre 2011 et 2021**

| Intervalle Ni/$PM_{10}$ (ng/$m^3$) | Nombre d'observations | Intervalle Ni/$PM_{10}$ (ng/$m^3$) | Nombre d'observations |
|---|---|---|---|
| 1,5 - 15 | 1224 | 125 - 139 | 4 |
| 15 - 29 | 56 | 139 - 152 | 4 |
| 29 - 43 | 18 | 152 - 193 | 3 |
| 43 - 56 | 10 | 193 - 207 | 5 |
| 56 - 70 | 10 | 207 - 275 | 4 |
| 70 - 84 | 2 | 275 - 289 | 2 |
| 84 - 97 | 6 | 289 - 330 | 2 |
| 97 - 111 | 5 | 330- 591 | 0 |
| 111 - 125 | 5 | 591 - 604 | 1 |

**Tableau 3.11 - Dates auxquelles la concentration de nickel dans l'air ambiant a excédé 70 ng/$m^3$ et compilation du nombre de jours par année excédant cette valeur entre 2011 et 2022**

| Date (Vieux-Limoilou) | Ni/$PM_{10}$ (ng/$m^3$) | No. de jours par année excédant 70 ng/$m^3$ | Date (Vieux-Limoilou) | Ni/$PM_{10}$ (ng/$m^3$) | No. de jours par année excédant 70 ng/$m^3$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 2011-05-09 | 151 | 1 | 2018-03-27 | 223 | |
| 2013-02-15 | 206 | | 2018-03-29 | 162 | |
| 2013-08-20 | 119 | | 2018-04-16 | 145 | |
| 2013-12-20 | 257 | | 2018-09-11 | 109 | |
| 2013-12-22 | 124 | | 2018-11-16 | 90 | |
| 2013-12-30 | 125 | 5 | 2018-12-16 | 206 | 6 |
| 2014-02-18 | 603 | | 2019-03-28 | 183 | |
| 2014-03-28 | 265 | | 2019-06-06 | 179 | |
| 2014-04-23 | 124 | | 2019-06-20 | 78 | |
| 2014-08-09 | 104 | | 2019-08-25 | 87 | |
| 2014-09-30 | 99 | | 2019-10-28 | 94 | |
| 2014-11-01 | 322 | 6 | 2019-12-09 | 88 | 6 |
| 2015-08-10 | 151 | 1 | 2020-01-14 | 102 | |
| 2016-01-03 | 121 | | 2020-02-25 | 146 | |
| 2016-03-07 | 91 | | 2020-10-12 | 90 | |
| 2016-07-09 | 130 | 3 | 2020-12-21 | 194 | 4 |
| 2017-03-14 | 110 | | 2021-01-26 | 113 | |
| 2017-04-03 | 138 | | 2021-03-23 | 282 | |
| 2017-04-05 | 133 | | 2021-03-25 | 211 | |
| 2017-05-01 | 313 | | 2021-04-04 | 203 | |
| 2017-08-11 | 285 | | 2021-05-08 | 197 | |
| 2017-11-19 | 70 | 6 | 2021-09-05 | 79 | 6 |

**Tableau 3.11 - Dates auxquelles la concentration de nickel dans l'air ambiant a excédé 70 ng/m$^3$ et compilation du nombre de jours par année excédant cette valeur entre 2011 et 2022 aux stations de l'APQ (suite).**

| Date | Station | Ni/PM$_{10}$ (ng/m$^3$) | No. de jours par année excédant 70 ng/m$^3$ |
|---|---|---|---|
| 2015-08-08 | **2$^e$ Avenue** | 77 | |
| 2015-10-28 | | 73 | |
| 2015-12-11 | | 86 | 3 |
| 2016-03-10 | | 111 | |
| 2016-09-08 | | 137 | 2 |
| 2017-03-31 | | 97 | 1 |
| | | | |
| 2016-01-03 | **3$^e$ Avenue** | 134 | |
| 2016-03-10 | | 146 | |
| 2016-09-08 | | 122 | 3 |
| 2017-03-31 | | 101 | |
| 2017-08-11 | | 220 | |
| 2017-12-22 | | 75 | 3 |
| 2018-03-27 | | 88 | 1 |
| 2019-02-08 | | 92 | |
| 2019-03-28 | | 100 | |
| 2019-05-24 | | 95 | |
| 2019-06-20 | | 92 | 4 |
| 2020-04-27 | | 195 | |
| 2020-12-21 | | 209 | 2 |
| 2021-06-21 | | 95 | 1 |
| | | | |
| 2016-01-25 | **8$^e$ avenue** | 86 | |
| 2016-06-29 | | 118 | 2 |
| 2019-06-05 | | 74 | 1 |

La figure 3.42 montre un graphique comparant les concentrations moyennes annuelles de Ni/$PM_{10}$ (ng/$m^3$) à la station Vieux-Limoilou avec celles à la station Montréal-St-Jean-Baptiste et le pourcentage d'échantillons au-dessus de la limite de détection analytique pendant la période 2011-2019. Les données reliées à la figure 3.42 se retrouvent dans les tableaux 3.12 et 3.13. Les constats suivants sont tirés :

- Les concentrations moyennes annuelles entre 2011 et 2014 ont varié entre 10 et 21 ng/$m^3$.
- Les concentrations moyennes annuelles oscillent par la suite entre 2015 et 2021 avec 4 valeurs dans l'intervalle 5.7-7.5 ng/$m^3$ et 3 valeurs dans l'intervalle 9.9-11.4 ng/$m^3$.
- Le nombre d'échantillons observés au-dessus de la limite de détection est en constante décroissance depuis 2011 et s'est stabilisé à ~23 % depuis 2019.
- Entre 2018 et 2021, les concentrations moyennes calculées à la station Vieux-Limoilou sont environ 5 fois plus élevées qu'à la station Montréal-St-Jean-Baptiste pour la même période.

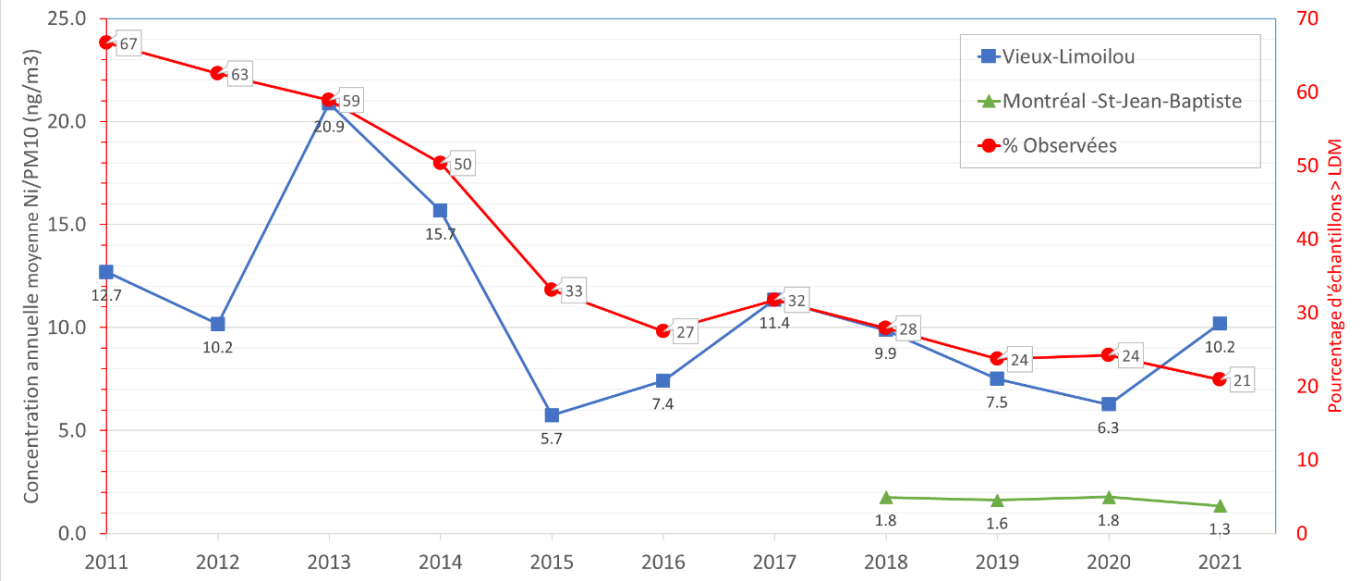



Figure 3.42 - Concentrations moyennes annuelles de Ni dans les $PM_{10}$ (ng/$m^3$) à la station Vieux-Limoilou (en bleu) comparées à celles à la station Montréal-St-Jean-Baptiste (en vert) et pourcentage d'échantillons au-dessus de la limite de détection analytique (en rouge) entre 2011 et 2021

**Tableau 3.12 - Concentrations moyennes annuelles Ni/$PM_{10}$ (ng/$m^3$) et statistiques connexes**

| Année | Moyenne Annuelle Ni/$PM_{10}$ (ng/$m^3$) | # observées | # échantillons | % observées |
|---|---|---|---|---|
| 2011 | 12,7 | 24 | 36 | 67 |
| 2012 | 10,2 | 35 | 56 | 63 |
| 2013 | 20,9 | 33 | 56 | 59 |
| 2014 | 15,7 | 78 | 155 | 50 |
| 2015 | 5,7 | 43 | 130 | 33 |
| 2016 | 7,4 | 39 | 142 | 27 |
| 2017 | 11,4 | 47 | 148 | 32 |
| 2018 | 9,9 | 41 | 147 | 28 |
| 2019 | 7,5 | 41 | 173 | 24 |
| 2020 | 6,3 | 40 | 165 | 24 |
| 2021 | 10,2 | 32 | 153 | 21 |

**Tableau 3.13 - Concentrations moyennes annuelles Ni/$PM_{10}$ (ng/$m^3$) aux stations Vieux-Limoilou et Montréal-Jean-Baptiste et rapport Vieux-Limoilou/ Montréal-Jean-Baptiste entre 2018 et 2021**

| Année | Montréal St-Jean-Baptiste (ng/$m^3$) (MTL-St-JB) | Vieux-Limoilou (ng/$m^3$) (VL) | Rapport VL/MTL-St-JB |
|---|---|---|---|
| 2018 | 1,8 | 9,9 | 5,6 |
| 2019 | 1,6 | 7,5 | 4,6 |
| 2020 | 1,8 | 6,3 | 3,5 |
| 2021 | 1,3 | 10,2 | 7,6 |

Les données de 2010 à 2019 du SNPA démontrent que le secteur Limoilou-Basse-Ville enregistre une concentration moyenne annuelle de nickel supérieure à celle des autres villes canadiennes. La figure 3.43 montre le graphique en barres des concentrations moyennes de Ni/$PM_{10}$ (ng/$m^3$) de stations de mesure dans plusieurs villes canadiennes pour la période 2010-2019 (SNPA). Alors que les moyennes de concentrations de nickel des autres villes canadiennes varient de 1 à 3 ng/$m^3$, la concentration moyenne à Limoilou est beaucoup plus élevée à environ 11,5 ng/$m^3$.

À ces statistiques s'ajoute pour compléter le portrait la variation des moyennes annuelles pendant cette décennie. La figure 3.44 représente la variation des concentrations annuelles de Ni/$PM_{10}$ à Limoilou-Basse-Ville comparée à celle dans d'autres villes au Canada entre 2010 et 2019. Le tableau 3.14 liste les données représentées à la figure 3.44 et montre un paramètre de comparaison basé sur le rapport entre la moyenne annuelle à la station Vieux-Limoilou et celle des autres villes canadiennes sélectionnées entre 2010 et 2019. D'après la figure 3.44, on voit que les moyennes annuelles de

Ni/$PM_{10}$ ont diminué partout au Canada, incluant à la station Vieux-Limoilou. La moyenne annuelle enregistrée à la station Vieux-Limoilou se situait à ~20 ng/$m^3$ en 2010 et 2011 pour ensuite diminuer à ~12 ng/$m^3$ de 2012 à 2014, puis se stabiliser à ~8 ng/$m^3$ entre 2015 et 2019. Pendant cette période, les valeurs enregistrées dans des milieux urbains canadiens similaires à Vieux-Limoilou affichaient des valeurs autour de 2,5 ng/$m^3$ entre 2010 et 2014 pour ensuite diminuer à ~1 ng/$m^3$ entre 2015 et 2019. Ainsi le rapport des moyennes annuelles entre Vieux-Limoilou et le groupe des villes similaires canadiennes a baissé jusqu'à 3,7 de 2010 à 2014 pour ensuite remonter entre 2015 et 2019, impliquant que la qualité de l'air s'est améliorée plus rapidement dans les autres villes similaires que dans Limoilou.

Les figures 3.45 et 3.46 montrent la série temporelle des concentrations de Ni/$PM_{10}$) (ng/$m^3$) pour les périodes 1995-2019 et 2016-2019, respectivement (données du SNPA). La figure 3.46 affiche aussi les valeurs journalières de Ni/$PM_{10}$ excédant 70 ng/$m^3$. Les données soutenant les figures 3.45 et 3.46 sont rapportées dans le tableau 3.15. Ce tableau présente la compilation obtenue à partir des données du réseau SNPA des concentrations moyennes annuelles de nickel dans les $PM_{2,5}$ et dans la portion des particules $PM_{2,5-10}$ échantillonnées à la station Vieux-Limoilou entre 1995 et 2019. La figure 3.47 montre un diagramme à barres superposées de ces données pendant cette période. La combinaison de ces deux fractions correspond aux particules respirables, soit les $PM_{10}$. Le tableau 3.15 liste aussi le rapport entre la fraction $PM_{2,5-10}$ et $PM_{2,5}$. On note qu'en 1995, 1996 et entre 2015 et 2019, les moyennes annuelles du Ni/$PM_{2,5}$ sont inférieures à 2,2 ng/$m^3$. Entre 1997 et 2014, les valeurs se retrouvent dans l'intervalle 2,7-9,0 ng/$m^3$, 2007 et 2009 affichant les valeurs les plus élevées. Quant aux concentrations de Ni/$PM_{2,5-10}$, les valeurs les plus élevées sont observées en 1999, 2009 et 2001. Ceci aura pour conséquence de donner aussi les valeurs les plus élevées pour ces mêmes années pour la concentration moyenne annuelle de nickel dans les $PM_{10}$. Les rapports $PM_{2,5-10}$/$PM_{2,5}$ sont supérieurs à 3,5 pour ces trois années. Ceci indique une contribution plus élevée de la portion $PM_{2,5-10}$ aux valeurs $PM_{10}$ totales. En partant du constat sur ce rapport, on note que cette prépondérance de la portion $PM_{2,5-10}$ dans les $PM_{10}$ est marquée pour les années 2002 et 2015. Il est à noter que la papetière White Birch a cessé ses opérations de décembre 2011 à août 2012 (Canadian Press, 2012; La Presse canadienne, 2012). Pendant la fermeture de cette usine, des pics de nickel allant jusqu'à environ 60 ng/$m^3$ ont été observés. Ceci indique que la papetière n'est pas une source émettrice significative de nickel

En 2013, le rapport publié par le MELCCFP (Walsh et Brière, 2013) conclut que le nickel dans l'air à cette époque provenait du transbordement de pentlandite, un minerai de sulfure mixte de fer et de nickel ($[Fe, Ni]_9S_8$) dans le secteur Beauport du Port de Québec. Leurs conclusions se basent sur la relation entre les concentrations de nickel et la direction des vents, la relation entre le cobalt et le nickel et l'analyse minéralogique des poussières et des particules en suspension.

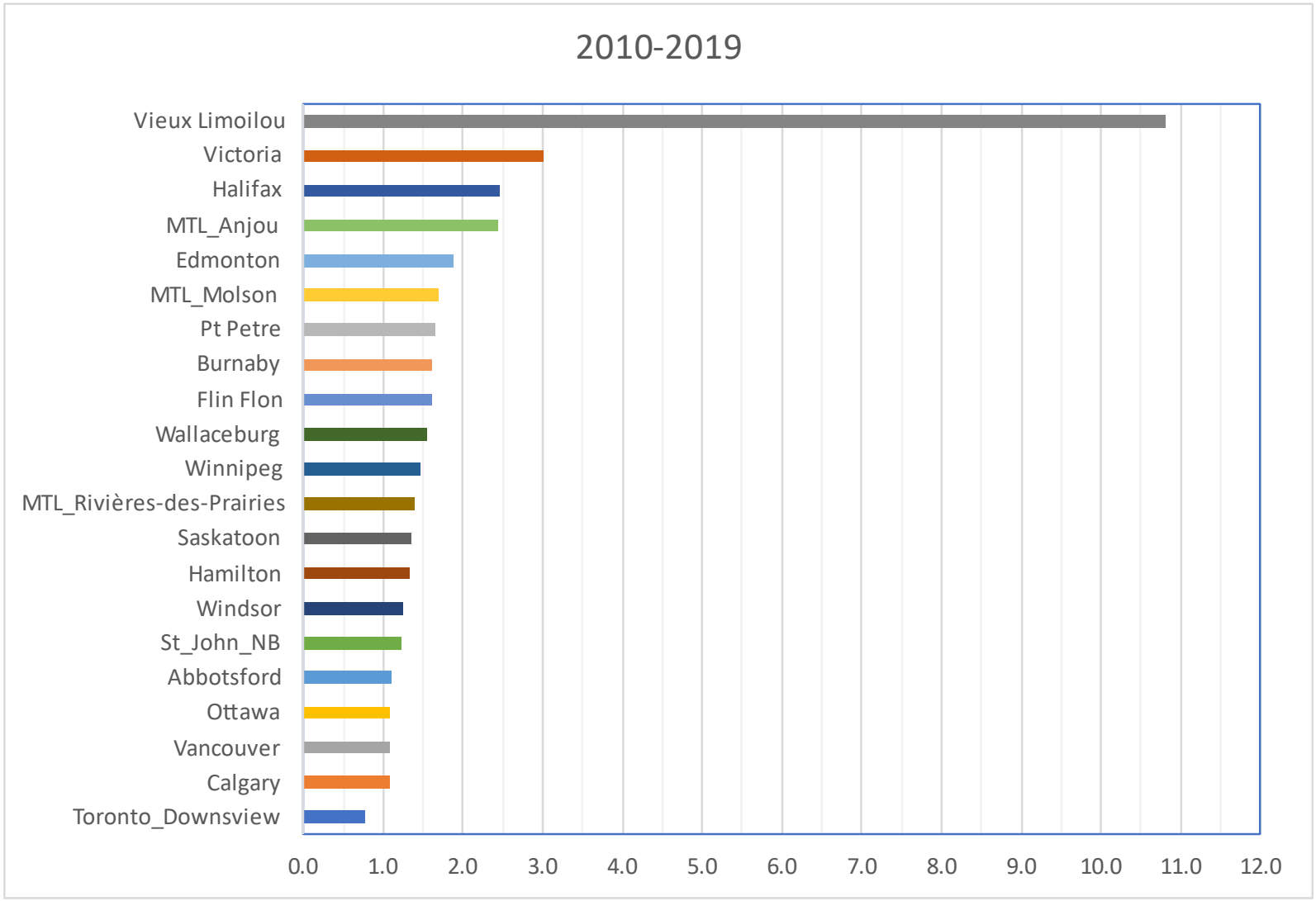



**Figure 3.43 - Concentrations moyennes de Ni /$PM_{10}$ (ng/$m^3$) de stations de même type dans des villes canadiennes entre 2010 et 2019 (SNPA)**

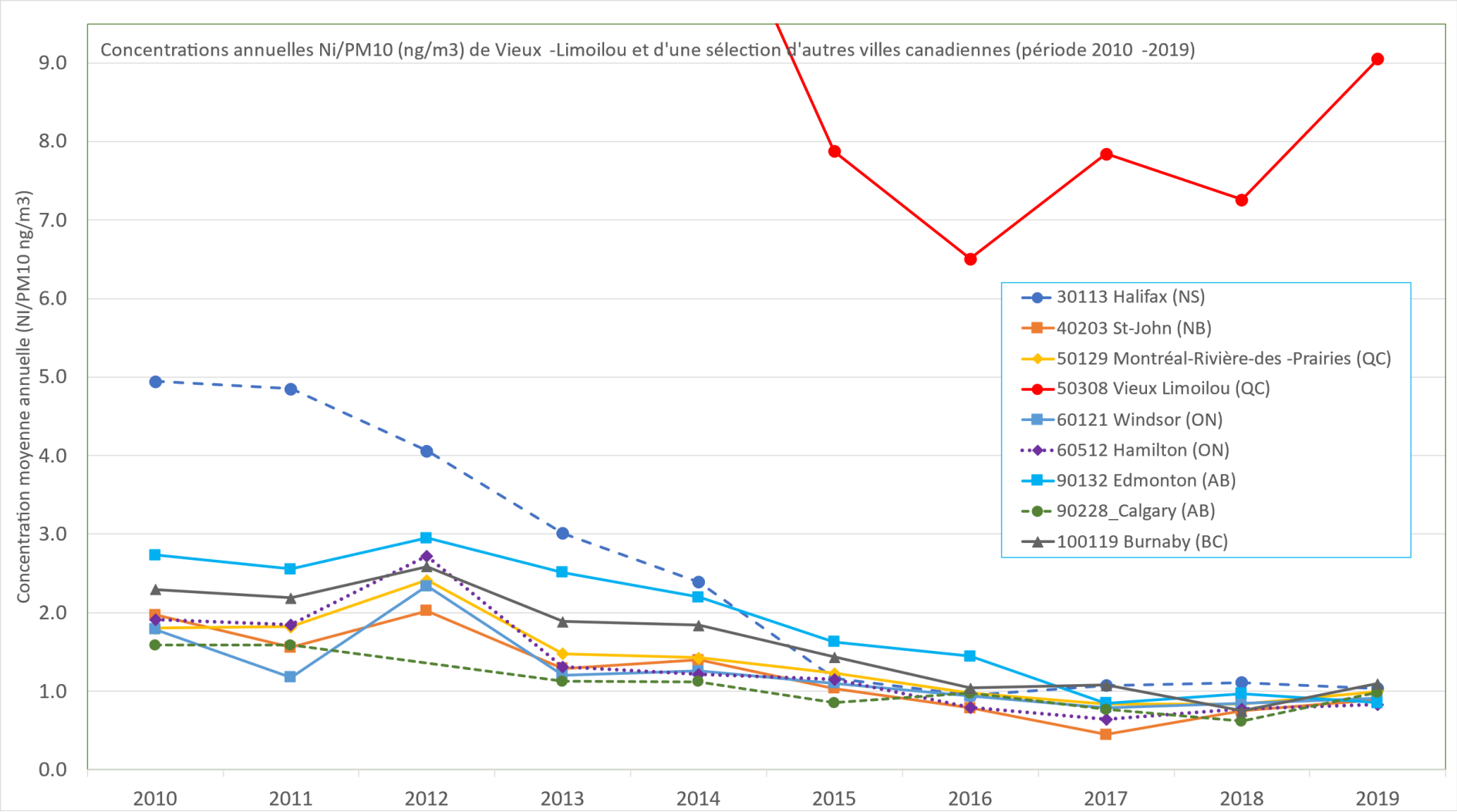



**Figure 3.44 - Variations des concentrations annuelles Ni/$PM_{10}$ (ng/$m^3$) à la station Vieux-Limoilou et dans d'autres villes canadiennes (période 2010-2019)**

**Tableau 3.14 - Variation du rapport entre la moyenne annuelle à la station Vieux-Limoilou et celle d'autres villes canadiennes entre 2010 et 2019**

| Année | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| **50308 Vieux-Limoilou (ng/m$^3$)** | **22,9** | **18,1** | **10,9** | **13,0** | **11,7** | **7,9** | **6,5** | **7,8** | **7,3** | **9,1** |
| | | | | | | | | | | |
| 30113 Halifax (ng/m$^3$) | 4,9 | 4,9 | 4,1 | 3,0 | 2,4 | 1,2 | 0,9 | 1,1 | 1,1 | 1,0 |
| 90132 Edmonton (ng/m$^3$) | 2,7 | 2,6 | 2,9 | 2,5 | 2,2 | 1,6 | 1,4 | 0,8 | 1,0 | 0,9 |
| 100119 Burnaby (ng/m$^3$) | 2,3 | 2,2 | 2,6 | 1,9 | 1,8 | 1,4 | 1,0 | 1,1 | 0,7 | 1,1 |
| 40203 St-John (NB) (ng/m$^3$) | 2,0 | 1,6 | 2,0 | 1,3 | 1,4 | 1,0 | 0,8 | 0,4 | 0,8 | 0,9 |
| 60512 Hamilton (ng/m$^3$) | 1,9 | 1,8 | 2,7 | 1,3 | 1,2 | 1,1 | 0,8 | 0,6 | 0,8 | 0,8 |
| 50129 Montréal Rivière-des-Prairies (ng/m$^3$) | 1,8 | 1,8 | 2,4 | 1,5 | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 0,8 | 0,8 | 1,0 |
| 60121 Windsor (ng/m$^3$) | 1,8 | 1,2 | 2,3 | 1,2 | 1,3 | 1,1 | 0,9 | 0,8 | 0,8 | 0,9 |
| **Moyenne d'une sélection de villes au Canada** | **2,5** | **2,3** | **2,7** | **1,8** | **2,7** | **1,2** | **1,0** | **0,8** | **0,9** | **0,9** |
| | | | | | | | | | | |
| **Rapport (Vieux-Limoilou/moyenne de villes au Canada)** | **9,2** | **7,9** | **4,0** | **6,6** | **3,7** | **5,5** | **5,8** | **8,7** | **7,3** | **8,7** |

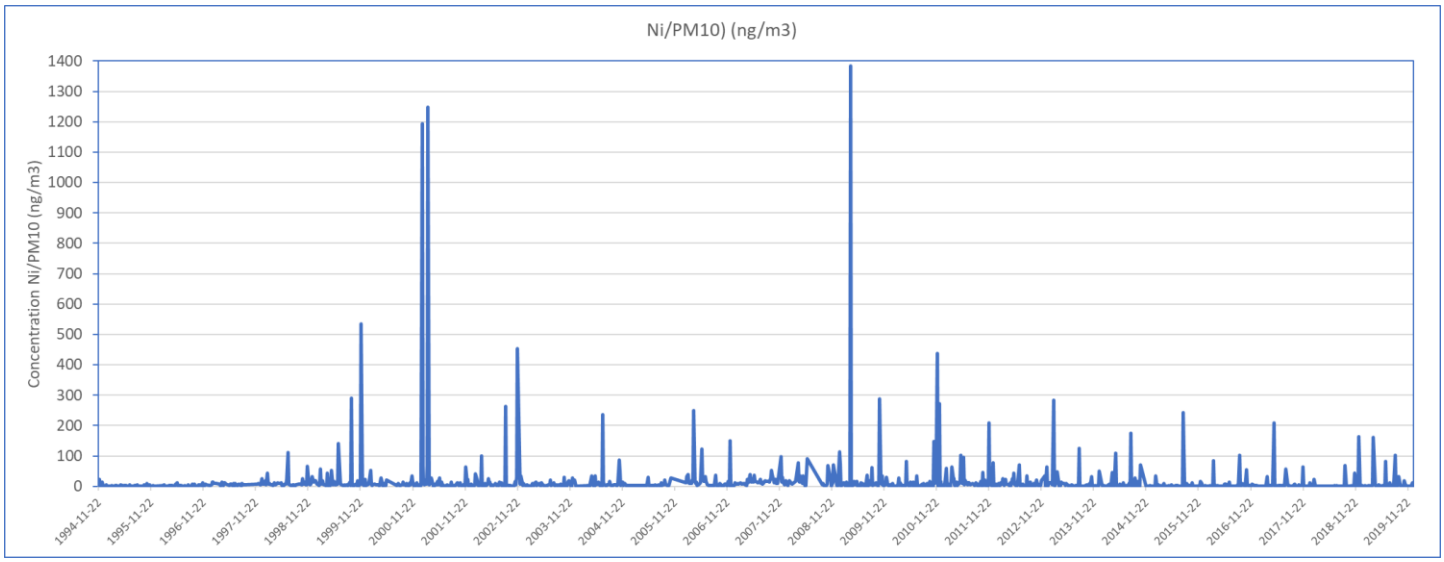



**Figure 3.45 - Série temporelle des concentrations de Ni /$PM_{10}$) (ng/$m^3$) mesurées à la station Vieux-Limoilou entre 1995 et 2019 (SNPA)**

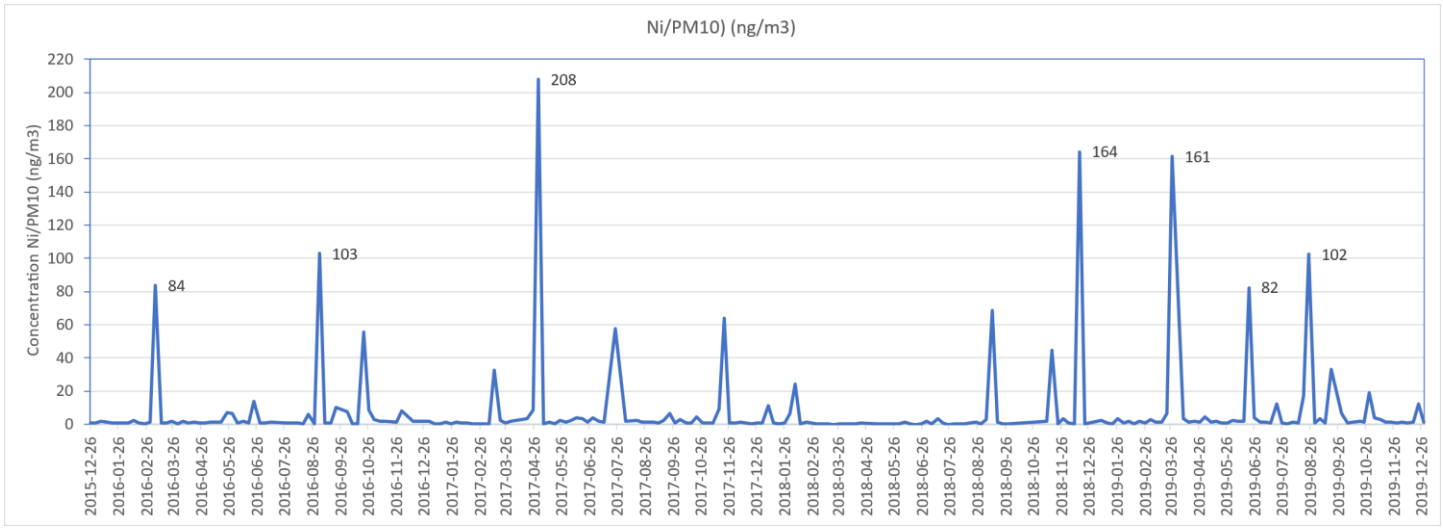



**Figure 3.46 - Série temporelle des concentrations de Ni/$PM_{10}$) (ng/$m^3$) mesurées à la station Vieux-Limoilou entre 2016 et 2019 (SNPA)**

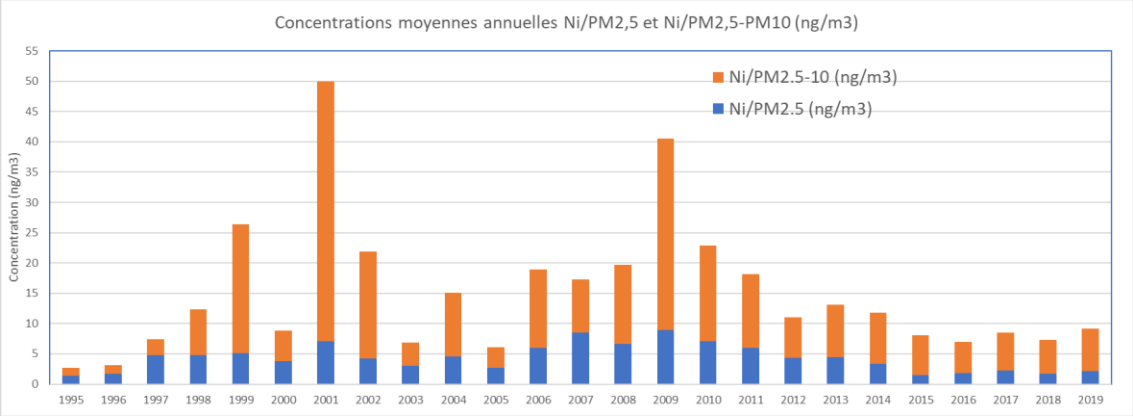



**Figure 3.47 - Diagramme à barres superposées des concentrations annuelles moyennes de Ni dans les $PM_{2,5}$ et $PM_{10}$ entre 1995 et 2019**

**Tableau 3.15 - Concentrations annuelles moyennes de nickel dans les différentes fractions de taille de particules échantillonnées à la station Vieux-Limoilou entre 1995 et 2019.**

| Année | Ni/$PM_{2.5}$ (ng/$m^3$) | Ni/$PM_{2.5-10}$ (ng/$m^3$) | Ni/$PM_{10}$ (ng/$m^3$) | Rapport $PM_{2.5-10}/PM_{2,5}$ |
|---|---|---|---|---|
| 1995 | 1,3 | 1,3 | 2,7 | 1,0 |
| 1996 | 1,7 | 1,4 | 3,1 | 0,8 |
| 1997 | 4,8 | 2,5 | 7,4 | 0,5 |
| 1998 | 4,8 | 7,5 | 12,3 | 1,6 |
| 1999 | 5,1 | 21,4 | 26,4 | 4,2 |
| 2000 | 3,8 | 5,0 | 8,8 | 1,3 |
| 2001 | 7,1 | 42,8 | 49,9 | 6,0 |
| 2002 | 4,2 | 17,7 | 21,9 | 4,2 |
| 2003 | 3,0 | 3,8 | 6,8 | 1,3 |
| 2004 | 4,5 | 10,6 | 15,1 | 2,4 |
| 2005 | 2,7 | 3,4 | 6,1 | 1,2 |
| 2006 | 6,0 | 12,9 | 18,9 | 2,2 |
| 2007 | 8,5 | 8,8 | 17,2 | 1,0 |
| 2008 | 6,7 | 13,0 | 19,6 | 1,9 |
| 2009 | 9,0 | 31,6 | 39,9 | 3,5 |
| 2010 | 7,1 | 15,7 | 22,8 | 2,2 |
| 2011 | 6,0 | 12,1 | 17,9 | 2,0 |
| 2012 | 4,3 | 6,7 | 10,9 | 1,5 |
| 2013 | 4,5 | 8,6 | 13,1 | 1,9 |
| 2014 | 3,3 | 8,4 | 11,8 | 2,5 |
| 2015 | 1,4 | 6,7 | 8,0 | 4,6 |
| 2016 | 1,8 | 5,2 | 6,8 | 2,9 |
| 2017 | 2,3 | 6,2 | 8,5 | 2,7 |
| 2018 | 1,7 | 5,6 | 6,9 | 3,3 |
| 2019 | 2,2 | 7,0 | 9,2 | 3,3 |

La publication du MELCCFP de 2013 (Walsh et Brière, 2013) rapportait cette corrélation entre le cobalt et le nickel dans les échantillons d'air prélevés entre 2010 et 2012. Le cobalt, un autre métal critique, est aussi associé à la pentlandite et est produit commercialement dans certaines fonderies à partir de ce minerai. La figure 3.48 montrent les séries temporelles des concentrations journalières de Ni /$PM_{10}$ et de Co/$PM_{10}$ (ng/$m^3$) entre 2011 et 2021. Hormis les échelles de concentrations différentes pour chacun de ces éléments, on note clairement la similitude des variations temporelles de ces deux séries. Nous avons considéré toutes les valeurs jusqu'en 2021 des concentrations de cobalt et de nickel dans les $PM_{10}$ au-dessus des limites de détection de ces métaux. La figure 3.49 indique clairement que les concentrations de nickel sont systématiquement ~25 fois supérieures à celles de cobalt, ce qui indique que la source des deux métaux dans l'air ambiant est la même. Les gisements de sulfure de nickel comme la pentlandite contiennent souvent du cobalt, ce qui est le cas du minerai de la mine Raglan. De plus, selon GLENCORE, le nickel matte transbordé au Port de Québec contiendrait 58-60 % de nickel et 2 % de cobalt.

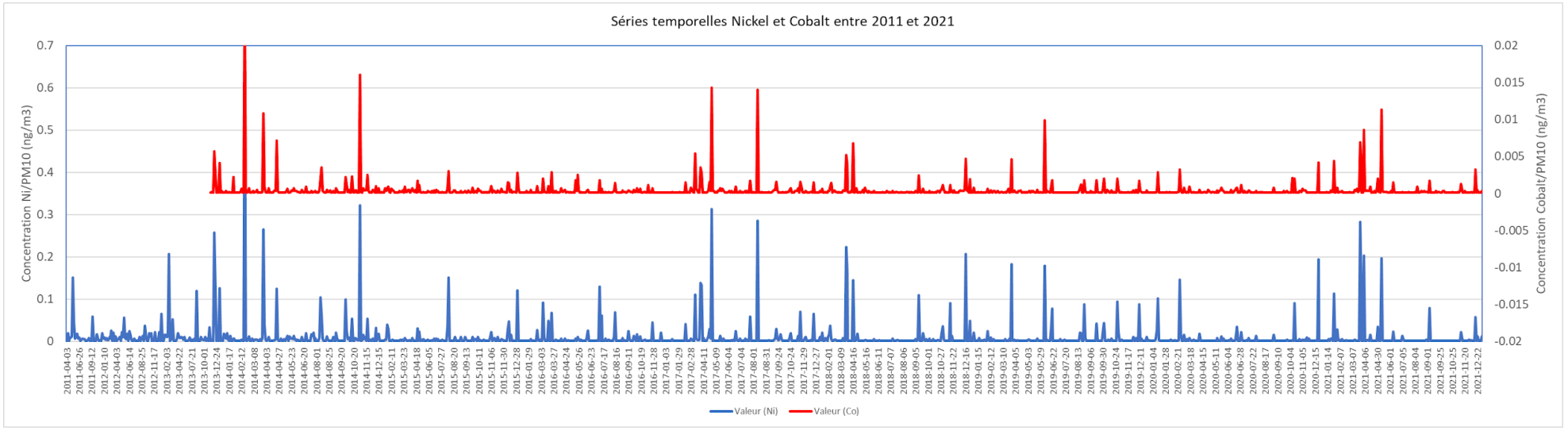



**Figure 3.48 - Série temporelle des concentrations journalières (ng/m$^3$) de Ni /$PM_{10}$ (en bleu) et Co/$PM_{10}$ (en rouge) entre 2011 et 2021 (MELCCFP)**

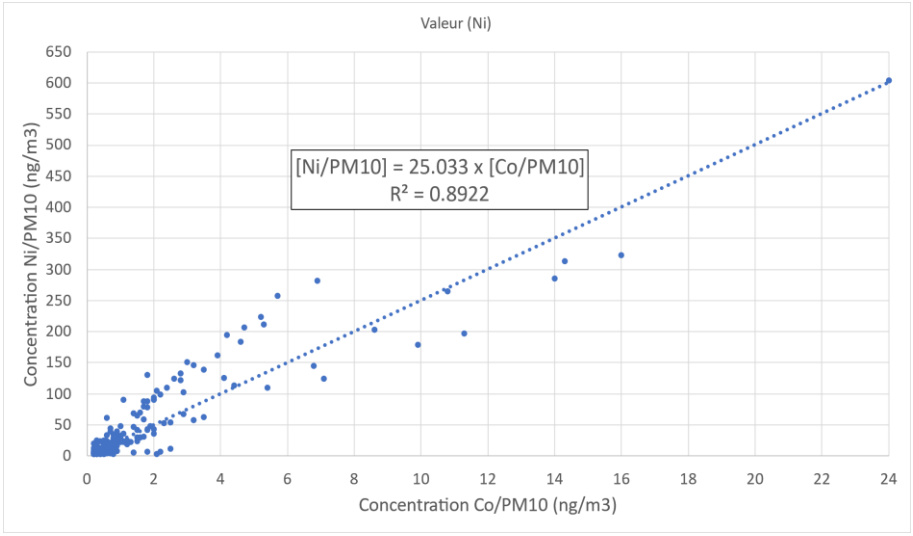



**Figure 3.49 - Rapport (Ni/ $PM_{10}$)/(Co/$PM_{10}$) entre 2011 et 2021 (MELCCFP)**

Hormis la direction et la vitesse des vents, la variation des concentrations moyennes mensuelles de nickel dans les $PM_{10}$ s'avère un autre aspect à considérer. Est-ce que les concentrations sont plus élevées à certaines périodes de l'année? Le diagramme de la figure 3.50 montre les concentrations moyennes mensuelles de Ni dans les $PM_{10}$ à la station Vieux-Limoilou en 2019, 2020 et 2021. Aucune tendance marquée n'est détectée hormis des valeurs souvent plus élevées en 2020 et 2021 entre décembre et mai. L'année 2019 ne suit pas cette tendance.

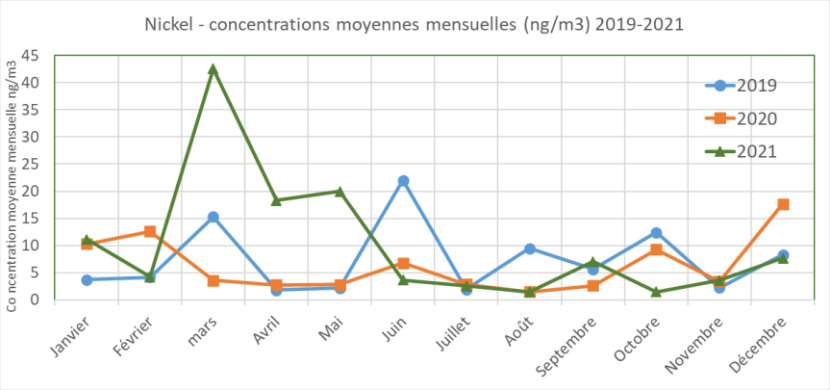



**Figure 3.50 - Diagramme concentrations moyennes mensuelles de Ni dans $PM_{10}$ à la station Vieux-Limoilou en 2019, 2020 et 2021 (MELCCFP)**

Un autre point concerne la comparaison des concentrations moyennes annuelles de nickel dans les $PM_{10}$ avec celles d'autres villes au Québec. La figure 3.51 montre un tel diagramme obtenu à partir des données du MELCCFP pour 2020 et 2021. On constate que la moyenne de la concentration de Ni dans les $PM_{10}$ à la station Vieux-Limoilou pour ces deux années combinées dépasse significativement celles mesurées aux autres stations au Québec et ce, quelle que soit la population des milieux urbains représentés à la figure 3.51.

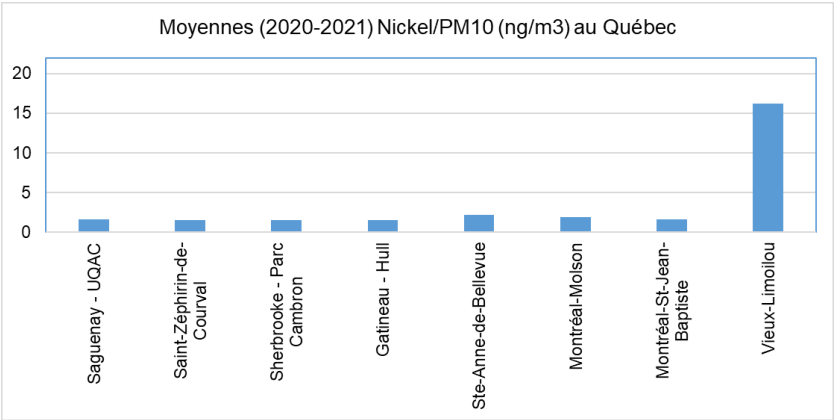



**Figure 3.51 - Diagramme à barres des concentrations annuelles moyennes de Ni dans les $PM_{10}$ de stations au Québec pour 2020 et 2021 (MELCCFP)**

Le nickel se retrouve aussi dans les PST. La figure 3.52 montre le diagramme à barres des concentrations annuelles moyennes de Ni dans les PST de stations rurales et urbaines au Québec entre 2015 et 2021 (MELCCFP). Les six stations représentées à partir de la droite du diagramme (De l'Église à Vieux-Limoilou) de cette figure sont toutes situées à Québec. On note le gradient de concentrations entre les stations De l'Église et Vieux-Limoilou, au fur et à mesure que l'on se rapproche de la zone industrielle de Limoilou. Les valeurs enregistrées aux stations CLSC-Basse-Ville et Vieux-Limoilou sont nettement supérieures à celles observées aux autres stations ailleurs dans la province de Québec, tant en milieu rural qu'urbain.

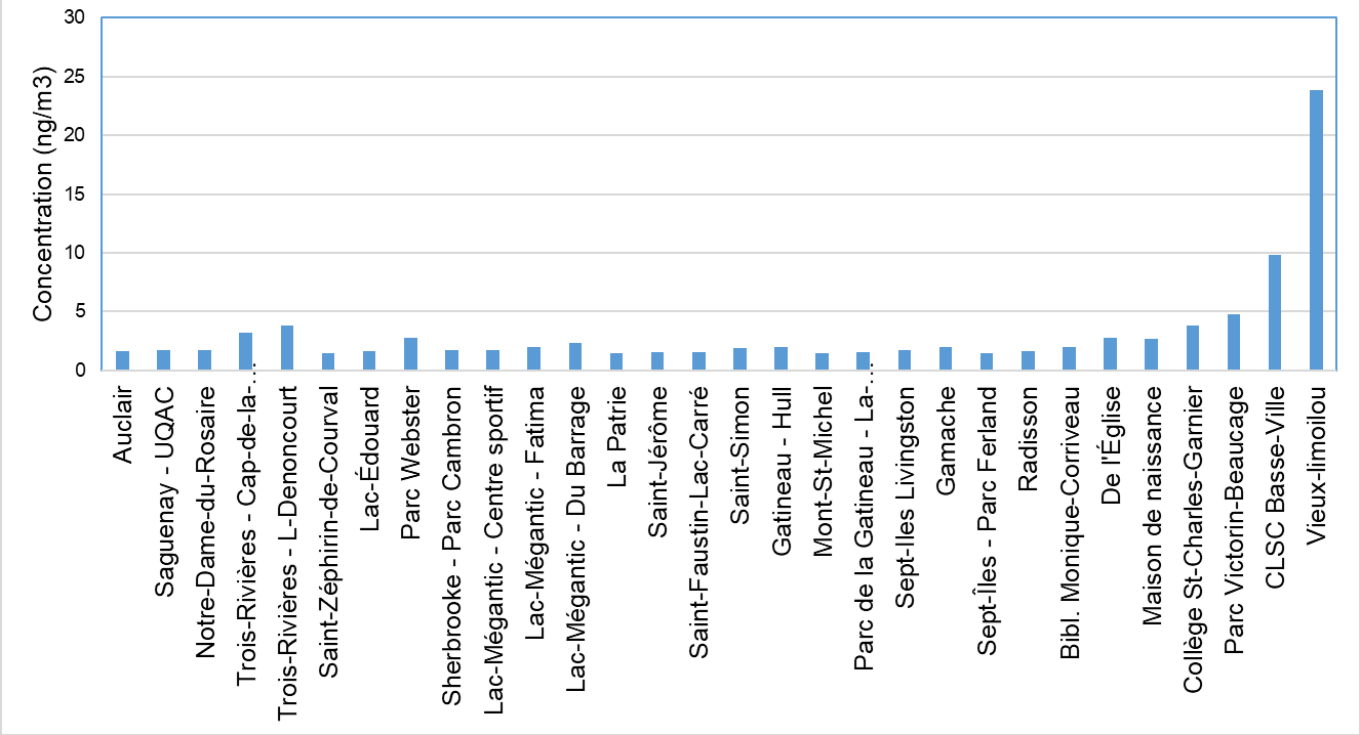



**Figure 3.52 - Diagramme à barres des concentrations annuelles moyennes de Ni dans les PST de stations au Québec entre 2015 et 2019 (MELCCFP)**

Tout comme dans le rapport Walsh/Brière de 2013 (Walsh et Brière, 2013), la direction et la force des vents ont été mises en relation avec les concentrations de nickel dans les échantillons de PST obtenus aux stations Vieux-Limoilou (mai 2010 à décembre 2020), De Beaujeu (avril 2020 à mars 2012) et Vitré (avril 2010 à mars 2012) (Lalande et Duchesne, 2022). Les résultats de cette analyse sont présentés sous forme de roses de pollution sur une carte géographique délimitant les zones urbaines et industrielles du quartier Limoilou à la figure 3.53. Cette figure montre les roses de pollution positionnées aux trois stations de mesure précitées. Ces roses combinent les distributions centiles des concentrations de nickel dans les PST en fonction de la direction des vents mesurés à la station de Beauport (voir rose des vents moyens à la figure 3.53). Ces données compilées par l'Initiative citoyenne de vigilance du Port de Québec (Lalande et Duchesne, 2022) démontrent que les PST

contiennent du nickel en provenance de la zone industrielle de la baie de Beauport selon la direction des vents. Tout comme une rose des vents qui montre les directions de vent préférentiel à l'aide de segments autour d'un cercle, les segments d'une rose de pollution correspondent à une mesure d'un polluant en fonction de la direction de vent. À la figure 3.53, la rose de pollution en bas à gauche montre un segment avec une valeur de 1 670 ng/m$^3$ de nickel provenant du nord-est. Les trois flèches rouges dans cette figure pointent dans la direction d'où vient le vent, en général, de l'est-nord-est dans ce cas-ci avec des concentrations maximales de nickel de 1030, 743 et 1 670 ng/m$^3$ enregistrés aux stations de mesure Beaujeu (entre 2010 et 2012), Vitré (entre 2010 et 2012) et Vieux-Limoilou (entre 2010 et 2020), respectivement.

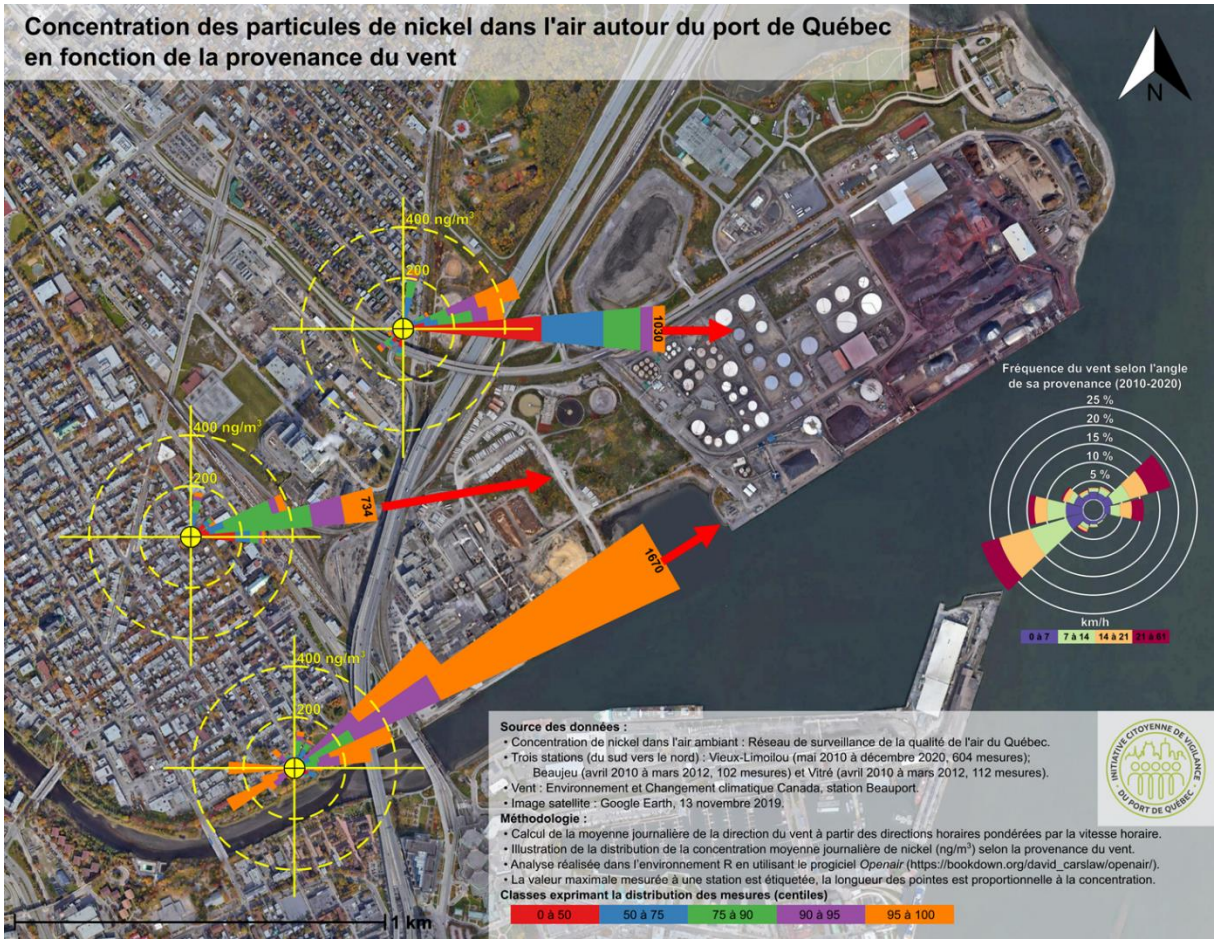



**Figure 3.53 - Roses de pollution du nickel dans les PST aux trois stations du MELCCFP reportées sur une carte géographique du quartier Limoilou. Ces roses tiennent compte de la direction et de la vitesse des vents mesurés à la station Beauport (SMC; voir rose des vents).**

La figure 3.54 montre une carte géographique avec des roses de pollution utilisant les données de concentrations de nickel dans les $PM_{10}$ mesurées aux trois stations de suivi de la qualité de l'air installées par le Port de Québec (2$^e$, 3$^e$ et 8$^e$ Avenue) dans Limoilou et à la station Vieux-Limoilou

(RSQAQ, MELCCFP). Seules les données excédant 70 ng /$m^3$ ont été retenues pour tracer les roses de pollution apparaissant à la figure 3.54. Les trois flèches rouges dans cette figure pointent dans la direction d'où vient le vent, en général, du nord-est dans ce cas-ci avec des concentrations maximales de nickel de 137, 220 et 603 ng/m3 enregistrées aux stations de mesure 2e Ave. (entre 2015 et 2017), 3e (entre 2016 et 2021) et Vieux-Limoilou (entre 2010 et 2021), respectivement.

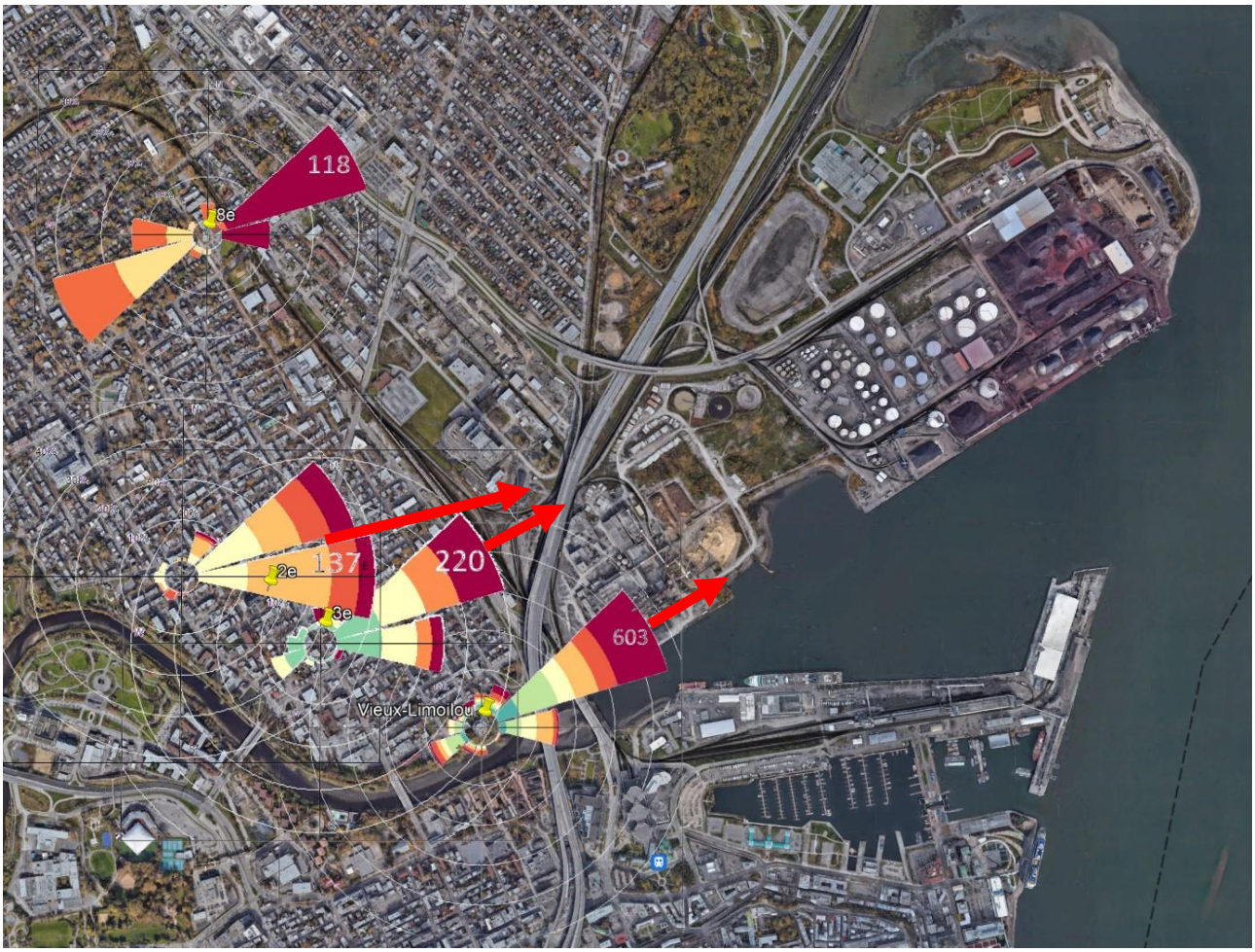



**Figure 3.54 - Roses de pollution des concentrations de nickel dans les $PM_{10}$ aux trois stations de l'APQ et celle du Vieux-Limoilou (MELCCFP) reportées sur une carte géographique du quartier Limoilou. Ces roses tiennent compte de la direction et de la vitesse des vents mesurés à la station Beauport (SMC; voir rose des vents à la figure 3.53)**

Par triangulation dans les deux exemples montrés aux figure 3.53 et 3.54, on peut en déduire que le nickel émane de la zone industrielle de Limoilou. Ce constat vient appuyer celui rapporté par Walsh et Brière en 2013 (Walsh et Brière, 2013) qui identifiait les opérations de transbordement au Port de Québec comme la source probable des concentrations élevées de nickel dans l'air du secteur Limoilou-Basse-Ville.

## 3.13 Initiative citoyenne Limoil'air

Cette section décrira brièvement le projet Limoil'air, une initiative citoyenne amorcé en 2021 qui a débuté plus tôt en 2022. Ce projet est hébergé et piloté par le groupe RevolvAir sous la direction de M. Guillaume Simard (https://revolvair.org/). Ce projet est endossé par M. Sol Zanetti, député de Jean-Lesage, qui a soutenu le développement de la plateforme RevolvAir. Ce projet a été rendu possible grâce à l'apport du Fonds écoresponsable de la Caisse Desjardins de Limoilou et de la Ville de Québec. Ce projet permettra aux citoyen(ne)s de Limoilou préoccupé(e)s par la qualité de l'air dans leur quartier depuis dix ans d'obtenir de l'information qui ultimement pourra répondre à leurs préoccupations. Ce projet de sciences citoyenne bénéficie aussi de la collaboration des conseils de quartiers de Limoilou et RevolvAir (Limoil'Air, 2022). Le projet Limoil'Air a mis en place en 2022 un réseau de micro-capteurs de particules ($PM_{2,5}$ et $PM_{10}$) sur les balcons de résidence de citoyen(ne)s. Depuis plus de 10 ans, l'enjeu de la qualité de l'air est au cœur des préoccupations des citoyen(ne)s des trois quartiers Lairet, Maizerets et Vieux-Limoilou. Le projet Limoil'Air est un outil pour une compréhension élargie des enjeux, réalités et méthodes relatives à l'analyse de la qualité de l'air. Cette initiative chapeautée par le conseil de quartier du Vieux-Limoilou et Revolv'Air, est menée avec la collaboration des conseils de quartier de Lairet et Maizerets, qui bénéficie de l'expertise scientifique de plusieurs de leurs citoyen(ne)s dans le domaine, ainsi que du Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy (CERFO).

En date de décembre 2022, 70 micro-capteurs ont été installés dans les trois quartiers de Limoilou, dans l'objectif de mesurer en temps réel les concentrations de $PM_{2.5}$. Les résidences ont été sélectionnées en fonction de la proximité avec des émetteurs de polluant déjà identifiés, leur situation par rapport aux corridors de vents et leur dissémination dans Limoilou. Un réseau représentatif de la réalité du territoire a été établi grâce à certains capteurs placés près d'infrastructures comme une autoroute, un boulevard passant, l'incinérateur ou les installations du Port de Québec. D'autres capteurs ont été installés dans les quartiers et plus loin de ces sources émettrices. Des capteurs-témoins ont aussi été placés dans Vanier, Montcalm, Beauport, Saint-Roch et Saint-Sauveur.

Chaque capteur est bien identifié tout en respectant les critères typiques d'emplacement et de fonctionnement. Une mesure de la concentration de $PM_{2.5}$ et $PM_{10}$ faite aux deux minutes est envoyée au serveur principal de Revolv'Air avec les mesures de température et d'humidité relative. Les données recueillies sont mises à jour sur le site web de Revolv'Air et rendues disponibles pour téléchargement. Des données sur les concentrations de $PM_{2.5}$ sont ainsi obtenues en temps réel sur une base 24/7 pour les trois quartiers. Les hyperliens suivants donnent accès aux données brutes :

- https://revolvair.org/hacker-les-donnees-de-limoilair/
- https://app.revolvair.org/storage/archive-stations/
- https://app.revolvair.org/storage/archive-stations/

La figure 3.55 montre l'interface de Limoil'Air permettant de visualiser les données mesurées par les capteurs installés à ce jour.

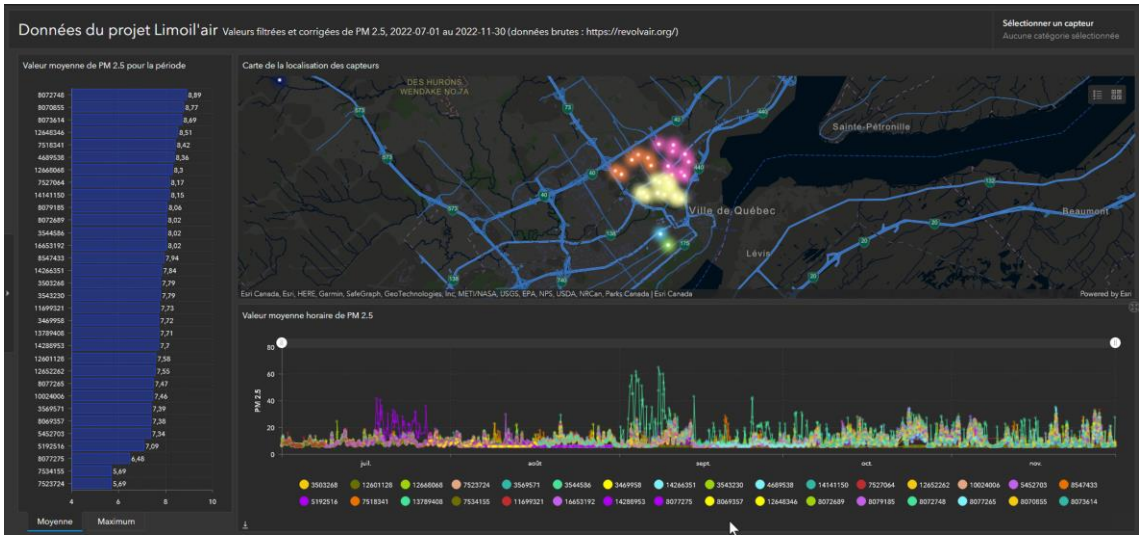



**Figure 3.55 - Interface du projet Limoil'Air pour visualiser les données $PM_{2.5}$ mesurées à ce jour**

La visualisation des données est rendue possible grâce à un tableau de bord interactif :

https://ulaval.maps.arcgis.com/apps/dashboards/71e852046d6046919f1f30f9d7c98c5d

La figure 3.56 est un exemple du tableau de bord montrant les statistiques pertinentes d'un capteur dans une zone géographique choisie par l'utilisateur.

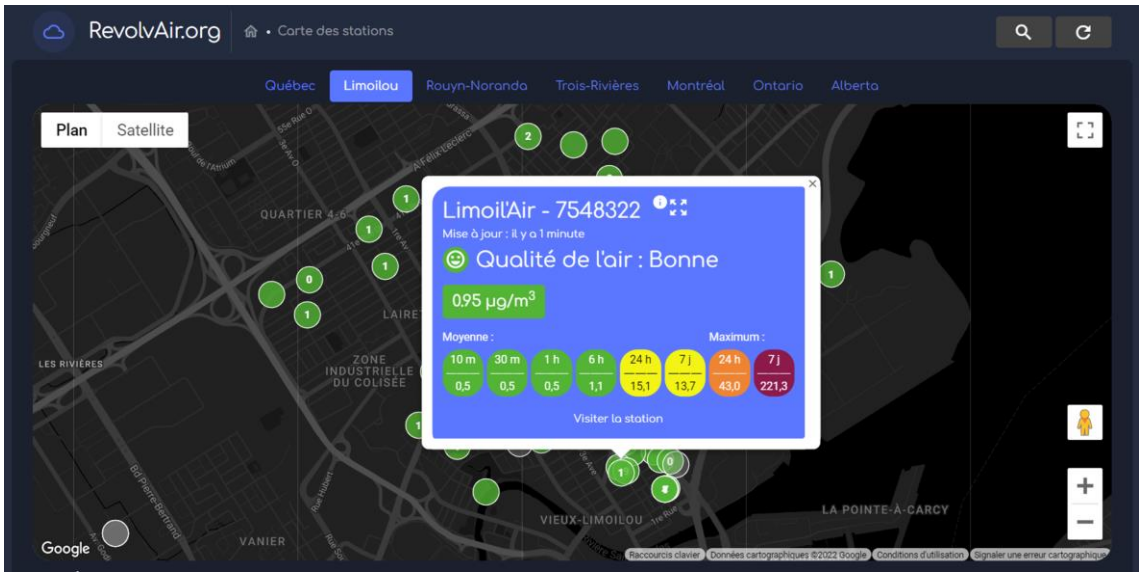



**Figure 3.56 - Tableau de bord avec statistiques pertinentes d'un capteur dans une zone donnée**

Un document qui présente les grandes lignes du projet et des observations sommaires est consigné à l'annexe 5.

## 3.14 Questions thématiques – Qualité de l'air ambiant

### Q1 - Qualité et actualisation de l'information

- La littérature scientifique, les rapports gouvernementaux et les portails de données ouvertes au Canada et au Québec constituent une base importante et fiable permettant d'apprécier la qualité de l'air au Québec, dans la ville de Québec et dans Limoilou.
- Le bilan de la qualité de l'air extérieur s'améliore depuis 10 ans dans la région de Québec. En général, les normes du RAA sont respectées. Des dépassements sont observés pour les valeurs annuelles des $PM_{2,5}$ et des $PM_{10}$. Des dépassements ponctuels des valeurs de référence sont aussi observés pour les PST, les $PM_{10}$, les $PM_{2,5}$, et le nickel
- La ville de Québec et Limoilou en particulier affiche aussi des valeurs moyennes annuelles de $PM_{2,5}$ plus élevées que la moyenne québécoise en milieu urbain.
- La situation du nickel semble s'améliorer un peu dans Limoilou. Par contre, ce phénomène unique à Limoilou est défini depuis quelques années par des épisodes de concentrations plutôt élevées de nickel à des fréquences irrégulières. Par conséquent, la situation de Limoilou ne s'est pas améliorée aussi rapidement que dans d'autres villes canadiennes.

### Q2 – Angle(s) mort(s)

- Toutes les données sur la qualité de l'air du RSQAQ et du SNPA doivent être exploitées pour dégager un portrait adéquat de la situation dans le secteur Limoilou-Basse Ville.
- Connaissons-nous vraiment l'impact des COV à Limoilou? Ce rapport a permis d'inclure dans le portrait de situation une analyse de quatre années de mesure de COV à la station Vieux-Limoilou et d'apprécier leur évolution entre 2016 et 2019. Ceci a permis de comparer les résultats de la station Vieux-Limoilou avec ceux d'une station de l'est de Montréal, elle aussi sous influence industrielle. Hormis le benzène, les niveaux de BTEX mesurés à la station Vieux-Limoilou sont nettement plus élevés qu'à Montréal, bien que les normes du RAA soient rencontrées. On observe une déviation par rapport au RAA pour le dichlorométhane.
- Il y a un angle mort par rapport aux études concernant l'incinérateur de la ville de Québec. Ces études sont basées sur des résultats de campagne d'échantillonnage datant d'au moins 10 ans. Elles ne reflètent pas la réalité d'aujourd'hui ni les avancées technologiques mises en place pour améliorer le bilan de émissions de l'incinérateur.

- Est-ce que les données sur la qualité de l'air sont assez actualisées et synchronisées dans le temps pour dégager le portrait désiré et commenter sur les polluants ciblés?

---

## Q3 – Recommandation la plus urgente

- Campagne d'échantillonnage de la ville de Québec/MELCCFP/Port de Québec pour avoir des données actualisées permettant de mieux cibler des actions continues d'amélioration de la qualité de l'air et la mise en place de toute l'expertise pertinente disponible pour faire rapidement des constats et des recommandations

# CHAPITRE 4. QUALITÉ DE L'AIR DANS LIMOILOU-BASSE-VILLE ET LA SANTÉ

La santé des citoyens de Limoilou-Basse-Ville constitue l'enjeu majeur à considérer dans l'estimation des impacts de la qualité de l'air. Les chapitres 2 et 3 ont contribué à dresser le portrait le plus exhaustif possible des sources d'émissions et des principaux contaminants présents dans le secteur Limoilou-Basse-Ville.

Comme on observe d'importantes inégalités sociales et de santé entre Limoilou-Vanier-Basse-Ville et le reste de la Capitale-Nationale, une partie de la population encaisse un cumul de désavantages sur le plan des conditions de vie et de la santé (DSPublique, 2018). Bien que les facteurs sociaux et économiques aient un grand rôle à jouer dans ces inégalités, la qualité de l'air pourrait contribuer, ce qui justifie de l'étudier attentivement.

La première section passe en revue les impacts potentiels des contaminants aux concentrations connues dans l'air du secteur Limoilou-Basse-Ville, afin de déterminer quels sont les contaminants ayant le plus d'impact sur la santé de la population. La deuxième section aborde plus en détails les impacts des contaminants jugés prioritaires par le groupe de travail.

## 4.1 Revue des contaminants et de leurs impacts sur la santé

De nombreuses études mettent en lien la pollution de l'air extérieur et le risque de maladies et de mortalité (HEI, 2022; OMS, 2021; Santé Canada, 2017, 2019, 2021). Les impacts sur la santé des contaminants dépendent des concentrations présentes dans l'air et de la durée de l'exposition. Selon leur concentration, les contaminants peuvent entraîner des effets sur la santé après une exposition à court terme (souvent évalués à partir des concentrations sur 8 ou 24 heures) ou à long terme (effets souvent évalués à partir de la concentration annuelle moyenne). L'exposition à long terme est généralement la plus préoccupante, puisqu'elle peut entraîner des effets sur la santé à de faibles concentrations.

Pour déterminer si les contaminants présents dans Limoilou-Basse-Ville peuvent affecter la santé, il faut comparer leurs concentrations avec les normes et critères de la qualité de l'air au Québec ou avec des valeurs de référence établies par les autorités sanitaires canadiennes ou internationales. Ces valeurs représentent habituellement les concentrations jugées protectrices pour la santé.

Les principaux contaminants font l'objet de normes québécoises, de cibles[1] canadiennes ou de lignes directrices de l'OMS. Il s'agit des particules fines, des particules respirables, de l'ozone, du dioxyde d'azote, du dioxyde de soufre et du monoxyde de carbone. Les lignes directrices de l'OMS, mises à jour en 2021, sont utilisées en priorité parce qu'elles utilisent les données scientifiques les plus

[1] Il s'agit des "normes canadiennes sur la qualité de l'air ambiant". Malgré leur nom, elles ne sont pas des normes réglementaires et n'ont pas de force réglementaire au Québec. Elles doivent plutôt être interprétées comme des cibles qui font consensus entre les ministres de l'Environnement des gouvernements au Canada.

récentes et exhaustives, et parce qu'elles sont basées uniquement sur les effets sur la santé. Même s'il n'est pas nécessairement réaliste de les atteindre à court terme, ces lignes directrices permettent d'évaluer les impacts potentiels pour la santé. Pour leur part, les normes québécoises et les cibles canadiennes tiennent à la fois compte des impacts sur la santé et de la faisabilité technique, économique et sociale.

D'autres substances peuvent être retrouvées dans l'air ambiant, mais ne font pas l'objet des lignes directrices récentes de l'OMS sur la qualité de l'air. Elles sont comparées aux normes et critères de qualité de l'air québécois, ou, en l'absence de critère, aux recommandations d'autorités sanitaires crédibles (Santé Canada, USEPA, ATSDR, OMS-Europe). Les comparaisons se basent surtout sur les données publiées pour la station Vieux-Limoilou, parce que ce sont les plus récentes données publiées et validées pour un grand nombre de contaminants. Les données présentées par les chercheurs du projet MEMS montrent que les concentrations mesurées à Vieux-Limoilou sont similaires ou plus élevées qu'aux autres stations des quartiers Limoilou, Vanier et Basse-Ville. Les données du projet MEMS montrent aussi que la station Vieux-Limoilou est la plus influencée par les vents qui passent par la zone portuaire et industrielle au nord-est de Limoilou. Les jugements portés dans les sections qui suivent sont donc considérés raisonnablement représentatifs de la situation de Limoilou-Basse-Ville par le groupe de travail, à moins de mention contraire.

### *4.1.1 Particules fines ($PM_{2,5}$)*

Les concentrations de particules fines mesurées à la station Vieux-Limoilou (8,5 µg/m$^3$ en 2018, d'après Foucreault et Laberge, 2022) peuvent entraîner des effets significatifs sur la santé, puisqu'elles dépassent de 70 % la ligne directrice de l'OMS (moyenne annuelle de 5 µg/m$^3$; OMS, 2021). Les concentrations à Vieux-Limoilou (8,7 µg/m$^3$ entre 2017 et 2019, d'après MELCC, 2021) respectent toutefois la cible canadienne en vigueur en 2020 (8,8 µg/m$^3$ en moyenne sur trois ans). Cette cible, qui n'a pas de valeur réglementaire au Québec, doit être vue comme un objectif tenant compte de la faisabilité technique et économique, mais elle ne garantit pas l'absence d'effets sur la santé. Il n'y a pas de norme ou de critère annuel au Québec pour les particules fines.

Concernant l'exposition à court terme, l'OMS recommande que moins de 1 % des concentrations journalières dépassent 15 µg/m$^3$. Les données publiées ne permettent pas de comparer directement les concentrations à Vieux-Limoilou-Basse-Ville avec la nouvelle ligne directrice de l'OMS. Par contre, d'après les données présentées par les chercheurs du projet MEMS, la ligne directrice de l'OMS était dépassée durant 8 % des jours à la station Vieux-Limoilou entre 2018 et 2021, et moins souvent aux autres stations de Limoilou-Vanier-Basse-Ville (DSPublique, comm. pers.). La norme journalière québécoise (30 µg/m$^3$) a été dépassée à trois reprises en 2018 (Foucreault et Laberge, 2022). La cible canadienne était respectée à la station Vieux-Limoilou entre 2017-2019 (MELCC, 2021).

**Le groupe de travail considère donc que les particules fines font partie des contaminants prioritaires dans Limoilou-Basse-Ville, puisque leurs concentrations sont suffisantes pour affecter la santé. Leurs impacts sont abordés plus en détails dans la section 4.2.**

### *4.1.2 Particules respirables ($PM_{10}$)*

Les particules respirables ($PM_{10}$) comprennent les particules fines, discutées précédemment, et les particules dont le diamètre varie entre 2,5 et 10 micromètres. Les particules de 2,5 µm et plus se déposent principalement dans les voies respiratoires supérieures et se rendent peu dans les poumons (DSPublique, 2019). Lorsque des données sur les particules fines sont disponibles, l'OMS recommande de les privilégier pour apprécier la qualité de l'air (OMS, 2021). Les données sont analysées à titre indicatif.

La concentration annuelle moyenne de particules respirables à Vieux-Limoilou-Basse-Ville en 2019 semble dépasser légèrement la ligne directrice de l'OMS (15 $\mu g/m^3$), d'après la figure 3.7 du chapitre 3. Concernant l'exposition à court terme aux particules respirables, la ligne directrice journalière de l'OMS (45 $\mu g/m^3$) était respectée à Vieux-Limoilou-Basse-Ville en 2018, d'après la figure 3.7. Il n'existe pas de recommandation canadienne ou de norme québécoise sur les $PM_{10}$.

### *4.1.3 Oxydes d'azote*

L'exposition à long et court terme au dioxyde d'azote peut avoir des effets sur la santé, selon les concentrations. La concentration annuelle moyenne de dioxyde d'azote à Vieux-Limoilou (8,7 ppb en 2018, d'après Foucreault et Laberge, 2022) était 67 % plus élevée que la ligne directrice de l'OMS (5,4 ppb). Elle respectait toutefois les normes canadienne (17 ppb) et québécoise (55 ppb).

Concernant l'exposition à court terme, les données publiées ne peuvent être comparées directement avec la ligne directrice de l'OMS. Par contre, sachant que 25 % des concentrations horaires dépassent 11 ppb (Foucreault et Laberge, 2022), il est probable que la ligne directrice journalière de l'OMS (13 ppb) soit parfois dépassée. La cible journalière canadienne[2] était assurément respectée en 2018 puisque toutes les concentrations horaires étaient inférieures à 60 ppb (Foucreault et Laberge, 2022). La norme journalière québécoise était aussi respectée à la station Vieux-Limoilou en 2018 ; en fait, la norme n'a pas été dépassée au Québec depuis 25 ans (Foucreault et Laberge, 2022).

Les données présentées par les chercheurs du projet MEMS montrent toutefois que les concentrations de dioxydes d'azote, contrairement à celles de particules fines, varient grandement à l'échelle locale, selon la proximité avec les grandes artères routières. Près des routes, la population est vraisemblablement exposée à de plus fortes concentrations que celles qui sont mesurées à la station Vieux-Limoilou, et qui pourraient dépasser les lignes directrices de l'OMS.

[2] Moyenne triennale du 98e centile annuel des maximums quotidiens des concentrations moyennes de $NO_2$ sur une heure : 60 ppb

Le groupe de travail considère donc que le dioxyde d'azote fait partie des contaminants prioritaires dans Limoilou-Basse-Ville, puisque ses concentrations sont suffisantes pour affecter la santé. Ses impacts sont abordés plus en détails dans la section 4.2

### *4.1.4 Ozone*

Les effets de l'ozone sont corrélés avec les concentrations maximales atteintes. Les données publiées ne permettent pas la comparaison avec la ligne directrice de l'OMS à long terme[3]. Il n'existe pas de cible canadienne ou de norme québécoise à long terme.

À court terme, l'OMS recommande que moins de 1 % des périodes de 8h dépassent 50 ppb (100 µg/m$^3$). On peut supposer que cette ligne directrice est respectée à la station Vieux-Limoilou puisque 99 % des concentrations horaires mesurées à la station Vieux-Limoilou en 2018 étaient inférieures à 51 ppb (Foucreault et Laberge, 2022). La cible canadienne et la norme québécoise étaient aussi respectées à la station Vieux-Limoilou, d'après les données des années 2017-2019 (MELCC, 2021) et 2018 (Foucreault et Laberge, 2022).

L'ozone n'a pas été priorisé dans Limoilou-Basse-Ville pour deux raisons : d'abord, parce que les concentrations d'ozone sont généralement plus faibles au centre des milieux urbains qu'en banlieue, ce qui correspond aux résultats présentés par les chercheurs du projet MEMS. Ensuite, parce la réduction des émissions de particules fines et d'oxydes d'azote (liées à la combustion d'énergies fossiles et de bois) devrait aussi réduire les émissions des précurseurs de l'ozone (oxydes d'azote et COV).

### *4.1.5 Dioxyde de soufre*

Une exposition de courte durée au dioxyde de soufre peut irriter les voies respiratoires, notamment chez les personnes asthmatiques. Par contre, la ligne directrice journalière de l'OMS (15 ppb) est largement respectée à la station Vieux-Limoilou-Basse-Ville: toutes les concentrations horaires mesurées en 2018 étaient inférieures à 6 ppb ; et 99 % d'entre elles étaient inférieures à 1,8 ppb (Foucreault et Laberge, 2022). Aucun effet significatif sur la santé n'est donc attendu. La norme journalière québécoise (110 ppb) était aussi respectée.

L'OMS ne recommande pas de norme annuelle. La cible canadienne et la norme québécoise visent aussi à éviter les effets environnementaux, qui surviennent à de plus faibles concentrations. La concentration annuelle moyenne à la station Vieux-Limoilou en 2018 (0,3 ppb, d'après Foucreault et Laberge, 2022) était largement sous la norme québécoise (20 ppb) et la cible canadienne (5 ppb).

[3] Moyenne des maximums quotidiens d'ozone sur 8 heures durant les six mois consécutifs ayant les plus fortes concentrations d'ozone (habituellement en été) : 31 ppb (60 µg/m3)

### 4.1.6 Monoxyde de carbone

Une exposition de courte durée au monoxyde de carbone peut entraîner des effets sur la santé, mais ces derniers se produisent à des concentrations beaucoup plus élevées que celles qui sont retrouvées dans l'air extérieur au Québec. La ligne directrice quotidienne de l'OMS (4 ppm) est largement respectée à la station Vieux-Limoilou-Basse-Ville: toutes les concentrations horaires mesurées en 2018 étaient inférieures à 2,2 ppm; et 99 % d'entre elles étaient inférieures à 0,7 ppm (Foucreault et Laberge, 2022). Aucun effet significatif sur la santé n'est donc attendu. Les normes québécoises (sur une heure et sur 8 heures) étaient aussi respectées ; en fait, elles n'ont jamais été dépassées au Québec depuis 35 ans (Foucreault et Laberge, 2022).

### 4.1.7 Composés organiques volatils (COV)

Il existe de nombreux composés organiques volatils susceptibles d'être retrouvés dans l'air extérieur. D'après les données présentées au Chapitre 3, trois COV sont davantage présents à la station Vieux-Limoilou et seraient susceptibles d'avoir des effets sur la santé: le toluène, le xylène et le dichlorométhane. Il n'y a pas de norme annuelle pour le toluène au Québec, mais les concentrations annuelles moyennes à la station Vieux-Limoilou (9 à 15 $\mu g/m^3$ entre 2016 et 2019) étaient très largement sous les valeurs recommandées par plusieurs autorités sanitaires pour protéger la santé : 2 300 $\mu g/m^3$ (Santé Canada, 2021b), 3 800 $\mu g/m3$ (ATSDR, 2017) et 5000 $\mu g/m3$ (US EPA, s.d.). Les concentrations annuelles moyennes de xylène (6 à 10 $\mu g/m^3$) étaient inférieures à la norme québécoise (20 $\mu g/m^3$) et aux valeurs recommandées par les autorités sanitaires : 100 $\mu g/m^3$ (Santé Canada, 2021b et US EPA, s.d.) ou 217 $\mu g/m^3$ (ATSDR, 2007). Les concentrations de dichlorométhane (5 à 8 $\mu g/m^3$) dépassent légèrement la norme québécoise (3,6 $\mu g/m^3$), mais elles étaient largement sous les valeurs recommandées par les autorités sanitaires pour protéger la santé : 600 $\mu g/m^3$ (Santé Canada, 2021b et US EPA, s.d.) ou 1 060 $\mu g/m^3$ (ATSDR, 2000). Ces données ne suscitent donc pas de préoccupation pour la santé de la population. Les COV contribuent toutefois à la formation de particules fines et d'ozone.

### 4.1.8 Dioxines et furanes

La concentration mesurée à trois stations de Limoilou-Basse-Ville entre 2010 et 2012 (24 fg ET/$m^3$) respectait la norme québécoise (60 fg/$m^3$). Plus d'information sur les dioxines et furanes peuvent être retrouvées dans le *Bilan initial de la qualité de l'air extérieur et ses effets sur la santé*, issu du projet MEMS (DSPublique, 2019). Bien qu'il soit toujours souhaitable de réduire leurs émissions, les dioxines et furanes ne sont pas les contaminants prioritaires dans Limoilou. Par ailleurs, réduire les émissions de particules fines devrait aussi réduire les émissions de dioxines et furanes, puisque leurs sources d'émissions sont similaires.

### 4.1.9 Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

La concentration de benzo(a)pyrène, un HAP particulièrement préoccupant pour la santé, à la station Vieux-Limoilou en 2010 et 2012 (0,21 ng/$m^3$) respectait aussi la norme québécoise (0,9 ng/$m^3$). La concentration du mélange de HAP mesurée à la station Vieux-Limoilou en 2010 et

2012 (1,44 g ET/$m^3$, en équivalent toxique du benzo(a)pyrène) respectait le critère québécois de qualité de l'air (2,4 ng/$m^3$). Plus d'informations sur les HAP peuvent être retrouvées dans le *Bilan initial de la qualité de l'air extérieur et ses effets sur la santé*, issu du projet MEMS (DSPublique, 2019). Bien qu'il soit toujours souhaitable de réduire leurs émissions, les HAP ne sont pas les contaminants prioritaires dans Limoilou-Basse-Ville. Par ailleurs, réduire les émissions de particules fines devrait aussi réduire les émissions de HAP puisque leurs sources d'émissions sont similaires.

#### *4.1.10 Métaux*

Les effets sur la santé de l'exposition aux métaux dans l'air sont variés et dépendent des concentrations auxquelles les individus sont exposés. À l'exception du nickel, les concentrations moyennes des métaux mesurés à la station Vieux-Limoilou sont nettement sous les normes ou critères de qualité de l'atmosphère du Québec (voir tableau 3.8 dans le Chapitre 3). Il n'y a pas de norme ou critère annuel au Québec pour l'aluminium, le calcium, le cuivre, le fer et le zinc. Les autorités sanitaires (Santé Canada, US EPA, ATSDR et l'OMS-Europe) n'ont pas jugé pertinent d'établir des valeurs de référence pour ces métaux. Des valeurs de référence sont habituellement élaborées lorsqu'une substance peut poser des risques dans l'air extérieur. Pour le groupe de travail, les métaux ne sont pas des contaminants prioritaires dans Limoilou-Basse-Ville. Néanmoins, le nickel a été jugé « prioritaire » en raison des préoccupations de la population à son égard et des dépassements de la norme encore observés (voir section 4.2).

Cette section a mis en évidence les contaminants les plus préoccupants pour la santé. La prochaine section analysera plus en détail les impacts sanitaires des particules fines, des oxydes d'azote et du nickel.

## 4.2 Impacts sur la santé des trois contaminants prioritaires dans Limoilou

#### *4.2.1 Particules fines*

Les particules fines sont un indicateur majeur du risque sanitaire de la pollution atmosphérique. Aux concentrations auxquelles sont exposées la plupart des populations urbaines et rurales, les particules fines ont des effets nuisibles sur la santé. En effet, il n'existerait pas de concentration au-dessous de laquelle il n'y aurait aucun effet indésirable pour la santé. Le risque sanitaire augmenterait avec l'importance de l'exposition (OMS, 2006). La figure 4.1 montre les différents types de particules et leur degré de pénétration dans le corps humain. Les particules fines, d'un diamètre inférieur à 2,5 micromètres ($PM_{2,5}$) peuvent pénétrer dans les voies respiratoires inférieures. Leur fraction ultrafine, d'un diamètre inférieur à 0,1 micromètre (PM0,1) peuvent se rendre jusque dans la circulation sanguine et dans les organes, comme montré dans l'illustration suivante :

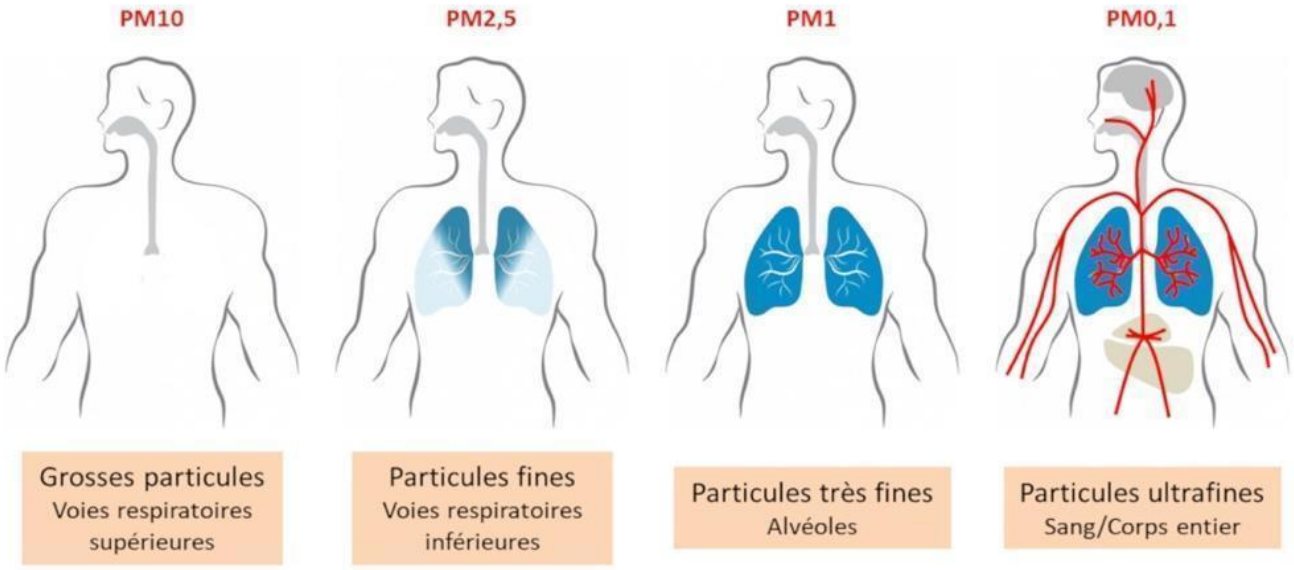



**Figure 4.1 - Types de particules et leur degré de pénétration dans le corps humain**
**(*Source* : © Encyclopédie de l'Environnement)**

Dans son évaluation la plus récente, Santé Canada (2022a) a conclu qu'une exposition à court terme aux particules fines pouvait augmenter la mortalité cardiovasculaire, la mortalité respiratoire et la mortalité due à toutes causes. À long terme, l'exposition aux particules fines peut aussi augmenter la mortalité due à toute cause, et augmente probablement la mortalité cardiovasculaire, la mortalité respiratoire et l'incidence de cancer du poumon. Les données suggèrent aussi qu'elles peuvent affecter le développement des enfants et entraîner des effets neurologiques.

Le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) de l'OMS a classé les particules fines comme cancérigène avéré pour l'humain(CIRC, 2013), jugeant qu'une exposition à long terme peut augmenter l'incidence de cancer du poumon, et possiblement des voies urinaires.

Les effets sur la santé des particules fines pourraient varier selon leur composition chimique. Par contre, dans leurs évaluations exhaustives les plus récentes, tant Santé Canada que l'Environmental Protection Agency des États-Unis (US EPA) ont conclu que les connaissances scientifiques actuelles ne permettent pas d'évaluer le rôle des diverses composantes ou de leur mélange. Santé Canada (2022a) indique qu'il n'est « *pas encore possible de formuler des conclusions globales et complètes sur le rôle précis de chaque composant, ou même de combinaisons d'espèces, dans les effets des $PM_{2,5}$ sur la santé* ». L'US EPA abonde dans le même sens et conclut que « Across exposure durations and health effects categories, it was concluded that many $PM_{2.5}$ components and sources are associated with many health effects, and the evidence does not indicate that any one source or component is consistently more strongly related to health effects than $PM_{2.5}$ mass. ». La concentration totale des particules fines demeure, pour le moment, le meilleur indicateur de leurs effets sur la santé.

Santé Canada (2021b) a estimé les impacts sanitaires des particules fines (et leur valeur économique) à partir d'une modélisation mathématique et de plusieurs sources de données. Le groupe de travail a obtenu les estimations pour la Division de recensement de Québec, qui correspond approximativement à la ville de Québec; elles sont présentées dans le tableau 4.1. Les impacts sanitaires annuels sont considérables : près de 270 décès par année, 286 000 journées d'activités restreintes, ou 731 épisodes de bronchite chez les enfants. Étant donné la grande valeur économique accordée à un décès prématuré, la valeur économique des impacts des particules fines s'élevait à 2 milliards de dollars annuellement, seulement pour la ville de Québec. En excluant la mortalité, les autres impacts sanitaires représentent une valeur économique de 120 millions de dollars annuellement.

**Tableau 4.1 - Estimation des impacts sanitaires des particules fines pour la population de la ville de Québec, en 2016**

| Effet sur la santé | Nombre | Valeur économique (en million de $) |
|---|---|---|
| Décès liés à l'exposition chronique | 269 | 2 018,89 M$ |
| Jours avec symptômes respiratoires aigus | 543 000 | 4,79 M$ |
| Jours d'activités restreintes | 286 000 | 19,52 M$ |
| Jours avec symptômes d'asthme | 30 000 | 2,19 M$ |
| Épisodes de bronchite aigüe chez les enfants | 731 | 0,32 M$ |
| Cas de bronchite chronique chez les adultes | 208 | 90,70 M$ |
| Visites à l'urgence – Problèmes cardiaques | 30 | 0,19 M$ |
| Hospitalisations – Problèmes cardiaques | 23 | - |
| Visites à l'urgence – Problèmes respiratoires | 87 | 0,25 M$ |
| Hospitalisations - Problèmes respiratoires | 17 | - |

Source : estimations médianes fournies par Santé Canada (2021b), pour la division de recensement de Québec en 2016

Ces impacts sont probablement sous-estimés pour plusieurs raisons : d'autres effets sur la santé (comme le cancer) ne pouvaient pas être inclus; la concentration moyenne de particules fines modélisées dans Québec (5,8 $\mu g/m^3$) était plus faible que les concentrations moyennes mesurées aux stations de Québec du Réseau de surveillance de la qualité de l'air du Québec.

Il faut reconnaître que de telles données sont plus difficiles à produire à une plus petite échelle géographique, comme celle de Limoilou-Basse-Ville. Pour mettre en perspective les résultats, le groupe de travail a rapporté les résultats de la ville de Québec au territoire de Limoilou-Vanier-Basse-Ville (LVBV), au prorata de la population (Tableau 4.2). Il s'agit d'une estimation minimale, puisque la population de LVBV est plus vulnérable aux effets des particules fines que le reste de la population de Québec, étant donné que les maladies cardiaques et respiratoires y sont plus fréquentes (DSPublique, 2018). Les impacts apparaissent tout de même considérables.

**Tableau 4.2.** Estimation minimale des impacts sanitaires des particules fines dans Limoilou-Vanier-Basse-Ville, à partir des estimations pour la ville de Québec, au prorata de la population*, en 2016

| Effet sur la santé | Nombre | Valeur économique (en million de $) |
|---|---|---|
| Décès liés à l'exposition chronique | 40 | 299,45 M$ |
| Jours avec symptômes respiratoires aigus | 80 600 | 0,71 M$ |
| Jours d'activités restreintes | 42 400 | 2,90 M$ |
| Jours avec symptômes d'asthme | 4 400 | 0,32 M$ |
| Épisodes de bronchite aigüe chez les enfants | 108 | 0,05 M$ |
| Cas de bronchite chronique chez les adultes | 31 | 13,45 M$ |
| Visites à l'urgence – Problèmes cardiaques | 4 | 0,03 M$ |
| Hospitalisations – Problèmes cardiaques | 3 | - |
| Visites à l'urgence – Problèmes respiratoires | 13 | 0,04 M$ |
| Hospitalisations - Problèmes respiratoires | 3 | - |

*Les estimations médianes pour la division de recensement de Québec (569 717 habitants en 2016), présentées dans le tableau 4.1, ont été rapportées aux territoires de CLSC Limoilou-Vanier-Basse-Ville (84 502 habitants en 2016, d'après les estimés de population du MSSS), au prorata de la population.

Par ailleurs, les données présentées par les chercheurs du projet MEMS montraient que l'exposition chronique aux particules fines avait des impacts considérables sur la santé des habitants de LVBV.

Il est important de préciser que la majorité des impacts sanitaires ne sont pas causés par les journées de mauvaise qualité de l'air ; ils proviennent plutôt de l'exposition chronique à des polluants durant les journées où la qualité de l'air est considérée « bonne » selon les critères actuels (Environnement Canada et Santé Canada, 2012).

### *4.2.2 Dioxyde d'azote*

Le Bilan initial de la qualité de l'air du projet MEMS détaille quelques effets sur la santé du dioxyde d'azote (DSPublique, 2019):

> *« Le NO2 est la forme d'oxyde d'azote qui a la plus grande toxicité. Les principaux effets reconnus d'une exposition aiguë au NO2 sont l'inflammation des voies respiratoires, l'hyperréactivité bronchique, l'augmentation des symptômes respiratoires et la réduction de la fonction pulmonaire (INSPQ, 2012). L'augmentation de l'exposition journalière a été associée à une augmentation de la morbidité respiratoire (US EPA, 2016). L'exposition chronique au NO2 est liée à une diminution de la capacité pulmonaire, une exacerbation des symptômes respiratoires chez les asthmatiques et un ralentissement du développement de la fonction respiratoire chez les enfants (INSPQ,*

*2012). Elle pourrait aussi contribuer au développement de l'asthme et augmenter la susceptibilité aux infections (US EPA, 2016). »*

Il est plus difficile d'estimer les impacts sanitaires de l'exposition au dioxyde d'azote, puisque ses concentrations varient grandement en fonction de la proximité avec des routes à haut débit. D'après les données préliminaires présentées par les chercheurs du projet MEMS, les concentrations les plus élevées sont observées en bordure des principales artères routières.

Santé Canada (2021b) a aussi estimé les impacts sanitaires de l'exposition au dioxyde d'azote, à partir de la méthodologie décrite pour les particules fines. L'organisme estime que l'exposition aiguë au dioxyde d'azote entraînerait 23 décès annuellement dans la ville de Québec, représentant une valeur économique de 174 millions de dollars. Il n'était pas possible d'estimer quantitativement les autres impacts du dioxyde d'azote sur la santé. Ces impacts semblent moindres que ceux des particules fines, mais tout de même considérables. À l'échelle de Limoilou-Vanier-Basse-Ville, cela correspondrait à 3 décès annuellement[4]. Il faut noter que les données utilisées peuvent sous-estimer l'exposition de la population au dioxyde d'azote.

De plus, le dioxyde d'azote est considéré comme un marqueur de l'exposition au mélange de polluants émis par les transports, puisque la majorité du dioxyde d'azote provient du transport. À titre indicatif, Santé Canada (2022b) a conclu qu'il y avait un lien de causalité entre la pollution liée à la circulation automobile et le cancer du poumon chez les adultes; qu'il y avait un lien de causalité probable avec la leucémie chez les enfants; et que les données évoquent un lien de causalité avec le cancer du sein chez les adultes. Santé Canada (2020) a aussi conclu qu'il y avait un lien de causalité avec l'incidence d'asthme chez les enfants; qu'il y avait un lien de causalité avec une diminution de la fonction pulmonaire; et que les données évoquent un lien de causalité avec le développement d'allergie.

La proximité avec le réseau routier est considérée comme un marqueur de l'exposition aux polluants du transport routier, dont le dioxyde d'azote. D'après Santé Canada (2020), 24 % de la population de Québec demeure à moins de 100 m d'une route à circulation élevée; et 9 % à moins de 50 m.

### *4.2.3 Nickel*

La question des risques liés au nickel est complexe et a fait l'objet de nombreux avis scientifiques et mémoires de la part des parties prenantes en 2022. Bien qu'il ait été mis sur pied durant la révision de la norme du nickel, le GTCA n'avait pas le mandat de se positionner sur la norme appropriée ou sur les questions toxicologiques ayant émergées. Le GTCA s'est donc plutôt attardé à l'ampleur des risques posés par les concentrations de nickel dans Limoilou, en comparaison avec les autres contaminants.

[4] L'estimation pour la division de recensement de la ville de Québec (pour 569 717 habitants en 2016) a été rapportée aux territoires de CLSC Limoilou-Vanier-Basse-Ville (84 502 habitants en 2016, d'après les estimés de populations du MSSS), au prorata de la population.

Trois types de risques doivent être considérés : le risque d'effets aigus (lié aux concentrations journalières élevées), le risque d'effets respiratoires chroniques (lié à la concentration moyenne) et le risque de cancer (lié à la concentration moyenne).

Concernant le risque d'effets aigus, la norme journalière actuelle (70 ng/m$^3$), qui vise à prévenir de tels effets, continue d'être dépassée occasionnellement à la station Vieux-Limoilou. Les risques d'effets sur la santé sont relativement faibles, mais le GTCA juge que la norme doit être respectée. Concernant le risque d'effets respiratoires chroniques, la concentration moyenne de nickel (7,9 ng/m$^3$ dans les particules respirables en 2018-2021) est inférieure aux valeurs recommandées par les autorités sanitaires pour éviter les effets chroniques non cancérigènes, soit : 14 ng/m$^3$ pour les composés autres que les oxydes de nickel (OEHHA, 2012), 47 ng/m$^3$ pour les composés solubles (MELCC, 2021) et 90 ng/m$^3$ (ATSDR, 2005) pour le sulfate de nickel. Des effets chroniques (non cancérigènes) ne sont donc pas attendus aux concentrations actuelles.

Le CIRC a classé les composés solubles et insolubles du nickel comme cancérogènes avérés pour l'humain. Le groupe de travail a pris connaissance de l'évaluation effectuée par la DSPublique dans le cadre du projet MEMS, dont les résultats sont similaires aux avis précédents (DSPublique 2019, DSPublique 2015). Le risque cancérigène lié au nickel apparaît très faible. ~~Dans le pire des cas,~~ L'exposition à vie aux concentrations actuelles entraînerait moins d'un cas de cancer, sur 70 ans, dans la population de Limoilou-Vanier-Basse-Ville. Ce risque pourrait néanmoins dépasser le niveau considéré négligeable par plusieurs autorités sanitaires, dont les autorités de santé publique du Québec. Le Groupe de travail note également qu'il persiste des incertitudes scientifiques quant aux les mécanismes de cancérogénicité du nickel, ce qui pourrait affecter l'estimation du risque. La DSPublique considère que le risque de cancer lié au nickel est très faible, alors que les acteurs industriels réfèrent à des données indiquant une absence de risque aux concentrations mesurées à Limoilou. Le Groupe de travail réitère le fait qu'il n'avait pas le mandat et l'expertise toxicologique requise pour statuer et trancher sur cette incertitude de risque de cancer.

Dans l'ensemble, le GTCA considère que les risques liés au nickel sont très faibles, et certainement plus faibles que les risques liés aux particules fines et au dioxyde d'azote, mais il considère aussi qu'un risque faible n'est pas nécessairement acceptable. Le GTCA inclut aussi le nickel parmi les contaminants prioritaires, puisque des dépassements de la norme journalière continuent de survenir, que les concentrations sont plus élevées que dans le reste de la ville, qu'il existe des moyens pour les réduire et que le risque ne semble pas acceptable pour une partie de la population. Pour ces raisons, il demeure pertinent de mettre en place des moyens disponibles pour diminuer les émissions de nickel à la source, tout en priorisant les efforts d'atténuation portés sur les particules fines et les oxydes d'azote afin de maximiser les gains en santé.

## 4.3 Autres considérations

### *4.3.1 Analyse des contaminants de l'air déposés à la surface des sols*

Le Groupe de travail a entendu les préoccupations de certains citoyens sur l'impact des poussières retombées sur les sols. Étant donné l'ampleur du mandat, le groupe de travail n'a pas été en mesure d'analyser en profondeur cet enjeu et de recevoir les experts appropriés. Le groupe de travail a néanmoins pris connaissance d'une étude réalisée par le MELCCFP à l'été 2013 pour échantillonner une trentaine de métaux dans les sols de surface dans dix sites situés dans Limoilou-Basse-Ville (Laberge J., 2014). Les sites étaient choisis en fonction de la direction des vents passant par le port de Québec. Les résultats indiquent des concentrations légèrement accrues de nickel, cuivre et zinc à la surface des sols (0-5 cm) comparativement aux sols en profondeur, ce qui pourrait indiquer un dépôt de poussières. Les concentrations de métaux en surface ne représentaient toutefois pas de risque pour la santé aux endroits échantillonnés, puisqu'elles respectaient le niveau acceptable pour les usages résidentiels et institutionnels (ex. : garderie, terrain de jeu), à l'exception du zinc dans un échantillon à Maizeret Sud. Il est peu probable que la situation se soit dégradée puisque les concentrations de métaux dans l'air sont restées stables ou en diminution depuis 2013 (DSPublique, 2019). Le Groupe de travail n'était toutefois pas en mesure de conclure définitivement sur la part attribuable aux émissions atmosphériques des concentrations de métaux observées à la surface des sols dans Limoilou. Les autorités compétentes pourraient déterminer la pertinence de mieux évaluer l'impact des dépôts de poussières sur les sols.

### *4.3.2 Cumul d'effets des mélanges de contaminants et leurs interactions*

L'air ambiant contient habituellement un mélange complexe de contaminants, dont la composition varie selon les sources. Le Groupe de travail a entendu les préoccupations citoyennes quant aux interactions possibles entre les contaminants atmosphériques. Cette question nécessite une évaluation exhaustive et systématique de la littérature scientifique, qui dépassait le mandat du GTCA. Néanmoins, l'OMS (2021), Santé Canada (2022a) et l'US EPA (2019a) ont publié récemment des évaluations qui abordent cette question, particulièrement pour le contenu des particules fines. Elles reconnaissent que les effets sur la santé pourraient varier selon la composition du mélange de contaminants, mais elles conviennent aussi que les connaissances scientifiques actuelles ne permettent pas de tirer des conclusions probantes sur les interactions entre les contaminants, ou entre les composantes des particules fines.

Les lignes directrices de l'OMS (2021) ne proposent pas d'ajustement pour la présence de multiples contaminants, mais parmi les priorités de recherche scientifique, elles reconnaissent l'importance d'étudier les expositions à de multiples polluants pour déterminer les interactions relatives de polluants spécifiques et des composantes des particules.

Dans son évaluation scientifique des particules fines, Santé Canada (2022a) note *«qu'à ce jour, la base de données épidémiologiques sur les expositions simultanées reste réduite et peu concluante ».* Santé

Canada conclut aussi *que « les données probantes actuelles continuent de faire état d'associations fortes et cohérentes avec la masse de particules fines $PM_{2,5}$, certaines études montrant que la composition, en plus de la masse, est un facteur déterminant du potentiel toxique des $PM_{2,5}$ […]*. Il n'est pas encore possible de formuler des conclusions globales et complètes sur le rôle précis de chaque composant, ou même de combinaisons d'espèces, dans les effets des $PM_{2,5}$ sur la santé. Le potentiel oxydatif des particules fines pourrait toutefois augmenter leurs effets sur la santé, ce qui pourrait faire l'objet de davantage de recherches.

L'US EPA (2019) a évalué de manière systématique la contribution de nombreuses composantes potentielles des particules fines, dont le nickel et d'autres métaux. Elle abonde dans le même sens et conclut que « *plusieurs composantes et sources de particules fines sont associées avec plusieurs effets sur la santé, et que les données probantes n'indiquent pas qu'une source ou qu'une composante soit associée plus fortement avec les effets sur la santé que la masse des particules fines* [traduction libre] ».

**Dans l'ensemble, le Groupe de travail reconnaît que les connaissances scientifiques actuelles ne permettent pas d'évaluer précisément les interactions entre les contaminants de l'air dans Limoilou-Basse-Ville.**

Le GTCA considère pertinent de suivre l'évolution des connaissances scientifiques sur les effets de l'exposition à divers contaminants. Des efforts de recherche soutenus à l'international seront nécessaires pour répondre à ces questions. Entre-temps, l'atteinte des lignes directrices de l'OMS pour les particules fines et le dioxyde d'azote représenterait déjà un défi collectif considérable. La priorité devrait être donnée à la réduction à la source des émissions de ces contaminants, par tous les moyens raisonnables.

## 4.4 Conclusions relatives aux impacts sur la santé et Limoilou-Basse-Ville

D'après l'ensemble des informations présentées dans la dernière section et dans le chapitre 3, le Groupe de travail considère que les particules fines représentent le contaminant ayant les plus grands impacts sur la santé de la population de Limoilou-Basse-Ville. Les oxydes d'azote, en tant que marqueur de la pollution du transport, ont également des impacts considérables sur la santé. Les impacts de ces deux contaminants sont bien connus et sont estimés quantitativement à l'échelle locale.

Bien que les risques liés au nickel soient très faibles en comparaison, le Groupe de travail inclut le nickel dans les contaminants prioritaires puisque la norme journalière actuelle est souvent dépassée, une situation qui ne semble pas acceptable pour une partie de la population.

Le projet MEMS présentera prochainement des données plus détaillées sur les contaminants et leurs impacts sanitaires dans Limoilou-Basse-Ville.

# CHAPITRE 5. RECOMMANDATIONS DE MESURES D'ATTÉNUATION POUR ASSAINIR L'AIR AMBIANT DANS LE SECTEUR LIMOILOU-BASSE-VILLE

Le présent chapitre porte sur les mesures visant à améliorer la qualité de l'air ambiant. Il fait suite aux analyses des différentes sources émettrices du secteur à l'étude, de la qualité de l'air ambiant et des impacts sur la santé dans le secteur Limoilou-Basse-Ville. Dans un premier temps, ce chapitre passe en revue les mesures d'atténuation mises en place au cours des dernières années. Par la suite, une liste de critères de faisabilité est présentée, lesquelles ont guidé notre réflexion afin de sélectionner des mesures d'atténuation appropriées additionnelles qui permettront de continuer à améliorer la qualité de l'air ambiant dans Limoilou-Basse-Ville. Finalement, ce chapitre présente des mesures d'atténuation pour les polluants identifiés comme posant le plus de risques pour la population de Limoilou-Basse-Ville en se basant sur ces critères de faisabilité.

L'air ambiant en milieu urbain fortement développé et densément peuplé contient plusieurs types de contaminants atmosphériques qui peuvent s'accroître ou se diversifier en présence d'activité industrielle. Le portrait de la qualité de l'air dans Limoilou-Basse-Ville précédemment présenté a permis de sélectionner les contaminants prioritaires et d'établir des critères de faisabilité menant à la formulation de mesures d'atténuation. Cette priorisation est importante dans l'élaboration de mesures d'atténuation appropriées et de plans visant la réduction de rejets à l'atmosphère par les sources ciblées.

## 5.1 Plan de gestion du bassin atmosphérique de Limoilou-Basse-Ville

La gestion de la qualité de l'air dans le secteur Limoilou-Basse-Ville ne repose pas uniquement sur des technologies de contrôle de rejets placées en fin de procédé. Elle implique aussi le développement et la mise en œuvre d'une gestion visant à améliorer le niveau de réactivité grâce à la communication entre les divers partis, la prévention et la réduction des émissions. Un plan de gestion de contaminants atmosphériques devrait donc inclure ces éléments clés :

1) Communication efficace et transparence dans les échanges d'informations indispensables dans un plan de gestion des contaminants atmosphériques. Une bonne communication, à elle seule, contribue à réduire les situations potentiellement conflictuelles et les désagréments. Avec un canal de communication bien établi, un événement anticipé ou perçu peut être constructif plutôt que conflictuel. La mise en place de procédures de communications interne et externe est fondamentale. Un plan de communication devrait comprendre les actions suivantes :

- Établir un protocole de réponses aux plaintes et des procédures de communication active et efficace d'événements ou épisodes;
- Maintenir un dialogue constructif avec les tierces parties potentiellement exposées, les organismes règlementaires et les comités en place veillant à améliorer la qualité de l'air du secteur Limoilou-Basse-Ville;
- Assurer la transparence dans la mise en œuvre de l'ensemble du plan de gestion.

2) Pratiques de réduction de rejets de contaminants atmosphériques et des nuisances par :
   - La prévention de la génération de contaminants atmosphériques;
   - Les technologies, matériels ou procédures d'exploitation;
   - La formation du personnel assurant que les contrôles et procédures recommandés soient mis en œuvre efficacement.

3) Calendriers d'implantation avec jalons et échéances :
   - Mesures à court terme;
   - Mesures à moyen terme;
   - Mesures à long terme.

4) Systèmes de surveillance :
   - Compte-rendu documenté du rendement de l'ensemble du plan de gestion;
   - Suivi des améliorations;
   - Examen de la performance environnementale et de l'atteinte des objectifs.

Bien que les pratiques de prévention soient importantes, elles ne sont pas toujours suffisantes pour réduire l'émission de contaminants atmosphériques. L'atténuation doit faire partie intégrante d'un plan global de gestion de la qualité de l'air pour tout processus ayant des rejets à l'atmosphère. Ces solutions peuvent être spécifiques à chaque source ou peuvent s'appliquer à plusieurs sources ayant des caractéristiques communes.

## 5.2 Critères de faisabilité des mesures d'atténuation

Le portrait de la qualité de l'air dans Limoilou-Basse-Ville et l'examen des impacts de la présence de polluants atmosphériques sur la santé humaine et la préservation de l'environnement ont permis de cibler des contaminants prioritaires sur lesquels appliquer des solutions d'atténuation. Ainsi les classes de polluants suivantes ont retenu l'attention du GTCA afin d'établir des priorités dans les mesures d'atténuation suggérées, à savoir :

- les particules fines ($PM_{2,5}$) et respirables ($PM_{10}$);
- les oxydes d'azote (NOx);
- le nickel;
- les particules en suspension totales (PST) et les poussières en général.

Des mesures d'atténuations sont suggérées pour assainir l'air extérieur du secteur visé dans la dernière section de ce chapitre. Pour en arriver à cet ensemble de mesures suggérées, des critères de faisabilité ont été développés afin d'appuyer l'applicabilité de ces mesures. Ces critères couvrent plusieurs aspects qui permettent de rejoindre le plus grand nombre possible de propositions visant à améliorer encore plus la qualité de l'air non seulement dans Limoilou-Basse-Ville mais aussi dans les quartiers avoisinants. Le présent exercice de réflexion a mené à une liste des critères de faisabilité retenus pour l'examen des mesures d'atténuation proposées. Cette liste est présentée dans le tableau 5.1. Les critères sont regroupés dans les cinq catégories suivantes, à savoir :

1. **« Impact général »** qui permet d'apprécier des effets globaux touchant la santé du point de vue politique sanitaire, l'aspect « nuisance » tant visuel que physique et les préoccupations ou perceptions à propos des polluants ciblés ;

2. **« Aspect logistique en amont des mesures d'atténuation »** qui implique la planification et le développement d'un échéancier estimé d'implantation de la mesure à court, moyen ou long terme sur une base temporelle définie dans le tableau 5.1 ;

3. **« Impact sur la santé »** qui examine plus en détails différents types de bénéfices comme le niveau d'impact anticipé, les conséquences sur l'activité physique, sur la santé de la population, sur la santé mentale, sur la décongestion routière, sur les nuisances, sur la réduction des polluants et des GES et les autres bénéfices en général

4. **« Estimation des coûts en aval - immobilisation et maintenance »** qui couvre l'aspect opérationnel de la mesure d'atténuation et englobe les coûts estimés de la mesure proposée, la complexité de la maintenance et une estimation du rapport coût/bénéfice;

5. **« Aspect communication, perception et gestion du risque »** qui recoupe la perception et la gestion du risque de même que l'acceptabilité sociale de la mesure proposée

Tableau 5.1 - Critères de faisabilité retenus pour l'examen des mesures d'atténuation

| (1)<br>**Impact général** | (2)<br>**Aspect logistique en amont des mesures d'atténuation** | (3)<br>**Impact sur la santé** | (4)<br>**Estimation des coûts en aval - immobilisation et maintenance** | (5)<br>**Aspect communication, perception et gestion du risque** |
|---|---|---|---|---|
| Impact sanitaire | Échéance pour l'implantation :<br>(court (C) <4 ans,<br>moyen (M) 4-8 ans<br>ou<br>long (L) > 8 ans terme | Impact général prévu sur la santé<br>(+)<br>(++)<br>(+++) | Estimation des coûts d'immobilisation :<br>Faible, <50K$ (+)<br>Moyen, 50k$ à 500k$ (++)<br>Élevé, > 500k$(+++) | Communication - perception et gestion du risque :<br>facile (+)<br>intermédiaire (++)<br>complexe (+++) |
| Nuisance | Coût général :<br>Faible (F),<br>moyen (M),<br>élevé (É) | Impact santé | Estimation de la maintenance :<br>facile (+)<br>intermédiaire (++)<br>complexe (+++) | Communication - acceptabilité sociale :<br>facile (+)<br>intermédiaire (++)<br>complexe (+++) |
| Préoccupation et perception | Niveau d'atténuation anticipé :<br>Faible (F),<br>Moyen (M),<br>Élevé (É) | Activité physique | Ratio coût/bénéfice :<br>(+)<br>(++)<br>(+++) | |
| | | Santé population | | |
| | | Santé mentale | | |
| | | Décongestion routière | | |
| | | Nuisance | | |
| | | Réduction de polluants/GES | | |
| | | Autres bénéfices | | |

### *5.2.1 Mise en place d'échéanciers pour réaliser l'amélioration de la qualité de l'air*

Un plan de gestion de la qualité de l'air devrait comprendre des jalons avec échéancier visant à démontrer et à assurer l'efficacité et l'amélioration en continu des systèmes de gestion.

Les mesures à court terme peuvent parfois signifier que les principales sources identifiées ne sont pas ciblées rapidement, car la mesure d'atténuation finale peut prendre un certain temps à élaborer et à mettre en œuvre. Tout en envisageant d'atténuer ces principales sources, l'implantation de mesures proactives à court terme est encouragée par l'atténuation rapide d'autres sources émettrices, peut-être moins prioritaires, mais qui assure néanmoins une amélioration de la situation, et celles-ci peuvent parfois simplement cibler des procédures d'entretien ou d'opération. À court terme, les mesures peuvent également impliquer la mise sur pied d'études et d'audits additionnels, pour couvrir tout angle mort et assurer que toute source locale générant des émissions de contaminants soit considérée.

Dans le cas des mesures à moyen terme, elles peuvent inclure, sans s'y limiter, le confinement d'émissions fugitives, des changements et des améliorations de processus, voire la formation d'employés. Quant aux mesures à long terme, la mise en œuvre d'importants dispositifs de contrôle ou autres améliorations des procédés peut être nécessaire, celle-ci pouvant demander des étapes de planification, de conception, d'ingénierie et de mise en service.

Un tel plan de gestion devrait être régulièrement réévalué, mis à jour et amélioré afin de tenir compte des réductions obtenues et de cibler les sources émettrices nouvelles et résiduelles.

### *5.2.2 Systèmes de suivi et de surveillance*

Le suivi et la surveillance font partie intégrante d'un plan de gestion de la qualité de l'air. Au fur et à mesure que des étapes de prévention, de formation et d'atténuation sont planifiées et mises en œuvre, le suivi de la qualité de l'air fournit des informations sur les progrès accomplis et le niveau de réduction atteint. Il démontre si ces mesures sont suffisantes ou si des mesures supplémentaires sont nécessaires. Les données accumulées sont essentielles pour évaluer l'ensemble du système et rendre compte des améliorations et de l'atteinte des jalons.

### *5.2.3 Politique, structure et documentation*

L'élaboration et la documentation d'un plan de gestion des contaminants atmosphériques sont essentielles pour s'assurer que

- Les mécanismes établis de prévention et de gestion des rejets dans l'air soient communiqués et mis en œuvre de façon uniforme;
- Les rôles et les responsabilités soient clairement définis et compris de tous;
- La politique établie est globale pour signifier l'engagement envers une gestion efficace des émissions atmosphériques, l'atteinte des objectifs et la démonstration de la prévention de la pollution et de l'amélioration continue.

Lorsque l'ensemble des parties adhèrent au concept de l'atténuation des sources émettrices identifiées, il est recommandé de rendre un tel programme formel pour assurer la gestion et la prévention à long terme des émissions de rejets de polluants à l'air.

## 5.3 Inventaire des mesures d'atténuation mises en place et leur impact

Des mesures d'atténuation sont déjà en place pour assainir l'air ambiant des quartiers du secteur Limoilou-Basse-Ville. Certaines de ces actions peuvent découler des activités du Comité intersectoriel sur la contamination environnementale et la qualité de l'air dans l'arrondissement La Cité-Limoilou (CICEL) mis sur pied en 2013. À cette époque, le directeur de santé publique de la Capitale-Nationale était préoccupé par la qualité de l'air ambiant dans le secteur Limoilou. Comme il existait des craintes que la contamination de l'air entraîne un risque plus élevé de mortalité, d'incapacité ou de morbidité évitable pour la population, le directeur a alors utilisé ses pouvoirs pour mobiliser les industries du secteur, la Ville de Québec, les ministères et des représentants-citoyens pour rechercher des solutions. Les autorités/instances/organisations qui siègent actuellement sur le CICEL sont :

- L'Administration portuaire de Québec (APQ);
- Fer et métaux américains (AIM);
- Le Conseil régional de l'environnement - Région de la Capitale- Nationale (CRE-CN);
- Le Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale (CIUSSS-CN) :
    - La Direction de santé publique (DSPublique);
    - La Direction des ressources humaines et des communications;
- Glencore;
- Le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) :
    - Le Centre de contrôle environnemental de la Capitale-Nationale et de Chaudière-Appalaches;
    - La Direction de la qualité de l'air et du climat;
- Le ministère des Transports et de la Mobilité durable (MTMD), Direction générale de la Capitale-Nationale;
- Papiers White Birch (usine de Stadacona);
- QSL;
- La Ville de Québec (VQ) :
    - La Division prévention et contrôle environnemental;
    - La Direction de la Valorisation énergétique;
    - La Présidence de l'Arrondissement La Cité-Limoilou.

Le CICEL a pour mandat de :

- Réduire à la source les émissions de contaminants dans l'air ambiant provenant de l'arrondissement La Cité-Limoilou;
- Mettre en place des mesures d'atténuation appropriées et réalistes qui permettront de réduire la contamination dans l'air ambiant.

Ce comité qui regroupe les acteurs-clés dans ce dossier en est rendu à son quatrième bilan publié biannuellement. Les bilans disponibles à ce jour sont consignés à l'annexe 4.

Sommairement, pour le bilan 2013-2014, les industries ont mis en place des recommandations émises par le directeur de Santé publique et des mesures qui ont contribué à améliorer les connaissances sur la contamination et la qualité de l'air dans l'arrondissement La Cité-Limoilou; les organisations ont alors réitéré leur engagement envers le CICEL à poursuivre les activités de réduction des émissions polluantes.

Le bilan des années 2015-2016 démontre que chaque entreprise a continué à améliorer l'efficacité de ses systèmes antipollution et de ses opérations. Une réduction des polluants dans l'air a été constatée dans les niveaux ambiants mesurés, et les activités de nettoyage des rues et de verdissement se sont poursuivies et même accentuées. Les organisations ont le souci d'impliquer la population dans leurs activités d'amélioration de la qualité de vie. L'arrivée en scène du projet MEMS a fourni des informations en lien avec le portrait de la qualité de l'air et les aspects de santé publique qui aideront à consolider les actions des années futures.

Pour le bilan 2017-2018, les faits saillants suivant ont été notés :

Les industries continuent d'investir dans l'amélioration du contrôle de la pollution, notamment la poussière, par optimisation de leurs opérations et la mise en place de nouveaux équipements plus performants. Les industries mènent toujours leurs activités de surveillance des émissions et d'évaluation de l'efficacité des mesures de contrôle en place. Elles rapportent observer une diminution des poussières ou une absence d'émission. Les plaintes associées à leurs activités auraient également diminué. Ces industries demeurent actives dans les comités de vigilance et certaines consultent régulièrement les citoyens pour résoudre les problèmes perçus.

- La Ville de Québec a ajusté ses activités de nettoyage des rues dans le secteur Limoilou en fonction de l'expérience acquise lors des années précédentes. En ce qui concerne le verdissement, la Ville de Québec a mis en place plusieurs programmes permettant la distribution, la plantation et le remplacement d'arbres.
- Le MTQ procède au nettoyage des routes de façon mensuelle. Ce ministère n'a pas réalisé de travaux générateurs de poussières depuis 2017 et ne prévoit pas en faire jusqu'en 2021 dans l'arrondissement La Cité-Limoilou.
- Le MELCCFP poursuit la surveillance de la qualité de l'air ambiant dans le secteur avec sa station d'échantillonnage Québec – Vieux-Limoilou. La concentration annuelle de nickel a diminué depuis 2013 et la fréquence des dépassements (9 %) de la norme journalière est demeurée stable pour les années 2017 et 2018.
- Le CRE-CN fait une promotion active auprès des citoyens, des industries et des organisations privées et publiques, des activités favorables au développement durable (verdissement, transport actif, recyclage, etc.) ainsi qu'à la lutte contre la pollution et les changements climatiques.

- Les membres du CICEL ont renouvelé leur engagement envers ses objectifs et ses finalités. Un nouveau plan a été développé afin d'atteindre les trois grands objectifs suivants :
    1) Agir sur la qualité de l'air extérieur;
    2) Contribuer au verdissement et à la mobilité durable;
    3) Communiquer les actions à la population.

Ce plan d'action inclut plusieurs activités pour lesquelles des indicateurs et des cibles ont été établis afin d'en évaluer les résultats et favoriser la reddition de compte.

Le projet MEMS et son volet « Qualité de l'air extérieur » représente une activité importante mobilisatrice à laquelle certains membres du CICEL participent. Dans ce bilan, on mentionne que le projet MEMS vise ultimement à évaluer la part des maladies cardiaques et respiratoires qui sont directement liées à la pollution de l'air extérieur dans les quartiers Limoilou, Vanier et Basse-Ville.

Bien que la qualité de l'air dans le secteur Limoilou-Basse-Ville se soit améliorée dans les dix dernières années, il n'en demeure pas moins que des efforts supplémentaires sont encore nécessaires pour poursuivre la réduction des toutes les émissions atmosphériques.

Pour le bilan 2019-2021 (non publié), on note surtout que :

- Les industries augmentent leurs activités de surveillance des émissions et d'évaluation de l'efficacité des mesures de contrôle en place. Des améliorations du contrôle des émissions de poussières liées à l'érosion des piles de vracs et des surfaces ont été rapportées avec une diminution de particules en lien avec l'érosion. Pour d'autres types d'émissions, on note une baisse additionnelle des émissions bien en deçà des normes applicables. Des actions de réduction de bruit affectant les quartiers voisins sont amorcées.
- La Ville de Québec a complété les améliorations à son incinérateur dans le but de se conformer à tous les paramètres réglementés et non réglementés.
- La ville de Québec a aussi intensifié ses activités de verdissement et a augmenté la plantation et le remplacement d'arbres. Cet effort s'est poursuivi et continuera dans les années à venir.
- La Ville de Québec a adopté son règlement sur les appareils de chauffage à combustibles solides accompagné d'un programme de subvention pour aider au retrait ou au remplacement d'appareil de chauffage au bois non certifié. L'objectif du règlement qui entrera en vigueur en 2026 vise une amélioration de la qualité de l'air ambiant.
- La Ville de Québec a déposé un mémoire, le 17 février 2022, concernant son opposition à la hausse de la norme sur le nickel du RAA.
- La Ville de Québec a aussi annoncé, en juin 2022, un projet de mesures de qualité de l'air ambiant dans le secteur de la Basse-Ville en collaboration avec le Port de Québec et le MELCCFP pour améliorer la connaissance de la qualité de l'air sur son territoire, notamment grâce à l'installation de stations temporaires de mesures de la qualité de l'air autour de la zone portuaire. Elle participe aussi au projet d'initiative citoyenne Limoil'Air (capteurs de particules) et au GTCA.

- Le CRE-CN participe aux divers comités de vigilance et continue son plaidoyer pour la diminution de la place de l'automobile dans les municipalités, incluant l'arrondissement La Cité-Limoilou, afin d'accroître le transport actif et en commun, ce qui entraîne du même coup l'amélioration de la qualité de l'air.
- Le MTMD procède à des travaux de plantation d'arbres dans des secteurs de l'autoroute Dufferin-Montmorency (secteurs Limoilou, Maizerets et Baie de Beauport) et de l'autoroute Laurentienne.
- En plus de son implication dans le projet MEMS, le MELCCFP a augmenté le nombre de stations et de paramètres de suivi de qualité de l'air mesurés dans la ville de Québec dans le but d'amasser de l'information pertinente à son suivi de la qualité de l'air ambiant dans la ville de Québec et plus particulièrement dans le secteur Limoilou-Basse Ville.

Ceci constitue un ensemble complexe de mesures d'atténuation ayant pour but d'assainir l'air ambiant dans le secteur à l'étude. Les efforts de ces organismes sont notés et ils se doivent de continuer pour atténuer de manière significative l'impact des émissions de tous les secteurs d'activité industrielle sur la qualité de l'air. Les tableaux AT5.1 et AT5.2 consignés à l'Annexe 3 résument les actions entreprises par ces organisations pour atténuer les émissions de particules et autres émissions dans le secteur Limoilou-Basse Ville.

## 5.4 Priorisation des contaminants atmosphériques et des sources - Objectifs de réduction de pollution visés

Selon les analyses et les discussions présentées dans les chapitres précédents, certains polluants et leurs sources émettrices ont été jugés prioritaires par le GTCA. La mise en place d'un plan d'actions d'atténuation accompagné d'une gestion adaptée des émissions entraînera des améliorations notables et observables par le réseau provincial de surveillance de la qualité de l'air dans la mesure où ces actions sont bien engagées, appliquées et encadrées grâce à une reddition de comptes ouverte et transparente.

### *5.4.1 Particules fines ($PM_{2,5}$)*

Dans un premier temps, les $PM_{2,5}$ ont retenu l'attention du GTCA. Notre analyse de la littérature a clairement démontré l'apport de sources situées à l'ouest de Limoilou, notamment le chauffage au bois résidentiel en hiver. La contribution du secteur industriel est la seconde source d'émissions de particules fines puis vient le transport mais dans une moindre mesure. La figure 5.1 montre qu'en 2020 la proportion de $PM_{2,5}$ provenant des poussières de routes non-pavées et des poussières de construction comptent pour 39 % et que les $PM_{2.5}$ dues au chauffage au bois représentent 33 % du bilan des émissions de particules fines. Les sources industrielles comptent pour 12 % du bilan total. L'agriculture et les transports (routier, ferroviaire et maritime) comptent pour 9 % et 5 %, respectivement (ECCC,2022a).

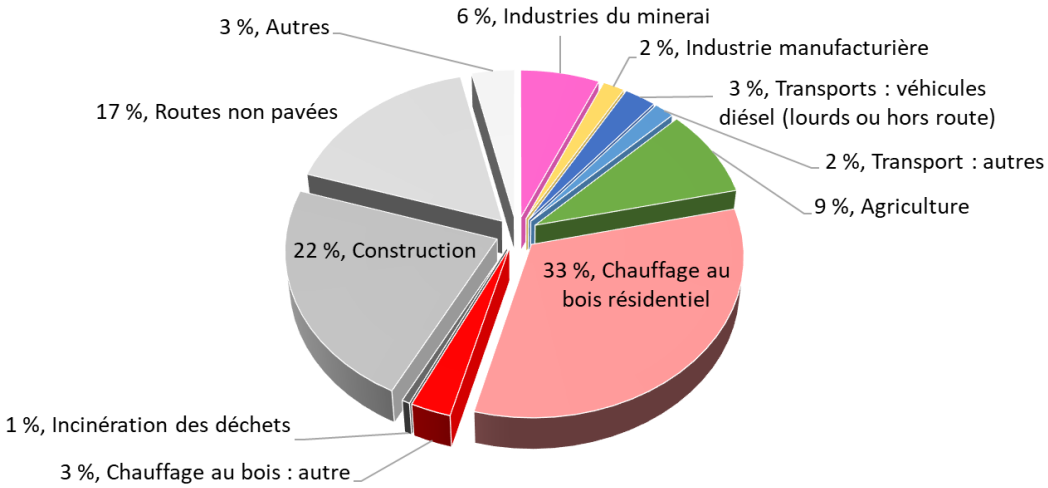



**Figure 5.1 - Répartition des émissions de $PM_{2,5}$ en 2020**

### *5.4.2 Oxydes d'azote (NOx)*

Le GTCA a aussi porté attention aux oxydes d'azote (NOx). Dans le cas des émissions de NOx et leurs concentrations dans l'air ambiant, elles ont été identifiées comme étant préoccupantes par la santé publique, car le secteur à l'étude est ceinturé par trois autoroutes, des industries et une zone portuaire avec trafic maritime et ferroviaire. Ces émissions sont le résultat de procédés de combustion. La figure 5.2 indique qu'en 2020, 68 % de ces émissions proviennent des transports. Les émissions industrielles de NOx comptent pour 15 % et proviennent surtout de la combustion de gaz naturel ou d'autres sources de combustion tels qu'utilisées dans les chaudières industrielles et les incinérateurs. (ECCC, 2022a)

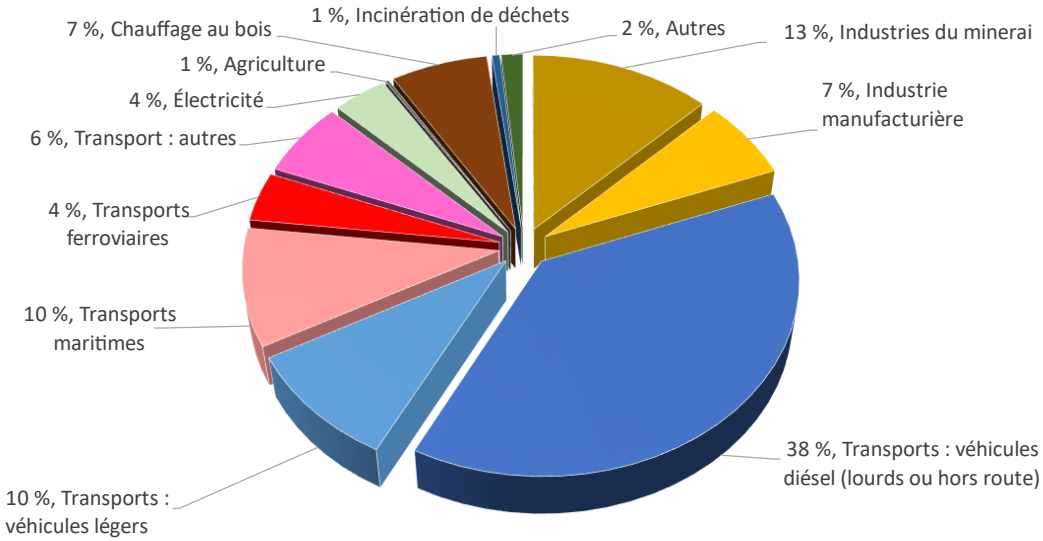



**Figure 5.2 - Répartition des émissions de NOx en 2020**

### *5.4.3 Le nickel*

Le GTCA s'est attardé aux risques posés par les concentrations mesurées à la station Vieux-Limoilou, sachant que les concentrations sont plus élevées qu'aux autres stations de la ville de Québec. Le GTCA note aussi qu'il y a encore de l'incertitude toxicologique concernant le nickel. L'industrie, aux concentrations mesurées dans l'air, considère que le risque de cancer est très faible. Pour la Direction de santé publique, les risques pour la santé liés au nickel demeurent très faibles pour la population en général. Cependant, pour la communauté, les préoccupations demeurent élevées concernant ces risques. Dans cette discordance, le GTCA, dont le mandat n'est pas de se positionner sur la norme appropriée, a inclus le nickel parmi les contaminants prioritaires faisant l'objet de recommandations d'atténuation, puisque des dépassements de la norme journalière entré en vigueur en 2022 sont encore observés, et que le risque fait encore polémique pour une partie de la population et certaines parties prenantes. Pour ces raisons, il demeure pertinent de mettre en place des moyens pour diminuer les émissions de nickel à la source.

### *5.4.4 Poussières et particules totales en suspension (PST)*

Le GTCA a aussi examiné cette particularité locale que sont les poussières susceptibles d'incommoder les zones résidentielles du secteur Limoilou-Basse-Ville. Les activités de construction, les routes pavées, les abrasifs et les sels de déglaçage contribuent de manière non négligeable aux PST. On doit inclure aussi les poussières reliées à des opérations de manipulation de vrac solide sous forme granulaire. Il existe également d'autres activités pouvant contribuer aux poussières et PST telles que la manutention de rebuts métalliques et autres déchets recyclés.

D'après la figure 5.3, l'inventaire de l'IEPA en 2020 estime que la majorité des PST proviennent des activités de construction (71 %) suivie de 13 % dues aux routes pavées. Les apports industriels et du chauffage au bois sont environ 6-7 % chacun (ECCC, 2022a).

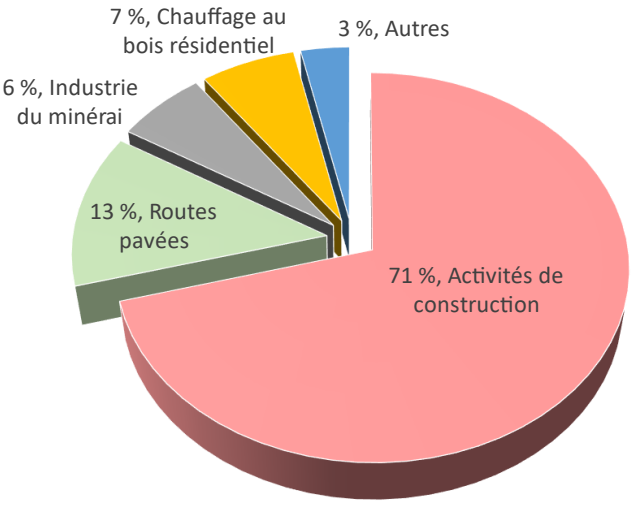



Figure 5.3 - Répartition des émissions de PST en 2020

### *5.4.5 Autres : Composés organiques volatils et smog urbain*

D'autres contaminants tels les COV sont en seconde priorité bien que ceux-ci contribuent à la formation d'ozone, de $PM_{2,5}$ et potentiellement au smog urbain. Certaines mesures d'atténuation ciblent également cette classe de contaminants.

## 5.5 Plan de mesures d'atténuations recommandé

En considération des mesures d'atténuation déjà implantées depuis 2013 et celles planifiées et présentées dans le tableau AT5.3 (annexe 3), le GTCA propose des nouvelles recommandations pour réduire les niveaux ambiants de $PM_{2,5}$ et $PM_{10}$. La majorité de ces recommandations ont des échéances proposées pour leur mise en application.

Les recommandations varient en fonction du contaminant ciblé, et les mesures d'atténuation suggérées visent à accomplir les objectifs suivants :

- Réduction des émissions de $PM_{2,5}$ pour ramener le niveau des $PM_{2,5}$ mesurés dans l'air ambiant du secteur Limoilou-Basse-Ville à la moyenne provinciale;
- Réduction des niveaux de NOx reliés au transport (trafic et camionnage);
- Plan d'élimination des épisodes journaliers de poussières fugitives reliées au chargement et déchargement de vrac solide ou au stockage en piles à découvert, permettant de réduire les problèmes de nuisance et la réduction des concentrations de nickel mesurées dans l'air ambiant;
- Étude de la contribution de sources d'émissions locales non encore comptabilisées.

Il n'y a pas de consensus au niveau du GTCA quant à la priorisation des mesures proposées hormis les échéances proposées; les couleurs choisies pour le texte des tableaux 5.2 à 5.7 sont en lien avec la rapidité proposée pour leur mise en œuvre :

- < 1 an (rapidement)
- < 4 ans (à court terme)
- 4 - 8 ans (à moyen terme)
- N/A (aucun échéancier suggéré ou déjà mis en place)

Les contaminants ciblés par ces recommandations basées sur des solutions techniques et technologiques sont notés dans la colonne 3 des tableaux. Les détails de certaines recommandations s'accompagnent d'un estimé des coûts.

Les recommandations liées à l'atténuation des principaux contaminants ciblés basées sur des solutions techniques et technologiques sont résumées au tableau 5.2. Ces recommandations sont détaillées et expliquées plus longuement à la section 5.6.

Des recommandations additionnelles pour la mise en place des conditions pour accélérer l'implantation des mesures d'atténuation suggérées apparaissent aussi au tableau 5.2.

Tableau 5.2 - Ensemble des recommandations suggérées par le GTCA

| Page No. | Mesures d'atténuation/Technologies | Échéance suggérée | Contaminants ciblés |
|---|---|---|---|
| **Atténuation des concentrations de $PM_{2,5}$ mesurées** | | | |
| p. 157 | **Accélérer la transition énergétique d'activités industrielles, commerciales et institutionnelles** | 4 - 8 ans | **$PM_{2,5}$** |
| p. 157 | **Gestion des émissions fugitives aux sites de construction/démolition :** Lavage de pneus des camions sur les sites industriels et de construction | 4 - 8 ans | PST, **$PM_{2,5}$** |
| p. 158 | **Réglementation sur le chauffage au bois** :<br>- Poursuivre la mise en place des directives;<br>- Développer des phases subséquentes à la réglementation;<br>- Suivi des améliorations par surveillance du lévoglucosane. | < 4 ans | **$PM_{2,5}$** |
| p. 161 | Barrières naturelles et **verdissement urbain** (incluant le long des routes) | - | PST, **$PM_{2,5}$,** $NO_X$, autres |
| **Atténuation des concentrations de $NO_X$ mesurées (et GES)** | | | |
| p. 162 | **Électrification :**<br>- des quais des navires de croisières au Port de Québec<br>- des déplacements de convois à la gare de triage de Limoilou (locomotives hybrides diésel-électrique, à l'hydrogène ou 100 % électriques) | 4 - 8 ans | **NOx**, $PM_{2,5}$ |
| p. 162 | **Camionnage :** Exigences des principaux donneurs d'ordre pour utilisation de camions ou de véhicules électriques ou à faibles émissions | < 4 ans | **NOx**, $PM_{2,5}$ |
| p. 163 | Stratégies de **mobilité durable** axées sur les transports collectifs et actifs | - | **NOx,** $PM_{2,5}$ |
| p. 163 | Gestion des matières résiduelles : incinérateur et biométhanisation | 4 - 8 ans | **NOx**, $PM_{2,5}$ |
| **Atténuation des concentrations de nickel mesurées** | | | |
| p. 164 | **Cales de navires de nickel:**<br>Amélioration continue des procédures de gestion des émissions fugitives lors du chargement et déchargement des cales de navires | 4 - 8 ans | **Nickel** |
| p. 165 | **Étude des sources émettrices de nickel et autres contaminants dans Limoilou-Basse-Ville** :<br>Inventaire, quantification et mise en application des guides de bonnes pratiques environnementales | < 4 ans | **Nickel**, autres contaminants |
| **Atténuation des particules en suspension totales (PST)** | | | |
| p. 166 | M**anutention et entreposage de solides en vrac** :<br>- Système de **mesure en temps réel des émissions fugitives** lié éventuellement à un modèle prédictif assisté par intelligence artificielle | < 1 an | **PST**, $PM_{10}$ |
| p. 168 | - **Audit d'experts indépendants** pour analyser les opérations de manutention de vrac solide au Port de Québec et en d'autres sites sur milieux industriels dans le Limoilou-Basse-Ville | < 1 an | **PST**, $PM_{10}$ |
| p. 168 | - Amélioration continue des **procédures de gestion des poussières** lors de la manutention et l'entreposage de solides en vrac au Port de Québec et dans la zone industrielle de Limoilou : | < 1 an | **PST**, $PM_{10}$ |

| Page No. | Mesures d'atténuation/Technologies | Échéance suggérée | Contaminants ciblés |
|---|---|---|---|
| p. 170 | **Nettoyage des voies de circulation :**<br>Nettoyage des voies de circulation plus hâtif, plus fréquent et avec des équipements de meilleure efficacité (utilisant une aspiration efficace) | < 4 ans | **PST**, $PM_{10}$ |

Recommandations additionnelles

| Page No. | Recommandations additionnelles | Échéance suggérée | Contaminants ciblés |
|---|---|---|---|
| p. 171 | Réflexion sur de la gouvernance additionnelle par une expansion du suivi de la qualité de l'air à plusieurs niveaux; | < 1 an | Tout contaminant |
| p. 172 | Groupe de recherche dédié à la qualité de l'air | < 4 ans | Tout contaminant |
| p. 172 | Étudier la pertinence d'un système de **paliers d'alerte :**<br>- Selon les seuils quotidiens (exposition aigüe) prévus<br>- Selon les seuils moyens mesurés dans les différents bassins atmosphériques (régions cibles); | < 4 ans | Tout contaminant |
| p. 173 | Programmes de subvention gouvernementaux accélérant l'implantation de mesures d'atténuation | < 4 ans | Tout contaminant |

## 5.6 Recommandations détaillées

Une approche holistique de l'atténuation des émissions du secteur Limoilou-Basse-Ville peut être considérée en termes de hiérarchie d'options adaptées telles que :

- *L'évitement* – Utiliser des techniques pour éviter la création ou l'émission de contaminants;
- *La séparation* – Séparer et récupérer les contaminants atmosphériques et les transférer dans un autre processus industriel;
- *L'ingénierie /Technologie* – Utiliser des technologies et des pratiques exemplaires pour recueillir et traiter les contaminants atmosphériques;
- *Les mesures opérationnelles* – S'appuyer sur des pratiques opérationnelles, telles que des limitations selon les vents, l'utilisation de cheminées, de zones tampons, etc. pour éviter les impacts sur les récepteurs locaux et régionaux.

Bien que cet éventail d'options ait été envisagé à divers degrés pour améliorer la qualité de l'air dans le secteur à l'étude, les sous-sections subséquentes visent à décrire en détail les recommandations présentées au tableau 5.2 pour mieux comprendre leurs applications, leurs avantages et leurs inconvénients.

Il existe de nombreuses technologies disponibles pour traiter les rejets atmosphériques. Certaines sont des solutions simples pouvant donner des résultats appropriés et probants, et d'autres peuvent

représenter des options à long terme à divers coûts. Il y a aussi des technologies offrant une efficacité d'élimination plus élevée, mais qui peuvent nécessiter des investissements ou des adaptations plus importants.

Les sous-sections suivantes présentent les recommandations du GTCA.

Le lecteur doit noter que, bien que des technologies, de l'équipement et des fournisseurs spécifiques soient mentionnés dans ce texte, ceux-ci sont présentés à titre d'exemples; cela ne signifie pas que le GTCA les approuvent ou les recommandent. Lorsqu'une industrie ou un secteur d'activité décidera de suivre une ou plusieurs des recommandations du GTCA, il sera nécessaire d'effectuer des recherches plus approfondies sur ces technologies, équipement ou fournisseurs pour faire une sélection qui répond aux besoins particuliers de l'industrie ou du secteur d'activité.

### *5.6.1 Atténuation des concentrations de PM2,5 mesurées*

**RECOMMANDATION – ACCÉLÉRER LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE D'ACTIVITÉS INDUSTRIELLES, COMMERCIALES ET INSTITUTIONNELLES**

*Implantation à moyen et long terme*

Il a été démontré au chapitre 4 que des impacts sanitaires sont importants en lien avec certaines pratiques utilisées dans le secteur Limoilou-Basse-Ville (et en périphérie) comme source énergétique. Le GTCA appui le Plan directeur en transition, innovation et efficacité énergétiques du gouvernement du Québec (MELCCFP, 2023g) et propose de le mettre en vigueur de manière accélérée notamment dans le secteur Limoilou-Basse-Ville pour obtenir les bénéfices sanitaires importants observés à plus long terme. Ceci inclut également le déplacement et le remplacement énergétique des énergies fossiles en milieu industriel.

**RECOMMANDATION – GESTION DES ÉMISSIONS FUGITIVES DE SITES DE CONSTRUCTION ET DE DÉMOLITION**

*Implantation en moins d'une année*

Dans le chapitre 2, l'apport significatif des activités de l'industrie de la construction et de démolition aux émissions de matières particulaires a été souligné. Le déplacement des camions et de leurs roues souillées a notamment été identifié comme une source dominante de matières particulaires, car les camions dispersent dans les rues de Québec dont le secteur à l'étude, des boues colmatées sur les pneus. Ces boues séchées génèrent des poussières de rue qui sont constamment volatilisées par le passage d'autres véhicules.

Afin de régler cette situation, le GTCA recommande d'installer, voire d'exiger, sur les chantiers de constructions/démolitions situés dans le secteur Limoilou-Basse-Ville et sa zone industrielle des stations de lavage de pneus à l'instar des systèmes illustrés à la figure 5.4.

**Figure 5.4. Exemples de systèmes de lavages de roues de véhicules industriels utilisés dans des projets de construction et de réfection**

Outre le lavage de pneus des camions, les émissions fugitives des sites de construction/démolition devraient être gérées dans leur ensemble, incluant l'utilisation d'écrans lorsque requis (travaux générant beaucoup de poussières comme des démolitions ou des activités de sablage), ainsi que l'installation de systèmes de surveillance tels que des échantillonneurs à haut-débits (Hi-Volume) près des chantiers pour assurer une certaine surveillance et un certain contrôle des émissions de matières particulaires sur les chantiers.

**RECOMMANDATION – RÈGLEMENTATION SUR LE CHAUFFAGE AU BOIS**

*Implantation court terme (< 4 ans), bénéfices observés à long terme – horizon 5 à 10 ans*

L'analyse des mesures de $PM_{2.5}$ présentée au chapitre 3 a démontré clairement la contribution des émissions dues au chauffage au bois dans des foyers résidentiels aux niveaux de $PM_{2.5}$ mesurés à la station Vieux-Limoilou. L'implantation du Règlement de la Ville de Québec sur les foyers au bois est prévue en 2026. Le GTCA appuie sa mise en place et recommande de

- Continuer et renforcer les directives de ce règlement;
- Développer des phases subséquentes pour améliorer et consolider les bénéfices obtenus;
- Faire le suivi des améliorations obtenues par surveillance du lévoglucosane.

Les quotidiens « Le Devoir » (Goudreault, 2023) et « Le Soleil » (Gagné, 2022) ont publié des articles sur l'impact du chauffage au bois en saison hivernale sur la qualité de l'air ambiant. L'article du Soleil mentionnait la présence d'environ 25 000 appareils au bois sur le territoire de la ville de Québec. L'article du Devoir mentionnait que Ressources naturelles Canada avait estimé à environ 241 000 le nombre de ménages au Québec utilisant le chauffage au bois comme mode de chauffage. Sur une

base populationnelle, la ville de Québec compte pour environ 10 % de la population du Québec, ce qui représente en proportion environ 24 000 appareils de chauffage au bois, en accord avec le nombre mentionné dans Le Soleil. En tenant compte de facteurs d'émission appropriés pour les appareils de chauffage au bois certifiés (2,5 g à l'heure) et non certifiés (100 g à l'heure), et d'un ajustement basé sur les statistiques de remplacement et de retrait d'appareils provenant de la Ville de Québec, on estime la contribution annuelle des émissions de particules fines provenant du chauffage au bois dans la Ville de Québec à environ 3 800 tonnes métriques par années, ce qui est en accord avec l'estimé d'environ 4 000 tonnes métriques déduites de l'inventaire IEPA publié en 2022. C'est un facteur non négligeable pouvant contribuer au smog hivernal.

Cette sous-section fait la démonstration de l'impact qu'a eu le règlement sur le chauffage au bois mis en place par la ville de Montréal en 2009 et l'amélioration de la qualité de l'air qui s'en est suivie. On peut envisager les mêmes gains pour la ville de Québec dans son ensemble, y compris le secteur Limoilou-Basse-Ville. De surcroît, il est important de bien expliquer les impacts de l'utilisation du chauffage au bois sur la qualité de l'air et sur la santé humaine.

ECCC a identifié une molécule chimique spécifique à la combustion de la biomasse, plus spécifiquement au chauffage au bois, appelée lévoglucosane. C'est un composé organique soluble dans l'eau et qui se retrouve dans les particules qui persistent dans l'atmosphère. Une technique d'analyse a été mise au point pour la détecter quantitativement dans des échantillons de $PM_{2,5}$ et $PM_{10}$. Le lévoglucosane est un marqueur idéal pour le chauffage au bois, il est abondant dans la fumée de bois dur, spécifique à cette source et relativement stable dans l'atmosphère.

Ce marqueur du chauffage au bois est intéressant car sa seule source possible dans l'air ambiant est la combustion de la biomasse, le bois de chauffage dans le cas faisant l'objet de cette recommandation. De plus, une corrélation positive a été observée entre le lévoglucosane et les concentrations de $PM_{2,5}$ dérivées de la combustion de la biomasse. Bien que le lévoglucosane ne soit pas un composé toxique, une étude épidémiologique menée par Santé Canada dans des localités en Colombie-Britannique où la pratique du chauffage au bois est très répandue a révélé des effets sur la santé et corrélés avec l'augmentation de la pratique du chauffage au bois (Weichenthal, 2017). L'étude a démontré qu'il existait une proportion plus élevée de complications chez les populations plus âgées menant à une augmentation statistiquement significative des hospitalisations attribuables à l'infection aiguë des voies respiratoires et à la maladie pulmonaire obstructive chronique résultant d'une exposition prolongée à des concentrations élevées de $PM_{2,5}$ dues à la combustion de bois de chauffage en saison froide.

Les données d'analyse de ce traceur chimique ont été utilisées par les responsables de la qualité de l'air ambiant de la Ville de Montréal pour analyser les tendances des concentrations de ce marqueur à une station spécifique de mesure de la qualité de l'air, en hiver et en été. Ce travail a mené à la mise en place en 2009 du règlement sur le chauffage au bois. Les spécialistes de l'air ambiant de la Ville de Montréal ont pu suivre l'évolution de l'utilisation des poêles et des foyers au bois dans le quartier de

Rivière-des-Prairies à l'aide des concentrations de lévoglucosane telles que montrées à la figure 5.5. Cette figure montre l'évolution des concentrations de lévoglucosane en été et en hiver entre 2009 et 2019 en fonction de moments clés reliés à la mise en place du règlement. Les résultats montrent que :

- Les concentrations moyennes hivernales de lévoglucosane décroissent graduellement avec l'implantation graduelle des différents volets du règlement;
- Les concentrations moyennes estivales de lévoglucosane sont relativement stables à environ 43 ng/m$^3$ pendant l'implantation graduelle du règlement.

L'examen de ces données permet de conclure que l'utilisation des poêles et des foyers au bois est en baisse ou que des poêles et des foyers au bois plus efficaces ayant des émissions moindres sont maintenant utilisés dans le quartier Rivière-des-Prairies à Montréal.

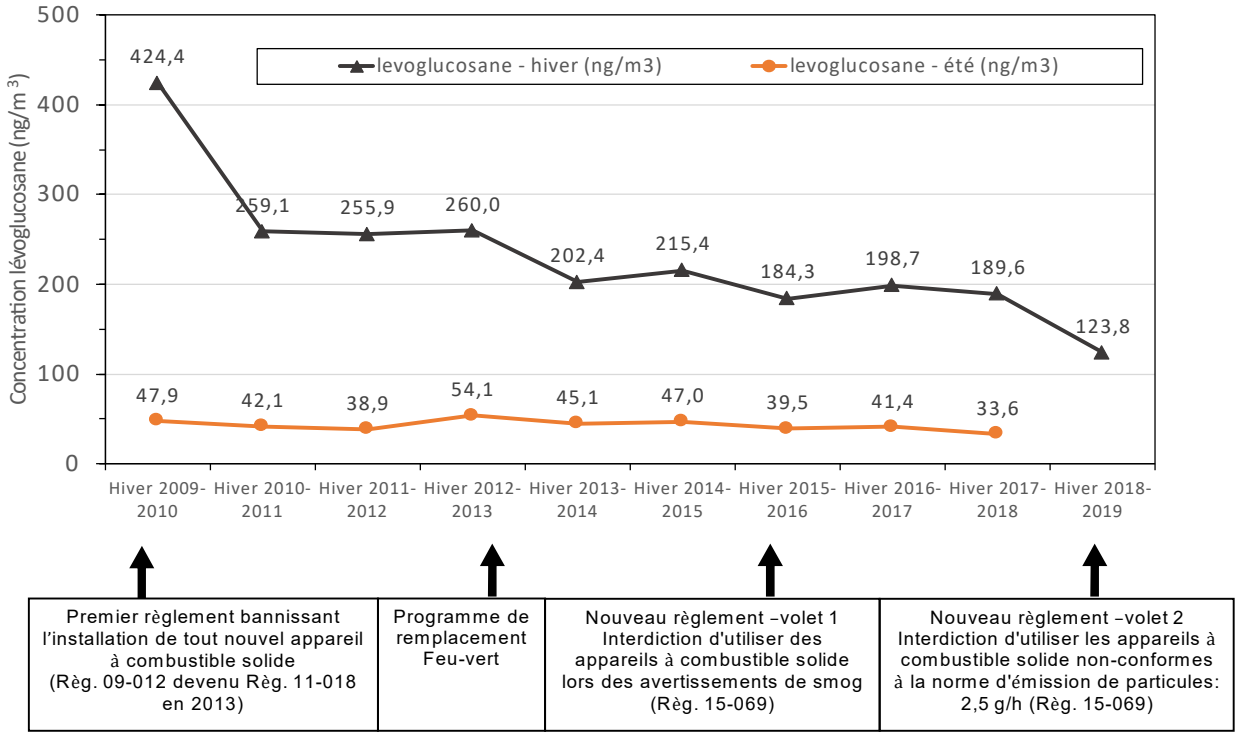



**Figure 5.5 – Évolution des concentrations de lévoglucosane et de $PM_{2,5}$ pendant l'hiver et l'été de 2009 à 2019 à la station Montréal-Rivière des Prairies en fonction de la mise en place du règlement**

Le graphique de la figure 5.5 montre aussi les années volets du règlement mis en place par la Ville de Montréal. En 2009, alors que les concentrations de lévoglucosane sont à leur maximum, la Ville adopte son premier règlement bannissant l'installation de tout nouvel appareil à combustible solide, à l'exception des appareils à granules ayant une certification EPA. De 2010 à 2012, les concentrations de lévoglucosane sont plus basses, autour de 260 ng/m$^3$, et varient peu. Puis, avec la mise en place du programme de remplacement « Feu-vert », on observe une légère baisse du lévoglucosane en 2013

(202,4 ng/m$^3$). Ce programme offrait un incitatif financier aux citoyen.ne.s désireux.euses de retirer ou remplacer leurs appareils de chauffage au bois. Le programme « Feu vert » répondait en partie aux demandes présentées par la population lors des audiences publiques tenues à Montréal, en 2009, dans le cadre de l'adoption du règlement sur les appareils à combustibles solides. Depuis 2013, la tendance à la baisse reprend pour les années qui suivent.

En 2015, l'interdiction d'utiliser les appareils ou les foyers au bois durant les avertissements de smog est entrée en vigueur. De plus, les propriétaires d'appareils ou de foyers permettant l'utilisation d'un combustible solide ont l'obligation de les déclarer aux autorités compétentes, soit la Ville de Montréal dans le cas discuté ici. Durant l'hiver 2018-2019, une baisse de 35 % des concentrations de lévoglucosane par rapport à l'année précédente a été observée. Les concentrations sont passées de 189,6 ng/m$^3$ en 2017-2018 à 123,8 ng/m$^3$ en 2018-2019 d'après la figure 5.4. Il y a donc lieu de penser que l'entrée en vigueur du volet 2 du règlement a eu un effet dissuasif quant à l'utilisation du chauffage au bois pendant la période hivernale. Ce règlement a permis d'observer une baisse de 15 % des niveaux de $PM_{2,5}$ hivernaux en 10 ans. Des gains similaires sont envisageables pour la Ville de Québec.

### RECOMMANDATION – BARRIÈRES NATURELLES ET VERDISSEMENT URBAIN – INCLUANT LES RUELLES

*Implantation continue*

Les arbres urbains contribuent à l'élimination de la pollution de l'air en agissant comme des filtres de particules (dépôts sur la surface des feuilles) et en absorbant certains polluants gazeux, notamment l'ozone, par les stomates des feuilles. Selon certaines études, les arbres urbains pourraient capter jusqu'à environ 24% des polluants de l'air (en moyenne) (Planting Healthy Air, The Nature Conservancy, 2017). La simple présence d'arbres sur les rues peut donc aussi diminuer de manière notable les matières particulaires dans l'air ambiant, en plus d'ajouter d'autres bénéfices tels que de l'ombrage lors de canicules estivales (Abhijith et al. 2017).

Dans la ville de Québec, l'indice de canopée est variable d'un quartier à l'autre, cependant le secteur Limoilou-Basse-Ville est connu pour avoir peu d'arbres urbains (Ville de Québec, 2016). Certaines références recommandent de planter de 20 à 50 jeunes arbres de 3m de haut pour remplacer la capacité sanitaire et environnementale occasionnée par la perte d'un arbre adulte à grand déploiement, et ainsi rétablir l'effet dépolluant initial.

Le GTCA endosse tous les projets de plantation d'arbres urbains et recommande de continuer ces efforts et de mettre une emphase sur le secteur Limoilou-Basse-Ville. En outre, comme les conifères sont dotés d'une surface foliaire à feuilles persistantes qui offrent une efficacité durable en toute saison, le GTCA recommande de privilégier la plantation de ce type d'essences, notamment de manière à implanter une ceinture verte autour des principaux émetteurs de matières particulaires, ainsi que le long d'axes autoroutiers.

### *5.6.2 Atténuation des concentrations de $NO_X$ mesurées*

**RECOMMANDATION – ÉLECTRIFICATION DES QUAIS DES NAVIRES DE CROISIÈRE AU PORT DE QUÉBEC ET DES DÉPLACEMENTS DE CONVOIS À LA GARE DE TRIAGE DE LIMOILOU**

*Implantation à moyen terme*

#### NAVIRES :

Lorsqu'ils sont à quai, les moteurs des navires de croisières et des cargos continuent de fonctionner en marche au ralenti. Ces moteurs sont une source non-négligeable d'oxydes d'azote et de particules fines.

Il est recommandé d'envisager l'électrification des quais utilisés au Port de Québec, en premier lieu pour les navires de croisière à quai. Les coûts sont estimés à environ 20M$ par quai. La mise en application d'une telle pratique requerrait que les navires de croisière fonctionnent en mode électrique uniquement lorsqu'amarrés à quai. Ceci entraînerait une diminution des $NO_X$ et des $PM_{2,5}$ et aussi une réduction des gaz à effet de serre.

#### LOCOMOTIVES ET GARE DE TRIAGE :

Au même titre que les navires, les locomotives fonctionnent au ralenti sur de longues périodes lors de leur halte à la gare de triage de Limoilou.

Il est recommandé d'utiliser des locomotives hybrides diésel-électrique, à l'hydrogène ou 100 % électriques à la gare de triage de Limoilou et que le déplacement de convois soit effectué par des locomotives fonctionnant uniquement en mode électrique pour la portion en zone urbaine du trajet. Des annonces du CN et du CP ont été faites à cet effet dans les dernières années et des estimés de coûts avaient été énoncés. Une locomotive électrique coûte au moins 13 M$CAN. Le coût d'une locomotive hybride s'établit à au moins 3 M$CAN. L'utilisation de telles locomotives entraînerait non seulement des diminutions des NOx et des $PM_{2,5}$ émis mais aussi une réduction des gaz à effet de serre.

**RECOMMANDATION – EXIGENCES DES PRINCIPAUX DONNEURS D'ORDRE POUR UTILISATION DE CAMIONS OU DE VÉHICULES ÉLECTRIQUES OU À FAIBLES ÉMISSIONS**

*Implantation à court terme*

La densité de l'activité industrielle et portuaire dans le secteur Limoilou-Basse-Ville fait en sorte que le camionnage lié aux activités industrielles et municipales génère de plus en plus de préoccupations et même des problématiques diverses chez la population environnante.

C'est dans l'optique de réduire la densité des camions dans le secteur Limoilou-Basse-Ville que le GTCA recommande que les principaux donneurs d'ordre de la Ville de Québec et principalement les industries situées dans le secteur Limoilou-Basse-Ville exigent l'utilisation de camions ou de véhicules

électriques ou à faibles émissions lors d'appel d'offres et signatures de contrats. Le cahier de charges devra aussi contenir des pratiques de gestion des poussières appropriées.

### RECOMMANDATION – STRATÉGIES DE MOBILITÉ DURABLE AXÉES SUR LES TRANSPORTS COLLECTIFS ET ACTIFS

*Implantation continue*

Il est recommandé de mettre en place une stratégie de mobilité durable axée sur les transports collectifs et actifs pour réduire les émissions de $NO_X$ et de $PM_{2,5}$ et par le fait même les gaz à effet de serre. La littérature scientifique abonde en démonstrations d'investissements en transports collectifs et actifs qui ont des impacts positifs pour l'environnement, l'économie, l'amélioration de la qualité de l'air et la santé (Titos et al., 2015).

Une ville de courtes distances est une ville où les services et lieux de destination sont situés à proximité des citoyens. Un transfert modal de l'automobile vers les transports actifs et collectifs peut générer des économies substantielles pour la société en raison d'une meilleure forme physique et d'une diminution de la pollution de l'air. Selon certaines études (Grabow et al., 2012; Titos et al., 2015), favoriser la marche, le vélo et le transport en commun pourrait diminuer de 15 % le nombre d'années d'handicap associées aux maladies cardiovasculaires. La localisation de services de proximité (épicerie, pharmacie, centres communautaires, etc.) favorise la marche et le vélo. Ces activités entraineront des bénéfices de santé et potentiellement une réduction des coûts de santé tel que démontré au chapitre 4.

Il est à noter que l'électrification du transport automobile est une belle avenue. Par contre, il faut souligner qu'une certaine proportion plus élevée de polluants du secteur des transports proviendront de l'abrasion métallique des systèmes de freinage et de la génération de matières particulaires accélérée par l'usure des pneus vu le poids plus élevé des voitures électriques de dimensions comparables à celles de leurs équivalents à moteur. De plus, ceci inclut toujours l'épandage d'abrasifs, la détérioration de l'asphalte, etc.

### RECOMMANDATION – GESTION DES MATIÈRES RÉSIDUELLES : INCINÉRATEUR ET BIOMÉTHANISATION

*Implantation à moyen terme*

Lors de la reprise des opérations de l'incinérateur en mai 2015 par la Ville de Québec, la mission de l'équipe était de rendre les opérations conformes aux normes environnementales et d'améliorer la productivité globale de l'incinérateur appelé « Complexe de valorisation énergétique ». À la suite de l'investissement dans des améliorations technologiques, la conformité environnementale des opérations a été atteinte en juin 2021 pour tous les paramètres réglementés. Des prochaines améliorations sont encore planifiées, dont la mise en fonction prochaine d'une usine de biométhanisation.

Le GTCA est d'avis que ce projet permettant la valorisation des déchets organiques et boues humides entre dans le processus d'amélioration continu déjà entamé, et qu'il sera bénéfique en termes d'émissions atmosphériques. Le GTCA recommande cependant la transparence, en faisant régulièrement des suivis opérationnels et environnementaux pour évaluer et quantifier les gains obtenus.

Le GTCA note toutefois que le camionnage augmentera probablement avec l'entrée en fonction de cette usine de biométhanisation. Le GTCA attire l'attention de la Ville de Québec sur la recommandation précédente portant sur ce sujet.

### *5.6.3 Atténuation des concentrations de nickel mesurées*

**RECOMMANDATION – CALES DE NAVIRES DE NICKEL – AMÉLIORATION CONTINUE DES PROCÉDURES DE GESTION DES ÉMISSIONS FUGITIVES LORS DU CHARGEMENT ET DÉCHARGEMENT DES CALES DE NAVIRES**

*Implantation à court ou moyen terme*

Le nickel est une source importante de préoccupation dans la communauté et il survient des événements où des teneurs plus élevées en nickel sont mesurées dont la provenance est fortement associée à des activités au Port de Québec. Dans cette optique, le GTCA a effectué une visite exhaustive des installations portuaires consacrées au transbordement de nickel et a pu déterminer qu'il reste des pistes d'amélioration à explorer pour éviter ce type d'épisodes.

Cette visite a permis de constater plusieurs améliorations implantées au cours des 10 dernières années dans la manipulation du nickel en vrac, soit le minerai de nickel et le matte de nickel. Ainsi, la plupart des opérations de chargement et de déchargement se font aujourd'hui sous couvert, que ce soit lors du déchargement d'un navire (concentré de minerai de nickel provenant de la mine Raglan au Nunavik) ou lors du chargement d'un navire (du matte de nickel concentré à destination de la Norvège). La majorité de ces améliorations respectent notamment l'esprit des recommandations publiées par le Ministère de l'environnement, de la protection de la nature et des parcs de l'Ontario en mars 2018 (ONTARIO MINISTRY OF THE ENVIRONMENT AND CLIMATE CHANGE, 2018). Ce document fournit une liste de prescriptions sur le contrôle de la pollution de l'air par de meilleures pratiques relatives aux sources qui contribuent le plus aux concentrations hors site pour les substances reconnues toxiques.

Cependant, en ce qui concerne le chargement/déchargement des navires, la réduction des poussières à la source est présentement assurée par l'utilisation d'un système de brumisation pour permettre de contenir les émissions fugitives à forte teneur en nickel. Ce système est destiné à fournir un certain contrôle des émissions de particules provenant à la fois du déchargement du concentré et du chargement de la matte dans les cales des navires. Cependant, l'opération se fait avec une cale de

navire exposée, soit en position ouverte, ce qui accroît les risques inhérents d'émissions de matières particulaires.

Le GTCA recommande d'investiguer et de mettre en œuvre des opérations de chargement et de déchargement avec des cales en position fermée pour réduire, voire éliminer, ce risque à la source.

À la suite de ces améliorations, une vérification des concentrations journalières de nickel enregistrées dans l'air ambiant devra être effectuée afin d'évaluer s'il y a encore des améliorations à faire et éventuellement s'assurer que les émissions de nickel en provenance des activités au Port de Québec (ou tout autres sources potentielles) sont bien maîtrisées.

### RECOMMANDATION –SOURCES ÉMETTRICES DE NICKEL, $PM_{2,5}$ ET D'AUTRES CONTAMIMANTS DANS LIMOILOU-BASSE-VILLE : INVENTAIRE, QUANTIFICATION ET MISE EN APPLICATION DES GUIDES DE BONNES PRATIQUES ENVIRONNEMENTALES

*Implantation court terme (< 4 ans), bénéfices observés à long terme – horizon 5 à 10 ans*

Plusieurs activités commerciales et industrielles situées dans le secteur Limoilou-Basse-Ville émettent des contaminants atmosphériques variés, incluant des particules de tailles diverses, incluant des $PM_{2,5}$, dont certaines de ces matières particulaires peuvent contenir du nickel. Certaines de ces sources émettent à l'année alors que d'autres sont intermittentes, voire saisonnières. Cependant les impacts de ces sources et leur contribution aux niveaux mesurés dans l'air ambiant dans celles-ci semble être une énigme. Tel est le cas par exemple des entreprises de recyclage de métaux, d'excavation et d'entreposage de matières solides en vrac, d'autres qui ont des activités de sablage, de soudage, etc. La contribution d'autres sources singulières telles que celle des feux extérieurs devrait également être incluse dans une telle étude.

L'ensemble de ces sources peut, seules ou de manière cumulative, avoir un impact notable dans le secteur à l'étude. Le GTCA recommande qu'une étude soit réalisée pour

- Réaliser un inventaire exhaustif de ces sources locales commerciales, industrielles, voire résidentielles; et
- Faire une quantification érudite des émissions de nickel, de matières particulaires et de tout autre contaminant (COV, métaux, etc.) générés par ces sources;
- Vérifier les méthodes et les pratiques appliquées en industrie pour limiter les émissions atmosphériques de ces activités;
- Renforcer l'application des bonnes pratiques environnementales respectives à chaque activité.

Une telle étude permettrait notamment d'éclaircir l'apport des activités émettrices locales et peut-être de faire le lien entre les concentrations mesurées aux stations d'air ambiant lorsque les vents sont en provenance du sud-ouest. Ensuite, comme la plupart des types d'industries et opérations ont des publications de références respectives telles que des « Guides de bonnes pratiques

environnementales », celles-ci devraient être promues et mises en application. De tels types de guides sont disponibles en ligne (Neuwahl et al., 2019; Suhr et al., 2015).

Cette nouvelle avenue permettrait de cibler des activités particulières qui, du fait du nombre de ces sources dans un secteur restreint, peuvent faire en sorte que le cumul de leurs émissions finit par avoir un effet sur l'air ambiant local et régional. Ainsi, des activités telles que la soudure de métaux seraient ciblées plutôt qu'un type d'entreprise en particulier.

### *5.6.4 Gestion des particules en suspension totales*

Cette section adresse les opérations de manutentions et d'entreposage de solides en vrac. De nombreuses sources industrielles sont des émetteurs de particules en suspension totales, dont les émissions fugitives de matières particulaires à granulométrie variable, inhérentes aux opérations de manipulation et de transfert de solides en vrac. Ces émissions se produisent à plusieurs endroits dans le cycle des opérations de déchargement, entreposage, déplacement et chargement de navires, de camions et de wagons de train... Ces endroits incluent notamment :

- Les chutes des convoyeurs.;
- Les points de transfert entre convoyeurs;
- Le chargement de matériaux sur les piles d'entreposage;
- Les perturbations causées par les vents;
- La circulation des camions et des équipements de chargement dans la zone de stockage;
- Les piles de stockage laissées à découvert.

Afin d'adresser les émissions fugitives découlant de ces opérations, trois sous-recommandations sont formulées dans cette catégorie :

- Système de mesure en temps réel des poussières lié éventuellement à un modèle prédictif des émissions fugitives assisté par intelligence artificielle;
- Audit d'experts indépendants pour analyser les opérations de manutention de vrac solide au Port de Québec et en d'autres sites sur milieux industriels dans Limoilou-Basse-Ville;
- Amélioration continue des procédures de gestion des poussières lors de la manutention et l'entreposage de solides en vrac.

**RECOMMANDATION – SYSTÈME DE MESURE DES POUSSIÈRES EN TEMPS RÉEL LIÉ ÉVENTUELLEMENT À UN MODÈLE PRÉDICTIF DES ÉMISSIONS DE POUSSIÈRES PAR TECHNOLOGIE D'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE**

*Implantation court terme – bénéfices rapides pouvant être observés*

Afin de mieux cerner les sources et les épisodes potentiels d'émissions fugitives de poussières et de minerais provenant de la zone industrielle de Limoilou-Basse-Ville, incluant le Port de Québec, une

meilleure gestion des opérations est recommandée avec la mise en place d'un système de surveillance de poussières en continu à l'instar du LiDAR Aeromap de l'INO. En considérant que ce type d'instrument de surveillance en continu peut détecter en temps réel les panaches de particules émises qui pourraient se diriger vers les quartiers résidentiels et que ces systèmes peuvent être reliés à des alarmes en temps réel, des changements rapides dans les opérations en cours pourraient être déclenchés.

Dans cette optique, des technologies de type LiDAR (Light Detection And Ranging) permettent de mesurer et de diagnostiquer rapidement l'émission de matières particulaires à l'intérieur et autour de sites industriels. L'Aeromap mis au point par l'INO est une méthode utilisant un dispositif de cartographie 3D à moyenne portée. La solution de l'INO mesure la concentration absolue de matières particulaires en fonction de la distance. Il s'agit donc d'un système à balayage LiDAR qui utilise un faisceau laser pulsé, dans le proche infrarouge, sans danger pour les yeux. C'est un instrument portable qui mesure la lumière laser réfléchie par des cibles diffuses (particules, aérosols, etc.). Lorsque le faisceau laser traverse un nuage de poussières, une partie du faisceau diffusé est réfléchie par les particules vers un système de détection. En analysant le signal ainsi détecté, la distance des cibles est calculée à partir du temps de vol de l'impulsion laser et l'intensité de la lumière détectée permet de déterminer la concentration relative des poussières. La conversion en concentration absolue est réalisée par étalonnage de l'instrument.

L'Aeromap comprend également une caméra contextuelle qui peut être utilisée pour identifier visuellement les opérations générant de la poussière et produire des images spécifiques au contexte qui permettent ensuite le diagnostic, le suivi des émissions et l'efficacité des méthodes d'atténuation appliquées. Les informations de cette technologie sont jointes à l'annexe 5.

Un tel système LiDAR, jumelé à un système prédictif basé sur une technologie d'intelligence artificielle employant des données provenant de multiples sondes mesurant des paramètres tels que l'humidité de la matière, permettrait non seulement la détection en temps réel mais également la prédiction de conditions futures pour ainsi mieux prévoir les opérations et améliorer les systèmes d'atténuation pour minimiser les émissions de matières particulaires. En effet, ce genre de technologie en développement pourraient constituer une méthode de gestion de la qualité de l'air permettant d'améliorer le contrôle des émissions fugitives de poussières provenant de tout site industriel comme le Port de Québec.

Le GTCA recommande donc de procéder à l'analyse des technologies disponibles, de déterminer la conception optimale incluant le nombre d'appareils LIDAR requis pour assurer une bonne couverture des zones opérationnelles et de procéder à l'installation et à la calibration des équipements pour une mise en service permettant d'améliorer la gestion du risque d'émissions fugitives dans le secteur Limoilou Basse-Ville. À titre indicatif, un système Aeromap vaut environ 70 000$ CAN.

## RECOMMANDATION – AUDIT D'EXPERTS INDÉPENDANTS POUR ANALYSER LES OPÉRATIONS DE MANUTENTION DE VRAC SOLIDE AU PORT DE QUÉBEC ET EN D'AUTRES SITES SUR MILIEUX INDUSTRIELS DANS LIMOILOU

*Mandat pouvant être mis en place rapidement (< 1 an); audit terminé à court terme (< 4 ans)*

Le GTCA formule dans ce chapitre des recommandations pour améliorer la gestion des émissions fugitives provenant des opérations de manutention de vrac solide au Port de Québec et dans d'autres sites industriels du secteur. Cependant il existe plusieurs paramètres opérationnels qui doivent être pris en compte afin d'adapter de manière efficiente les mesures d'atténuation relative à chaque situation, à savoir une industrie et son site d'exploitation.

Le GTCA recommande que des experts indépendants effectuent un ou des audits afin d'analyser en détail l'efficacité des moyens d'atténuation présentement mis en place pour la gestion des émissions fugitives lors des opérations de manutention de vrac solide au Port de Québec et autres entreprises du secteur. Ces études devraient également inclure des propositions de solutions technologiques pour réduire les émissions fugitives, et évaluer les coûts et l'efficacité des solutions technologiques proposées. À la suite de ces audits, un plan de gestion pour l'implantation de mesures appropriées pour réduire les émissions fugitives, avec échéancier, devrait être établi.

## RECOMMANDATION – AMÉLIORATION CONTINUE DES PROCÉDURES DE GESTION DES POUSSIÈRES LORS DE LA MANUTENTION ET L'ENTREPOSAGE DE VRAC SOLIDE

Les émissions fugitives de matières particulaires se produisent à plusieurs endroits dans le cycle des opérations de déchargement, entreposage, déplacement et chargement de solides en vrac. Plusieurs techniques peuvent être mises de l'avant pour gérer ces émissions fugitives.

Sur le site du Port de Québec, plusieurs de ces avenues ont été mises en place, notamment au cours des 10 dernières années, notamment des systèmes d'arrosage des piles avec de l'eau. Cette approche exige de très fréquents arrosages pour obtenir une efficacité acceptable qui se rapproche de l'efficacité obtenue avec d'autres méthodes d'atténuation. L'utilisation d'eau peut toutefois générer des risques environnementaux non souhaitables si l'application est trop généreuse (ruissellements instabilité des piles, etc.), et son utilisation durant la saison hivernale est limitée pour causes de risques de gels et de conditions glissantes non souhaitées.

Ainsi, nonobstant l'utilisation de systèmes d'arrosage, un meilleur contrôle des émissions fugitives de matières particulaires est non seulement fortement recommandé, mais il est requis, pour les activités de manutention de tout solide en vrac ayant lieu principalement au Port de Québec, mais également sur d'autres sites de manutention de solides dans le secteur Limoilou-Basse-Ville. Des exemples de telles pratiques sont :

- La limitation de la surface (en $m^2$) perturbée à la fois ou quotidiennement (par exemple, une pile ne pourrait être perturbée sur tous les fronts, et une surface maximale pouvant être perturbée pourrait être établie);
- Une limitation quant au nombre de piles d'entreposage perturbées quotidiennement ou l'établissement d'une quantité maximale de matières perturbée quotidiennement pourrait être établie. Ceci exigerait une amélioration dans la gestion et la planification des opérations en fonction du calendrier des navires et des conditions météorologiques;
- La localisation optimisée des points de transferts de la chaîne de production convoyeurs-chargeurs;
- Un rythme des opérations qui s'adapte en fonction du type de matériel manipulé et de la météo, par ex. éviter les opérations par grands vents, surtout lorsque les vents sont dirigés vers les zones résidentielles;
- Un recouvrement journalier de la matière, c'est-à-dire l'emploi de toilage pour recouvrement amovible (membranes) sur les piles et les équipements de manutention lorsque non utilisés pendant plusieurs heures et notamment à la fin de chaque journée et avant chaque fin de semaine, si non opérationnels;
- L'utilisation d'un toilage liquide (l'ajout d'agents suppresseurs ou polymériques) pulvérisé, permettant de sceller les matériaux et de minimiser l'érosion des piles d'entreposage;
- La surveillance proactive et en temps réel des émissions (voir recommandation 3).

D'autres méthodes sont aussi pertinentes dans d'autres contextes tels que :

- La mise sous couvert des piles que ce soit dans des entrepôts ou encore à l'aide de toilage de recouvrement;
- Le dépôt des matières les plus fines à la base et les plus grossières sur le dessus des piles de stockage pour que celles-ci présentent une plus vaste plage de distribution granulométrique;
- L'orientation des piles de stockage selon la direction des vents dominants;
- La mise en place de brise-vents dans la configuration des piles de stockage;
- L'évitement des arêtes dans les piles de stockage.

Il serait à propos de s'assurer que les industries gérant des piles de stockage déposent un plan de gestion de l'érosion des piles sous leur contrôle (par ex. au CICEL ou à tout autre mécanisme de gouvernance traitant de la qualité de l'air dans le secteur) qui prônerait différentes mesures adaptées à leur contexte et qui permettrait non seulement d'améliorer mais également de réduire les émissions fugitives de toute opération connexe, en partageant les meilleures pratiques entre elles.

Enfin, il est important que les équipements utilisés dans la chaîne de production soient les plus modernes et performants possible pour assurer la réduction des distances de transfert et l'efficacité des opérations pour ainsi contenir les risques de fuites ou de déversements. Le GTCA a pu constater qu'un nouveau déchargeur a été installé dans les dernières années (en 2020) au Port de Québec pour

assurer une meilleure efficacité des opérations. L'installation de nouveaux chargeurs serait aussi à évaluer à court et moyen terme afin de diminuer davantage le niveau de risque au moment du chargement de cales de laquiers ou de navires transatlantiques.

À titre d'information, des toiles amovibles peuvent coûter environ 0,60 $/pi$^2$. Pour des piles allant jusqu'à 200 m, plusieurs toiles se chevauchant seraient requises. Ceci permettrait de ne couvrir qu'une certaine partie des piles, laissant des sections à découvert pour les opérations, et permettrait ainsi de respecter un avis d'exposition d'une surface restreinte de matériaux à la fois. Cet estimé de coûts n'inclut pas les toiles pour des chutes de convoyeurs, ni les frais de livraison.

Enfin, des barrières brise-vents ou barrières végétales peuvent également être utilisées, mais pour être efficaces, la conception de ces brise-vents doit tenir compte de :

- La hauteur minimale de la barrière qui doit être au moins équivalente à la hauteur de la pile la plus haute (ou de la chute la plus haute);
- La longueur de la barrière doit être égale ou supérieure à la longueur de la base de la pile;
- Son emplacement, à savoir qu'elle doit être située à une distance maximale équivalente à une hauteur de pile à partir de sa base;
- Dans le cas d'une barrière végétale, le choix des végétaux doit être fait avec soin.

***Note sur la* limite des vitesses des vents justifiant l'arrêt des opérations :**
Au niveau des opérations de transfert, de manipulation et d'entreposage de minerais et autres matières granulaires en vrac, le GTCA recommande de réviser les vitesses de vents justifiant l'arrêt des opérations au Port de Québec et dans d'autres secteurs du quartier.

Environnement Canada propose des vitesses de vents engendrant de l'érosion de piles d'entreposage. Le GTCA propose de réviser et de réduire la limite de la vitesse des vents utilisée par les opérateurs pour justifier l'arrêt des opérations de transbordement et de manutention des matériaux au Port de Québec. Selon les propriétés des matériaux (par ex. humidité, teneur en limon) manipulés et entreposés, ces vitesses peuvent varier. Il est recommandé de calculer cette vitesse limite, pour chaque matériau manipulé au Port de Québec, en tenant compte de la vitesse de référence de 19,3 km/h prescrite par (ECCC, 2022e).

### RECOMMANDATION – NETTOYAGE DES VOIES DE CIRCULATION PLUS HÂTIF AU PRINTEMPS, PLUS FRÉQUENT ET AVEC DES CAMIONS DE MEILLEURE EFFICACITÉ (BALAYAGE ET ASPIRATION)

*Implantation en moins d'une année*

Les concentrations les plus élevées de particules en suspension totales sont mesurées entre les mois de mars et mai, et elles sont associées aux sels de déglaçage et autres poussières accumulées sur le

réseau routier durant la saison hivernale (voir section 5.4.4). Le GTCA recommande d'assurer un nettoyage des voies de circulation efficace, soit avec des camions performants avec aspiration et brosses humides, dès le mois de mars, et en assurant une certaine fréquence de nettoyage (mensuelle).

### *5.6.5 Recommandations additionnelles*

**RECOMMANDATION ADDITIONNELLE – GOUVERNANCE ADDITIONNELLE PAR UNE EXPANSION DU SUIVI DE LA QUALITÉ DE L'AIR À PLUSIEURS NIVEAUX**

Le GTCA a observé une dynamique d'échanges complexes entre les parties prenantes, à savoir, les gouvernements, l'industrie et la population. Cette complexité ajoute à la problématique de la qualité de l'air dans le secteur Limoilou-Basse-Ville. En outre, plusieurs comités ont été mis en place en lien avec des préoccupations spécifiques de la qualité de l'air.

Le GTCA constate que la gouvernance de la qualité de l'air dans Limoilou-Basse-Ville nécessite la mobilisation de plusieurs acteurs gouvernementaux (des deux paliers), municipaux, industriels, communautaires et institutionnels. Les membres experts et invités du GTCA sont d'avis que des échanges participatifs entre tous les membres étaient constructifs et bénéfiques car tous avaient un objectif commun d'améliorer la qualité de l'air dans le secteur Limoilou-Basse-Ville.

Il y a en effet une opportunité pour une démarche permettant de dégager un portrait intégré des enjeux et des actions, pour appliquer la notion de reddition de comptes et pour permettre une meilleure intégration de l'information et la concertation des actions portées dans le secteur Limoilou-Basse-Ville.

Le GTCA recommande de développer un mécanisme de gouvernance intersectorielle de la qualité de l'air dans Limoilou, et plus largement dans la communauté métropolitaine de Québec. Ce mécanisme de gouvernance devrait idéalement inclure, un leadership à haut niveau impliquant les élus locaux et une implication de tous les secteurs émetteurs et récepteurs, afin d'offrir :

- Une revue critique de la surveillance de la qualité de l'air;
- Une recherche active sur des enjeux actuels sur le sujet;
- La mise sur pied et le suivi de projets assurant une amélioration continue sur tous les fronts;
- Un suivi du bon usage des investissements et des subventions offertes;
- Une transparence manifeste de l'information et des objectifs poursuivis.

## RECOMMANDATION ADDITIONNELLE – GROUPE DE RECHERCHE EN QUALITÉ DE L'AIR

Le GTCA recommande de développer une capacité de R&D en qualité de l'air, à Québec, qui inclurait le suivi et la modélisation de la pollution de l'air à des fins sanitaires et réglementaires, et comporterait également un volet pour l'innovation de solutions technologiques d'atténuation.

## RECOMMANDATION ADDITIONNELLE – ÉTUDE POUR LA MISE EN PLACE DE PALIERS D'ALERTES SELON DIFFÉRENTES ZONES (OU « BASSIN ATMOSPHÉRIQUES »)

Le GTCA recommande une étude pour évaluer l'intérêt d'instaurer un système d'alerte en fonction de la qualité de l'air mesurée dans différentes zones (ou bassins atmosphériques):

Palier 1 – « Vigilance »: vert;

Palier 2 – « Préalerte »: jaune;

Palier 3 – « Alerte »: orange;

Palier 4 – « Alerte maximale »: rouge.

Ces paliers seraient établis sur la base de l'état de la qualité de l'air, et pourrait permettre d'implanter différentes directives et incitatifs à deux niveaux :

- Exposition aigue : Alertes en fonction des prédictions d'exposition aigües de contaminants atmosphériques (ex. épisodes de smog) similaire au programme *info-smog*, cependant une bonification des prédictions des épisodes de smog serait requise;
- Exposition chronique ou moyenne : Catégorisation de zones permettant d'implanter certaines consignes particulières en fonction des seuils de qualité de l'air chroniques ou moyens mesurés. De cette manière, des mesures plus ou moins restrictives pourraient être appliquées selon les paliers, par exemple la régulation de la vitesses permises, l'utilisation de macarons[5] permettant à certains types de voitures ou de camions de circuler dans certaines zones, le transport collectif avec coûts incitatifs, l'interdiction des feux extérieurs, etc).

[5] À l'instar des macarons du Canton de Genève : www.silgeneve.ch
Selon ce règlement, des classes de véhicules motorisés sont définies en fonction de leurs performances environnementales. Le règlement d'application définit au minimum 5 classes, et les véhicules sans macaron ont interdiction de circuler dans certaines zones prédéfinies.

## RECOMMANDATION ADDITIONNELLE – APPUI POUR LA MISE EN APPLICATION DE MESURES VIA SUBVENTIONS MISE EN PLACE VIA DES PROGRAMMES GOUVERNEMENTAUX POUR L'ACCÉLÉRATION DE L'IMPLANTATION AU NIVEAU INDUSTRIEL, TRANSPORT ET PERSONNEL

Les conditions dans le secteur Limoilou-Basse-Ville sont propices aux changements pour l'implantation d'améliorations notables dans le domaine de la qualité de l'atmosphère. Plusieurs recommandations et projets sont formulés à cet égard, et une rare collaboration s'observe de la part de tous les partis quant à leur volonté d'offrir une participation active pour leur mise en œuvre.

Il serait opportun d'avoir un exercice de réflexion quant à la mise sur pied de programmes de subventions axées notamment sur les transitions énergétiques à plusieurs niveaux afin de supporter cet élan qui serait bénéfique pour tous.

En outre, des projets pilotes pourraient être implantés afin d'évaluer les bénéfices obtenus en termes de frais de santé en lien avec les améliorations sur la qualité de l'air obtenues à l'aide de programmes de subventions bien déployés.

## 5.7 Sommaire

À la suite des analyses des différentes sources émettrices du secteur à l'étude, de la qualité de l'air ambiant et des impacts sur la santé dans le secteur Limoilou-Basse-Ville, quatre polluants ont été identifiés par le GTCA comme posant le plus de risques pour la population. De ces contaminants, les principales sources émettant ces contaminants ont été inventoriées qui sont résumées ci-dessous, dont les sources sont présentées sans ordre particulier.

| **Particules fines et respirables ($PM_{2,5}$)** | **Poussières/particules en suspension totales (PST)** |
|---|---|
| Industries<br>Transport<br>Sites de construction<br>Chauffage au bois<br>Apport d'autres émetteurs locaux donc ceux contribuant aux hausses périodiques des $PM_{2,5}$ | Activités de manutention et de stockage en piles à découvert de vrac solide<br>Sites de construction<br>Étude sur l'apport d'émetteurs locaux industriels<br>État des routes |
| **Nickel** | **Oxydes d'azote ($NO_X$)** |
| Activités de manutention et de stockage en piles à découvert de vrac solide au Port de Québec<br>Apport d'autres émetteurs dont activités de manutention de rebuts métalliques, de soudure, etc. | Camionnage et trafic<br>Transport maritime & ferroviaire<br>Industries<br>Transport à énergies fossiles |

En se basant sur des critères de faisabilité élaborés pour guider notre sélection de mesures d'atténuation, des recommandations ont été développées pour permettre d'améliorer la qualité de l'air ambiant dans le secteur à l'étude, tout en tenant compte des efforts et mesures d'atténuation déjà mis en place au cours des dernières années.

Le GTCA recommande la mise en place d'un plan d'actions d'atténuations dans son ensemble, accompagné d'une gestion adaptée des émissions, d'un plan de communication, d'un calendrier d'implantation et de systèmes de surveillances afin d'assurer que ces actions soient bien engagées, appliquées et encadrées grâce à une reddition de comptes ouverte et transparente.

# CHAPITRE 6. CONCLUSION

La gestion de la qualité de l'air a des implications à la fois locales, régionales, nationales et internationales. Les travaux du Groupe de travail ont permis de dresser un portrait assez détaillé de la situation dans le secteur Limoilou-Basse-Ville, sur la base des connaissances actuelles et de l'information accessible. À cela, s'ajoute un exercice visant à identifier des solutions d'atténuation « réalistes » pour améliorer la qualité de l'air du Quartier.

Déjà depuis plusieurs années, des actions de suivi de la qualité de l'air et de réduction des émissions ont été mises en place. Le portrait présenté dans notre rapport vient actualiser cette information, en y associant des considérations observées dans la littérature scientifique.

Le Groupe de travail est d'avis que le rapport peut apparaître incomplet à certains égards. C'est possiblement le début d'un mouvement de mise en commun d'informations qui impliquent l'ensemble des parties prenantes.

La qualité d'un exercice comme celui-ci repose essentiellement sur l'engagement des personnes qui y ont participé par l'information et les expériences qu'elles ont partagées. Le GTCA tient à signaler la richesse des échanges de la part des membres et des participants tout au long de ce processus.

## 6.1 Profil des émissions à la source

En milieu urbain, de multiples sources d'émission de contaminants atmosphériques sont susceptibles d'affecter la qualité de l'air ambiant qui fait l'objet de suivi par le MELCCFP. Les travaux et les analyses du GTCA à partir des inventaires les plus récents couplés à des estimations d'émissions à l'échelle de la Ville de Québec pour certains secteurs ont offert une nouvelle perspective. Voici les catégories de sources :

1- Sources industrielles

- Les grandes industries sont assujetties au RAA. Ces sources sont bien connues et contrôlées par la réglementation.
- Les PMEs sont des sources potentielles d'émissions à plus petite échelle. Collectivement, les PMEs peuvent contribuer significativement dans le quartier. Le GTCA considère que c'est un angle mort qui demeure à explorer dans une perspective opérationnelle davantage portée sur les tâches. Ceci permettrait d'avoir un portrait complet.

2- Sources urbaines

- Le trafic dans le secteur à l'étude est une source appréciable. Il est alimenté par le trafic urbain et les autoroutes. C'est un angle mort à considérer à partir des données de trafic tant urbains qu'autoroutiers.

- Les activités de construction et d'entretien sont des sources de contamination très présentes mais peu investiguées de par la nature des polluants qu'elles émettent. Ces sources sont essentiellement dominées par les émissions de poussières (PST) et les NOx.
- Même s'il fait partie des habitudes de nombreux citoyens, le chauffage au bois est une source importante de particules fines ; le grand nombre de poêles à bois fait en sorte que leurs émissions dépassent celles des industries. La Ville de Québec a récemment adopté une réglementation qui, lorsque pleinement mise en œuvre, devrait améliorer la qualité de l'air localement. La ville de Montréal a déjà pris ce virage et des améliorations significatives sont observées après l'implantation il y maintenant 10 ans.

3- Émissions régionales et transfrontalières

Puisque les particules fines peuvent se déplacer sur des milliers de kilomètres, une certaine part des contaminants de l'air à Limoilou provient d'émissions hors de la région de Québec, notamment d'émissions au sud de la province, de la région des Grands Lacs et des États-Unis. Cette part est encore difficile à quantifier et ne devrait pas retarder les actions localement. Néanmoins, une amélioration optimale de la qualité de l'air à Limoilou, à Québec et au Québec nécessiterait aussi des actions dans d'autres régions de la province, ainsi que des collaborations interprovinciales et internationales. Le Canada et les États-Unis sont engagés depuis plusieurs années à travers l'accord Canada-États-Unis sur la qualité de l'air, pour mieux documenter le transport transfrontalier des polluants entre les deux pays, spécialement dans le corridor Québec -Windsor et les états américains limitrophes à l'Ontario et le Québec.

## 6.2 Contaminants prioritaires

Le portrait de la qualité de l'air dans le secteur Limoilou-Basse-Ville est le reflet des émissions émises par les différentes sources.

Ce portrait montre que les concentrations moyennes annuelles de particules fines à la station Vieux-Limoilou sont parmi les plus élevées de la province, ce qui est aussi le cas à la station Primevère à Sainte-Foy."

Pour ce qui est des particules en suspension totales (PST), les niveaux dans Limoilou-Basse-Ville sont plus élevées qu'ailleurs à Québec sauf à la station Henri-IV, sous forte influence du trafic autoroutier. Les PST sont en bonne partie de poussières issues des sols, qui sont remises en suspension par le trafic et les activités de construction et industrielles.

Le dioxyde d'azote est un polluant émis en grande partie par le transport et les industries. C'est un polluant dont la concentration varie grandement à l'échelle des rues en fonction du débit de circulation. La proximité avec un réseau routier est considérée comme un marqueur d'exposition aux

polluants de transport routier dont le dioxyde d'azote. Le GTCA a considéré que le dioxyde d'azote fait partie des contaminants prioritaires dans Limoilou-Basse-Ville.

L'examen des résultats de concentrations de dioxines & furanes, et d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), composés organiques reconnus pour leur toxicité, lors d'une campagne d'échantillonnage menée au début des années 2010 dans Limoilou-Basse-Ville a révélé que les niveaux de ces composés rencontrent les normes du RAA. Par contre, les activités industrielles ont depuis évolués et ces classes de composés nécessiteraient d'être réexaminés.

Parmi les métaux mesurés, le nickel demeure une préoccupation à plusieurs niveaux. La question des risques liées au nickel est complexe et a fait l'objet de nombreux avis scientifiques et mémoires de la part des parties prenantes en 2022. Les travaux du GTCA ont permis de mettre en lumière de nouvelles informations concernant l'aspect sanitaire qui sont disponibles pour tous incluant la Direction de santé publique. Le GTCA s'est penché sur les concentrations de nickel décelés dans les $PM_{10}$ échantillonnés à la station Vieux-Limoilou en raison de cette particularité que sont les niveaux plus élevés détectés à cette station qu'ailleurs au Québec. Malgré des mesures d'atténuation mises en place, des dépassements de la norme sont encore observés, une situation inacceptable pour une partie de la population. Dans l'esprit de la gestion de l'amélioration continue, le GTCA considère qu'il est pertinent de poursuivre les efforts d'atténuation visant à respecter les normes du RAA.

## 6.3 Préoccupations de santé pour la population

Sur le plan de la santé, le GTCA a porté son attention sur trois contaminants jugés prioritaires, soient les $PM_{2,5}$, le dioxyde d'azote et le nickel.

Santé Canada a conclu qu'une exposition à court terme aux particules fines pouvait augmenter les risques de maladies cardiovasculaire et respiratoire. Les données présentées par les chercheurs du projet MEMS montraient que l'exposition chronique aux particules fines avait des impacts considérables sur la santé dans Limoilou-Basse-Ville,. Les impacts sanitaires annuels des particules fines, extrapolés pour la population de Limoilou-Basse-Ville, sont estimés à plus de 300 millions de dollars.

Quant au dioxyde d'azote, Santé Canada a conclu qu'il y avait un lien de causalité entre la pollution liée à la circulation automobile et plusieurs types de maladie et cancer.

Le GTCA a constaté qu'il y a encore de l'incertitude toxicologique entourant le risque de cancer dû au nickel. Pour certaines autorités, aux concentrations mesurées dans l'air, le risque de cancer est nul, tandis que pour d'autres, les risques pour la santé liés au nickel demeurent très faibles pour la population en général. Malgré tout, le GTCA a inclus le nickel parmi les contaminants prioritaires faisant l'objet de recommandations, puisque des dépassements de la norme journalière sont encore mesurés à la station Vieux-Limoilou, et que le risque demeure inacceptable pour une partie de la population et de nombreuses parties prenantes.

## 6.4 Recommandations de mesures d'atténuation

En ce qui a trait à l'atténuation à proprement dit, le GTCA a considéré les efforts déjà déployés et documentés par le CICEL. La gestion de la qualité de l'air dans Limoilou-Basse-Ville ne repose pas uniquement sur des technologies de contrôle de rejets atmosphériques. Elle implique aussi la mise en œuvre d'une gestion basée sur l'amélioration continue, la communication, la prévention et la réduction des émissions.

En se basant sur des objectifs pour améliorer la qualité de l'air, le GTCA recommande des mesures d'atténuation pour les particules fines ($PM_{2,5}$) et respirables ($PM_{10}$), les oxydes d'azote (NOx), le nickel et les particules en suspension totales (PST). D'autres polluants bénéficieront aussi de ces mesures, tels les dioxines et furanes et les hydrocarbures aromatiques polycycliques fortement liées aux particules fines et respirables. Les recommandations ont été formulées pour permettre à divers secteurs d'activité de contrôler davantage leurs émissions. Elles sont basées sur des solutions technologiques éprouvées, des solutions vertes et l'électrification.

## 6.5 Observations

Au cours de ses travaux, le GTCA a relevé des observations touchant les aspects suivants :

- La dynamique entourant la gouvernance;
- Les inquiétudes des citoyen.ne.s;
- Les préoccupations industrielles.

Le GTCA juge important de les présenter.

L'amélioration de la qualité de l'air doit être l'affaire de tout le monde tout en sollicitant un effort supplémentaire des industriels et l'implication des gouvernements.

**Observations sur la gouvernance**

Le GTCA constate que la gouvernance de la qualité de l'air dans Limoilou est un dossier à considérer. Au-delà des conseils de quartier et du Conseil régional de l'environnement de la Capitale-Nationale, plusieurs comités ont été mis en place en lien avec des préoccupations spécifiques de la qualité de l'air (voir tableau AT6.1 résumant les comités actifs dans le quartier à l'annexe 2), rendant la vue d'ensemble de la situation plus difficile à établir.

Les actions suggérées pour améliorer cette situation nécessitent la mobilisation de plusieurs acteurs gouvernementaux (à deux paliers), municipaux, industriels et institutionnels. Le GTCA conclut qu'il y a une opportunité pour une démarche permettant de dégager un portrait intégré des enjeux et des actions, appliquer la notion de reddition de comptes et permettre une meilleure intégration de l'information et la concertation des actions portées dans le secteur Limoilou-Basse-Ville. L'annonce faite le 2 juin 2022 constitue une amorce à explorer pour remplir ces objectifs.

Le GTCA considère les actions suivantes pour le dossier:

- Le développement d'un mécanisme de gouvernance intersectorielle de la qualité de l'air dans Limoilou, et plus largement dans la communauté métropolitaine de Québec puisque les contaminants atmosphériques se déplacent. Ce mécanisme de gouvernance devrait idéalement inclure :
    - Un leadership à haut niveau impliquant les élus locaux
    - Une implication de tous les secteurs
    - Une reddition de comptes intégrée
- Une bonification de la présentation interactive des résultats de qualité de l'air par le MELCCFP, en incluant l'ensemble des paramètres mesurés pour permettre la comparaison avec les normes et critères de qualité de l'air du Québec, d'autres lignes directrices, et des cibles intérimaires basées sur la santé
- Le développement d'une capacité de R&D en qualité de l'air à Québec incluant le suivi et la modélisation de la pollution de l'air à des fins sanitaires et réglementaires, ainsi que l'innovation en solutions technologiques d'atténuation
- Un programme de subventions ciblés pour accélérer la mise en place de technologie d'atténuation

**Perceptions citoyennes et observations**

Depuis plus de 10 ans, des citoyens sont aux prises avec des enjeux relatifs à la qualité de l'air. Cette inquiétude est encore présente aujourd'hui bien qu'il y ait eu des mécanismes d'atténuation mises en place.

La population s'est mobilisée, car elle est désireuse d'améliorer et défendre la cause de la qualité de l'air pour protéger sa santé. Ceci a donné naissance à de l'implication scientifique citoyenne pour contribuer à la documentation de la situation.

Les citoyens sont davantage préoccupés par des enjeux de qualité de l'air, par exemple, les poussières, odeurs, et émissions des cheminées industrielles qui sont perçus comme des indices de pollution de l'air. Par ailleurs, certaines activités industrielles où les risques sont maintenant plus faibles, ne sont pas nécessairement acceptées par la population. Le cumul de risques des contaminants sur la santé sont devenus des enjeux de plus en plus inquiétants pour la population.

Par contre, les impacts considérables des sources diffuses, comme le chauffage au bois et le trafic routier, semblent moins reconnus dans Limoilou comme ailleurs au Québec.

**Préoccupations industrielles**

Dans le cas du Port de Québec, le flou persiste quant à l'application des contrôles réglementaires de deux niveaux de juridiction, provinciale et fédérale.

Pour certains contaminants atmosphériques, il existe une ambiguïté quant à la contribution du secteur industriel de Limoilou par rapport à la contribution de d'autres sources émettrices prédominantes. Cette ambigüité entraîne une perception de pollution industrielle biaisée.

Le Groupe de travail observe que l'exercice a été fructueux pour l'ensemble des parties prenantes. Le rapport peut paraître incomplet à certains égards. Toutefois la démarche entreprise doit être considérée comme le début d'un mouvement de mise en commun d'informations pour assurer de façon concertée l'amélioration de la qualité de l'air dans le quartier.

## BIBLIOGRAPHIE

Abraham et al. (2018). Abraham, E., Rousseaux, S., Agier, L., Giorgis-Allemand, L., Tost, J., Gatineau, J., Hulin, A., Siroux, V., Vaiman, D., Charles, M.-A., Heude, B., Forhan, A., Schwartz, J., Chuffart, F., Bourova-Flin, E., Khochbin, S., Slama, R., Lepeule, J. (2018). « Pregnancy Exposure to Atmospheric Pollution and Meteorological Conditions and Placental DNA Methylation ». *Environment International*, vol. 118, p. 334 à 347.

Allen et al. (2017). Allen, J. L., Klocke, C., Morris-Schaffer, K., Conrad, K., Sobolewski, M., Cory-Slechta, D. A. « Cognitive Effects of Air Pollution Exposures and Potential Mechanistic Underpinnings ». *Current Environmental Health Reports*, vol.4, n$^{o}$ 2, p. 180 à 191.

Analitis et al. (2018). Analitis, A., de' Donato, F., Scortichini, M., Lanki, T., Basagana, X., Ballester, F., Astrom, C., Paldy, A., Pascal, M., Gasparrini, A., Michelozzi, P., Katsouyanni, K. « Synergistic Effects of Ambient Temperature and Air Pollution on Health in Europe: Results from the PHASE Project ». *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 15, 1856. https://www.mdpi.com/1660-4601/15/9/1856.

Ashraf et al. (2019). Ashraf, A., Butt, A., Khalid, I., Alam, R.U., Ashmad, S.R. « Smog Analysis and its Effect on Reported Ocular Surface Diseases: A Case Study of 2016 Smog Event of Lahore ». *Atmospheric Environment*, vol. 198, p. 257 à 264.

ATSDR (1995). *Public Health Statement for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs)*. https://www.atsdr.cdc.gov/phs/phs.asp?id=120&tid=25

ATSDR (1998). *Toxicological Profile for Chlorinated Dibenzo-pdioxins (CDDs)*. https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp104.pdf.

BAPE (2022). *Rapport 364 - L'état des lieux et la gestion des résidus ultimes. Rapport d'enquête et d'audience publique*. https://www.bape.gouv.qc.ca/fr/dossiers/etat-lieux-et-gestion-residus-ultimes/

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. https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/ambiant/variations-spatiotemporelles-particules-fines-quebec-2010-2018.pdf.

Canadian Press (2012). « White Birch Closes Stadacona Mill in Quebec City ». *CTV News*. https://montreal.ctvnews.ca/white-birch-closes-stadacona-mill-in-quebec-city-1.752681

CANUE (2023). https://www.canuedata.ca/map.php.

Carslaw, D. C. et K. Ropkins (2012). « openair – An R Package for Air Quality Data Analysis », *Environmental Modelling & Software*, vol. 27-28, p. 52 à 61.

CCME (2012). *Le Système de gestion de la qualité de l'air*. https://ccme.ca/fr/res/sgqa_roles_et_resp_f.pdf

CCME (2019). *Lignes directrices sur la surveillance de l'air ambiant, l'assurance et le contrôle de la qualité - Programme de surveillance national de la pollution atmosphérique*. https://ccme.ca/fr/res/ambientairmonitoringandqa-qcguidelines_frsecure.pdf

Chuwah et al. (2015). Chuwah, C., van Noije, T., van Vuuren, D.P., Stehfest, E., Hezeleger, W. « Global Impacts of Surface Ozone Changes on Crop Yields and Land Use ». *Atmospheric Environment*, vol. 106, p. 11 à 23.

Crouse et al. (2012). Crouse, D.L., Peters, P.A., van Donkelaar, A., Goldberg, M.S., Villeneuve, P.J., Brion, O., Khan, S., Odwa Atari, D., Jerrett, M., Pope, C.A., Brauer, M., Brook, J.R., Martin, R.V., Stieb, D., Burnett, R.T. « Risk of Nonaccidental and Cardiovascular Mortality in Relation to Long-term Exposure to Low Concentrations of Fine Particulate Matter: A Canadian National-level Cohort Study ». *Environmental Health Perspectives*, vol. 120, nº 5, p. 708 à 714.

CVGMR (2005). *Comité de vigilance de la gestion des matières résiduelles de la Ville de Québec*. https://www.incinerateur.qc.ca/

Données Québec (2022). *Registre des émissions de contaminants atmosphériques*. https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/registre-des-emissions-de-contaminants-atmospheriques.

DSPublique (2013). *Contamination atmosphérique dans l'arrondissement La Cité-Limoilou : La question du nickel. Avis de santé publique.* Québec :Agence de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale. Document téléchargeable par le lien fourni par la Bibliothèque de l'Assemblée nationale du Québec : https://www.bibliotheque.assnat.qc.ca/DepotNumerique_v2/AffichageNotice.aspx?idn=55347.

DSPublique (2015) *Contamination environnementale dans le quartier Limoilou : le nickel. Avis complémentaire de santé publique.* Québec : Centre intégré universitaire de santé et services sociaux de la Capitale-Nationale. Document téléchargeable sur https://www.ciusss-capitalenationale.gouv.qc.ca/a-propos/publications/contamination-environnementale-limoilou-nickel.

DSPublique (2018a). *Projet « Mon environnement, ma santé » : volet de la qualité de l'air extérieur. Les activités scientifiques*. Québec : Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale. www.ciusss-capitalenationale.gouv.qc.ca/sites/d8/files/docs/ProfSante/SPU/rap_ac_sc_2019-02-25_vf.pdf

DSPublique (2018b). *Projet « Mon environnement, ma santé » : volet de la qualité de l'air extérieur. Cadrage du projet.* Québec : Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale. numerique.banq.qc.ca/patrimoine/details/52327/3477450.

DSPublique (2018c). *Les inégalités sociales de santé dans Basse-Ville et Limoilou-Vanier. Regard spécifique sur 18 indicateurs*. Québec : Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale. Document téléchargeable sur https://www.ciusss-capitalenationale.gouv.qc.ca/node/2722.

DSPublique (2018d). *Projet « Mon environnement, ma santé » : volet de la qualité de l'air extérieur. Bilan initial de la qualité de l'air extérieur et ses effets sur la santé.* Québec : Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale. www.ciusss-capitalenationale.gouv.qc.ca/sites/d8/files/docs/ProfSante/SPU/bilan_initial_qae_2019-09-06_table_matieres_corrigee.pdf.

Du et al. (2017). Du, E., Dong, D., Zeng, X., Sun, Z., Jiang, X. et de Vries, W. « Direct Effect of Acid Rain on Leaf Chlorophyll Content of Terrestrial Plants in China ». *Science of the Total Environment*, vol. 605-606, p. 764 à 769.

ECCC (1999). *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999).* https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/registre-environnemental-loi-canadienne-protection/documents-connexes.html

ECCC (2018). *Indicateurs canadiens de durabilité de l'environnement - Qualité de l'air*. https://www.canada.ca/content/dam/eccc/documents/pdf/cesindicators/air-quality/air-quality-fr.pdf.

ECCC (2022a). *Rapport d'inventaire des émissions de polluants atmosphériques du canada 1990 – 2020.* https://publications.gc.ca/collections/collection_2022/eccc/En81-30-2020-fra.pdf.

ECCC (2022b). *Inventaire national des rejets de polluants*. https://www.canada.ca/fr/services/environnement/pollution-gestion-dechets/inventaire-national-rejets-polluants.html.

ECCC (2022c). *Émissions de polluants atmosphériques - Indicateurs canadiens de durabilité de l'environnement*. https://www.canada.ca/content/dam/eccc/documents/pdf/cesindicators/air-pollutant-emissions/2022/air-pollutant-emissions-fr.pdf.

ECCC (2022d). *Émissions de polluants atmosphériques- Figures interactives*. https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/indicateurs-environnementaux/emissions-polluants-atmospheriques.html.

ECCC (2022e). *Calculateur d'érosion éolienne des piles de stockage et des zones exposées : guide de déclaration*. https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/inventaire-national-rejets-polluants/declaration/outils-calcul-emissions/calculateur-erosion-eolienne-piles-stockage-zones-exposees.html

Elichegaray et al. (2010). Elichegaray, C., Bouallala, S., Maitre, A., Ba, M. « État et évolution de la pollution atmosphérique ». *Revue française d'allergologie*, vol. 50, p. 381 à 393.

Evans et al. (2019). Evans G.J., Audette, C., Badali, K., Celo, V., Dabek-Zlotorszynka, E., Debosz, J., Ding, L., Doerksen, G.N., Healy, R.M., Henderson, D., Herod, D., Hilker, N., Jeong, C-H., Johnson, D., Jones, K., Munoz, A., Noble, M., Reid, K., Schiller, C., Sofowote, U., Su, Y., Wang, J., White, L. *Near-Road Air Pollution Pilot Study - Final Report*. Southern Ontario Centre for Atmospheric Aerosol Research, University of Toronto, 2019. https://tspace.library.utoronto.ca/bitstream/1807/96917/4/Near%20Road%20Study%20Report.pdf

Feng et al., (2014). Feng, Z., Sun, J., Wan, W., Hu, E., Calatayud, V. « Evidence of Widespread Ozone-induced Visible Injury on Plants in Beijing, China ». *Environmental Pollution*, vol. 193, p. 296 à 301.

Feng et al. (2019). Feng, Z., De Marco, A., Anav, A., Gualtieri, M., Sicard, P., Hanqin, T., Fornasier, F., Tao, F., Guo, A., Paoletti, E. « Economic Losses Due to Ozone Impacts on hHuman Health, Forest Productivity and Crop Yield Across China ». *Environmental International*, vol. 131, p. 1 à 9.

Fensterstock et al. (1971). Fensterstock, J. C., Kurtzweg, J. A., Ozolins, G. « Reduction of Air Pollution Potential through Environmental Planning ». *Journal of the Air Pollution Control Association*, vol. 21, nº 7, p. 395 à 399.

Frieden, T.R. (2014). « Six Components Necessary for Effective Public Health Program Implementation ». *American Journal of Public Health*, vol. 104, no 1, p. 17 à 22.

Gagné, L. (2022). « Oui au chauffage au bois, à condition de ne pas faire n'importe quoi ». *Radio-Canada*. https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1932102/pollution-poeles-chaudiere-foyers-quebec

Ghosh et al. (2021). Ghosh, R., Causey, K., Burkart, K., Wozniak, S., Cohen, A., Brauer, M. « Ambient and Household $PM_{2.5}$ Pollution and Adverse Perinatal Outcomes: A Meta-regression and Analysis of Attributable Global Burden for 204 Countries and Territories ». *PLOS Medicine*, vol. 18, nº 9, 1003718.

Giguère, M. (2013). *Écotoxicologie actualisée des précipitations acides au Québec* (mémoire de maîtrise, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, Canada). https://savoirs.usherbrooke.ca/bitstream/handle/11143/7216/cufe_Giguere_MarieMichele_essai369.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Gong, W., Beagley, S.R., Cousineau, S., Sassi, M., Munoz-Alpizar, R., Ménard, S., Racine, J., Zhang, J., Chen, J., Morrison, H., Sharma, S., Huang, L., Bellavance, P., Ly, J., Izdebski, P., Lyons, L., Holt, R. et al. (2018). « Assessing the Impact of Shipping Emissions on Air Pollution in the Canadian Arctic and Northern Regions: Current and Future Modeled Scenarios ». *Atmospheric Chemistry and Physics,* vol. 18, p. 16653 à 16687.

Gorrochategui et al. (2022). Gorrochategui, E., Hernandez, I., Pérez-Gabucio, E., Lacorte, S., Tauler, R. « Temporal Air Quality ($NO_2$, $O_3$, and $PM_{10}$) Changes in Urban and Rural Stations in Catalonia During COVID-19 Lockdown: An Association with Human Mobility and Satellite Data ». *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 29, p. 18905 à 18922. https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-021-17137-7.

Goudreault, Z. (2023). « Le chauffage au bois toujours aussi populaire au Québec ». *Le Devoir*. https://www.ledevoir.com/societe/776992/quebec-le-chauffage-au-bois-toujours-aussi-populaire-au-quebec.

Gouvernement du Canada (2017a). *Sources de pollution atmosphérique*. https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/pollutionatmospherique/sources.html.

Gouvernement du Canada (2017b). *Principaux contaminants atmosphériques*. https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/pollutionatmospherique/polluants/principaux-contaminants.html.

Gouvernement du Canada (2022a). *Programme du Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique.* https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/pollution-atmospherique/reseau-surveillance-donnees/programme-national-pollution-atmospherique.html.

Gouvernement du Canada (2022b). *Pollution atmosphérique : facteurs et incidences.* https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/indicateurs-environnementaux/pollution-atmospherique-facteurs-incidences.html.

Grabow et al. (2012). Grabow, M.L., Spak, S.N., Holloway, T., Stone, B., Mednik, A.C., Patz, J.A., « Air Quality and Exercise-Related Health Benefits from Reduced Car Travel in the Midwestern United States ». *Environmental Health Perspectives*, vol. 120, nº 1, p. 68 à 76.

Hagevik, G. (ed.) (1972). *The Relationship of Land Use and Transportation Planning to Air Quality Management*, Center for Urban Policy Research and Conferences Department, Rutgers University, 287 p.

Healy et al. (2017). Healy, R. M., Sofowote, U., Su, Y., Debosz, J., Noble, M., Jeong, C.-H., Wang, J. M., Hilker, N., Evans, G. J., Doerksen, G., Jones, K., Munoz, A. « Ambient Measurements and Source Apportionment of Fossil Fuel and Biomass Burning Black Carbon in Ontario », *Atmospheric Environment*, vol. 161, p. 34 à 47.

HEI (2010). *Traffic-related Air Pollution: A Critical Review of the Literature on Emissions, Exposure, and Health Effects.* Version définitive du rapport spécial no 17. Boston, Mass. : Health Effects Institute. http://pubs.healtheffects.org/view.php?id=334 (vu 2017-04-17).

Jeong et al. (2011). Jeong, C.-H., McGuire, M.L., Herod, D., Dann, T., Dabek-Zlotorzynska, E., Wang, D., Ding, L., Celo, V., Mathieu, D., Evans, G. « Receptor Model Based Identification of $PM_{2.5}$ Sources in Canadian Cities », *Atmospheric Pollution Research*, vol. 2, no 2, p. 158 à 171. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1309104215305006

Lalande, V. et Duchesne, L. (2022). « Nickel à Québec: a-t-on besoin d'une nouvelle station de surveillance de la qualité de l'air et d'un énième comité? ». *Le Soleil*. https://www.lesoleil.com/2022/04/28/nickel-a-quebec-a-t-on-besoin-dune-nouvelle-station-de-surveillance-de-la-qualite-de-lair-et-dun-enieme-comite-ef0e5314c4df53ca30d7ec640fb2a02d.

La Presse canadienne (2012). « L'usine Stadacona de White Birch redémarre ». *La Presse*. https://www.lapresse.ca/affaires/economie/fabrication/201208/02/01-4561698-lusine-stadacona-de-white-birch-redemarre.php.

LaZerte, S.E. et Albers, S. (2018). « weathercan: Download and Format Weather Data from Environment and Climate Change Canada ». *The Journal of Open Source Software*, vol. 3, nº 22, 571. https://joss.theoj.org/papers/10.21105/joss.00571. Lien pour le logiciel : https://github.com/ropensci/weathercan.

Limoil'Air, (2022). *LIMOIL'AIR : des données en temps réel sur la présence de PM2,5 dans les quartiers de Limoilou*. Communication personnelle.

Maizland, L. (2022), « Global Climate Agreements: Successes and Failures ». Council on Foreign Relations. https://www.cfr.org/backgrounder/paris-global-climate-change-agreements

MELCCFP (2011). *Inventaire des émissions des principaux contaminants atmosphériques au Québec en 2008 et évolution depuis 1990.* https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/inventaire/rapport2008.pdf

MELCCFP (2019a). *Homogénéisation et calcul des tendances des températures*. www.environnement.gouv.qc.ca/climat/tendances/homogeneisation.htm#methode-calcul.

MELCCFP (2022). *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/Q-2,%20r.%204.1

MELCCFP (2022a). *Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère*. https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/Q-2,%20r.%2015

MELCCFP (2023a). Inventaire des émissions des principaux contaminants atmosphériques au Québec en 2008 et évolution depuis 1990. https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/inventaire/index.htm

MELCCFP (2023b). *Déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère*. https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/inventaire/index.htm#iqea

MELCCFP (2023c). *Indice de la qualité de l'air*. https://www.iqa.environnement.gouv.qc.ca/contenu/index.asp.

MELCCFP (2023d). *Smog. Caractéristiques du smog.* https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/info-smog/caracteristiques-smog.htm.

MELCCFP (2023e). *Smog. Portrait statistique*. https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/info-smog/portrait/index.htm.

MELCCFP (2023f). *Smog. Qu'est-ce que le smog?* https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/info-smog/index.htm.

MELCCFP (2023g). *Plan directeur en transition énergétique.* https://transitionenergetique.gouv.qc.ca/plan-directeur-en-transition-energetique.

Meng et al (2019). Meng, J., Martin, R.V., Li, C., van Donkelaar, A., Tzompa-Sosa, Z.A., Yue, X. , Xu, J.-W., Weagle, C.L., Burnett, R.T. « Source Contributions to Ambient Fine Particulate Matter for Canada ». *Environmental Science & Technology*, vol. 53, nº 17, p. 10269 à 10278.

Montréal (2006). Agence de la santé et des services sociaux de Montréal, Direction de santé publique. « Le transport urbain, une question de santé », Rapport annuel 2006 sur la santé de la population montréalaise.

Neuwahl et al. (2019). Neuwahl, F., Cusano, G., Gomez Benavides, J., Holbrook, S., Roudier, S. *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Incineration : Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control)*, European Commission, Joint Research Centre, Publications Office. https://data.europa.eu/doi/10.2760/761437.

Newbury et al. (2021). Newbury, J.B., Stewart, R., Fisher, H.L., Beevers, S., Dajnak, D., Broadbent, M., Pritchard, M., Shiode, N., Heslin, M., Hammoud, R., Hotopf, M. « Association Between Air Pollution Exposure and Mental Health Service Use among Individuals with First Presentations of Psychotic and Mood Disorders: Retrospective Cohort Study ». *The British Journal of Psychiatry*, vol. 219, nº 6, p. 678 à 685.

Noor et al. (2014). Noor, M.J., Sultana, S., Fatima, S., Ahmad, M., Zafar, Ashraf, M.A. « Estimation of Anticipated Performance Index and Air Pollution Tolerance Index and of Vegetation around the Marble Industrial Areas of Potwar Region: Bioindicators of Plant Pollution Response ». *Environmental Geochemical Health*, vol. 37, p. 441 à 455.

OMS (2006). *Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air : particules, ozone, dioxyde d'azote et dioxyde de soufre : mise à jour mondiale 2005 : synthèse de l'évaluation des risques*. https://apps.who.int/iris/handle/10665/69476.

OMS (2014). « 7 millions de décès prématurés sont liés à la pollution de l'air chaque année ». https://www.who.int/fr/news/item/25-03-2014-7-million-premature-deaths-annually-linked-to-air-pollution.

OMS (2021). *Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air : particules ($PM_{2,5}$ et $PM_{10}$), ozone, dioxyde d'azote, dioxyde de soufre et monoxyde de carbone. Résumé d'orientation*. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/346555/9789240035423-fre.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La%20mise%20en%20%C5%93uvre%20des,la%20qualit%C3%A9%20de%20l'air.

Ontario Ministry of the Environment and Climate Change (MOECC) (2018). *Rationale report for the Development of an Ontario Technical Standard to Manage Air Pollution for the Mining Sites (Mining Sites- Industry Standard)*.

Planting Healthy Air, The Nature Conservancy (2017). https://thought-leadership-production.s3.amazonaws.com/2016/10/28/17/17/50/0615788b-8eaf-4b4f-a02a-8819c68278ef/20160825_PHA_Report_FINAL.pdf.

Prashant, K. et Boulent, I. (2013). « Footprints of Air Pollution and Changing Environment on the Sustainability of Built Infrastructure ». *Science of The Total Environment*, vol. 444, p. 85 à 101.

Railway Association of Canada (2017). *Locomotive Emissions Monitoring Report*. https://www.railcan.ca/wp-content/uploads/2019/12/2017_LEM_Report-1.pdf.

Ritchie et al. (2018). Ritchie, H., Spooner, F., Roser, M. « Causes of Death ». https://ourworldindata.org/causes-of-death.

Roberts et al. (2019). Roberts, S., Arseneault, L., Barratt, B., Beevers, S., Danese, A., Odgers, C.L., Moffitt, T.E., Reuben, A., Kelly, F.J., Fisher, H.L. « Exploration of $NO_2$ and $PM_{2.5}$ Air Pollution and Mental Health Problems Using High-resolution Data in London-based Children from a UK Longitudinal Cohort Study ». *Psychiatry Research*, vol. 272, p. 8 à 17.

SAAQ (2020). *Bilan routier, parc automobile et permis de conduire- dossier statistique, 2020*. https://saaq.gouv.qc.ca/fileadmin/documents/publications/espace-recherche/dossier-statistique-2020-bilan-routier.pdf

Santé Canada (2021). *Les impacts sur la santé de la pollution de l'air au Canada : Estimation des décès prématurés et des effets non mortels*. https://publications.gc.ca/collections/collection_2021/sc-hc/H144-51-2021-fra.pdf.

Sanyal et al. (2018). Sanyal, S., Rochereau, T., Maesano, C.N., Com-Ruelle, L., Annesi-Maesano, I. « Long-Term Effect of Outdoor Air Pollution on Mortality and Morbidity: A 12-Year Follow-Up Study for Metropolitan France ». *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 15, nº 11, 2487.

Sen, P.K. (1968). « Estimates of the Regression Coefficient Based on Kendall's Tau », *Journal of the American Statistical Association*, vol. 63, p. 1379 à 1389.

Sorte et al. (2020). Sorte, S., Rodrigues, V., Borrego, C., Monteiro, A. « Impact of Harbour Activities on Local Air Quality: A Review ». *Environmental Pollution,* vol. 257, 113542. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113542.

Stanek et al. (2011). Stanek, L. W., Brown, J. S., Stanek, J., Gift, J., Costa, D. L. « Air Pollution Toxicology - A Brief Review of the Role of the Science in Shaping the Current Understanding of Air Pollution Health Risks ». *Toxicological Sciences*, vol. 120, p. S8 à S27.

Statistique Canada (2017). *Produits de données, recensement de 2016*. https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/index-fra.cfm.

Suhr et al. (2015). Suhr M., Klein G., Kourti I., Rodrigo Gonzalo M., Giner Santonja G., Roudier S., Delgado Sancho L. *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Pulp, Paper and Board. Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control)*. European Commission, Joint Research Centre, Publications Office. https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/PP_revised_BREF_2015.pdf.

Szpiro et al. (2014). Szpiro, A.A., Sheppard, L., Adar, S.D., Kaufman, J.D. « Estimating Acute Air Pollution Health Effects from Cohort Study Data ». *Biometrics*, vol. 70, p. 164 à 174.

Titos et al. (2015). Titos, G., Lyamani, H., Drivonec, L., Olmo, F.J., Močnik, G., Alados-Arboledas, L. « Evaluation of the impact of transportation change on air quality ». *Atmospheric environment*, vol. 114, p. 19 à 31.

UNECE (1985). *Protocole à la convention sur la pollution atmosphérique transfrontalière à longue distance, de 1979, relatif à la réduction des émissions de soufre ou de leurs flux transfrontières d'au moins 30 pour cent*. https://unece.org/sites/default/files/2021-10/1985.Sulphur.f_02.pdf.

UN Environment (2018) (29 October 2018). « About Montreal Protocol ». Ozonaction. https://www.unep.org/ozonaction/who-we-are/about-montreal-protocol.

US EPA (2009). *Final Rule for Control of Emissions of Air Pollution from Locomotive Engines and Marine Compression-Ignition Engines Less than 30 Liters per Cylinder - Emission Factors for Locomotives*. https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/P100500B.PDF?Dockey=P100500B.PDF

US EPA (2014). (22 September 2014). *Pollution Prevention Law and Policies*. https://www.epa.gov/p2/pollution-prevention-law-and-policies.

US EPA (2018). « List of Designated Reference and Equivalent Methods ». https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-12/List_of_FRM_and_FEM.pdf.

US EPA (2019). *Volatile Organic Compound Emissions*. https://cfpub.epa.gov/roe/indicator.cfm?i=23.

Van Eeckhout, L. (2015). « La pollution du transport maritime plus dangereuse que celle du transport automobile *». Le Monde*, 22 juillet 2015. https://www.lemonde.fr/planete/article/2015/07/22/la-

pollution-du-transport-maritime-plus-dangereuse-que-celle-du-transport-automobile_4694015_3244.html.

Ville de Québec (2016). *Place aux arbres. Vision de l'arbre 2015-2015*. https://www.ville.quebec.qc.ca/apropos/planification-orientations/environnement/milieuxnaturels/docs/vision_arbre_2015_2025.pdf.

Ville de Québec (2023). *Portrait – Quartiers.* https://www.ville.quebec.qc.ca/apropos/portrait/quelques_chiffres/quartiers/index.aspx.

Walsh, P. et Brière, J.-F. (2013). *Origine des concentrations élevées de nickel dans l'air ambiant à Limoilou*. Québec : Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs. https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/ambiant/nickel-limoilou/concentrations-nickel-air-Limoilou.pdf

Walsh, P., et Brière, J.-F. (2018). *L'incinérateur et la qualité de l'air dans l'arrondissement La Cité-Limoilou.* 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. https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/ambiant/incinerateur/rapport-prog-echantillonnage.pdf

Walkscore.com (2023). https://www.walkscore.com/score/1019-8e-ave-quebec-city-qc-canada

Weichenthal et al. (2016). Weichenthal, S., Van Ryswyk, K., Goldstein, A., Bagg, S., Shekkarizfard, M., Hatzopoulou, M. « A Land Use Regression Model for Ambient Ultrafine Particles in Montreal, Canada: A Comparison of Linear Regression and a Machine Learning Approach ». *Environmental Research*, vol. 146, p. 65 à 72.

Weichenthal et al. (2017). Weichenthal , S., Kulka, R., Lavigne, E., van Rijswijk, D., Brauer, M., Villeneuve, P.V., Stieb, D., Joseph, L., Burnett, R.T. « Biomass Burning is an Important Source of Ambient Fine Particulate Air Pollution ($PM_{2.5}$) in Many Regions of the World ». *Epidemiology*, vol. 28, n$^{o}$ 3, p. 329 à 337. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28177951/.

Wikipédia (2023a). *Révolution industrielle*. https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9volution_industrielle

Wikipédia (2023b). *Grand smog de Londres*. https://fr.wikipedia.org/wiki/Grand_smog_de_Londres

Wikipédia (2023c). *Vieux-Limoilou*. https://fr.wikipedia.org/wiki/Vieux-Limoilou

# ANNEXE 1

# GROUPE DE TRAVAIL
# SUR LES CONTAMINANTS ATMOSPHÉRIQUES

## Cadre de fonctionnement

Version du Document : 7

# AUTEURS

Ce document a été préparé par :

Jean-Pierre Charland
Président du groupe de travail

Claude Thellen
Secrétaire du groupe de travail

**HISTORIQUE DES VERSIONS DU DOCUMENT**

| Date | No. de version | Sommaire des révisions | Auteur / Réviseur |
|---|---|---|---|
| 2022-03-27 | 1 | Première ébauche | Jean-Pierre Charland |
| 2022-04-20 | 2 | Nouvel organigramme ; composition du groupe ; ajout des grands axes envisagés | Jean-Pierre Charland et Claude Thellen |
| 2022-05-05 | 3 | Ajout texte et composition du groupe ; ajout des annexes | Jean-Pierre Charland et Claude Thellen |
| 2022-06-05 | 4 | Ajout texte et ajout d'annexes | Jean-Pierre Charland et Claude Thellen |
| 2022-06-07 | 5 | Révision du texte et des annexes ; édition et mise en page du document | Jean-Pierre Charland et Claude Thellen |
| 2022-06-21 | 6 | Révision du document ; mise en page du document | Jean-Pierre Charland et Claude Thellen |
| 2022-06-30 | 7 | Révision finale du document | Jean-Pierre Charland et Claude Thellen |

# TABLE DES MATIÈRES

**HISTORIQUE DES VERSIONS DU DOCUMENT** ..... i

1. INTRODUCTION ..... 1

1.1 RAISON D'ÊTRE DU DOCUMENT ..... 1

1.2 PORTÉE DU DOCUMENT ..... 1

1.3 ACRONYMES ..... 2

2. MANDAT DU GROUPE DE TRAVAIL SUR LES CONTAMINANTS ATMOSPHÉRIQUES ..... 3

3. COMPOSITION DU GROUPE DE TRAVAIL SUR LES CONTAMINANTS ATMOSPHÉRIQUES ..... 4

3.1 RÔLE DES MEMBRES ..... 4

4. FONCTIONNEMENT DU GTCA ET OBLIGATIONS DE SES MEMBRES ..... 8

5. FONCTIONNEMENT DES RENCONTRES DE TRAVAIL DU GTCA ..... 8

6. ORIENTATION DES TRAVAUX ..... 8

AXE 1 - QUALITÉ DE L'AIR ..... 9

APPRÉCIATION DES DONNÉES DE MESURE DE CONTAMINANTS ATMOSPHÉRIQUES ..... 9

DONNÉES CONNEXES ..... 9

AXE 2 - QUALITÉ DE L'AIR ET SANTÉ ..... 10

AXE 3 – ATTÉNUATION ACTUELLE ET PLANIFIÉE ..... 10

AXE 4 – RECOMMANDATIONS ..... 10

7. LIVRABLE ATTENDU ..... 11

ANNEXE 1 - LISTE DES MEMBRES PERMANENTS DU GTCA ..... 12

ANNEXE 2 - RÈGLES DE RÉGIE INTERNE DU GTCA ..... 13

ANNEXE 3 – TABLEAU SYNTHÈSE DU CADRE DE FONCTIONNEMENT DU GTCA ..... 17

ANNEXE 4 – PROPOSITION DE CALENDRIER DES RENCONTRES DE TRAVAIL DU GTCA ... 19

# 1. INTRODUCTION

Le gouvernement du Québec a annoncé le 18 février 2022 la formation d'un groupe de travail indépendant chargé de brosser un portrait de la problématique de la contamination de l'air dans le quartier Limoilou afin d'identifier les contaminants posant le plus de risques pour l'environnement et la santé. Les impacts potentiels de l'incinérateur de Québec, du chauffage au bois, des activités portuaires et du camionnage lourd en basse-ville de Québec seront notamment passés au peigne fin dans le cadre de cet exercice.

Ce groupe de travail a aussi comme mandat de recommander, en les priorisant, des actions à mettre en œuvre pour améliorer la qualité de l'air.

Au Québec, les contaminants rejetés dans l'atmosphère chaque année proviennent principalement des activités de transport, de sources industrielles et de combustion non industrielle (principalement du chauffage au bois). Dans le cadre de l'initiative "*Portrait des sources de contaminants atmosphériques et sonores*", annoncée dans l'exercice budgétaire de 2021-2022, le Groupe de travail sur les contaminants atmosphériques (GTCA) devra se pencher spécifiquement sur la contamination de l'air dans le secteur de Limoilou à Québec. Il devra déposer son rapport au plus tard le 1er décembre 2022 auprès du Ministre de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques.

## 1.1 RAISON D'ÊTRE DU DOCUMENT

L'objectif principal de ce document est de présenter les modalités de fonctionnement du Groupe de travail sur les contaminants atmosphériques. Ce document comprend notamment la structure organisationnelle, une définition des rôles et responsabilités, et le mode de fonctionnement. On retrouvera en annexe la liste des personnes composant le groupe de travail (annexe 1), les règles de régie interne (annexe 2), un tableau synthèse du cadre de fonctionnement du GTCA (annexe 3) et un calendrier des activités (annexe 4).

## 1.2 PORTÉE DU DOCUMENT

Le cadre de fonctionnement constitue le document officiel qui guide l'orientation, la mise en œuvre et les travaux du Groupe de travail sur les contaminants atmosphériques

## 1.3 ACRONYMES

CICEL - Comité intersectoriel sur la contamination environnementale et la qualité de l'air dans le secteur La Cité-Limoilou

COV - Composés organiques volatils

CVAP - Comité de vigilance des activités portuaires

GTCA - Groupe de travail sur les contaminants atmosphériques

HAP – Hydrocarbures aromatiques polycycliques

INSPQ – Institut national de la santé publique du Québec

MELCC - Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

MEMS – Projet Mon Environnement, ma santé

MPOC – Maladie pulmonaire obstructive chronique

MSSS - Ministère de la Santé et des Services Sociaux

MTQ - Ministère des Transports du Québec

NCQAA – Normes canadiennes sur la qualité de l'air ambiant

OMS – Organisation mondiale de la santé

PM2.5 - Particules fines d'un diamètre inférieure à 2,5 microns

PM10 - Particules grossières d'un diamètre inférieure à 10 microns

SNPA – Programme de surveillance nationale de la pollution atmosphérique

## 2. MANDAT DU GROUPE DE TRAVAIL SUR LES CONTAMINANTS ATMOSPHÉRIQUES

Le Groupe de travail aura pour mandat de faire un état de la situation actuelle de la qualité de l'air dans le quartier Limoilou et de faire des recommandations pour améliorer la situation. Les travaux se dérouleront selon deux axes et les objectifs suivants :

A. Comprendre la problématique de la contamination de l'air du secteur à l'étude
   - Effectuer une revue de littérature produite notamment à partir des travaux déjà réalisés ou en cours par les différentes initiatives en place dans le secteur de Limoilou. *(Objectif 1)*
   - Le portrait devra permettre d'identifier, dans la mesure du possible, l'évolution des contaminants dans le temps et l'espace, les sources de contaminants et l'identification des contaminants posant le plus de risques pour l'environnement et la santé. *(Objectif 2)*
   - Analyser les propositions déjà formulées par les différents comités existants. *(Objectif 3)*

B. Proposer des mesures d'atténuation avec critères de faisabilité et recommandations
   - Recommander des actions à mettre en œuvre pour améliorer la qualité de l'air. *(Objectif 4)*
   - Proposer une priorisation, à partir de critères de faisabilité, des actions recommandées. *(Objectif 5)*

La démarche du GTCA est indépendante des actions antérieures menées à ce jour. Sa réflexion s'appuiera sur l'information scientifique disponible et pertinente au dossier. Le Groupe de travail prendra en considération les travaux antérieurs et ceux qui sont en cours. S'ajouteront aussi les analyses pertinentes des données et les travaux réalisés par d'autres groupes, notamment le Comité intersectoriel sur la Contamination environnementale et la qualité de l'air dans le secteur La Cité-Limoilou (CICEL), le projet *Mon environnement, ma santé* (MEMS) et ceux du Comité de vigilance des activités du Port de Québec (CVAP). Lorsque possible, une mise à jour des données et tendances sur les polluants atmosphériques considérés sera demandée auprès des autorités concernées.

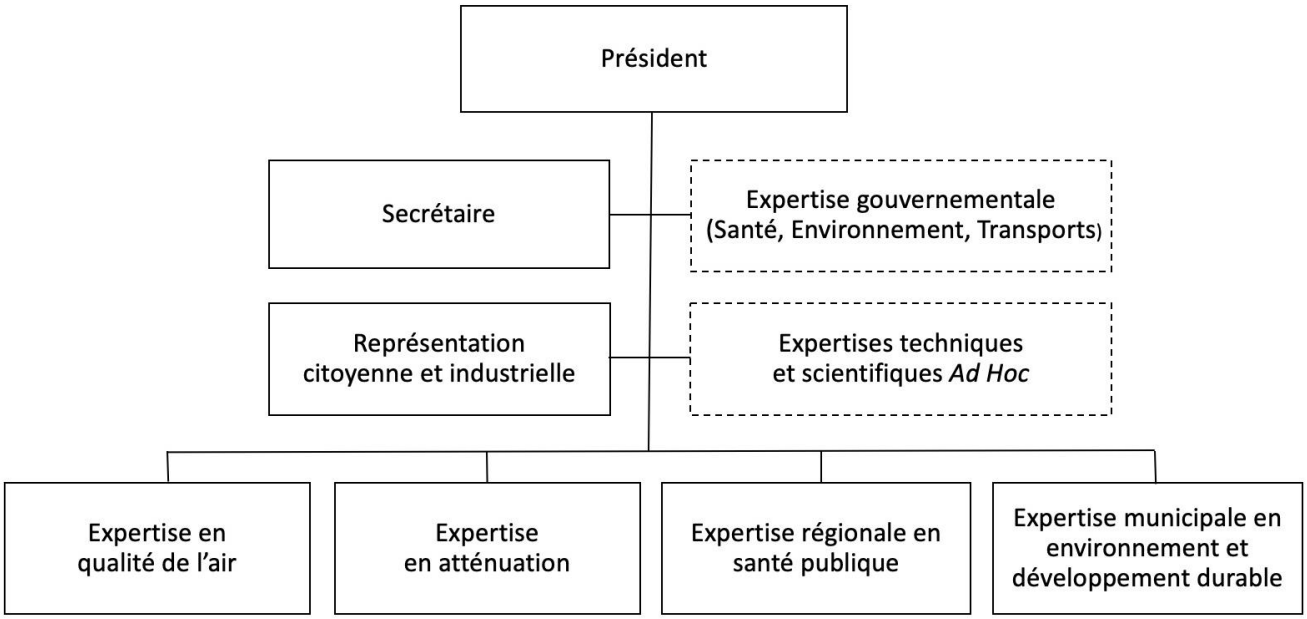
En ce concerne le volet "atténuation", le GTCA entend explorer diverses avenues afin de préparer des recommandations et suggérer des options de mise en priorité.

## 3. COMPOSITION DU GROUPE DE TRAVAIL SUR LES CONTAMINANTS ATMOSPHÉRIQUES

Le GTCA est composé de membres permanents, appuyés au besoin par des experts techniques et scientifiques invités (voir Annexe 1). De plus, le GTCA recueillera le point de vue d'intervenants citoyens et industriels concernés par cet enjeu.

Les experts invités auront pour tâche de présenter des points de vue et opinions expertes dans le but d'aider le Groupe à prendre les décisions concernant les principaux éléments du mandat du GTCA. Par la suite, le GTCA verra à dresser le portrait de la situation actuelle de la qualité de l'air dans le quartier de Limoilou. Il aura à formuler des recommandations et à prioriser les actions à mettre en œuvre pour améliorer la qualité de l'air dans ce secteur.

### ORGANIGRAMME




### 3.1 RÔLE DES MEMBRES

Chaque membre et participant du GTCA se voit assigner les rôles et responsabilités suivantes :

#### Le Président

**Rôle :** Il procède à la mise en place du Groupe de travail, il préside les travaux de manière neutre et objective et il assure le respect de l'échéancier visé (1er décembre 2022). Il sera l'interlocuteur principal auprès du Ministère et des parties prenantes concernées par le mandat.

Le président est responsable du bon déroulement des activités du GTCA et de l'harmonie des échanges et communications au sein du GTCA. Il s'assure de la préparation adéquate des réunions, approuve les projets d'ordre du jour et anime les sessions de travail.

Le président est la personne désignée comme porte-parole du Groupe de travail devant les médias.

## Le Secrétaire

**Rôle :** Il assiste le président dans ses responsabilités, notamment pour la mise en place du Groupe de travail, pour l'organisation des activités du Groupe, pour la rédaction des comptes rendus et des documents nécessaires à la réalisation du mandat ; il participe aux échanges et rencontres avec des représentants concernés par le mandat.

Le secrétaire est responsable de la rédaction des projets d'ordre du jour, de la convocation des réunions ainsi que la préparation des comptes rendus de réunion.

Le secrétaire supporte le président pour faciliter les communications avec les membres et éventuellement les médias.

Sur le plan fonctionnel, le Groupe de travail est composé d'experts, d'observateurs et d'experts invités :

## Les membres experts

Quatre (4) membres experts sont répartis dans les catégories suivantes :

- **Un (1) représentant de l'expertise en qualité de l'air**

  **Rôle :** Porter un regard critique sur la documentation scientifique existante et requise en appui au mandat du Groupe de travail ; plus spécifiquement, fournir l'expertise en lien avec les sujets et questions à caractère scientifique débattus pour guider l'avancement des travaux du Groupe. L'expertise scientifique concerne notamment la chimie, l'échantillonnage, la gestion des stations et des réseaux de la qualité de l'air. Au besoin, le représentant pourra être accompagné d'un spécialiste, afin de porter l'éclairage nécessaire ou une opinion experte sur un sujet précis.

- **Un (1) représentant de l'expertise en atténuation**

  **Rôle :** Porter un regard critique sur les mesures d'atténuation en place, à explorer et à prioriser en appui au mandat du groupe ; plus spécifiquement fournir de l'expertise en lien avec les sujets et questions débattus pour guider l'avancement des travaux du groupe.

L'expertise en atténuation concerne notamment les technologies et procédés d'assainissement de l'air, les procédés industriels actuels, les améliorations technologiques visant la réduction des émissions industrielles, l'assainissement de la qualité de l'air en lien avec le trafic routier, l'amélioration de pratiques de manutention en usage. Au besoin, le représentant pourra être accompagné d'un spécialiste, afin de porter l'éclairage nécessaire ou une opinion experte sur un sujet précis.

- **Un (1) représentant de l'expertise régionale de la santé publique**

  **Rôle :** S'assurer du bien-fondé et de la pertinence des actions et des mesures envisagées en soutien au mandat du Groupe de travail, ainsi que fournir l'expertise en lien avec les impacts à la santé des contaminants atmosphériques. L'expertise en santé publique concerne notamment la santé environnementale, la médecine populationnelle et les considérants de politiques publiques en santé. Au besoin, le représentant pourra être accompagné d'un spécialiste, afin de porter l'éclairage nécessaire ou une opinion experte sur un sujet précis.

- **Un (1) représentant de l'expertise municipale en environnement et développement durable**

  **Rôle** : S'assurer que les préoccupations municipales dans le contexte actuel du quartier Limoilou sont soutenues et s'assurer de la pertinence des mesures envisagées par le GTCA dans une perspective d'amélioration continue et de développement durable. Au besoin, le représentant pourra être accompagné d'un spécialiste, afin de porter l'éclairage nécessaire ou une opinion experte sur un sujet précis.

## Les membres observateurs

En tant que partie prenante dans le dossier Limoilou, deux membres observateurs agiront comme personne-ressource selon les besoins exprimés au cours des travaux du GTCA. Ils sont répartis dans les catégories suivantes :

- **Un (1) représentant citoyen**

  **Rôle** : Participer aux discussions et porter à l'attention du GTCA des éléments de clarification relatifs aux préoccupations citoyennes.

- **Un (1) représentant industriel**

  **Rôle** : Participer aux discussions et porter à l'attention du GTCA des éléments de clarification relatifs aux préoccupations industrielles.

## Les experts invités

Deux catégories d'experts invités seront sollicitées, en soutien au Groupe de travail, en appui aux travaux du GTCA. Ils sont répartis en deux groupes :

- **Expertise gouvernementale**

  **Rôle :** Fournir au besoin l'expertise et l'information colligées au niveau gouvernemental, selon les besoins exprimés par le Groupe de travail, notamment en santé (MSSS), en environnement (MELCC) et en transport (MTQ).

- **Expertise technique et scientifique ad hoc**

  **Rôle :** Fournir l'expertise et l'information selon les besoins exprimés par le Groupe de travail ; ces intervenants seront invités sur demande à se joindre aux réunions pour faire une présentation sur un sujet d'intérêt. Plusieurs champs d'expertise peuvent ici être considérés, notamment :

  - Santé
  - Qualité de l'air
  - Toxicologie
  - Chimie analytique / environnementale
  - Traffic routier / Circulation
  - Valorisation énergétique (incinérateur)
  - Chauffage au bois
  - Activités portuaires
  - Industrie des pâtes et papier
  - Politiques publiques
  - Développement durable
  - ...

## 4. FONCTIONNEMENT DU GTCA ET OBLIGATIONS DE SES MEMBRES

Les membres du GTCA sont assujettis aux règles de Régie interne retrouvées à l'Annexe 2.

Sur le plan éthique, les membres devront observer une totale objectivité dans la réalisation de ce mandat, et ce, en privilégiant systématiquement l'intérêt de la Société. Tout au long des travaux, les échanges entre les participants devront être menés dans un souci de respect et de collaboration.

Par ailleurs, les membres, ainsi que les personnes invitées aux réunions seront tenus à l'obligation de confidentialité. Ils ne devront révéler aucune information relative aux discussions à des tiers et ce, jusqu'au dépôt du rapport final.

Un tableau résumant l'ensemble des activités liées au mandat du GTCA apparait à l'Annexe 3.

## 5. FONCTIONNEMENT DES RENCONTRES DE TRAVAIL DU GTCA

Un plan de rencontres est proposé à l'Annexe 4. Il présente une série de blocs de discussion répartis à l'intérieur de sessions de rencontres thématiques. Un calendrier visant à respecter les échéanciers du GTCA est intégré au plan. Les rencontres de travail sont tenues principalement par visioconférence. Cependant les ateliers synthèse sont tenues en présentiel. Dans l'éventualité d'une réunion de travail en présentiel, les modalités de ces rencontres seront précisées d'avance en conformité avec les règles sanitaires qui prévaudront en date de la réunion.

Le Groupe de travail doit procéder à une autoévaluation informelle de chaque réunion en vue d'apporter les mesures d'amélioration appropriées. Les résultats des autoévaluations et les recommandations et actions qui en découlent doivent être communiqués ouvertement par le biais des comptes-rendus des réunions et pourront être réexaminés lors d'une réunion subséquente.

## 6. ORIENTATION DES TRAVAUX

Afin de répondre adéquatement à son mandat "scientifique", les activités du GTCA sont menés dans le respect de principes régissant la qualité du contenu scientifique (mesures, données, évaluation, etc.)

Par ailleurs, le Groupe de travail s'appuie sur des enjeux phares captés autour de trois questions thématiques débattus au fil des réunions de travail du groupe. Ces trois questions fondamentales vont guider les travaux du groupe, à savoir :

**Question 1** - L'information actuelle - qualité de l'air, santé, atténuation - est-elle satisfaisante ? Doit-elle être actualisée et complétée ?

**Question 2** – Y-a-t-il des angles morts à considérer dans l'information actuelle ? Permettraient-ils de recommander des solutions davantage concertées pour améliorer la situation dans Limoilou ?

**Question 3** - Quelle serait la recommandation la plus urgente à mettre en œuvre ?

Les quatre axes listés ci-dessous constituent les fondements du rapport qui sera déposé à la fin des travaux du GTCA. L'information amassée servira à répondre aux objectifs définis dans le mandat.

## AXE 1 - QUALITÉ DE L'AIR

### APPRÉCIATION DES DONNÉES DE MESURE DE CONTAMINANTS ATMOSPHÉRIQUES

- PM2.5, Ozone, NOx, SO2 (données en continu)
- PM2.5, PM10 (gravimétrie ; facultatif)
- HAP, COV, ions, métaux, métaux en trace (ponctuel ; SNPA et MELCC)
- Autres contaminants à considérer
- Comparaison avec normes NCQAA, Québec, provinciales, ailleurs dans le monde
- Comparaison avec autres villes canadiennes (par exemple, Vancouver, Montréal, Toronto, Québec, Ottawa/Gatineau, Calgary/Edmonton)

### DONNÉES CONNEXES

- Sources émettrices à Québec, notamment, le port, l'usine de pâtes et papiers, l'incinérateur, trafic routier urbain et autoroutier
- Météorologie (direction/vitesse des vents)
- Roses des vents et des polluants
- Données de circulation routière (types et densité dans le temps)
- Données sur le chauffage au bois
- Données sur les activités portuaires
- Autres données disponibles, par exemple, à partir de petits capteurs

## AXE 2 - QUALITÉ DE L'AIR ET SANTÉ

- Données sur la qualité de l'air et effets sur la santé (exposition court terme et long terme ; *Mon environnement, ma santé ; Impacts sur la santé de la pollution de l'air au Canada*)
- Données provenant d'études au Canada, États-Unis, Europe, OMS et ailleurs dans le monde
- Autres rapports, publications scientifiques

## AXE 3 – ATTÉNUATION ACTUELLE ET PLANIFIÉE

- Incinérateur de Québec
- Port de Québec ; opérations de chargement de navires et trains
- Impact du camionnage lourd sur la qualité de l'air
- Transport ferroviaire
- Travaux d'atténuation en cours de développement et planifiées

## AXE 4 – RECOMMANDATIONS

L'axe 4 sera en partie basé sur les principes suivants :

- La promotion de l'amélioration continue pour réduire les émissions de sources anthropiques et par le fait même les concentrations ambiantes globales de polluants à long terme
- Le respect des lieux non polluées

## 7. LIVRABLE ATTENDU

Un rapport rendant compte des travaux doit être soumis au plus tard le 1er décembre 2022. Ce rapport sera élaboré avec la participation active des membres du GTCA.

Le rapport contiendra à titre indicatif :

- Un sommaire exécutif
- Une introduction expliquant le mandat du GTCA et les objectifs s'y rapportant
- Une section décrivant la méthodologie employée par le GTCA
- Une section brossant le portrait de la qualité de l'air dans le secteur à l'étude avec une description des contaminants posant le plus de risques pour l'environnement et la santé des citoyens du quartier
- Une section proposant des recommandations pour améliorer le suivi de la qualité de l'air et la caractérisation des contaminants atmosphériques qui ont le plus un impact sur la santé humaine
- Une section proposant des recommandations portant sur l'atténuation et visant à réduire les émissions atmosphériques
- Une section proposant des recommandations sur des mesures favorisant une meilleure santé des citoyens
- Une section portant sur la proposition de recommandations à prioriser à partir de critères de faisabilité basée sur des principes de santé populationnelle
- Une annexe résumant les travaux du GTCA en lien avec son mandat
- Une annexe contenant toutes données venant appuyer les discussions sur les sections décrivant la qualité de l'air, les recommandations et l'exercice de priorisation
- Une bibliographie appuyant tous les résultats décrits dans le rapport

## ANNEXE 1 - LISTE DES MEMBRES PERMANENTS DU GTCA

La liste des membres du GTCA est ici présentée en tenant compte de leur représentation/ responsabilité respective dans le Groupe de travail.

**Le président :** Jean-Pierre Charland
**Le secrétaire :** Claude Thellen

**Les membres Experts**

- Expertise en qualité de l'air : Jean-Pierre Charland
- Expertise en atténuation : Élisabeth Lord, Expert en qualité de l'air et des odeurs, Air&Odeur inc.
- Expertise régionale en santé publique : Jean-François Duchesne et Christian Riel-Roberge, conseillers en santé environnementale, Direction régionale de santé publique de la Capitale-Nationale
- Expertise municipale en environnement et développement durable : Matthieu Alibert, Directeur, division Prévention et contrôle environnemental, Ville de Québec

**Les membres Observateurs**

- Représentation citoyenne du quartier Limoilou : (Patrick Ferland)
- Représentation du secteur industriel du quartier Limoilou : (Hugues Paris)

**Expertise gouvernementale**

- MSSS : soutien fourni via la Direction régionale de Santé publique – Capitale nationale
- MELCC : François Houde
- MTQ : Julie Milot (Michaël Vidal-Lessard)

**Liste préliminaire d'experts susceptibles d'être invités**

*Note : D'autres noms ou sujets pourraient être ajoutés à cette liste*

- Qualité de l'air : Fabrice Godefroy, Ville de Montréal
- MELCC : Données et bilan de qualité de l'air (ressource : Nathalie La Violette)
- Direction régionale de l'environnement, Capitale Nationale : Industries actives dans le quartier Limoilou (ressource : Marie-Josée Poulin, Patrick Touzin)
- Santé : Bilan 2022 du MEMS (ressource : Direction régionale de la santé publique)
- Éthique, Précaution et Acceptabilité
- Santé - Qualité de l'air et MPOC : Jean Bourbeau / Dany Doiron, IR-CUSM
- Épidémiologie : Maryse Bouchard, Université de Montréal
- Transport : Incidence du trafic autoroutier sur la qualité de l'air
- Trafic routier et circulation – Marc Desrivières, Ville de Québec
- Industries :
    - Incinérateur/Eau et valorisation énergétique (Richard Laramée / Cécile Cognet)
    - Activités du Port de Québec (Frédéric Lagacé, Hugues Paris)
    - White Birch (Sylvain Girard)
    - Autres industries locales
- Atténuation (expertise en procédés et en traitement)

ANNEXE 2 - RÈGLES DE RÉGIE INTERNE DU GTCA

# Introduction

Cette section rassemble les règles de fonctionnement du Groupe de travail sur les contaminants atmosphériques dans le cadre du mandat relatif à la qualité de l'air dans le quartier Limoilou. Les rôles des membres sont précisés à la section 3.1.

Ces règles ont pour but d'assurer une uniformité dans les activités menées par le Groupe de travail. Elles pourront être ajustées au besoin par les membres en cours de mandat.

# Planification des réunions

Cette section porte sur l'encadrement des activités entourant la planification pour deux types de réunion : régulière et extraordinaire

## Réunion régulière

Réunion s'inscrivant dans le cours normal des activités du GTCA.

Nombre

Le nombre de réunions planifiées est présentement établie à 13 réunions (voir Annexe 4) réparties comme suit : une réunion d'introduction, neuf réunions thématiques et trois ateliers synthèse.

Moment

Les réunions pourront avoir lieu soit en matinée ou en après-midi. Les sondages Doodle pourront être utilisés pour choisir le moment approprié aux dates suggérées à l'Annexe 4.

Lieu

En général, les réunions se tiendront par visioconférence. Les ateliers synthèse sont prévus en présentiel et planifiées à des étapes clés des travaux. Le secrétaire assume la responsabilité de la convocation.

Contenu

Les points d'information et de décision ainsi que l'ordre de présentation sont décidés par le président sur proposition des membres ou en fonction de l'avancement des travaux. Les sujets de discussion lors des réunions sont approuvés ou déterminés par les membres du GTCA. Des

documents pertinents aux réunions seront distribués aux membres et serviront comme base des échanges et des discussions.

Lorsque requis, le secrétaire convoquera les experts techniques et scientifiques invités *ad hoc*.

Convocation

Les convocations peuvent se faire par courriel à l'adresse communiquée par chaque membre au secrétaire.

Délais

Les convocations doivent se faire dans un délai convenu avec l'ensemble des participants.

Contenu de la convocation

La convocation doit idéalement comprendre : un projet d'ordre du jour, le compte-rendu de la réunion précédente et la documentation pertinente au besoin.

Quorum

Le quorum des réunions régulières est fixé au 2/3 des membres experts et observateurs.

## Déroulement des réunions régulières

Ouverture de la réunion et quorum

Le président a la responsabilité d'ouvrir les réunions. En son absence, le secrétaire s'acquittera de cette tâche.

Ajustement à l'ordre du jour

Le secrétaire fait la lecture du projet d'ordre du jour et procède aux ajustements le cas échéant. S'il ne peut s'acquitter de sa tâche, le président s'en charge directement. L'ordre du jour doit-être dument adopté.

Prise de notes

Le secrétaire voit à la prise de notes durant les réunions. Les échanges seront enregistrés strictement dans le but de fournir un compte-rendu représentatif des échanges, des points de décision et des suivis. Si le secrétaire ne peut s'acquitter de cette tâche, le président nomme un membre en remplacement pour la réunion.

Fermeture de la réunion

Le président ferme la réunion lorsque l'ensemble des points à l'ordre du jour ont été traités ou si une résolution de suspendre les travaux a été adoptée.

## Procédure délibérante

Échanges

Le président a la responsabilité de veiller à maintenir des échanges productifs et respectueux. Il gère les droits de parole en favorisant l'expression de tous les points de vue.

Prise de décision

Les membres-experts peuvent faire des propositions qui doivent être appuyées par un autre membre du groupe de travail. Le président valide auprès des membres s'il y a consensus sur cette proposition. S'il n'y a pas consensus, le président peut décider de poursuivre les échanges, de remettre ce point à une réunion ultérieure ou de prendre décision sur la proposition.

## Réunion extraordinaire

La réunion extraordinaire s'inscrit en dehors des activités normales du GTCA. Elle fait suite à la nécessité de discuter d'un élément précis devant être débattu à court terme. Ce type de réunion a lieu à la demande du Président ou d'un membre.

Moment

Pour lui permettre d'assumer son rôle, le choix du moment se fait d'abord en fonction des disponibilités du président. Ensuite, un choix de dates est soumis aux membres via *Doodle* et le moment est choisi parmi les dates qui ont obtenu le plus de voix.

Lieu

En général, les réunions extraordinaires se tiendront par visioconférence.

Contenu

Le contenu de la réunion extraordinaire est habituellement unique et spécifique à la situation qui commande sa tenue. Elle est généralement convoquée par le président ou le secrétaire, le cas échéant.

Mode

Les convocations se feront par courriel.

Délais

Les convocations doivent se faire dans un délai minimal de 48 heures de la réunion.

Communication de l'ordre du jour

Pour être valide la convocation doit comprendre : l'objet de la réunion et toute la documentation pertinente, le cas échéant.

Présence et quorum

Les membres doivent confirmer leur présence ou leur absence par courriel le plus rapidement possible. Comme il s'agit d'une procédure extraordinaire, et que les délais sont très rapprochés, les membres qui le peuvent assistent et les absences ne sont pas comptabilisées pour l'assiduité. Le quorum des réunions extraordinaires est fixé au 2/3 des membres experts et observateurs. Les réunions doivent se dérouler en présence d'au moins deux membres experts. Les résolutions prises lors des réunions extraordinaires sont valides au même titre que les réunions régulières.

## Communications

Transmission de documents

Pour les documents requis lors des réunions de travail, le GTCA a opté pour le *système OneDrive (Microsoft Online ou Office 365)* comme site d'entreposage. Ce système est pourvu d'une section sécurisée. Le secrétaire est responsable, à la demande des membres, de l'attribution des accès.

Communication interne

Les communications internes comprennent toutes les communications, verbales ou écrites, dont le destinataire principal est un membre siégeant au GTCA ou l'ensemble des membres.

Communication externe

Les communications externes comprennent toutes les communications, verbales ou écrites, dont le destinataire principal est un tiers ne siégeant pas au GTCA ou le public en général. À moins d'avis contraire, il est entendu que les communications externes sont prises en charge par la direction des communications du MELCC

Prise de parole publique

Seul le président est autorisé à prendre la parole publiquement au nom du GTCA. Le propos doit cependant représenter le consensus et l'état d'esprit qui se dégage des travaux du GTCA.

Correspondance officielle

Seul le président a la responsabilité de signer les documents au nom du GTCA.

## ANNEXE 3 – TABLEAU SYNTHÈSE DU CADRE DE FONCTIONNEMENT DU GTCA

| Groupe de travail sur les contaminants atmosphériques | | |
|---|---|---|
| **Mandat** | **Faire état de la situation actuelle de la qualité de l'air dans le quartier Limoilou et faire des recommandations pour améliorer la situation.** Les travaux porteront sur une compréhension de la problématique de la contamination de l'air du secteur à l'étude et des propositions de mesures d'atténuation avec des critères de faisabilité. Des recommandations seront formulées en appui de ces deux aspects. | |
| **Structure** | **Composition** | **Rôles** |
| **Membres experts** | Expertise en qualité de l'air<br>Expertise en atténuation<br>Expertise régionale en santé publique<br>Expertise municipale en environnement et en développement durable | Porter un regard critique sur la documentation scientifique existante et requise<br>Porter un regard critique sur les mesures d'atténuation en place, à explorer et à prioriser<br>S'assurer du bien-fondé et de la pertinence des actions et des mesures envisagées, ainsi que fournir l'expertise en lien avec les impacts à la santé<br>S'assurer que les préoccupations municipales dans le contexte actuel du quartier Limoilou sont soutenues et s'assurer de la pertinence des mesures envisagées dans une perspective d'amélioration continue et de développement durable |
| **Membres observateurs** | Représentant(e) citoyen<br><br>Représentant(e) industriel | Participer aux discussions et porter à l'attention du GTCA des éléments de clarification relatifs aux préoccupations citoyennes<br><br>Participer aux discussions et porter à l'attention du GTCA des éléments de clarification relatifs aux préoccupations industrielles. |
| **Expertise technique**<br><br>**et**<br><br>**Expertise scientifique et technique *ad hoc*** | **Expertise gouvernementale**<br>Ministère de la Santé et des Services sociaux<br>Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques<br>Ministère des Transports | Fournir au besoin l'expertise et l'information colligées au niveau gouvernemental, selon les besoins exprimés par le Groupe de travail en santé, en environnement et en transport. |
| | **Expertise scientifique et technique *ad hoc***<br>• Santé<br>• Qualité de l'air<br>• Toxicologie<br>• Chimie analytique / environnementale<br>• Traffic routier / Circulation<br>• Valorisation énergétique (incinérateur)<br>• Chauffage au bois<br>• Activités portuaires<br>• Industrie des pâtes et papier<br>• Politiques publiques<br>• Développement durable, ... | Fournir l'expertise et l'information selon les besoins exprimés par le Groupe de travail ; ces intervenants seront invités sur demande à se joindre aux réunions pour faire une présentation sur un sujet d'intérêt. |

Version confidentielle

| Groupe de travail sur les contaminants atmosphériques | |
|---|---|
| **Mandat** | **Faire état de la situation actuelle de la qualité de l'air dans le quartier Limoilou et faire des recommandations pour améliorer la situation.** Les travaux porteront sur une compréhension de la problématique de la contamination de l'air du secteur à l'étude et des propositions de mesures d'atténuation avec des critères de faisabilité. Des recommandations seront formulées en appui de ces deux aspects. |
| **Livrable inscrit dans le cadre de fonctionnement** | |
| **Livrable** | Rapport final du Groupe de travail sur les contaminants atmosphérique |
| **Échéance** | 2022-12-01 |
| **Responsable** | Jean-Pierre Charland, Claude Thellen et les membres du Groupe de travail sur les contaminants atmosphériques |

| Orientation des travaux | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Questions fondamentales** | **Question 1** - L'information actuelle - qualité de l'air, santé, atténuation - est-elle satisfaisante ? Doit-elle être actualisée et complétée ?<br><br>**Question 2** - Y-a-t-il des angles morts dans l'information actuelle ? Permettraient-ils de recommander des solutions davantage concertées pour améliorer la situation dans Limoilou ?<br><br>**Question 3** - Quelle serait la recommandation la plus urgente à mettre en œuvre ? | | | |
| **Axe de travail** | **Axe 1 - Qualité de l'air** | **Axe 2 - Qualité de l'air et santé** | **Axe 3 - Atténuation** | **Axe 4 - Recommandations** |
| **Objectifs** | Effectuer une revue de littérature à partir des travaux déjà réalisés ou en cours par différentes initiatives en place dans le secteur de Limoilou *(Objectif 1)* | Le portrait devra permettre d'identifier l'évolution des contaminants dans le temps et l'espace, les sources de contaminants et l'identification des contaminants posant le plus de risques pour l'environnement et la santé. *(Objectif 2)*<br><br>Analyser les propositions déjà formulées par les différents comités existants – volet Qualité de l'air *(Objectif 3)* | Analyser les propositions déjà formulées par les différents comités existants – volet atténuation. *(Objectif 3)*<br><br>Recommander des actions à mettre en œuvre pour améliorer la qualité de l'air. *(Objectif 4)* | Proposer une priorisation, à partir de critères de faisabilité, des actions recommandées. *(Objectif 5)* |

## ANNEXE 4 – PROPOSITION DE CALENDRIER DES RENCONTRES DE TRAVAIL DU GTCA

| Rencontre préparatoire | Date | Ouverture (30 min) | Bloc 1.1<br>Présentation(s) (50 min)<br>Questions/discussion (40 min) | | Bloc 1.2<br>Présentation(s) (40 min)<br>Questions/discussion (50 min) | Conclusion (30 min) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Rencontre 1<br>Introduction générale, démarche et organisation** | 2022-08-09 | Adoption de l'ordre du jour, introduction et tour de table | Introduction GTCA menant au contexte :<br>- Regard santé (10 min)<br>- Regard citoyen (10 min)<br>- Regard industriel (APQ et l'incinérateur; 20 min)<br>pour donner l'historique entourant le sujet | Pause | - La démarche<br>- Mode de fonctionnement ;<br>- Outils du GTCA ;<br>- Calendrier des rencontres ;<br>- Livrables et échéanciers ;<br>- Sollicitation de présentateurs | Fin de la rencontre, tour de table et vérification du taux de satisfaction de la réunion |

| Rencontres Qualité de l'air | Date | Ouverture (30 min) | Bloc 2.1<br>Présentation(s) (60 min)<br>Questions/discussion (30 min) | | Bloc 2.2<br>Présentation(s) (60 min)<br>Questions/discussion (30 min) | Conclusion (30 min) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Rencontre 2<br>Introduction à la qualité de l'air et mesures de la qualité de l'air dans Limoilou** | 2022-08-17 | Revue du compte-rendu, des décisions et des actions ; adoption de l'ordre du jour et des documents | Éléments à connaître :<br>- Qualité de l'air (40 min)<br>- Atténuation (20 min) | Pause | La Ville de Québec et son projet de suivi de la qualité de l'air (20min) ;<br>Limoil'Air, initiative citoyenne de suivi dans Limoilou (20 min) | Fin de la rencontre, tour de table et vérification du taux de satisfaction de la réunion |

| Rencontres<br>Qualité de l'air | Date | Ouverture<br>(30 min) | Bloc 3.1<br>Présentation(s) (60 min)<br>Questions/discussion (30 min) | | Bloc 3.2<br>Présentation(s) (60 min)<br>Questions/discussion (30 min) | Conclusion<br>(30 min) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Rencontre 3**<br>**Suivi de**<br>**la qualité de l'air**<br>**et la santé humaine** | 2022-08-30 | Revue du compte-rendu, des décisions et des actions ; adoption de l'ordre du jour<br>et des documents | La qualité de l'air :<br>- Angle épidémiologique (20 min)<br>- Liens entre la pollution atmosphérique et santé pulmonaire (MPOC) (30 min) | Pause | - Impacts santé liés au trafic routier (25 min)<br>- Coût des soins de santé liée à la pollution atmosphérique (20 min)<br>- Communication et politiques publiques (15 min) | Fin de la rencontre, tour de table et vérification du taux de satisfaction de la réunion |

| Rencontres<br>Qualité de l'air | Date | Ouverture<br>(30 min) | Bloc 4.1<br>Présentation(s) (60 min)<br>Questions/discussion (30 min) | | Bloc 4.2<br>Présentation(s) (60 min)<br>Questions/discussion (30 min) | Conclusion<br>(30 min) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Rencontre 4**<br>**Mon environnement, ma santé** | 2022-09-01 | Revue du compte-rendu, des décisions et des actions ; adoption de l'ordre du jour et des documents | Considérants de santé dans le quartier Limoilou (MEMS - partie 1) | Pause | Qualité de l'air dans Limoilou et son impact sur la santé des citoyens (MEMS - partie 2 ; rapport 2022) | Fin de la rencontre, tour de table et vérification du taux de satisfaction de la réunion |

| Rencontres Qualité de l'air | Date | Ouverture (30 min) | Bloc 5.1 Présentation(s) (60 min) Questions/discussion (30 min) | | Bloc 5.2 Présentation(s) (60 min) Questions/discussion (30 min) | Conclusion (30 min) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Rencontre 5 Émissions industrielles** | 2022-09-07 | Revue du compte-rendu, des décisions et des actions ; adoption de l'ordre du jour et des documents | Présentation générale sur le suivi de la qualité de l'air au port de Québec ;<br>Activités de la papetière White Birch et son suivi sur la qualité de l'air | Pause | Activités du Centre de valorisation de la ville de Québec, projet biométhani-sation et son impact sur la qualité de l'air | Fin de la rencontre, tour de table et vérification du taux de satisfaction de la réunion |

| Rencontres Qualité de l'air | Date | Ouverture (30 min) | Bloc 6.1 Présentation(s) (60 min) Questions/discussion (30 min) | | Bloc 6.2 Présentation(s) (60 min) Questions/discussion (30 min) | Conclusion (30 min) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Rencontre 6 Transport, trafic et autres sources** | 2022-09-14 | Revue du compte-rendu, des décisions et des actions ; adoption de l'ordre du jour et des documents | Trafic autoroutier autour du quartier Limoilou et la qualité de l'air (MTQ) ;<br>Trafic urbain dans et autour du quartier Limoilou et qualité de l'air (Ville de Québec) | Pause | Autres sources émettrices dans Limoilou ; Chauffage au bois, autres intrants ? | Fin de la rencontre, tour de table et vérification du taux de satisfaction de la réunion |

| Rencontre 7 - Atelier synthèse sur la qualité de l'air et la santé (2022-09-21) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Ouverture (15 min)** | **Bloc 7.1 (75 min)** | **Pause** | **Bloc 7.2 (60 min)** | **Bloc 7.3 (30 min)** | **Lunch** |
| Règles du jeu de l'atelier pour faire le point sur la qualité de l'air, la santé et questions de politiques publiques (15 min) | Discussion sur la qualité des documents basée sur la grille d'évaluation utilisée par le GTCA (publications scientifiques et rapports (60 min) | **Pause** | Discussion sur la qualité de l'air et bilan des sources émettrices (30 min) ; compréhension globale de la qualité de l'air et la santé dans le quartier Limoilou (30 min) | Autres préoccupations de santé : indicateurs d'inégalité sociale et politiques publiques (l'éthique, l'acceptabilité sociale, le principe de précaution et la communication) (30 min) | **Pause du midi** |
| **Bloc 7.4 (45 min)** | **Bloc 7.5 (15 min)** | **Pause** | **Conclusion (45 min)** | **Ajournement (15 min)** | |
| Première ébauche des éléments d'amélioration des suivis de la qualité de l'air (mesures réseau), la santé, politiques publiques et suivi municipal (45 min) | Recommandation la plus urgente pour améliorer suivi de la qualité de l'air (15 min) | **Pause** | Conclusion de la portion sur la qualité de l'air (20 min) et préparation de la deuxième partie sur l'atténuation (25 min) | Tour de table, vérification du taux de satisfaction de la réunion (15 min) | |

| Rencontres Atténuation | Date | Ouverture (30 min) | Bloc 8.1<br>Présentation(s) (60 min)<br>Questions/discussion (30 min) | | Bloc 8.2<br>Présentation(s) (60 min)<br>Questions/discussion (30 min) | Conclusion (30 min) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Rencontre 8<br>Activités portuaires et atténuation** | 2022-09-26 | Revue du compte-rendu, des décisions et des actions ; adoption de l'ordre du jour et des documents | - Présentation générale sur les technologies d'assainissement de l'air (expert en atténuation ; 30 min)<br>- L'amélioration continue au Port de Québec et son impact sur la qualité de l'air (30 min) | Pause | - L'amélioration continue des activités de Glencore et leur impact sur la qualité de l'air (30 min)<br>- Les activités de QSL et l'impact sur la qualité de l'air dans le secteur Limoilou (30 min) | Fin de la rencontre, tour de table et vérification du taux de satisfaction de la réunion |

| Rencontres Atténuation | Date | Ouverture (30 min) | Bloc 9.1<br>Présentation(s) (60 min)<br>Questions/discussion (30 min) | | Bloc 9.2<br>Présentation(s) (60 min)<br>Questions/discussion (30 min) | Conclusion (30 min) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Rencontre 9<br>Activités portuaires, activités de valorisation énergétique et Atténuation** | 2022-09-29 | Revue du compte-rendu, des décisions et des actions ; adoption de l'ordre du jour et des documents | - Les activités de IMTT au Port de Québec et l'impact sur la qualité de l'air dans le secteur Limoilou (30 min)<br>- Les activités de la papetière White Birch pour améliorer la qualité de l'air (30 min) | Pause | Activités d'amélioration de la qualité de l'air à:<br>- L'incinérateur de Québec (30 min)<br>- l'usine de biométhanisation (30 min) | Fin de la rencontre, tour de table et vérification du taux de satisfaction de la réunion |

| Rencontres Atténuation | Date | Ouverture (30 min) | Bloc 10.1 Présentation(s) (60 min) Questions/discussion (30 min) | | Bloc 10.2 Présentation(s) (60 min) Questions/discussion (30 min) | Conclusion (30 min) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Rencontre 10 Atténuation en lien avec le trafic routier, les autres sources émettrices et le chauffage au bois** | 2022-10-03 | Revue du compte-rendu, des décisions et des actions ; adoption de l'ordre du jour et des documents | Discussion sur le transport routier et technologies de réduction/captation de pollution liée au transport (ad hoc, VdQ et MTQ) | Pause | - Atténuation sur les autres sources émettrices ;<br>- chauffage au bois | Fin de la rencontre, tour de table et vérification du taux de satisfaction de la réunion |

| Rencontres Atténuation | Date | Ouverture (30 min) | Bloc 11.1 Présentation(s) (60 min) Questions/discussion (30 min) | | Bloc 11.2 Présentation(s) (60 min) Questions/discussion (30 min) | Conclusion (30 min) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Rencontre 11 Réflexions sur les technologies d'assainissement de l'air** | 2022-10-06 | Revue du compte-rendu, des décisions et des actions ; adoption de l'ordre du jour et des documents | - Remue-méninges sur les technologies d'atténuation dans le secteur Limoilou<br>- L'établissement de critères de faisabilité | Pause | - Développement de la grille d'évaluation ;<br>- préparation de la réunion-atelier synthèse | Fin de la rencontre, tour de table et vérification du taux de satisfaction de la réunion |

| Rencontre 12 - Atelier synthèse sur l'atténuation (2022-10-12) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Ouverture (15 min)** | **Bloc 12.1 (60 min)** | **Pause** | **Bloc 12.2 (60 min)** | **Lunch** |
| Règles du jeu de l'atelier pour faire le point sur les mesures d'atténuation présentées pour réduire les émissions, toutes sources confondues (15 min) | Discussion sur la qualité des documents basée sur grille d'analyse utilisée par le GTCA (publications scientifiques et rapports) (60 min) | Pause | Discussion pour faire le point sur les mesures d'atténuation présentées, leur applicabilité et leur faisabilité ; avons-nous fait le tour de la question sur l'atténuation ? (60 min) | Pause du midi |
| **Bloc 12.3 (60 min)** | **Bloc 12.4 (30 min)** | **Pause** | **Conclusion (30 min)** | **Ajournement (15 min)** |
| Première ébauche des éléments d'amélioration et recommandations en lien avec l'atténuation pour assainir l'air tout en considérant l'éthique, l'acceptabilité, la précaution et la communication (60 min) | Recommandation la plus urgente à mettre en place pour l'assainissement de l'air (faisabilité incluant notion de temps à considérer) (30 min) | Pause | Conclusion de l'atelier synthèse sur l'atténuation et préparation de la suite : le rapport (30 min) | Fin de l'atelier et tour de table, vérification du taux de satisfaction (15 min) |

| Rencontre 13 - Recommandations et rapport final (2022-10-13) | | |
|---|---|---|
| **Ouverture (30 min)** | **Bloc 13.1 (45 min)** | **Pause** |
| Discussion entourant la production du rapport final sur la base des trois questions générales et autres | Réflexion sur la structure du rapport et contributions des membres (basée sur première ébauche de table des matières) | Pause |
| **Bloc 13.2 (45 min)** | **Bloc 13.3 (30 min)** | |
| Première revue critique des recommandations élaborées à ce jour concernant la qualité de l'air et l'atténuation | Discussion sur le calendrier de rédaction incluant les ébauches, révisions et assemblage final | |

# ANNEXE 2

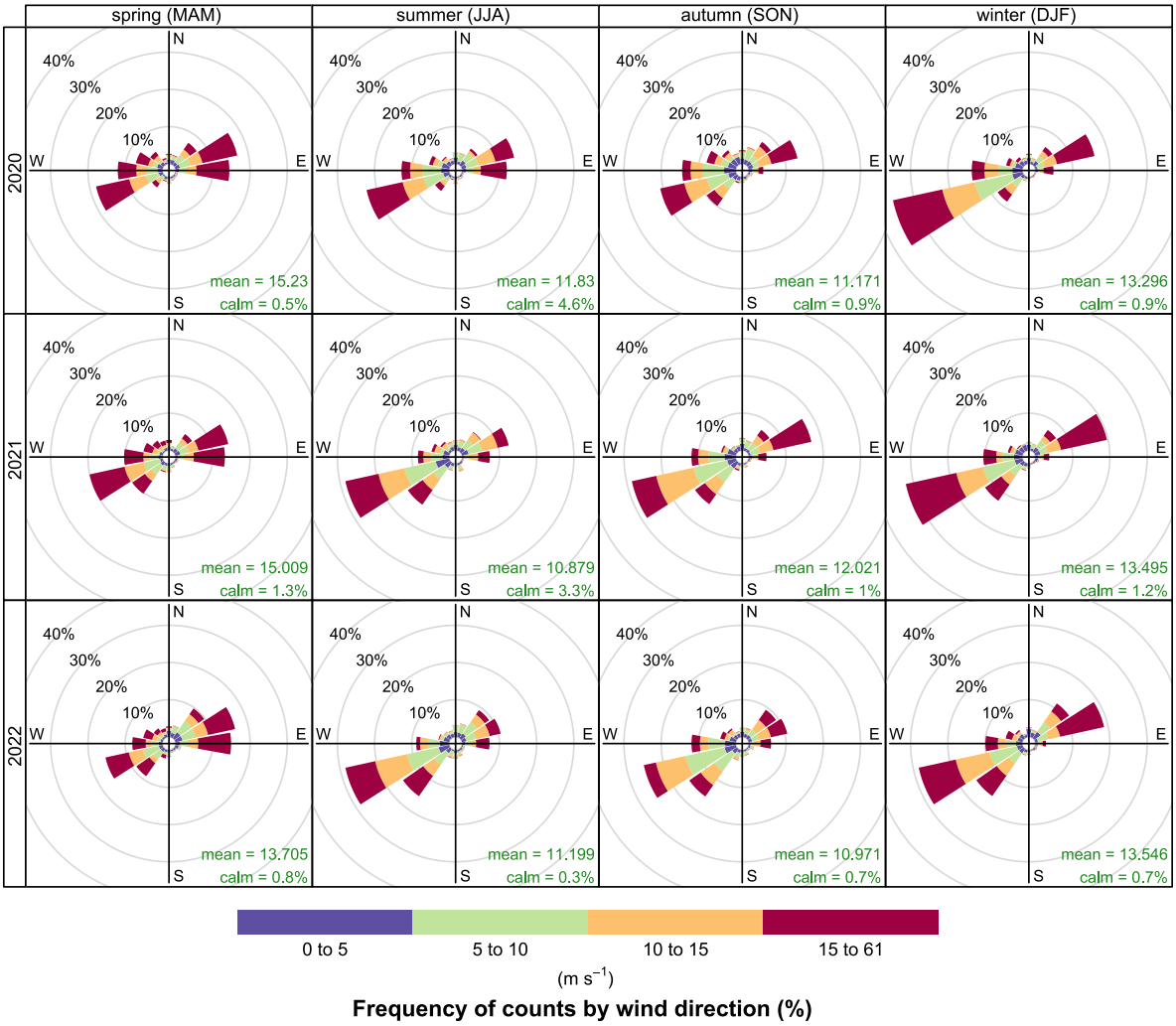



**Figure AF1.1 -Roses des vents saisonnières de 2020 à 2022**

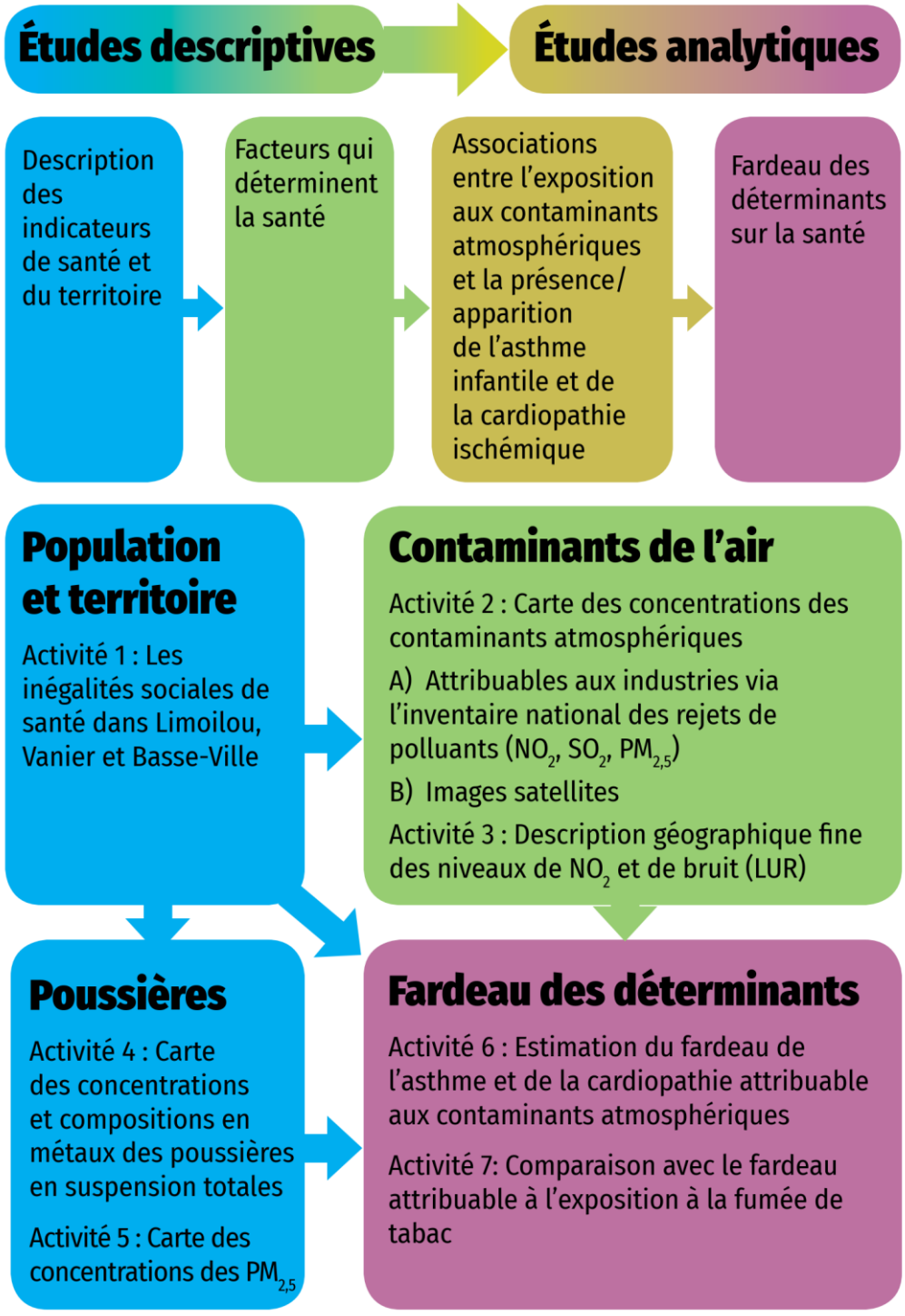



**Figure AF1.2. - Schéma des activités scientifiques retenues dans le projet « Mon Environnement, ma santé » : volet qualité de l'air extérieur (MEMS, 2019)**

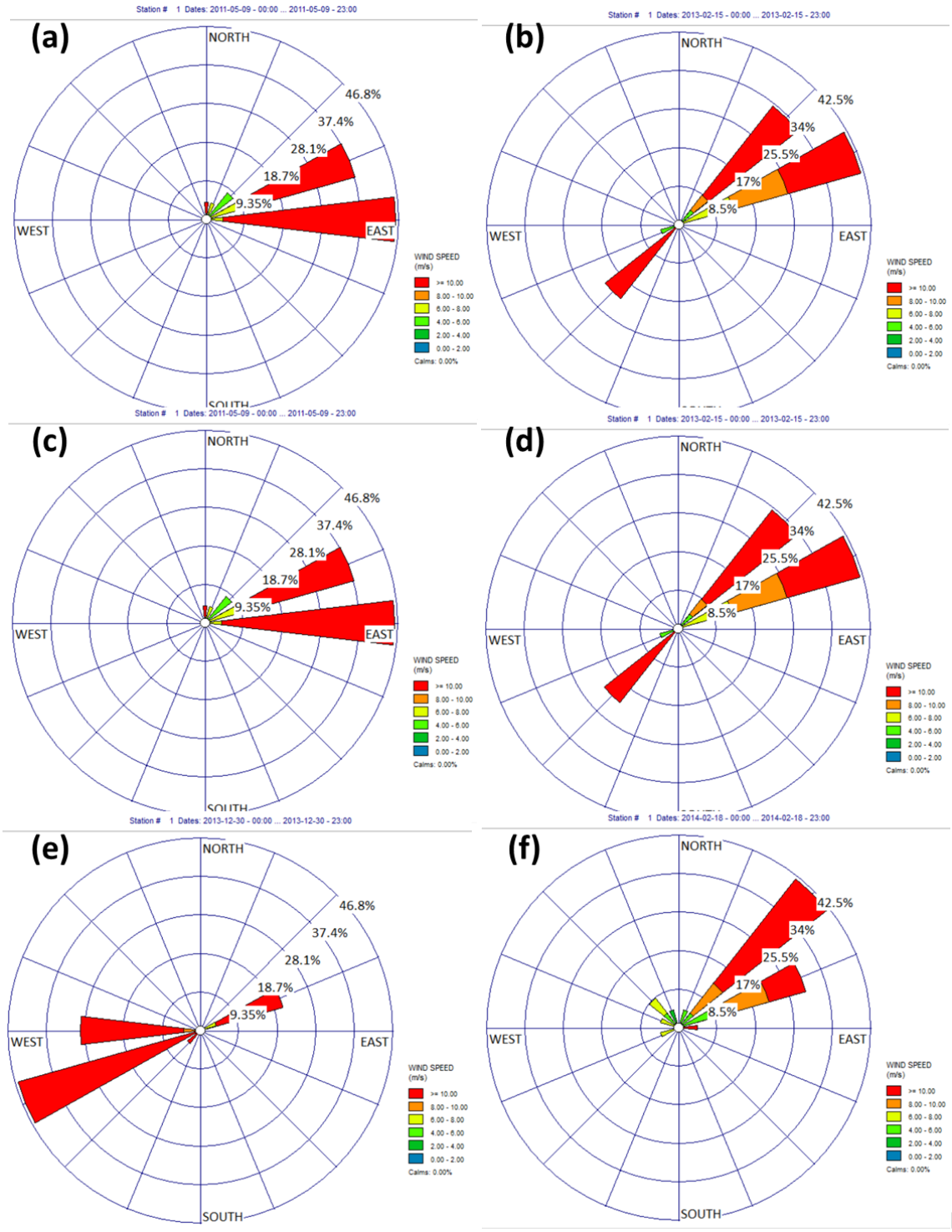
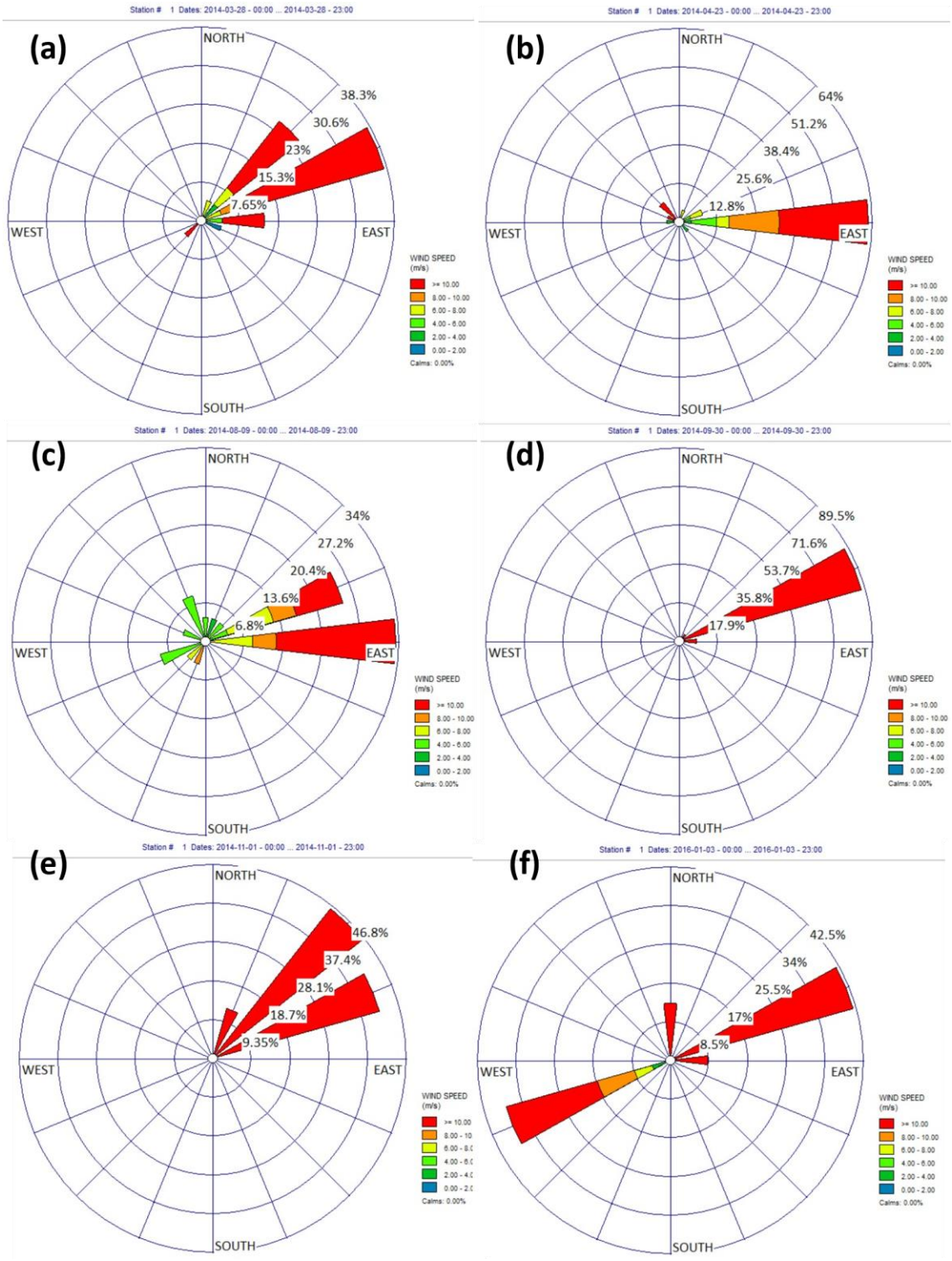
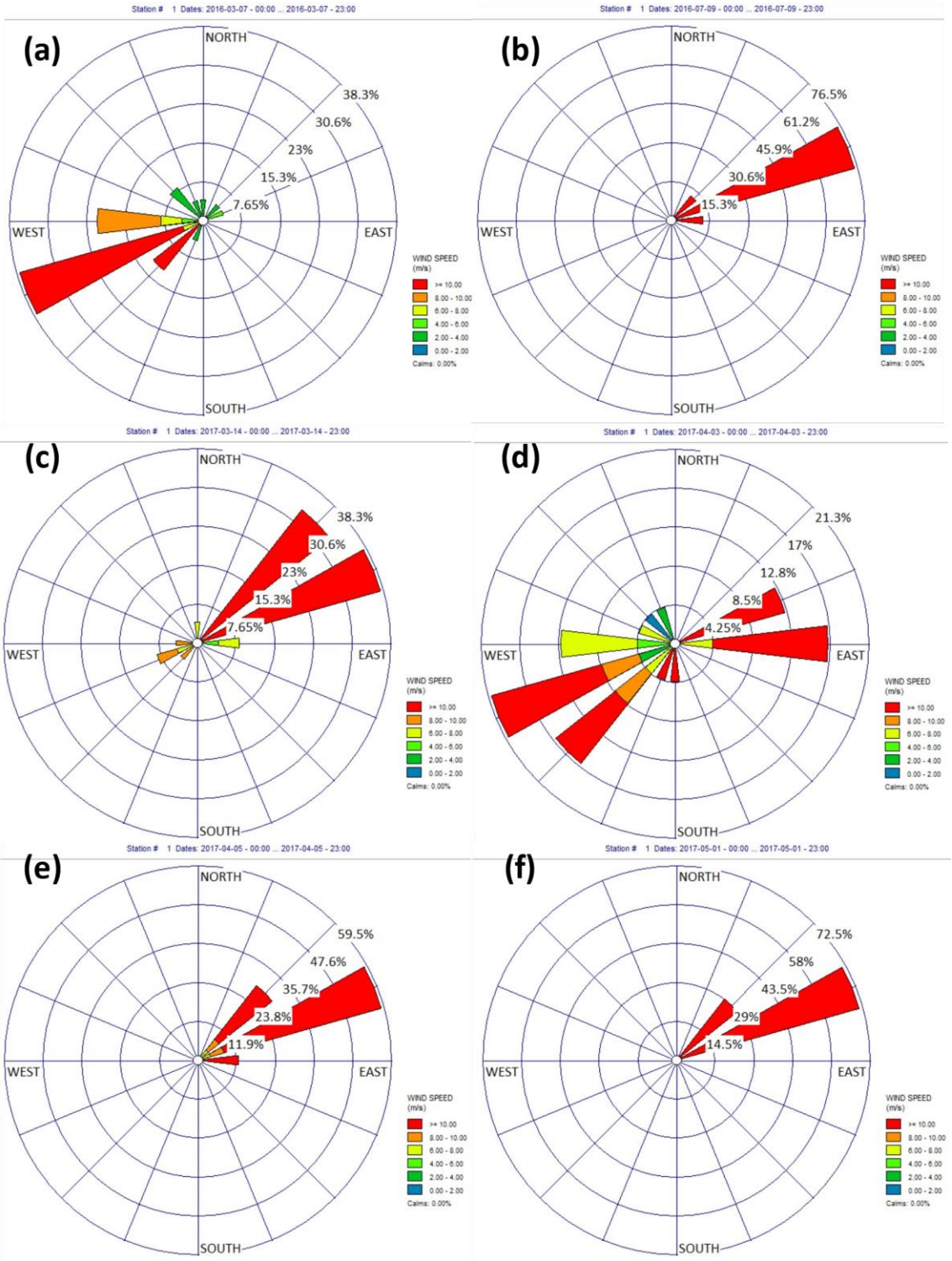


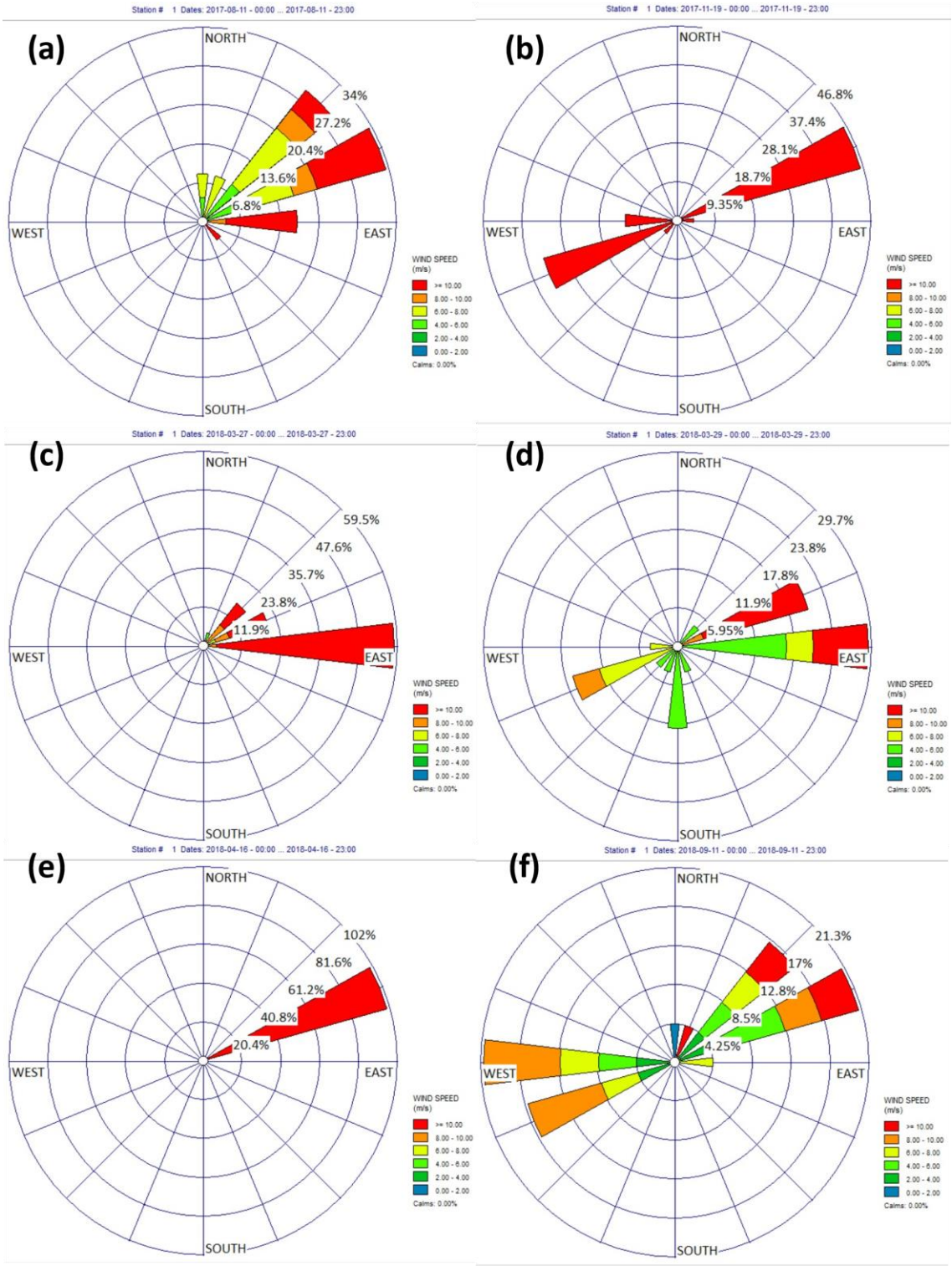

Figure **AF 3.1 – Rose des vents journalières aux dates avec dépassement de la norme journalière du nickel (70 ng/m$^3$) à la station Vieux-Limoilou**



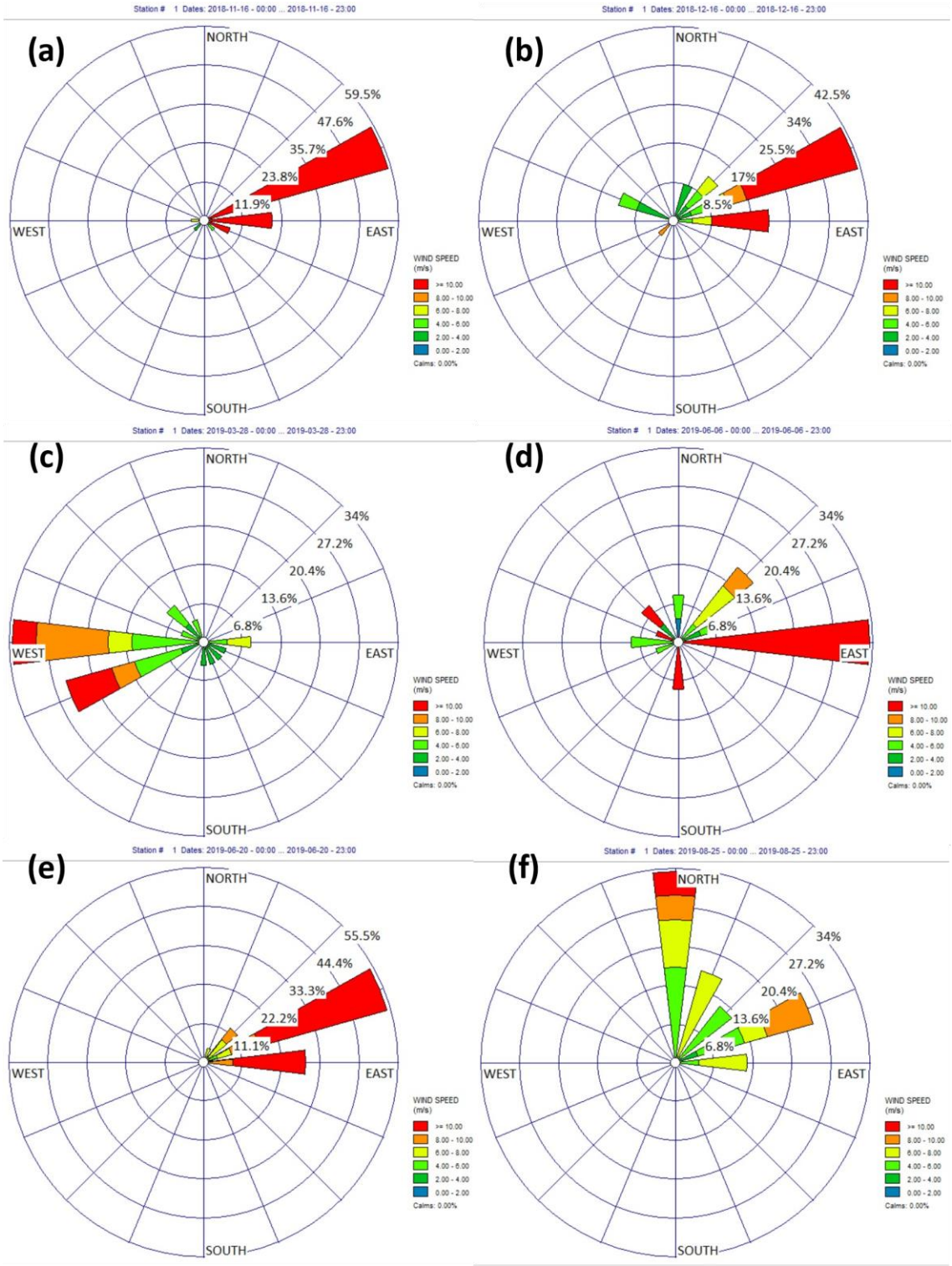

**AF 3.1 – Rose des vents journalières aux dates avec dépassement de la norme journalière du nickel (70 ng/m³) à la station Vieux-Limoilou (suite)**



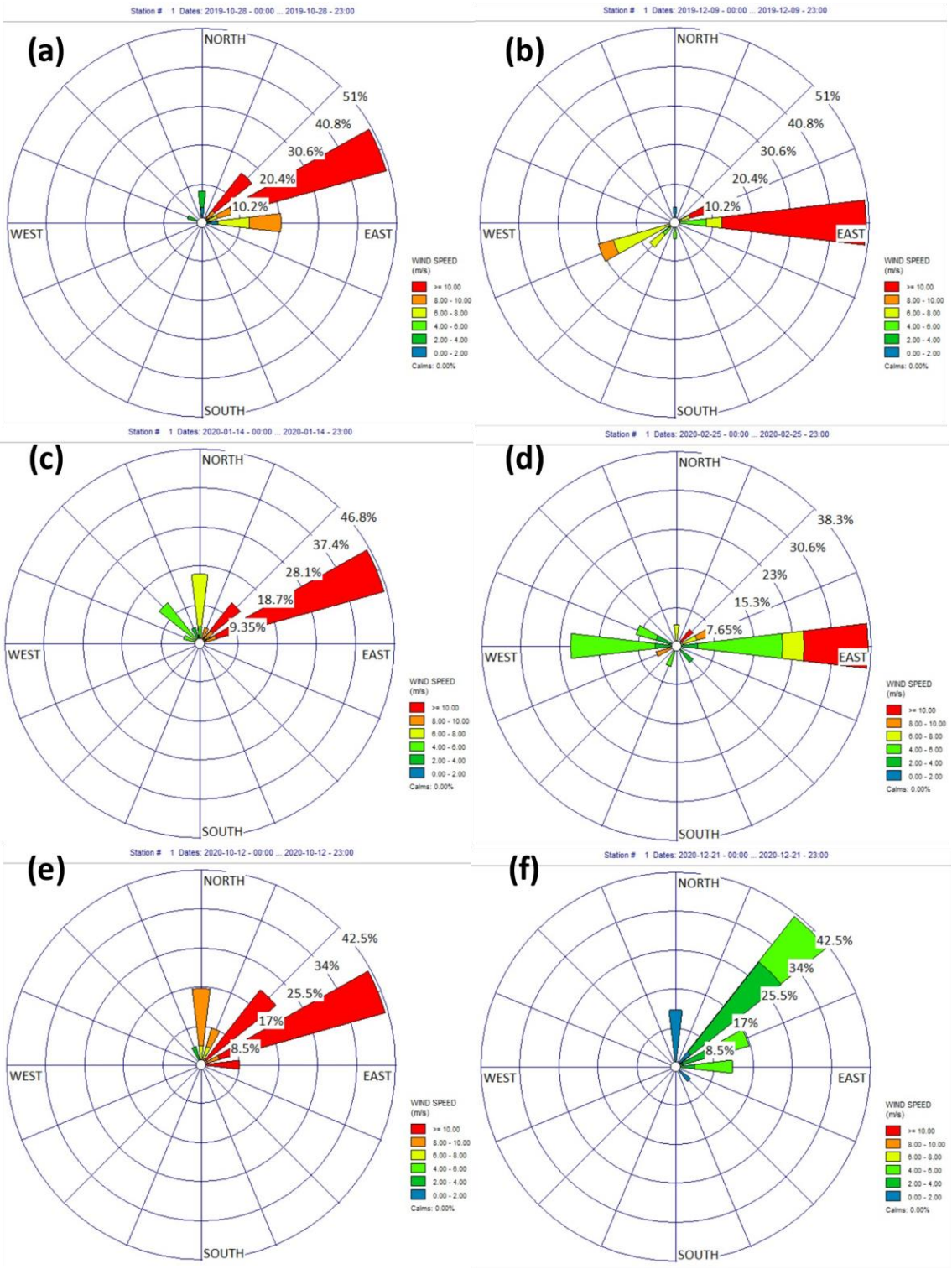

**AF 3.1 – Rose des vents journalières aux dates avec dépassement de la norme journalière du nickel (70 ng/m$^3$) à la station Vieux-Limoilou (suite)**



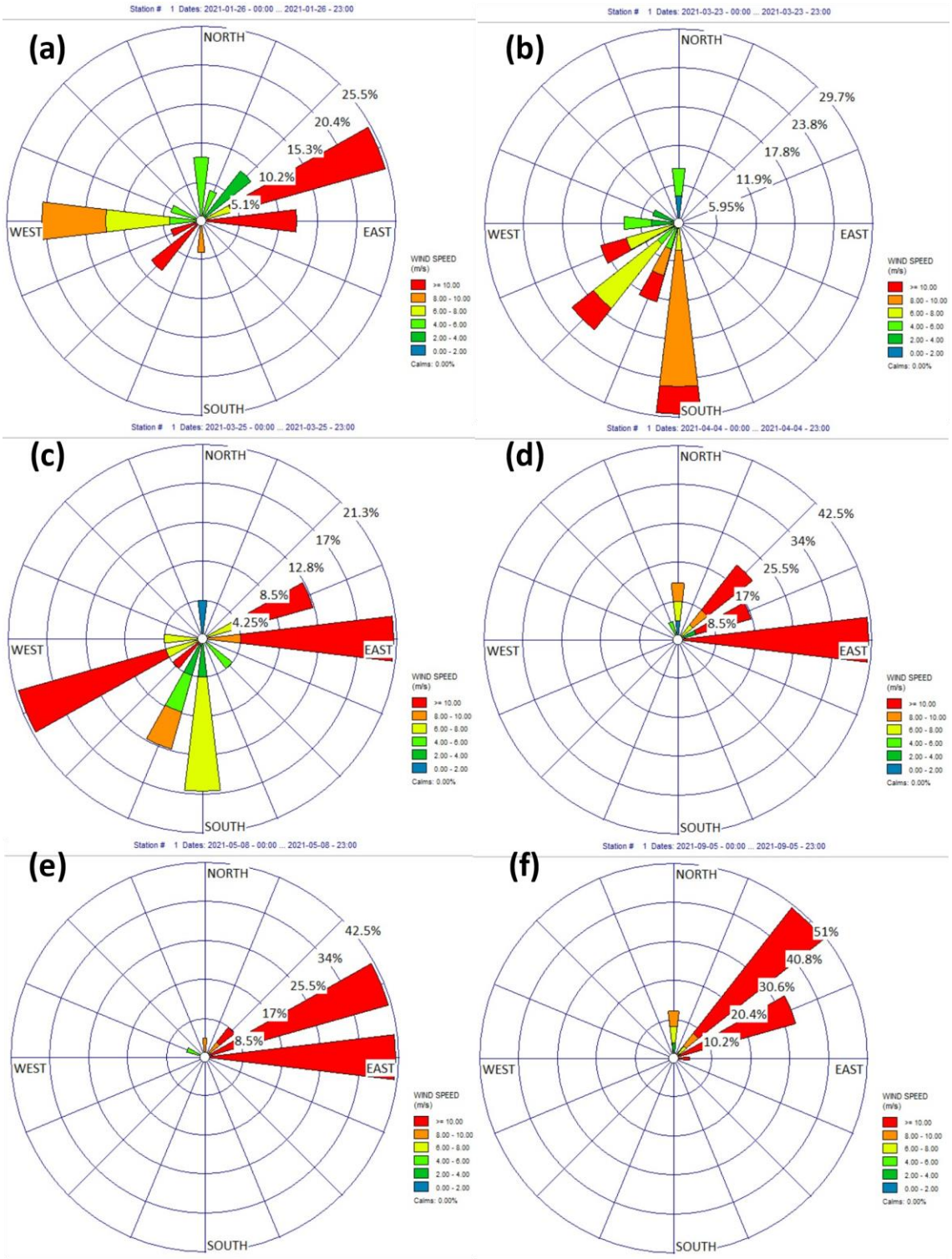

**AF 3.1 – Rose des vents journalières aux dates avec dépassement de la norme journalière du nickel (70 ng/m³) à la station Vieux-Limoilou (suite)**




**AF 3.1 – Rose des vents journalières aux dates avec dépassement de la norme journalière du nickel (70 ng/m³) à la station Vieux-Limoilou (suite)**




**AF 3.1 – Rose des vents journalières aux dates avec dépassement de la norme journalière du nickel (70 ng/m$^3$) à la station Vieux-Limoilou (suite)**




**AF 3.1 – Rose des vents journalières aux dates avec dépassement de la norme journalière du nickel (70 ng/m$^3$) à la station Vieux-Limoilou (suite)**

**Tableau AT1.1 – Principes d'échantillonnage et d'analyse pour les méthodes de mesure ponctuelles**

| Paramètre | Principe de fonctionnement |
|---|---|
| Concentration massique des $PM_{2,5}$ (méthode de référence des $PM_{2,5}$) | Les échantillons sont recueillis sur des filtres en Téflon en employant la méthode de référence des $PM_{2,5}$. Les concentrations massiques sont calculées à partir de la différence entre les poids antérieurs et postérieurs à l'échantillonnage et les volumes échantillonnés. L'analyse gravimétrique est effectuée dans des conditions environnementales contrôlées. |
| Caractérisation chimique des $PM_{2,5}$ | Pour caractériser les espèces de $PM_{2,5}$ les échantillons sont analysés en laboratoire en utilisant diverses techniques telles que la chromatographie ionique (CI) (gaz précurseurs, ions), la fluorescence X pour les éléments et la spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (ICP-MS) pour les métaux quasi-totaux et hydrosolubles. |
| Caractérisation chimique des $PM_{2,5-10}$ | Pour caractériser les espèces de $PM_{2,5-10}$ les échantillons sont analysés en employant la fluorescence X pour les éléments et la chromatographie ionique pour les gaz précurseurs et les ions. |
| Spéciation des $PM_{2,5}$ | Les échantillons sont prélevés à l'aide d'une combinaison de filtres en Téflon, en nylon et de quartz aux sites désignés pour la spéciation des $PM_{2,5}$.<br>En plus de la caractérisation chimique décrite ci-dessus, les échantillons sont analysés en laboratoire en utilisant diverses techniques telles que la chromatographie ionique (gaz précurseurs, ions, marqueurs de combustion de la biomasse), la réflexion totale optique (RTO) pour le carbone (rapport carbone organique/carbone élémentaire), la fluorescence X pour les éléments et la spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif pour les métaux quasi-totaux et hydrosolubles. |
| COV | Les COV sont prélevés à l'aide de cartouches Summa™ en acier inoxydable. L'air ambiant est aspiré dans une cartouche sous vide à un débit constant.<br>Un système combiné de chromatographie en phase gazeuse/détecteur à ionisation de flamme (CG/DIF) est utilisé pour quantifier les hydrocarbures C2, tandis qu'un système de chromatographie en phase gazeuse/spectrométrie de masse (CG/SM) est utilisé pour quantifier les hydrocarbures C3 à C12 et les hydrocarbures chlorés. |
| HAP | Des échantillons sont prélevés à l'aide d'un échantillonneur de particules à grand débit d'air. L'air ambiant est prélevé à un débit constant à travers un filtre en verre borosilicaté recouvert de Téflon pour capturer les particules, en combinaison avec une cartouche contenant deux mousses de polyuréthane pour piéger les HAP gazeux. Les échantillons sont analysés par GC/MS (chromatographie en phase gazeuse/spectrométrie de masse). |

## Tableau AT3.1

| Paramètres | Description du polluant | Méthode d'échantillonnage et d'analyse | Protocole d'échantillonnage et d'acquisition des données | Traitement statistique des moyennes |
|---|---|---|---|---|
| **Particules en suspension totales (PST)** | Particules en suspension dans l'air ambiant dont la taille maximale varie de 0,1 à 100 µm. Les PST comprennent une gamme très variée de composantes biologiques (pollens, bactéries, virus, insectes) ou autres (minéraux, métaux, produits de combustion, pesticides, etc.). De grandes quantités de PST sont émises dans l'atmosphère par des phénomènes naturels (volcans, érosion éolienne, feux de forêt, embruns marins, etc.). | Reference Method for the Determination of Particulate Matter in the Atmosphere (high-volume method), EPA (40 CFR Part 50, Appendix B) | Les échantillons sont prélevés pendant 24 heures, de minuit à minuit (HNE) tous les 6 jours. Le débit de prélèvement peut varier de 1,13 à 1,7 $m^3$/min, soit des volumes pouvant varier de 1 600 à 2 400 $m^3$ environ. La taille maximale des particules peut ainsi varier de 50 à 100 µm. | Moyenne géométrique |
| **Particules en suspension inhalables ($PM_{10}$)** | Particules plus petites que 10 µm qui pénètrent à l'intérieur du système respiratoire humain. Elles proviennent largement des procédés industriels et de la combustion de combustibles fossiles; d'autres activités sont aussi susceptibles de générer des $PM_{10}$ (activités agricoles, circulation automobile sur routes pavées ou non pavées, etc.). Elles proviennent des mêmes sources que les PST, mais sont particulièrement associées aux procédés de combustion et à certains procédés industriels. | Reference Method for the Determination of Particulate Matter as $PM_{10}$ in the Atmosphere, EPA (40 CFR Part 50, Appendix J) | Les échantillons sont prélevés pendant 24 heures, de minuit à minuit (HNE) tous les 6 jours.. Le débit de prélèvement est de 1,13 $m^3$/min. | Moyenne arithmétique |

| Paramètres | Description du polluant | Méthode d'échantillonnage et d'analyse | Protocole d'échantillonnage et d'acquisition des données | Traitement statistique des moyennes |
|---|---|---|---|---|
| **Particules fines en suspension ($PM_{2,5}$) mesurées en continu** | Les particules plus petites que 2,5 µm pénètrent profondément à l'intérieur du système respiratoire des êtres humains, jusque dans les poumons. Elles proviennent surtout des procédés industriels et de la combustion de combustibles fossiles. | Reference Method for the Determination of Particulate Matter as $PM_{2.5}$ in the Atmosphere, EPA<br>EPA, class III FEM (EQPM-0308170) | Mesures toutes les heures | Moyenne arithmétique |
| **Dioxyde de soufre ($SO_2$)** | Les émissions de dioxyde de soufre, aussi appelé anhydride sulfureux, proviennent principalement de l'utilisation de combustibles fossiles contenant du soufre (chauffage et production d'énergie), de l'industrie pétrochimique, de celles des pâtes et papiers et de la métallurgie (métaux non ferreux). Le $SO_2$ dans l'air ambiant a une odeur âcre et est responsable en grande partie de l'acidification des précipitations. | Fluorescence du rayonnement ultraviolet.<br>EPA, EQSA-0779-039 | Mesures en continu intégrées sur 4 minutes. Une moyenne horaire est ensuite calculée par le système d'acquisition des données. Les résultats sont rapportés en ppb. | Moyenne arithmétique |
| **Oxydes d'azote ($NO_x$)** | Le transport routier est à l'origine de plus de la moitié des émissions québécoises de $NO_x$, qui comprennent principalement le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote ($NO_2$) qui confère une couleur brunâtre au smog photochimique dont il est une composante importante. Les $NO_x$ contribuent aux précipitations acides. Des quantités importantes d'oxydes d'azote sont aussi générées par certains procédés industriels et la génération d'énergie à partir de combustibles fossiles. | Chimiluminescence de la réaction du NO avec $O_3$<br>EPA, RFNA-0280-042 | Mesures en continu intégrées sur 4 minutes. Une moyenne horaire est ensuite calculée par le système d'acquisition des données. Les résultats sont rapportés en ppb. | Moyenne arithmétique |

| Paramètres | Description du polluant | Méthode d'échantillonnage et d'analyse | Protocole d'échantillonnage et d'acquisition des données | Traitement statistique des moyennes |
|---|---|---|---|---|
| **Monoxyde de carbone (CO)** | Le monoxyde de carbone (CO) est un gaz inodore et incolore qui résulte principalement de la combustion incomplète de combustibles fossiles, de biomasse ou d'autres matières organiques.<br><br>Au Québec, les principales sources naturelles d'émission sont les feux de forêt, qui peuvent influencer les niveaux dans l'air ambiant. | Absorption du rayonnement infrarouge<br><br>EPA, RFCA-0981-054 | Mesures en continu intégrées sur 4 minutes. Une moyenne horaire est ensuite calculée par le système d'acquisition des données. Les résultats sont rapportés en ppm. | Moyenne arithmétique |

**Tableau AT5.1 - Résumé des mesures d'atténuation et de gestion des émissions de PST**

| Mesures de mitigation | Mode d'action | Types d'intervention |
|---|---|---|
| Abats-poussières : Réduction de la vitesse des véhicules | • Limite le soulèvement de la poussière sur les sols, les routes et les autres surfaces | • Limite de vitesse<br>• Aménagement réducteur de vitesse<br>• Pavage des voies de circulation<br>• Limitation de la circulation lourde |
| Pulvérisation d'eau | • Eau alourdit et fait précipiter les particules<br>• Murs d'eau pour rabattre la poussière au sol | • Arrosage des sols asséchés<br>• Canons à eau/arrosoir/épandeur d'eau mobile |
| Nettoyage et balayage | • Nettoyage et balayage contribuent à une réduction d'environ 20-30% des émissions | • Nettoyage continu et quotidien<br>• Arrosage/nettoyage<br>• Balayage/Aspiration mécanique<br>• Dépoussiéreur mécanique |
| Activités sous-couvert : Transport sous couvert | • Confinement des chargements | • Camions bennes recouverts de bâche ou de toile<br>• Chargements sous couverts obligatoires sur la voie publique |
| Travail sous couvert | • Barrière physique qui assure le contrôle et le confinement des particules | • Opérations de manutention et d'entreposage effectuées sous couvert<br>• Opérations en confinement complet dans des entrepôts fermés munis de système filtration<br>• Site sous couvert avec un système de ventilation pour limiter l'exposition aux travailleurs |
| Écrans | • Structures qui bloquent le vent et l'érosion des surfaces<br>• Structures qui captent les particules | • Barrières végétales<br>• Barrières artificielles |
| Plantation d'arbres et verdissement | • Captation naturelle des polluants par les végétaux<br>• Barrière physique naturelle<br>• Réduction des nuisances (bruit, poussières et écran visuel) | • Augmentation de l'indice de canopée urbaine<br>• Maintien du couvert végétal existant<br>• Entretien des arbres matures<br>• Plantation en milieux pollués et densifiés |
| Autres | • Bonnes pratiques opérationnelles<br>• Bonnes pratiques de manutention | • Limitation des activités en période de forts vents<br>• Réduction de la hauteur de chute des matériaux<br>• Remise à l'état d'origine des sols à nu<br>• Éloignement physique des sources d'émissions de particules des milieux récepteurs<br>• Arrêt immédiat des opérations en cours |

RAPPORT D'ÉTUDE NON FINALISÉ EN CHANTIER LETO

**TABLEAU AT5.2 - Résumé des actions et des mesures de réduction des particules et autres émissions dans Limoilou-Vanier-Basse-Ville découlant des trois premiers bilans du CICEL**

| Parties prenantes | Actions menées |
|---|---|
| **Ville de Québec** | **Incinérateur :**<br>• Plan d'action d'amélioration des opérations et de mitigation des émissions de l'incinérateur<br>• Installation de brûleurs au gaz naturel qui permet d'atteindre la norme de CO<br>• Campagne d'échantillonnage en juin 2021 : émissions de particules, de dioxines et furannes et de métaux respectent les normes<br>• Ajout de deux brûleurs au gaz naturel dans chacun des quatre fours<br>• Remplacement de l'unité d'addition de charbon activé par quatre unités individuelles<br>• Bonification des plans d'entretien préventif de l'incinérateur et du centre de tri<br>• Projet d'étude de 2019 pour identifier les matières résiduelles qui ont un impact négatif sur les émissions<br>• Plus de 15 M$ d'investissement dans la réduction des émissions atmosphériques<br>• Participation au Comité de vigilance de l'incinérateur de la Ville de Québec (CVGMR)<br>• Création d'un centre de biométhanisation, entrée en fonction en 2022<br>• Objectif de valorisation de 82% de ses matières résiduelles pour 2028<br>**Règlement sur les appareils de chauffage à combustible :**<br>• Adoption en avril 2021 d'un règlement sur les appareils de chauffage à combustible pour limiter les émissions de particules fines ($PM_{2,5}$)<br>• Usage interdit à partir du 1er septembre 2026, des appareils non conformes par un appareil certifié CSA (*Canadian Standards Association*) ou EPA, sur le territoire de la Ville de Québec<br>• Retrait à terme de 2500 à 8500 appareils de chauffage non certifiés<br>• Depuis le 1er septembre 2021, dès qu'il y a un avertissement de smog, il est interdit d'utiliser tout appareil de chauffage à combustible solide, même certifiés<br>**Plantation d'arbres et verdissement :**<br>• Plan de verdissement : la *Vision de l'arbre 2015-2025*<br>• Objectif cible d'augmenter l'indice de canopée à 35% en 2025 par des efforts supplémentaires de verdissement et de plantation d'arbres<br>• Principales activités : protection et préservation des arbres existants; plantation d'arbres sur les propriétés municipales et privées; déminéralisation pour augmenter le potentiel de plantation; conversion d'espaces municipaux en îlots de fraîcheur<br>• Indices de canopée cibles de 15 à 25% pour LVBV<br>• Objectif de plantation en moyenne de 4000 à 4500 arbres par année (Plantation actuelle à plus de 10 000 par année)<br>• Progression de 3% de l'indice de canopée dans l'arrondissement La Cité-Limoilou<br>• Objectif de planter 103 000 arbres d'ici 2029<br>**Mobilité durable :** |

| Parties prenantes | Actions menées |
|---|---|
| | • Plan de mobilité durable en 2011<br>• Objectif de réduire l'étalement urbain, de miser sur la mobilité durable et d'améliorer le transport collectif<br>• Diversification des modes de déplacements : limiter l'auto-solo, favoriser les modes de déplacements actifs et miser sur l'intermodalité<br>• Projet de Réseau structurant de transport en commun (RSTC), dont fait partie le tramway<br>• Retrait à terme de 9500 voitures à la période de pointe du matin, élimination des autobus diésel et incitatifs aux déplacements actifs<br>• Plantation de deux arbres pour chaque arbre retiré et une plateforme végétalisée sur 35% du tracé pour le projet du tramway<br>**Plan de transition et d'action climatique :**<br>• Projets de rues conviviales (rues vertes, îlots de fraîcheur et augmentation de la canopée urbaine). 4 projets de rues conviviales dans LVBV<br>• RSTC (tramway et son réseau, déplacements actifs)<br>• Captation et stockage de carbone par le verdissement (augmentation de la canopée urbaine et protection des milieux humides)<br>• Lutte aux îlots de chaleur urbains, projets d'îlots de fraîcheur et créations d'espaces conviviaux (projets de verdissement, murs et toitures végétalisés, terrasses vertes)<br>**Nettoyage des rues :**<br>• Augmentation des activités de nettoyage et de recouvrement des sols à nu par le verdissement dans l'arrondissement La Cité-Limoilou<br>• Nettoyage optimal le long des routes et autoroutes sous la responsabilité de la Ville de Québec<br>• 2 périodes de nettoyage par année au printemps et en automne |
| **Administration portuaire de Québec (APQ)** | **Plan d'action de développement durable 2017-2022 :**<br>• Consolider l'efficacité de la gestion de la qualité de l'air<br>• Favoriser le déploiement d'une trame (ceinture) verte<br>• Réduction des nuisances (bruit et intensité lumineuse)<br>• Comité de cohabitation Port-Communauté<br>• Participation aux comités CICEL, CVAP et projet MEMS<br>**Gestion en continu de la qualité de l'air :**<br>• Réseau de surveillance fiable, efficace et performant permettant d'encadrer les opérations et d'ajuster au besoin les mesures d'atténuation<br>• Page Web « Gestion en continu de la qualité de l'air » qui diffuse les résultats des concentrations de $PM_{2,5}$ prélevées aux stations dans Limoilou (3e et 8e Avenues)<br>• Équipements permettant de faire le suivi de la qualité de l'air extérieur et des paramètres météorologiques<br>• 8 stations de QAE en temps réel et 75 caméras sur le territoire de l'APQ<br>• Surveillance 24/7 des installations de l'APQ<br>• Patrouilleurs sur le terrain pour s'assurer du respect des opérations<br>• En cas de non-respect, arrêt des travaux en tout temps par l'APQ |

| Parties prenantes | Actions menées |
|---|---|
| | • Tout manquement mentionné sans délai au responsable de l'APQ, au service environnement et aux autorités compétentes<br>• Registre des plaintes en provenance de la communauté traitées sur réception<br><br>**Registre des mesures d'atténuation :**<br>• Bonnes pratiques opérationnelles et mesures de travail nécessaires pour prévenir les émissions de poussières et de particules fines<br>• Sensibilisation et éducation auprès des employés de l'importance de minimiser les émissions<br>• Utilisation d'abat-poussières (canons à eau, camion-citerne épandeur d'eau, gicleurs haute pression) et d'écran<br>• Recours au travail sous-couvert (toiles, bâches, membranes étanches), empilements recouverts ou toute autre mesure de contrôle<br>• Nettoyage des terminaux à la fin de la journée, arrosage, balayage et aspiration des résidus de cargaison au sol<br>• Remise en état de la zone de travaux afin d'éviter la dispersion par le vent<br>• Supervision des chargement et déchargement de vrac des navires, en fonction de la vitesse et direction du vent<br>• Arrêt/Suspension des activités au besoin<br>• Réduction du débit et vitesse de transbordement<br>• Réduction de la hauteur de chute du vrac<br>• Renfermement partiel de la cale du navire<br>• Utilisation de capteurs de poussière<br>• Tournées d'inspections continues ou fréquentes des entreposages non couverts<br><br>**Trame verte :**<br>• Développement d'une trame verte, depuis 2018, pour le secteur de la Baie de Beauport en partenariat avec l'Association forestière des deux rives (AF2R)<br>• Intégration d'îlots de végétaux sur le territoire portuaire pour créer des interfaces vertes entre le Port et la communauté<br>• Objectif de recouvrir de végétaux 4,4 hectares de terrain d'ici 2022, pour un total de 4 500 arbres et arbustes<br>• Bilan de 2020 fait état de 4259 végétaux plantés<br>• Depuis 2018, 1 775 arbres et arbustes plantés, il en reste 2 725 à planter<br>• Futur projet de parc urbain à la Baie de Beauport qui inclut la plantation de plusieurs centaines d'arbres et arbustes pour verdir plus de 4 hectares de terrain |
| **(QSL)** | • Surveillance continue des opérations et des terminaux<br>• Programme de veilles environnementales<br>• Patrouilleurs et tournées d'inspection<br>• Suivi de la QAE lors des opérations par la salle de contrôle<br>• Réseau indépendant d'alerte<br>• Arrêt complet des opérations, en situation d'urgence, en fonction des facteurs météorologiques<br>• Amélioration technique des équipements pour réduire les émissions fugitives de particules<br>• Équipements de mesure en continu des particules installés sur le site des terminaux et en dehors du site |

| Parties prenantes | Actions menées |
|---|---|
| | • Amélioration continue des méthodes de travail et des procédures opérationnelles<br>• Mesures d'abattement de poussières :<br>  ○ 20 canons à eau dédiés au vrac solide au secteur Beauport<br>  ○ Programme d'entretien, d'arrosage et de nettoyage des terminaux, des routes, des chemins et des aires d'entreposage (balais aspirateurs industriels et camions-arrosoirs)<br>  ○ Travail sous couvert au terminal d'Arrimage Québec (recouvrement du vrac entreposé au secteur Anse au Foulon)<br>  ○ Terminal de granules de bois d'Arrimage Québec sous couvert et sous vide, manutention sous couvert<br>• Terminaux certifiés Alliance verte (évaluation des performances environnementales)<br>• Participation aux comités CICEL, CVAP, projet MEMS et projet de trame verte |
| **Glencore Canada** | • Surveillance en temps réel des opérations<br>• Suivi rigoureux du chargement et déchargement des wagons et des navires<br>• Réseau indépendant d'alerte<br>• Arrêt immédiat des opérations lors de forts vents ou bris d'équipement<br>• Programme d'amélioration continue pour réduire les émissions de poussières (audit des pratiques de maintenance, étude sur la suppression des concentrés de cales, étude d'optimisation du système de brouillard)<br>• Suivi environnemental par mesures des $PM_{2,5}$ (système *Dust Trak* et *Sharp*)<br>• Stations météo sur le territoire du Port de Québec et dans la communauté pour permettre des actions préventives et une lecture globale des conditions atmosphériques<br>• Mesures d'abattement de poussières :<br>  ○ Activités de dépoussiérage/balayage/nettoyage/arrosage des voies de circulation et des aires d'entreposage<br>  ○ Système de brouillard (« pulvérisation à sec ») pour la captation des particules lors du chargement ou du déchargement de navire<br>  ○ Collecteurs de poussières et aspirateurs industriels<br>  ○ Système d'atténuation de la poussière à bord du navire de transport<br>  ○ Transbordement au terminal ferroviaire encadré par des portes étanches et un système de goulotte étanche au-dessus du wagon<br>  ○ Transbordement sous couvert favorisé lorsque possible<br>  ○ Nouveau navire équipé d'un système d'atténuation de la poussière<br>• Participation au programme de certification Alliance verte, au comité CICEL, aux projets MEMS et trame verte |
| **American Iron & Metal Quebec (AIM)** | • Formation aux opérateurs pour la disposition du matériel dans les piles et la manipulation adéquate du matériel pour éviter les émissions de poussières<br>• Station d'échantillonnage de l'air sur le territoire pour l'analyse des poussières et la direction des vents<br>• Mesures d'abattement de poussières :<br>  ○ 2 canons à eau électriques |

| Parties prenantes | Actions menées |
|---|---|
| | ○ « Douche » au-dessus de la balance d'entrée des camions pour rabattre la poussière au sol<br>○ Arrosage et balayage quotidien du site par balai de rue mécanique du site<br>○ Arrosage des piles de ferrailles durant la saison estivale et arrosage en permanence lors des chargements<br>○ Camion à eau muni d'une lance électrique dirigeable et d'un gicleur d'eau utilisé à chaque journée de travail (sauf les fins de semaine)<br>○ Travail sous couvert priorisé par l'emploi de couverts métalliques sur les conteneurs<br>○ Plantation d'arbres sur le terrain de l'entreprise pour le contrôle des poussières et pour favoriser l'indice de canopée<br>○ Réfection des voies de circulations pour diminuer les émanations de poussières et rendre le nettoyage plus efficace<br>• Participation au comité CICEL |
| **Papiers White Birch** | • Investissements depuis 2004 pour améliorer la performance écologique des opérations<br>• Inspections préventives des silos à copeaux pour limiter les émissions de fibres de bois<br>• Modernisation des équipements et des procédés de fabrication<br>• Optimisation technologique des équipements (chaudière à biomasse) pour réduire les émissions<br>• Équipements d'échantillonnage de l'air en continu et des émissions atmosphériques de l'usine<br>• Programme pour améliorer l'efficacité des systèmes antipollution et réduire l'impact environnemental des opérations<br>• Activités de nettoyage sur le site<br>• Participation au comité CICEL et au projet MEMS |
| **Ministère des Transports (MTQ)** | • Plan d'action de développement durable qui prévoit la séquestration du carbone par le boisement en contexte routier et l'électrification du parc de véhicules<br>• Participation à l'élaboration de la Politique de mobilité durable – 2030 et au Plan d'action sur les changements climatiques<br>• Mesures d'abattement de poussières par le nettoyage et le balayage du réseau routier<br>• Activités de balayage et de nettoyage des autoroutes Dufferin-Montmorency et Laurentienne une fois par mois de mai à septembre avec un balai automoteur qui aspire les résidus sur la chaussée<br>• Activités de balayage et de nettoyage de tous les chantiers générateurs de poussières sur le réseau routier sous la responsabilité du MTQ |

**Tableau AT5.3 - Recommandations d'atténuation**

| Activités Émettrices Locales | Contaminants émis | Moyens mis en place et/ou prévus | Recommandations | Autres |
|---|---|---|---|---|
| Chauffage au bois : résidentiel | $PM_{2.5}$; COV; HAP: NOx | Réglementation municipale en vigueur en 2026 | Mise en vigueur plus hâtive | Système d'alerte lorsque les conditions météo sont propices au smog hivernal |
| Chauffage au bois non-résidentiel | | | Renforcement des directives de la 1iere phase du règlement (voir Ville de Mtl) | Besoin d'un inventaire complet su le parc de poêles à bois |
| Feux extérieurs | | | Développement des phases ultérieures de la réglementation | |
| | | | Vulgarisation pour expliquer impacts de l'utilisation des poêles à bois | |
| Chauffage carburants fossiles (gaz/mazout) | $PM_{2.5}$; COV; HAP: NOx | Règlementation limitative spécifique pour le quartier Limoilou | | |
| Transport routier - Combustion véhicules légers | $PM_{2.5}$; COV; HAP: NOx | | Politique de mobilité durable MTMD et Québec ; politiques proposées ; GTCA pour souligner les options et les visions à mettre en œuvre | |
| | | | Infrastructures de transport collectif (ex. pas plus de 500 m d'un arrêt de transport en commun) | |
| | | | Infrastructures cyclables (ex. vélos électriques pour transfert en haute ville) | |
| | | | Infrastructures piétonnières | |
| | | | Rajeunir le parc automobile avec des politiques d'échanges de vieux véhicules pour des véhicules d'occasion plus récents | |
| | | | Interdiction de la marche au ralentie dans le secteur Limoilou | |
| Transport routier - Combustion véhicules lourds (diesel) | $PM_{2.5}$; COV; HAP: NOx | | **Électrification des camions** dans zone ciblée (moteurs hybrides et mesures d'atténuation des échappements) | |
| | | | **EPA Tier 3/4 OK**; <3/4- interdiction Dalhousie et Henri-Bourassa ou autre mesure | |
| Transport routier - pneus et freins ; moins de 0,05% pour revêtement de surface | $PM_{2.5}$ | | **EPA Tier 3/4 OK**; <3/4- interdiction Dalhousie et Henri-Bourassa ou autre mesure | |
| Transport Routes pavées | PST; $PM_{2.5}$ | | Responsabilité fédéral et CN et intelligence artificielle ; optimisation de vitesse et gestion des modes en ralenti | |
| Transport Routes non pavées | PST; $PM_{2.5}$ | | Pavage et verdissement des ruelles | |
| Transport Construction | PST; $PM_{2.5}$ | | Nettoyage des camions et de leurs pneus lors de leur sortie sites des chantiers | |
| | | | Nettoyage des sites des chantiers plus fréquent dans le secteur à l'étude | |

| Activités Émettrices Locales | Contaminants émis | Moyens mis en place et/ou prévus | Recommandations | Autres |
|---|---|---|---|---|
| | | | Inspiration des guides du MTQ et autres dans la gestion de construction de grands chantiers | |
| | | | Véhicules électriques et/ou hybrides sur le chantier | |
| Transport Hors-route | PST; $PM_{2.5}$ | | | |
| Transport Maritimes (Cargos) | $PM_{2.5}$; COV; HAP: NOx | | Électrification des quais | |
| Transport Maritimes (Croisières | $PM_{2.5}$; COV; HAP: NOx | | Électrification des quais | |
| | | | Carburant variable à teneur de soufre différente | |
| Transport Ferroviaire | $PM_{2.5}$; COV; HAP: NOx | | 4 locomotives de manœuvre entre port et Charny | |
| | | | Électrification (local - moteur hybride) | |
| | | | Responsabilité fédéral et CN et intelligence artificielle; optimisation de vitesse et gestion des modes en ralenti | |
| Transbordement et manipulations de minerais en vrac | PST; $PM_{2.5}$; Ni, métaux | Opérations sous couverts | Monitoring en temps réel à l'aide de Lasers tels que le LiDAR de l'INO | |
| | | Humidifications des matériaux | Mise en place et suivi de mesures d'atténuations selon les méthodes prescrites dans les Guides de gestion des PM | Potentiel pour poussières en suspension venant de W Birch |
| | | Opérations à l'arrêt lors de grands vents | | |
| | | Verdissement des ruelles, des parcs et ceinture verte | | |
| Manipulation & entreposage d'autres agrégats (Ex. Excavation) | PST; $PM_{2.5}$ | | Inventaire des sites | |
| | | | Inspections et vérifications des mesures en place pour atténuer l'émissio et l'érosion de PM et $PM_{2.5}$ | |
| | | | Mise en place et suivi de mesures d'atténuations selon les méthodes prescrites dans les Guides de gestion des PM | |
| Activités de soudure | $PM_{2.5}$; Ni, métaux | | Inventaire des lieux où de la soudure est effectuée, des types de soudure et électrodes utilisés et des moyens de mitigations mis en place | |
| | | | Mise en place et suivi de mesures d'atténuations selon les méthodes prescrites tels que d'avoir des dépoussiéreurs sur tous les postes de soudure FLUX et Mig (GMAW) | |
| Activités de colles et peintures (carrosseries et industrie. du bois) | $PM_{2.5}$; COV; HAP | | Inventaire des lieux où L'application de peintures est effectuée, des type de peintures appliquées et des moyens de mitigations mis en place | |

| Activités Émettrices Locales | Contaminants émis | Moyens mis en place et/ou prévus | Recommandations | Autres |
|---|---|---|---|---|
| | | | Mise en place et suivi de mesures d'atténuations selon les méthodes prescrites tels que l'installation de cabines de peintures avec filtres et vérification de la maintenance et des changements des filtres | |
| Activités de recyclage de métaux et minerais | PST; $PM_{2.5}$; Ni, métaux, COV, HAP | | Inventaire des lieux et des opérations ayant lieu sur les sites de recyclag de métaux et minerais et des moyens de mitigations mis en place | |
| | | | Mise en place et suivi de mesures d'atténuations selon les méthodes prescrites | |
| Industries : P&P | PST; $PM_{2.5}$; COV, odeurs | | | |
| Incinération des déchets | $PM_{2.5}$; NOx, SOX, COV, HAP, Diox&Fur; odeurs | | | |
| Incinération - institutions médicales et crématoir | $PM_{2.5}$; NOx, SOX, COV, HAP, Diox&Fur; odeurs | | | |
| Épandages hivernaux | PST; $PM_{2.5}$; Na | | | |
| Nettoyage de rues | PST; $PM_{2.5}$; Na | | | |
| Nettoyage de stationnements, aires ouvertes | PST; $PM_{2.5}$; Na | | | |
| Dépôt à neige | PST; $PM_{2.5}$; Na | | | |
| Agriculture | PST; $PM_{2.5}$; COV, odeurs, NH3 | | | |
| | $PM_{2.5}$; COV; HAP: NOx | | | |
| Autres sources | $PM_{2.5}$; ? | | | |
| Sources non-locales [a,b,c] | $PM_{2.5}$; NOx; SOX | | | |

## Tableau AT6.1 - Comités actifs dans le secteur Limoilou-Basse-Ville

| Organisation | Mandat ou objectifs | Participants | Activités |
|---|---|---|---|
| **CICEL** (2013)<br><br>Comité intersectoriel sur la **c**ontamination environnementale et la qualité de l'air dans l'arrondissement La Cité-Limoilou<br><br>Formé sur la base des pouvoirs du Directeur de la santé publique, en vertu de l'article 55 de la Loi sur la santé publique (LRQ S-2.2)<br><br>Site internet : ?? | - Réduire à la source les émissions de contaminants dans l'air ambiant provenant de l'arrondissement La Cité-Limoilou<br><br>- Mettre en place des mesures de mitigation appropriées et réalistes qui permettront de réduire la contamination dans l'air ambiant | – Administration portuaire de Québec (APQ);<br>– Fer et métaux américains (AIM)<br>– Conseil régional de l'environnement – Région de la Capitale- Nationale (CRE-CN);<br>– Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale (CIUSSS-CN) : Direction de santé publique (DSPublique); Direction des ressources humaines et des communications<br>– Glencore<br>– Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) : Centre de contrôle environnemental de la Capitale-Nationale et de la Chaudière- Appalaches; Direction de la qualité de l'air et du climat;<br>– Ministère des Transports (MTQ), Direction générale de la Capitale-Nationale; | Rencontres régulières<br>– Planification et suivi de plans d'action triennaux<br>– Suivi et état d'avancement de projets /activités par les membres<br>– Présentations par conférenciers externes<br><br>Bilan annuel |

| Organisation | Mandat ou objectifs | Participants | Activités |
|---|---|---|---|
| | | – Papiers White Birch (usine de Stadacona);<br>– QSL – Arrimage Québec (QSL);<br>– Ville de Québec : Division prévention et contrôle environnemental; Direction de la Valorisation énergétique; Présidence de l'Arrondissement La Cité-Limoilou | |
| **CVAP** (2013)<br>Comité de vigilance des activités portuaires<br>Formé par la Ville de Québec et le gouvernement provincial, à la suite des épisodes de poussière rouge.<br>Le CVAP se veut consultatif, indépendant, neutre et non partisan… | – Vérifier si l'exploitation portuaire s'effectue en conformité avec les normes applicables, dans le respect des exigences environnementales et des meilleures pratiques en ce domaine;<br>– Documenter, vulgariser et communiquer les impacts sur la santé et sur l'environnement liés aux activités du Port de Québec; | Personnes issues d'organisations représentatives des citoyens et des groupes touchés par les activités portuaires :<br>– Conseil municipal - 2 Membres votants<br>– Conseils de quartier – 5 membres votants<br>– Conseil régional de l'environnement de la Capitale-Nationale - 1 membre votant<br>– Ville de Québec – 1 membre non votant<br>– Direction régionale de la santé publique – 1 membre non votant<br>– Port de Québec – 1 membre non votant | Rencontres régulières |

| Organisation | Mandat ou objectifs | Participants | Activités |
|---|---|---|---|
| | – Identifier des actions permettant l'atteinte de la mission du Comité;<br>– Assurer la mise en place d'un processus d'amélioration progressive et le maintien des acquis;<br>– Maintenir un climat de collaboration entre les différentes parties concernées de façon à établir un dialogue constructif;<br>– Influencer les instances concernées en vue de réaliser sa mission;<br>– Rendre publiquement compte de ses actions. | Note : La composition et le mandat du CVAP doivent faire l'objet d'une évaluation après dix-huit mois. | |
| **CVGMR (2005)** | – Assurer la vigie des émissions atmosphériques, du bon fonctionnement de l'incinérateur et le suivi des | Représentants des citoyens (5)<br>● citoyen du secteur Vieux-Limoilou (1)<br>● citoyen du secteur Maizerets (1) | |

| Organisation | Mandat ou objectifs | Participants | Activités |
|---|---|---|---|
| Comité de Vigilance de la Gestion des Matières Résiduelles<br><br>site web du CVGMR | plans de mise en œuvre de l'agglomération de Québec du Plan métropolitain de gestion des matières résiduelles<br>– Faire des recommandations à l'exploitant concernant l'élaboration et la réalisation de mesures propres à améliorer le fonctionnement de l'équipement d'incinération, soit atténuer ou supprimer les impacts de l'incinérateur sur le voisinage<br>– Faire des recommandations à la Ville concernant l'élaboration et la mise en œuvre du plan de mise en œuvre de l'agglomération de Québec du Plan métropolitain de gestion des matières résiduelles de la | • citoyen du secteur Lairet (1)<br>• citoyens d'autres secteurs (2)<br><br>Représentants des groupes environnementaux (3)<br><br>Représentant du milieu socio-économique de l'Arrondissement (1)<br><br>Représentants du milieu municipal (3)<br>• élus de l'Arrondissement Limoilou (2)<br>• élu de la Ville de Québec (1)<br><br>Représentants de la Communauté métropolitaine de Québec (1)<br><br>Représentants de la Ville de Québec (3)<br>• Service de l'environnement - Ville de Québec (1)<br>• Service des travaux publics - Ville de Québec (1)<br>• Arrondissement de Limoilou (1)<br><br>Représentant de la Santé publique (1)<br><br>Note : Au besoin, d'autres experts et personnes-ressource (ex. : MELCC) peuvent aussi être invités à | |

| Organisation | Mandat ou objectifs | Participants | Activités |
|---|---|---|---|
| | Communauté métropolitaine de Québec<br>– Donner à des représentants du voisinage et à des organismes les moyens concrets de s'informer sur les opérations de l'équipement d'incinération et sur les projets en développement, d'en évaluer les conséquences, d'en assurer le suivi et de transmettre à la population les renseignements pertinents sur la gestion des équipements<br>– Vérifier si l'exploitation s'effectue en conformité avec les normes applicables et dans le respect des exigences environnementales. | apporter des renseignements sur des sujets précis et pour répondre aux questions des participants. | |

| Organisation | Mandat ou objectifs | Participants | Activités |
|---|---|---|---|
| **CVFL** (2014)<br>Comité de Vigilance Ferroviaire de Limoilou<br><br>L'accumulation de preuves sur les lacunes de sécurité ferroviaire a mené à la création du Comité de vigilance. | - Intervenir pour que le transport par train dans le centre-ville de Québec soit sécuritaire<br>- S'assurer que les différents intervenants soient en communication et que toute l'information à ce sujet circule en toute transparence notamment de manière à planifier correctement les mesures d'urgences et à intervenir le mieux possible en cas d'incident | Le comité a rassemblé à l'origine des parents dont les enfants étudient dans les écoles du quartier Limoilou, collés le long de la voie ferrée. | Transport de matières dangereuses par train<br><br>Projet d'agrandissement du Port de Québec<br><br>**Le CVFL semble inactif depuis 2021** |
| **Initiative Citoyenne de Vigilance du Port de Québec (2013)**<br>https://www.vigilanceportdequebec.com/ | Colliger et diffuser l'information sur les impacts environnementaux des activités industrielles au Port de Québec. | Regroupement de citoyens, membres sympathisants | Recours collectifs<br>Mémoires<br>Rapports<br>Lettres<br>Activités médiatiques, Etc.<br>Voir les réalisations sur le site internet |

| Organisation | Mandat ou objectifs | Participants | Activités |
|---|---|---|---|
| **CCPC** (2012)<br>Comité de Cohabitation Port – Communauté<br><br>https://jeparticipe.portquebec.ca/ | - Créer un espace de dialogue favorisant des échanges en continu entre le Port de Québec et des représentants et représentantes de la communauté<br>- Favoriser la prise en compte des intérêts, attentes et préoccupations de la communauté dans la gestion des projets et activités se déroulant sur le territoire du Port de Québec<br>- Échanger avec les personnes du milieu à propos des facteurs favorisant la bonne cohabitation Produire et diffuser de l'information pour la population générale | Le Comité est composé d'un maximum de vingt personnes.<br>Les membres participent de façon volontaire.<br>Ils sont désignés par les organismes participants et la Nation Huronne-Wendat, le cas échéant.<br>La composition du Comité est distribuée entre le Port, ses usagers, les organismes du milieu, les représentants du voisinage, le milieu municipal et la Nation https://ethique.gouv.qc.ca/fr/actualites/ethique-hebdo/eh-2022-04-22/Huronne-Wendat | Échanges d'informations dans le cadre de rencontres des membres<br><br>4 rencontres / année<br>CR disponibles sur le site internet |
| **Collectif des parents inquiets de Limoilou** | | | |

# ANNEXE 3

# BILANS DU CICEL

Agence de la santé
et des services
sociaux de la Capitale-
Nationale
Québec

# BILAN DE L'AN 1 (2013-2014)

## Comité intersectoriel

## sur la contamination environnementale

## dans l'arrondissement La Cité-Limoilou

Santé pour tous

30 septembre 2014

# TABLE DES MATIÈRES

## Table des matières

1. Contexte ..... 3
2. Mandat du Comité et composition ..... 4
3. Bilan des activités du CICEL ..... 5
4. Volet communications ..... 6
5. Bilan des activités des membres du Comité pour actualiser les recommandations ..... 6
5.1 Méthodologie ..... 6
5.2 Recommandations du directeur de santé publique ..... 6
Recommandations aux générateurs de risque ..... 6
Recommandations au MDDELCC ..... 7
Recommandations à la Ville de Québec ..... 7
Recommandations au MTQ ..... 7
5.3 Synthèse des résultats du questionnaire ..... 7
6. Perspectives ..... 9

## 1. Contexte

L'arrondissement La Cité-Limoilou présente un cumul de facteurs de risques environnementaux et de nuisances pour la santé de sa population qui mérite une approche globale et concertée. Un épisode de contamination par des matériaux transbordés au port de Québec a été l'élément déclencheur d'une mobilisation citoyenne importante dès octobre 2012. La Direction régionale de santé publique (DRSP) de l'Agence de la santé et des services sociaux de la Capitale-Nationale a déposé un avis de santé publique en avril 2013 portant spécifiquement sur le nickel. Dans cet avis, le directeur de santé publique concluait ainsi sur les effets du nickel sur la santé:

> *« Le nickel et ses composés, comme plusieurs autres contaminants présents dans La Cité-Limoilou peuvent entraîner des problèmes de santé chez une personne exposée, selon la concentration du contaminant dans l'air et la durée d'exposition. L'analyse réalisée par la DRSP à partir des informations disponibles permet d'affirmer que* ***la population en général ne devrait pas ressentir d'effets significatifs sur sa santé à court terme.*** *Par contre, les personnes hypersensibles ou ayant d'une allergie au nickel pourraient être affectées. […] De même, si les concentrations de nickel ne diminuent pas dans l'air, les taux de nickel présents pourraient contribuer à favoriser le développement d'un très petit nombre de cancers dans la population de La Cité-Limoilou (pour une exposition qui dure toute la vie).* ***Mais même si ce risque est relativement faible, il apparaît nécessaire d'agir compte tenu du fait qu'il s'agit d'un cancérigène*** *(pour certains composés de nickel seulement cependant)* ***pour lequel il est possible de réduire l'exposition.*** *De plus, le nickel s'additionne à de nombreux autres contaminants cancérogènes dans l'air, dans l'alimentation et à d'autres facteurs de risque comme les habitudes de vie incluant le tabagisme. Ainsi,* ***il convient de réduire au maximum les émissions dans l'air de contaminants. »***

L'avis de santé publique concluait sur une perspective plus large :

> *Toutefois, le nickel ne représente qu'un des éléments qui contaminent l'air de ce territoire. En effet, toute une gamme de polluants présents dans l'air ambiant de cette zone industrielle et de la zone résidentielle riveraine affecte la qualité de l'air qui est un déterminant important de la santé. […] En conséquence, il est clair que le dossier de la qualité de l'air doit être traité dans son ensemble et que le directeur de santé publique doit pouvoir compter sur les organisations/autorités/instances concernées pour atteindre ses objectifs de protection de la population et de réduction des risques dans ce territoire.*

L'avis de santé publique se terminait sur une série de recommandations que nous reprendrons dans la section 4 du présent bilan.

Certes, les citoyens de l'arrondissement La Cité-Limoilou apprécient leur vie de quartier. Toutefois, cela s'accompagne de désagréments tels qu'un cumul de facteurs de risque, notamment un volume important de trafic routier (voitures et camions) qui circule dans le quartier, un incinérateur qui fonctionne à plein rendement, un port

de manutention de matériaux en vrac très actif et diverses industries de tailles variées. Même si les émissions de ces différents générateurs de risque, pris individuellement, demeurent souvent à l'intérieur des normes imposées, elles contribuent à la charge polluante de l'arrondissement. Cette situation préoccupe la DRSP depuis quelques années déjà.

Dans ce contexte, le directeur de santé publique a souhaité mobiliser plusieurs acteurs, dont le milieu industriel du secteur, la Ville de Québec, les ministères et des représentants-citoyens en vertu de l'article 55 de la Loi sur la santé publique (LRQ S-2.2) qui stipule que :

> *« Lorsqu'un directeur de santé publique constate l'existence ou craint l'apparition dans sa région d'une situation présentant des risques élevés de mortalité, d'incapacité ou de morbidité évitable pour la population ou pour un groupe d'individus et qu'à son avis, il existe des solutions efficaces pour réduire ou annihiler ces risques, il peut demander formellement aux autorités, dont l'intervention lui paraît utile, de participer avec lui à la recherche d'une solution adéquate dans les circonstances. »*

Le ***Comité intersectoriel sur la contamination environnementale et la qualité de l'air dans l'arrondissement La Cité-Limoilou*** (CICEL) était donc ainsi créé. La première tâche des membres conviés a été d'adopter un mandat de même qu'un calendrier de travail. Selon le directeur de santé publique, ce lieu d'échanges et de discussions doit permettre la conciliation des usages en abordant globalement et collectivement le problème de la contamination environnementale dans La Cité-Limoilou.

## 2. Mandat du Comité et composition

L'énoncé du mandat du Comité tel qu'adopté par ses membres le 16 décembre 2013 se lit ainsi :

- Réduire à la source les émissions de contaminants dans l'air ambiant provenant de l'arrondissement La Cité-Limoilou.
- Mettre en place des mesures de mitigation appropriées et réalistes qui permettront de réduire la contamination dans l'air ambiant.

Le Comité est une instance de concertation visant l'échange d'information, la compréhension de la problématique et la proposition d'actions que chaque autorité/instance/organisation prendra dans le respect de ses responsabilités afin de répondre au mandat du Comité.

Le mandat du Comité est reconduit en avril de chaque année. À cet égard, les membres du Comité ont statué, lors de leur rencontre du 28 avril 2014, de reconduire les travaux du Comité tant que la qualité de l'air ambiant ne serait pas significativement améliorée.

Les autorités/instances/organisations qui siègent actuellement à ce Comité sont :

- Administration portuaire de Québec (APQ);
- AIM;
- Arrimage du Saint-Laurent (ASL);
- Centre de santé et de services sociaux de la Vieille-Capitale (CSSS-VC);
- Conseil régional de l'environnement région de la Capitale nationale (CRE-CN);
- Direction régionale de santé publique (DRSP);
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques (MDDELCC);
- Ministère du Transport du Québec (MTQ);
- Papiers White Birch (usine de Stadacona);
- Ville de Québec.

## 3. Bilan des activités du CICEL

La fréquence des rencontres a été fixée à un maximum de quatre (4) par année. Toutefois, elle pourra être augmentée selon l'état de la situation. Quoi qu'il en soit, les membres du Comité ont été assidus à participer et se sont rencontrés à quatre (4) reprises depuis avril 2013. Les rencontres ont eu lieu les 4 et 25 avril 2013, le 16 décembre 2013 et le 28 avril 2014, pour un total de près de 11 heures de rencontres.

Au cours de ces rencontres, les membres ont :

- assisté à une présentation de la situation d'un point de vue de santé publique;
- défini et adopté le mandat du CICEL;
- pris connaissance de l'avis de santé publique sur le nickel;
- revu les recommandations du directeur de santé publique et fait le point à leur égard;
- assisté à la présentation des organisations membres (opérations, mesures de mitigation, plans futurs);
- fait un état de situation du suivi des recommandations du directeur de santé publique afin de préparer le bilan de l'an 1;
- discuté du volet communications lié à ce dossier.

# 4. Volet communications

En matière de communication, les enjeux ont été nombreux. D'abord en ce qui a trait au dépôt de l'avis de santé publique en avril 2013, à la création du comité intersectoriel et en ce qui concerne les mesures mises en place par les différents acteurs afin de limiter les impacts environnementaux reliés à leurs activités respectives.

Une conférence de presse, des demandes médias et des entrevues ont été réalisées sur différents objets reliés tant à la position de la santé publique sur les effets sur la santé du nickel, que sur les travaux menés par le comité intersectoriel. Une veille médiatique est effectuée et un suivi des enjeux de communication est fait à chacune des rencontres du comité.

# 5. Bilan des activités des membres du Comité pour actualiser les recommandations

## 5.1 Méthodologie

Pour établir le suivi des recommandations du directeur de santé publique, un questionnaire a été distribué à tous les membres du comité le 11 avril dernier. Le questionnaire visait à documenter à quel point les membres avaient réussi à atteindre les recommandations qui leur avait été adressées (voir section 5.2) et, le cas échéant, les raisons qui les en avaient empêchés. Par la même occasion, les membres étaient invités à faire des suggestions relativement au fonctionnement du comité, à la mise en œuvre des actions, à la collaboration entre les membres du comité et concernant des moyens pour atteindre les objectifs du comité. Tous les membres ont répondu au questionnaire.

## 5.2 Recommandations du directeur de santé publique

Dans son avis de santé publique daté d'avril 2013, le directeur de santé publique a formulé huit recommandations qui s'adressaient tantôt aux générateurs de risque, au MDDELCC, au MTQ ou à la Ville de Québec. Nous reprenons dans les lignes qui suivent chacune de ces recommandations :

### Recommandations aux générateurs de risque

1. Qu'ils développent ou actualisent leur plan d'action visant à réduire la contamination par le nickel et les autres contaminants.

2. Qu'ils mettent en place les bonnes pratiques pour faire en sorte que leurs opérations génèrent le moins de contamination possible pour les citoyens riverains.

3. Qu'ils impliquent les citoyens riverains dans leur prise de décision concernant la gestion des risques environnementaux associés à leurs activités.

### Recommandations au MDDELCC

4. Qu'il suive l'évolution de la contamination par le nickel et les autres contaminants de l'air ambiant (en particulier : NO, particules, ozone, SO2, CO) associés aux activités industrielles locales dans le temps pour que l'efficacité des mesures mises en place par les générateurs de risque puisse être appréciée.

5. Qu'il réalise un bilan de la contamination des sols par le nickel et d'autres contaminants, en particulier : métaux (Pb, Hg, Ni, Be, Cr, Cd) et composés organiques semi-volatils (HAP, PCDD/F, BPC) dans les secteurs riverains des activités industrielles de La Cité-Limoilou.

6. Qu'il assure, pour une période de trois ans, d'obtenir des mesures sur les contaminants atmosphériques pour l'ensemble du territoire de La Cité-Limoilou, afin d'apprécier l'efficacité des mesures mises en place par les générateurs de risque et qu'il en saisisse le directeur de santé publique rapidement.

### Recommandations à la Ville de Québec

7. Qu'elle intensifie ses activités de nettoyage et de verdissement (incluant le recouvrement des sols à nu) dans l'arrondissement La Cité-Limoilou.

### Recommandations au MTQ

8. Qu'il intensifie ses activités de nettoyage le long des routes et autoroutes sous sa responsabilité, situées dans l'arrondissement La Cité-Limoilou.

## 5.3 Synthèse des résultats du questionnaire

Une synthèse des résultats est présentée ci-dessous.

**En somme :**

- Tous les membres du comité ont répondu au questionnaire.

En ce qui concerne les générateurs de risque :

- Le niveau d'atteinte des recommandations varie de 50 % à 100 %;
- Les recommandations ont été bien comprises et des actions ont déjà été entreprises, toutefois des considérations administratives (ex. : obtention de certification, élaboration d'une stratégie d'actions plus étoffée) font en sorte qu'il reste du travail à faire, mais les générateurs ont démontré une volonté à poursuivre le travail;
- Les actions mises en place ont ciblé principalement des mesures de réduction des intrants et des extrants, des ajouts/modifications dans la manière de mener les opérations, de la surveillance des émissions de même que la recherche d'une plus grande concertation avec les citoyens riverains et les partenaires.

En ce qui concerne la Ville de Québec :

- En matière de verdissement, le niveau d'atteinte des recommandations a dépassé les objectifs.
- La Ville assure la gestion d'un programme de revitalisation par verdissement des ruelles situées sur l'ensemble du territoire incluant l'arrondissement La Cité-Limoilou.
- La Ville a poursuivi son programme de plantation d'arbres et d'arbustes en vue de le compléter en 2015.
- En matière de nettoyage le long des routes et autoroutes sous sa responsabilité, le niveau d'atteinte de la recommandation est complet.
- Ainsi le programme de nettoyage a été bonifié, passant de deux interventions par année à cinq par année avec la possibilité d'une intervention supplémentaire en fin de saison selon la météo.

En ce qui concerne le MDDELCC :

- Le niveau d'atteinte des recommandations varie de « en cours » à « en partie » à « complètement ».
- Ainsi, le MDDELCC poursuit la surveillance de l'évolution de la contamination par le nickel à partir de la station Des Sables et Beaucage. Ces résultats ont été divulgués sur le site Internet du MDDELCC jusqu'en décembre 2013. Par la suite, les normes horaire et annuelle de nickel dans les particules totales en suspension (PST) ayant été remplacées par une norme journalière (24 heures) de nickel présent dans les particules de moins de 10 microns ($PM_{10}$), il y a eu une période (janvier à juillet 2014) pendant laquelle les données de nickel n'ont pas été publiées sur Internet. Elles étaient toutefois transmises à la DRSP. Depuis juillet 2014, une figure disponible sur Internet est amendée mensuellement, indiquant la proportion des échantillons prélevés qui respectent la norme journalière de nickel dans les $PM_{10}$.
- Il a réalisé un bilan de la contamination des sols par le nickel et autres métaux. Toutefois, le bilan de la contamination par les composés organiques semi-volatils dans les sols n'a pas été réalisé.
- Enfin, la surveillance sur une période de trois ans est présentement en cours pour l'ensemble du territoire de La Cité-Limoilou.

En ce qui concerne le MTQ :

- La recommandation adressée au MTQ n'a pas été mise en œuvre en raison de problème contextuel (secteur en construction). Toutefois, le représentant du MTQ nous assure que des mesures seront prises en accord avec la Ville de Québec dans un avenir rapproché.

**En somme,** le directeur de santé publique (DSP) est satisfait des travaux du CICEL et de la participation de ses membres. Les générateurs de risque ont appliqué et mis en place une série de mesures en cohérence avec les recommandations du DSP. Ces mesures contribueront à améliorer la connaissance de la contamination environnementale dans le secteur et à améliorer la qualité de l'air dans La Cité-Limoilou. L'adéquation des mesures mises en place pour améliorer la qualité de l'air ambiant avec des données d'échantillonnage permettra, dans les années à venir, d'objectiver la pertinence de ces mesures.

## 6. Perspectives

Les membres du Comité intersectoriel sur la contamination environnementale dans l'arrondissement La Cité-Limoilou sont sensibles à la situation qui prévaut dans le secteur et réitèrent leur engagement à poursuivre leurs travaux en cohérence avec le mandat du comité en vue de réduire à la source les émissions de contaminants dans l'air ambiant et, le cas échéant, de mettre en place les mesures de mitigation appropriées et réalistes permettant de réduire la contamination de l'air ambiant dans le secteur La Cité-Limoilou.

Pour ce contexte,

1) des échanges auront lieu avec l'ensemble des membres du comité pour déterminer un plan d'action conjoint couvrant la période 2014-2015 (an 2) et 2015-2016 (an 3);
2) la Direction régionale de santé publique présentera une analyse complémentaire à l'avis de santé publique déposé en avril 2013 pour faire état de la situation actuelle dans le secteur visé relativement au nickel et ses effets à la santé.

Centre intégré
universitaire de santé
et de services sociaux
de la Capitale-Nationale
Québec
Direction de santé publique

# BILAN DES ANS 2 ET 3 (2014-2016)

## Comité intersectoriel
## sur la contamination environnementale
## dans l'arrondissement La Cité-Limoilou

Santé pour tous

Juin 2017

# TABLE DES MATIÈRES

## Table des matières

1. Mise en contexte ..... 3
2. Bilan des activités du CICEL ..... 4
3. Bilan des actions spécifiques des membres du CICEL ..... 5
4. Évaluation du Directeur de santé publique et perspective d'avenir ..... 10
5. Conclusion ..... 11

## 1. Mise en contexte

En avril 2013, le Comité intersectoriel sur la contamination environnementale et la qualité de l'air dans l'arrondissement La Cité-Limoilou (CICEL) était créé. À ce moment, le Directeur de santé publique (DSP) était préoccupé à savoir si la qualité de l'air ambiant dans le secteur de Limoilou entraîne l'apparition d'une situation présentant des risques élevés de mortalité, d'incapacité ou de morbidité évitable pour la population. Le DSP a alors utilisé ses pouvoirs qui, en vertu de l'article 55 de la Loi sur la santé publique (LRQ S-2.2), lui permet de mobiliser plusieurs acteurs, dont le milieu industriel du secteur, la Ville de Québec, les ministères et des représentants-citoyens pour rechercher des solutions.

Les autorités/instances/organisations qui siègent actuellement sur ce Comité sont :

- Administration portuaire de Québec (APQ);
- AIM;
- Conseil régional de l'environnement de la Capitale nationale (CRE-CN);
- Le Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale (CIUSSS-CN) :
  - Direction de santé publique du CIUSSS-CN (DSPublique);
  - Direction des ressources humaines et des communications.
- Glencore
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques (MDDELCC);
  - Centre de contrôle environnemental de la Capitale-Nationale et de la Chaudière-Appalaches;
  - Direction du suivi de l'état de l'environnement.
- Ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports (MTMDET);
- Papiers White Birch (usine de Stadacona);
- QSL – Arrimage Québec;
- Ville de Québec;
  - Direction du Développement durable;
  - Direction de la Valorisation énergétique;
  - Présidence de L'Arrondissement La Cité-Limoilou.

Le mandat du Comité est de :

- réduire à la source les émissions de contaminants dans l'air ambiant provenant de l'arrondissement La Cité-Limoilou;
- mettre en place des mesures de mitigation appropriées et réalistes qui permettront de réduire la contamination dans l'air ambiant.

Au cours de la première année d'existence du Comité, les organisations membres ont participé à quatre rencontres, se sont vues attribuer des recommandations et ont dû faire une évaluation de l'atteinte de ces recommandations. Un « Bilan de l'an 1 (2013-2014) » présentait ces recommandations et faisait état des activités réalisées par le CICEL et ses membres. Dans ce bilan, le DSP se disait satisfait des travaux du CICEL et de la participation de ses membres. Les générateurs de risque ont appliqué et mis en place une série de mesures en cohérence avec les recommandations du DSP. Toujours selon le directeur, ces mesures contribuent à améliorer la connaissance de la contamination environnementale dans le secteur et à améliorer la qualité de l'air dans La Cité-Limoilou.

Le présent document, « Bilan des ans 2 et 3 (2014-2016) », présente les activités réalisées par le CICEL durant les deux années subséquentes ainsi que les actions spécifiques réalisées par chacune des organisations membres du CICEL. Ce document se conclut par une évaluation du DSP et des perspectives pour l'avenir.

## 2. Bilan des activités du CICEL

D'avril 2014 à décembre 2016, le CICEL s'est réuni à cinq reprises. Au cours de ces rencontres, les principaux sujets abordés étaient :

28 avril 2014

- La portée du CICEL;
- Le bilan de la première année des activités du CICEL et sa diffusion;
- Présentation des activités de réduction des émissions environnementales de Papiers White Birch;
- Le volet « communications » de la santé publique en lien avec la qualité de l'air ambiant à Limoilou et les activités du CICEL;
- Tour de table des activités menées par les membres en matière de contrôle des émissions environnementales.

16 juin 2014

- Présentation d'AIM sur ses opérations et ses mesures mises en place pour contrôler les contaminants;
- Retour sur les travaux du comité de relations de l'APQ avec la communauté;
- Retour sur les travaux du Comité de vigilance des activités portuaires;
- Information du MDDELCC sur le réseau de surveillance de la qualité de l'air (indice de la qualité de l'air à Limoilou);
- Présentation de la DSPublique sur l'état de situation sur la présence de nickel dans l'air du secteur Limoilou et production de son avis complémentaire sur le nickel;
- Présentation du « Bilan de l'an 1 (2013-2014) » du CICEL;
- Volet communication en lien avec les nombreuses demandes médiatiques sur les activités du CICEL;
- Tour de table des activités menées par les membres en matière de contrôle des émissions environnementales.

16 décembre 2015

- Retour sur les travaux des comités en lien avec les activités portuaires;
- Présentation du projet Limoilou de la DSPublique sur la caractérisation globale des principaux contaminants et de nuisances environnementales dans l'environnement physique de Limoilou.

14 septembre 2016

- État d'avancement du projet « Limoilou, mon environnement, ma santé » par la DSPublique;
- État d'avancement du plan de communication;
- Révision du mandat et la composition du CICEL;
- Bilans des ans 2 et 3;
- Tour de table des activités menées par les membres en matière de contrôle des émissions environnementales.

16 décembre 2016

- État d'avancement du projet « Limoilou, mon environnement, ma santé » par la DSPublique;
- Bilans des ans 2 et 3;
- Présentation du projet d'agrandissement du Port de Québec par l'APQ.

## 3. Bilan des actions spécifiques des membres du CICEL

Chacune des organisations du Comité ont été invitées à faire le bilan de leurs activités réalisées entre avril 2014 et octobre 2016. Elles ont reçu un questionnaire adapté selon leurs responsabilités et selon les recommandations qui leur avaient respectivement été attribuées, à la suite de la création du CICEL, dans le rapport du DSP sur la contamination atmosphérique dans l'arrondissement La Cité-Limoilou. Pour les générateurs de risques, les questions portaient notamment sur la nature des nouvelles actions posées pour réduire la contamination de l'air, sur leurs intentions pour le futur, sur les indicateurs ou le portrait de l'efficacité des mesures mises en place ainsi que sur les façons d'impliquer la communauté pour la gestion des risques environnementaux associés à leurs activités. Le MTMDET et la Ville de Québec ont été plus particulièrement questionnés sur leurs activités de nettoyage. En outre, la Ville de Québec devait décrire ses activités de verdissement ainsi que celles en lien avec l'incinérateur. Les questions adressées au MDDELCC concernaient plus spécifiquement la surveillance de la qualité de l'air dans le secteur Limoilou. Finalement, le CRE a été questionné sur leurs actions et interventions ayant comme objectif l'amélioration de la qualité de l'air dans l'arrondissement La Cité-Limoilou.

Les tableaux qui suivent présentent les actions réalisées par chacune des organisations membres du CICEL au cours des années 2014 à 2016.

## Les actions menées par les générateurs de risque

| | Actualisation du plan d'action et mise en place de nouvelles pratiques visant à réduire la contamination de l'air ambiant | Indicateurs pour qualifier et quantifier l'atteinte des objectifs d'amélioration | Portrait de la réduction des émissions | Implication des citoyens dans la prise de décision pour la gestion des risques environnementaux |
|---|---|---|---|---|
| **Glencore** | • Amélioration des opérations;<br>- système de brouillard pour la captation des particules;<br>- collecteur de poussière;<br>- surveillance instantanée des opérations;<br>- étanchéité des points de wagon/chargement/transfert;<br>- dépoussiérage;<br>- dispositifs d'alerte précoce.<br>• Certification ISO 14001;<br>• Programme de surveillance de la qualité de l'air;<br>- stations localisées aux limites de la propriété et ailleurs dans Limoilou;<br>- cycle de trois jours plutôt que six (norme).<br>• Mise en place d'un programme d'amélioration continu pour réduire les émissions de poussières;<br>- plan de balayage;<br>- achat d'un système Dust Trak;<br>- audit des pratiques de maintenance;<br>- étude des options pour la suppression des concentrés de cale;<br>- étude de l'utilisation d'une aide visuelle pour le fonctionnement du brouillard sec;<br>- travailler avec QSL sur la gestion des déchets. | • Pour les systèmes de déchets et d'eaux usées : mesure du volume d'eaux usées générées par les pulvérisateurs à sec utilisés pour l'atténuation de la poussière des navires de chargement/déchargement;<br>• Collecte et analyse d'échantillon d'air ambiant. | • Les analyses de l'air ambiant indiquent une réduction de la poussière à Limoilou. | • Présentation des projets auprès de différentes organisations dont certaines impliquent des citoyens;<br>- Port de Québec;<br>- QSL;<br>- Comités de vigilance;<br>- Ville de Québec;<br>- Direction de santé publique;<br>- Ministères (MDDELCC, MSSS, MESI, MERN). |
| **Papiers White Birch** | • Investigation, analyse d'événements, consultation interne et externe, investissements et mise en place d'un programme pour améliorer l'efficacité des systèmes antipollution ainsi que pour réduire l'impact environnemental des opérations;<br>• Mise en place d'équipements de mesure de la qualité de l'air;<br>• Optimisation des équipements actuels. | • Mesures instantanées annuelles et en continu des émissions. | • Réduction des émissions de particules de poussière d'environ 50 % depuis 2014. | • Traitement particulier des plaintes (contact direct avec le citoyen, investigation sur place, retour d'information), en coordination avec les autorités compétentes (Ville de Québec, les ministères). |
| **Administration portuaire de Québec** | • Le système de surveillance évolue dans un contexte d'amélioration continue qui s'adapte aux différentes technologies disponibles;<br>• Bonification des compétences en météorologie et sur les enjeux environnementaux pour la vigie et la surveillance environnementale;<br>• Ajout d'exigences environnementales supplémentaires, spécifiques à la qualité de l'air, dans les devis environnementaux pour les travaux sur le territoire du port;<br>• Développement d'un plan d'action 2017-2022 pour l'optimisation du réseau de surveillance<br>- ajout d'une station mobile. | • Surveillance et analyse de la qualité de l'air via le réseau de stations sur le territoire et dans la communauté;<br>• Suivi des plaintes et des incidents environnementaux;<br>• Développement d'un nouvel indicateur de performance en lien avec la qualité de l'air et les gaz à effets de serre dans le cadre de l'Alliance Verte;<br>• L'élaboration des Plans d'action permet la reddition de compte. | • En cours de réalisation;<br>• Un rapport 2015 pour comparer les données de la 2e Avenue avec ceux de la station du MDDELCC ($PM_{2.5}$). | • Participation sur différents comités de suivi;<br>- Comité de cohabitation port-communauté;<br>- Comité de vigilance des activités portuaires;<br>- Table de concertation régionale de Québec.<br>• Mise en ligne des données de la station de qualité de l'air de la 2e Avenue;<br>• Ajout d'une direction pour favoriser le canal de communication entre l'entreprise et la communauté;<br><u>Dans le cadre de Beauport 2020 :</u><br>1. cartographies des 140 parties prenantes pour prendre en compte les |

| | Actualisation du plan d'action et mise en place de nouvelles pratiques visant à réduire la contamination de l'air ambiant | Indicateurs pour qualifier et quantifier l'atteinte des objectifs d'amélioration | Portrait de la réduction des émissions | Implication des citoyens dans la prise de décision pour la gestion des risques environnementaux |
|---|---|---|---|---|
| | • Programme de surveillance spécifique aux travaux de construction du quai multifonctionnel (Beauport 2020) - à venir;<br>- limitation de l'érosion éolienne;<br>- pavage des surfaces;<br>- entreposage de 100 % du vrac solide sous couvert.<br>• Bonification de l'équipe « environnement » pour le maintien et le développement des meilleures pratiques;<br>• Élaboration d'un système de suivi et de gestion du bruit;<br>- mesure et identification des sources de bruit;<br>- système de gestion et de diffusion des données.<br>• Déploiement à venir d'une trame verte en périphérie du secteur portuaire de Beauport pour réduire les poussières, la luminosité, les îlots de chaleur et le bruit;<br>• Participation au sein de l'Association internationale des Villes et des Ports pour le partage des bonnes pratiques;<br>• Participation au sein du Comité environnement des utilisateurs du Port de Québec. | | | questionnements, commentaires et préoccupations de la communauté (organismes environnementaux, sociaux, et économiques et les citoyens);<br>2. journée d'information;<br>3. projet soumis volontairement au processus de l'ACÉE.<br>• Processus environnemental de participation citoyenne (PEPC) pour tous les projets réalisés en territoire portuaire qui favorise l'expression des préoccupations et des suggestions des citoyens;<br><u>Processus basé sur trois assises :</u><br>1. Informer la population et assurer la participation du public à l'intérieur du processus;<br>2. Mandater une firme indépendante pour produire les évaluations des effets environnementaux;<br>3. Prendre en compte les commentaires émis par les parties prenantes. |
| **QSL – Arrimage Québec** | • Programme de surveillance de la qualité de l'air;<br>• Mise en place d'un réseau de récupération des eaux de pluie et d'un nouveau bassin de décantation;<br>• Programme de veilles environnementales;<br>• Amélioration continue des méthodes de travail;<br>• Ajout de quatre nouveaux canons à eau pour mieux couvrir certains secteurs;<br>• Amélioration des balais aspirateurs et des camions-arrosoirs;<br>• Arrêt complet des opérations en fonction des facteurs météorologiques (vitesse et direction des vents);<br>• Certification Alliance Verte Niveau 2;<br>• Surveillances 24/7 du site au niveau sécurité et environnement. | • Mesure en continu de la qualité de l'air sur le site et en dehors du site;<br>• Collecte et analyse d'échantillons d'air ambiant. | • En cours de réalisation. | • Participation au Comité de vigilance des activités portuaires;<br>• Rencontres avec la Sécurité publique;<br>• Participation au Comité des citoyens de Cap-Blanc. |
| **AIM** | <u>Pour les installations au Port de Québec</u><br>• Réduction des poussières par :<br>- l'achat de deux canons à eau électrique (moins bruyants, moins polluants et plus efficaces);<br>- l'installation d'une « douche » au-dessus de la balance d'entrée des camions;<br>- l'arrosage du site les fins de semaine par une entreprise privée; | • | • | • |

| | Actualisation du plan d'action et mise en place de nouvelles pratiques visant à réduire la contamination de l'air ambiant | Indicateurs pour qualifier et quantifier l'atteinte des objectifs d'amélioration | Portrait de la réduction des émissions | Implication des citoyens dans la prise de décision pour la gestion des risques environnementaux |
|---|---|---|---|---|
| | - l'arrosage en permanence lors des chargements de bateau;<br>- l'arrosage régulier des piles de ferrailles durant la saison estivale;<br>- l'utilisation quotidienne (sauf les fins de semaine) d'un camion à eau muni d'une lance électrique dirigeable pour atteindre des endroits plus spécifiques;<br>- l'utilisation quotidienne d'un balai mécanique;<br>- la formation des opérateurs pour la disposition du matériel dans les piles.<br><br><u>Pour les installations au 999, bl. Montmorency</u><br>• Diminution du bruit par :<br>- la fermeture des portes de l'entrepôt lorsqu'il y a pressage du matériel plus bruyant;<br>- l'installation de tapis de caoutchouc pour l'entreposage des roues d'aluminium et dans certains conteneurs;<br>- l'arrêt du démantèlement avec les scies à béton par les clients du site;<br>- la diminution du nombre de passage de camions en provenance d'autres sites;<br>- l'utilisation de nouvelles procédures sur le maniement des ferrailles et de la machinerie;<br>- la plantation d'arbres.<br>• Réduction des poussières par :<br>- l'utilisation quotidienne d'un camion à eau et d'un balai mécanique (sauf saison hivernale);<br>- l'installation d'un couvert métallique sur des conteneurs;<br>- l'utilisation de nouvelles procédures sur le maniement des ferrailles et de la machinerie;<br>- la plantation d'arbres. | | | |

## Les actions menées par la Ville de Québec, le MTMDET, le MDDELCC et le CRE

| Ville de Québec | MTMDET | MDDELCC | CRE |
|---|---|---|---|
| Nettoyage des rues<br>• Une zone particulière de nettoyage a été créée dans le secteur Vieux-Limoilou et Maizerets (47 km de réseau routier);<br>• En plus du nettoyage printanier et automnal, ajout de 2 à 4 périodes supplémentaires de nettoyage saisonnier (balayage et arrosage) dans ce même secteur (en dehors des collectes printanière et automnale, la quantité de matière collectée est minime).<br>Verdissement<br>• À la suite des épisodes de poussière, un programme de plantation spécifique a été mis en place (de l'automne 2013 à la fin 2015), nommé « projet Limoilou », pour réduire les impacts des activités industrielles et urbaines (captation des poussières et épuration) et réduire les îlots de chaleur. Un total de 579 arbres ont été plantés;<br>• En plus du « projet Limoilou », un total de 684 arbres ont été plantés dans le cadre du programme de plantation régulier, pour un grand total de 1263 arbres entre 2013 et 2015 dans le secteur Limoilou et Maizerets-Lairets;<br>• Depuis 2016, mise en place d'un nouveau programme de plantation automnale dans différents secteurs ciblés, dont La Cité-Limoilou. À l'automne 2016, un total de 324 arbres a été planté dans l'arrondissement Limoilou.<br>Incinérateur<br>• Actualisation du plan d'action pour le respect de la norme pour le monoxyde de carbone (CO) et le mercure;<br>• Métallisation de la chambre de combustion et installation des quatre fours (2016);<br>• Étude des émissions en continu de mercure de décembre 2014 à avril 2015;<br>• Mise en place d'une nouvelle procédure de production de vapeur pour le contrôle du CO;<br>• Suivis de tous les paramètres nécessaires : particules (totales et $PM_{2.5}$), HCl, $SO_2$, CO, dioxines/furannes, chlorophénol, chlorobenzène, cadmium, chrome, plomb, arsenic, mercure, BPC, HAP, nickel, oxydes d'azote;<br>• Le portrait des indicateurs montre une amélioration des émissions pour la période 2014 à 2016 comparativement à la période 2002 à 2013 pour : particules, HCl, $SO_2$, CO;<br>• Installation prochaine (2017) d'un nouveau système d'addition de charbon actif pour le contrôle des dioxines/furannes et du mercure;<br>• Installation prochaine de brûleurs au gaz naturel (2017-2018);<br>• Participation aux rencontres du Comité de vigilance de l'incinérateur. | Nettoyage<br>• Les travaux du chantier de l'autoroute Dufferin-Montmorency sont les seules activités génératrices de poussières sous la responsabilité du MTMDET;<br>• Les activités de balayage et de nettoyage de la chaussée s'effectuent trois fois par année (mai, juin et août) sur l'autoroute Dufferin-Montmorency;<br>• Durant les travaux routiers, c'est l'entrepreneur maître du chantier qui a la responsabilité du nettoyage et du balayage;<br>• Les activités de balayage et de nettoyage seront augmentées à une intervention par mois entre les mois de mai et septembre sur le réseau autoroutier appartenant au MTMDET;<br>• D'autres chantiers majeurs sont prévus en 2017 à proximité ou à l'intérieur de l'arrondissement La Cité-Limoilou (ex. : réfection de l'éclairage, réparation et reconstruction de ponts). | • La fréquence d'échantillonnage des particules en suspension d'un diamètre inférieur à 10 µm (incluant l'analyse des concentrations de métaux) a été augmentée à la station Québec – Vieux Limoilou d'une fois aux six jours à une fois aux deux jours depuis 2013;<br>• Il n'y aura pas de changement au cours des prochaines années;<br>• La station Québec – Vieux-Limoilou est la plus complète du réseau avec le suivi en continu des particules fines, de l'ozone, des oxydes d'azote, du dioxyde de soufre et du monoxyde de carbone. Sont aussi suivis de façon séquentielle les particules fines, les particules d'un diamètre inférieur à 10 µm, les particules en suspension totale, les métaux sur chacune des fractions des particules ainsi que les composés organiques volatils;<br>• Élaboration d'une série de portraits statistiques sur la qualité de l'air qui présenteront les données cumulées par le Réseau de surveillance de la qualité de l'air du Québec (RSQAQ) pour chaque région administrative. À ce jour, deux portraits régionaux sont diffusés sur le site Web du MDDELCC. Il s'agit de celui de la Capitale-Nationale et celui de la région de l'Outaouais;<br>• En ce qui concerne la contamination des sols, il n'y a pas de nouveau bilan de disponible depuis le rapport de 2013 et aucun n'est prévu au cours de prochaines années;<br>• Comparativement à 2014, en 2015 les dépassements de la norme quotidienne de 0,014 µg/m³ du nickel sont moins fréquents. Toutefois, une série chronologique plus longue et une analyse approfondie des données seraient nécessaires afin de tirer des conclusions en lien avec les activités d'améliorations des émissions. | Prises de position et plaidoyer<br>• En matière d'énergie et de changements climatiques :<br>- lettres aux candidats des élections;<br>- séances de discussion.<br>• En matière de transport afin de réduire la part modale de l'automobile et ses émissions :<br>- bureau d'étude sur le service rapide par bus;<br>- train à grande fréquence;<br>- participation à des colloques, rencontres, commissions, consultations, envoi de lettres et présence médiatique.<br>• En matière de la gestion des matières résiduelles afin de réduire le recours à l'incinération, promouvoir de meilleures technologies pour l'incinérateur et réduire les émissions liées au transport des matières :<br>- participation aux consultations, commissions, conférences, colloques, rencontres et comités sur le projet de PMGMR;<br>- présence médiatique.<br>• En matière de verdissement :<br>- co porte-parole du Mouvement Toile Verte;<br>- conférences et rencontres.<br>• En matière d'intervention en milieu industriel :<br>- CICEL, CVAP, consultation « Beauport 2020 », Comité de relations avec la communauté du Port, autres (visites, séances d'information, comité plénier, rencontres);<br>- présence médiatique.<br>Formation, représentations et participation à la vie démocratique<br>• Faire valoir les positions en matière de transport et de verdissement (webinaire).<br>Projets<br>• En matière de la gestion des matières résiduelles (incinérateur et transport de matières) :<br>- journées de formation, accompagnement d'entreprises.<br>• En matière de verdissement :<br>- aménagement et végétalisation de l'IRDPQ dans le cadre du projet « *Des milieux de vie en santé* ».<br>Mandats<br>• Secrétariat du CVI et du CVAP;<br>• Visites pour les équipes de traitement des matières résiduelles;<br>• Tenues de stands en environnement pour la Ville de Québec. |

## 4. Évaluation du Directeur de santé publique et perspective d'avenir

Toutes les organisations membres du CICEL ont rempli leur questionnaire permettant d'évaluer leurs actions au cours des années 2014 à 2016.

En ce qui concerne les générateurs de risque, le DSP est satisfait des efforts mis en place pour réduire les émissions de polluants. Chacune de ces entreprises a cherché à améliorer l'efficacité de ses systèmes antipollution ou de ses opérations. Par la présence de programmes de surveillance, certains générateurs de risque ont pu constater une réduction des polluants émis dans Limoilou, dont les poussières. Par ailleurs, des efforts ont été consentis, dans la mesure du possible, pour informer les citoyens et les consulter sur les activités en cours. Certains des générateurs de risque participent aux rencontres des différents comités de vigilance œuvrant dans le milieu.

Pour ce qui est du nettoyage des rues, la Ville de Québec a ciblé le quartier Limoilou en y augmentant le nombre de périodes de nettoyage saisonnier. Quant au MTMDET, il a annoncé qu'il augmentera ses activités de nettoyage et de balayage sur les axes autoroutiers dans Limoilou. Par ailleurs, la Ville de Québec a mis en place un programme particulier de plantation d'arbres qui vise spécifiquement les secteurs Limoilou et Maizerets-Lairet.

Le MDDELCC considère la station d'échantillonnage Québec – Vieux-Limoilou comme étant la plus complète de son réseau. La fréquence d'échantillonnage des particules fines y a été augmentée depuis 2013. Le MDDELCC a constaté une réduction des dépassements de norme pour le nickel, mais juge qu'une analyse sur une plus longue période de temps est nécessaire avant de conclure définitivement.

Le CRE s'est impliqué de multiples façons (plaidoyer, rencontres, comités, consultations, formations, présence médiatique, etc.) en matière de changements climatiques, de transport, de gestion des matières résiduelles, de verdissement et de milieu industriel.

Le DSP constate qu'il ne semble pas y avoir, depuis la création du comité, un essoufflement dans l'implication des parties prenantes. Dans l'ensemble, il constate plusieurs actions visant la réduction des émissions polluantes. Tous les partenaires semblent reconnaître l'importance d'agir concrètement dans Limoilou, d'abord de façon individuelle, et de plus en plus de manière concertée avec les autres organisations.

Dans ce contexte de concertation, deux activités d'importance sont actuellement en cours et vont nécessiter l'implication de plusieurs des partenaires membres du CICEL. D'abord, il y a le projet d'agrandissement du Port de Québec (Beauport 2020). Pour ce projet, les générateurs de risque du port se doivent de réfléchir aux mesures nécessaires à mettre en place pour s'assurer de limiter au maximum les effets environnementaux du projet. Quant aux organisations publiques (VQ, MDDELCC, MTMDET, DSPublique) et au CRE, ils devront participer aux activités d'évaluations des impacts afin de faire connaitre leurs préoccupations face au projet, tant en phase de construction que d'exploitation.

Il y a aussi le volet « *Qualité de de l'air ambiant et les impacts sur la santé dans Limoilou – Basse-Ville* » du projet « *Limoilou, mon environnement, ma santé* ». Cette étude nécessitera non seulement la consultation d'experts, mais aussi la participation de plusieurs organisations publiques, privées et citoyennes afin d'orienter les actions de l'équipe de projet. Les membres du CICEL ont été interpelés et certains s'impliqueront activement dans le projet au sein du Comité-conseil.

## 5. Conclusion

Le CICEL poursuit ses activités pour améliorer la qualité de l'air et réduire les émissions atmosphériques de polluants pour le bien-être de la population de Limoilou et des communautés avoisinantes. Ce comité évolue encore, notamment par l'ajout récent de nouveaux membres, soit la compagnie Glencore et la Présidente de l'arrondissement La Cité-Limoilou. La présence de cette dernière sur le CICEL permet notamment une représentativité accrue de la communauté.

Le Directeur de santé publique croit que la réalisation de son étude sur la qualité de l'air et les effets sur la santé alimentera la dynamique au sein du CICEL et favorisera encore davantage les échanges entre les partenaires. Il demeure convaincu que les actions réalisées aujourd'hui entraîneront bientôt une amélioration mesurable de la qualité de l'air dans le secteur Limoilou.

Centre intégré
universitaire de santé
et de services sociaux
de la Capitale-Nationale
Québec
Direction de santé publique

# BILAN DES ANS 4 ET 5 (2017-2018)

## Comité intersectoriel sur la contamination environnementale et la qualité de l'air dans l'arrondissement La Cité-Limoilou

Juin 2019

## Table des matières

1. Mise en contexte ..... 3

2. Contenu des rencontres du CICEL ..... 4

3. Bilan des actions spécifiques des membres du CICEL ..... 5

4. Évaluation du directeur de santé publique et perspective d'avenir ..... 10

## 1. Mise en contexte

En avril 2013, le comité intersectoriel sur la contamination environnementale et la qualité de l'air dans l'arrondissement La Cité-Limoilou (CICEL) était créé. À ce moment, le directeur de santé publique (directeur) était préoccupé par la qualité de l'air ambiant dans le secteur de Limoilou. Puisqu'il craignait que la contamination de l'air entraîne un risque plus élevé de mortalité, d'incapacité ou de morbidité évitables pour la population, le directeur a alors utilisé ses pouvoirs en vertu de l'article 55 de la Loi sur la santé publique (LRQ S-2.2). Ces pouvoirs lui permettaient de mobiliser plusieurs acteurs, dont le milieu industriel du secteur, la Ville de Québec, les ministères et des représentants-citoyens pour rechercher des solutions.

Les autorités/instances/organisations qui siègent actuellement sur le CICEL sont :

- l'Administration portuaire de Québec (APQ);
- le Fer et métaux américains (AIM);
- le Conseil régional de l'environnement – Région de la Capitale- Nationale (CRE-CN);
- le Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale (CIUSSS-CN) :
  - la Direction de santé publique (DSPublique);
  - la Direction des ressources humaines et des communications;
- Glencore;
- le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) :
  - le Centre de contrôle environnemental de la Capitale-Nationale et de la Chaudière-Appalaches;
  - la Direction de la qualité de l'air et du climat;
- le ministère des Transports (MTQ), Direction générale de la Capitale-Nationale;
- Papiers White Birch (usine de Stadacona);
- QSL – Arrimage Québec (QSL);
- la Ville de Québec (VQ) :
  - la Division prévention et contrôle environnemental;
  - la Direction de la Valorisation énergétique;
  - la Présidence de l'Arrondissement La Cité-Limoilou.

Le mandat du CICEL est de :

- réduire à la source les émissions de contaminants dans l'air ambiant provenant de l'arrondissement La Cité-Limoilou;
- mettre en place des mesures de mitigation appropriées et réalistes qui permettront de réduire la contamination dans l'air ambiant.

**Résumé des deux premiers bilans du CICEL**

| | **Bilan de l'an 1** | **Bilan des ans 2 et 3** |
|---|---|---|
| Années couvertes | 2013-2014 | 2014-2016 |
| Nombre de rencontres | 4 | 5 |
| Principaux constats | • Le directeur est satisfait des travaux;<br>• Les industries ont mis en place les recommandations émises par le directeur;<br>• Selon le directeur, les mesures mises en place ont contribué à améliorer les connaissances sur la contamination et la qualité de l'air dans l'arrondissement La Cité-Limoilou;<br>• Les organisations ont réitéré leur engagement au CICEL et à poursuivre les activités de réduction des émissions polluantes. | • Chacune des entreprises a cherché à améliorer l'efficacité de ses systèmes antipollution ou de ses opérations;<br>• Une réduction des polluants dans l'air a été constatée;<br>• Les activités de nettoyage des rues et de verdissement se sont poursuivies et même accentuées;<br>• Les organisations ont le souci d'impliquer la population dans leurs activités d'amélioration de la qualité de vie;<br>• Le projet de développement du Port de Québec et la réalisation du projet MEMS devraient aider à consolider les actions. |

Le présent document fait le bilan des activités du CICEL et des actions spécifiques de ses membres pour les ans 4 et 5 (2017-2018).

## 2. Contenu des rencontres du CICEL

De janvier 2017 à décembre 2018, le CICEL s'est réuni à six reprises. Au cours de ces rencontres, les principaux sujets abordés étaient :

12 avril 2017

- Présentation du projet « Mon environnement, ma santé » (MEMS), volet qualité de l'air extérieur;
- Bilans des ans 2 et 3;
- Réflexion sur la vision stratégique du CICEL;
- Tour de table des activités menées par les membres.

14 juin 2017

- État de situation du projet MEMS, volet qualité de l'air extérieur;
- Présentation par l'APQ de son « Plan d'action en développement durable 2017-2022 »;
- Discussion sur l'élaboration d'un plan d'action 2017-2020 du CICEL;
- Tour de table des activités menées par les membres.

13 septembre 2017

- Discussion sur l'élaboration d'un plan d'action 2017-2020 du CICEL;
- Tour de table des activités menées par les membres.

20 juin 2018

- Dépôt de documents en lien avec les activités du projet MEMS et du CICEL;
- Discussion sur l'élaboration d'un plan d'action 2018-2020 du CICEL (faits saillants et atelier de réflexion);
- Tour de table des activités menées par les membres.

24 octobre 2018

- Présentation de M. Jean Blanchette sur les programmes de plantation d'arbres de la ville de Québec;
- Discussion sur l'élaboration d'un plan d'action 2018-2020 du CICEL;
- Tour de table des activités menées par les membres.

12 décembre 2018

- Discussion sur la démarche de la planification du plan d'action 2018-2021 du CICEL;
- Planification pour la réalisation du « Bilan des ans 4 et 5 » du CICEL;
- Présentation de Mme Claudia Bennicelli, de Vivre en Ville, sur « Le verdissement pour améliorer la qualité de l'environnement urbain »;
- Présentation de M. Cyril Frazao, de Nature Québec, sur le verdissement;
- Présentation de l'état d'avancement du projet MEMS;
- Tour de table des activités menées par les membres.

## 3. Bilan des actions spécifiques des membres du CICEL

Les organisations membres du CICEL ont été interrogées selon les mêmes questions qui ont servi à l'élaboration du bilan des ans 2 et 3. Ainsi, les industries devaient décrire la nature des nouvelles actions posées au cours des années 2017 et 2018 pour réduire la contamination de l'air ainsi que celles qui pourraient être réalisées au cours des prochaines années. Les industries étaient également interrogées sur les indicateurs ou le portrait de l'efficacité des mesures mises en place. Finalement, il leur était demandé d'indiquer les façons d'impliquer la communauté pour la gestion des risques environnementaux associés à leurs activités. Le MTQ a été plus particulièrement questionné sur ses activités de nettoyage des grands accès routiers et sur ses travaux générateurs de poussière dans l'arrondissement La Cité-Limoilou. Quant à la Ville de Québec, elle devait décrire ses activités de nettoyage des rues, de verdissement ainsi que celles en lien avec l'incinérateur. Les questions s'adressant au MELCC concernaient plus spécifiquement la surveillance de la qualité de l'air dans l'arrondissement La Cité-Limoilou. Finalement, le CRE-CN a été questionné sur leurs actions, leurs interventions et leurs prises de position ayant comme objectif l'amélioration de la qualité de l'air dans l'arrondissement La Cité-Limoilou.

Les tableaux qui suivent présentent les actions réalisées par chacune des organisations membres du CICEL au cours des années 2017 et 2018.

**Les actions menées par les industries**

| | Actualisation du plan d'action et mise en place de nouvelles pratiques visant à réduire la contamination de l'air ambiant | Indicateurs pour qualifier et quantifier l'atteinte des objectifs d'amélioration | Portrait de la réduction des émissions | Implication des citoyens dans la prise de décision pour la gestion des risques environnementaux |
|---|---|---|---|---|
| **Glencore** | • Optimisation des unités de « pulvérisation à sec » afin de contrôler la poussière générée lors du déchargement ou du chargement de navire.<br>• Mise en œuvre d'un programme intensif de balayage des routes pour la collecte de toutes les poussières :<br>- systèmes d'alerte rapides avec dépoussiérage (à bord du navire de Glencore);<br>- utilisation de l'outil de mesure en continu « Sharp »;<br>- utilisation de deux exemplaires de dispositifs de surveillance continue qui avertissent les opérateurs et le personnel de Glencore par courrier électronique lors des variations des émissions de poussières.<br>• Collaboration avec l'APQ et QSL afin de continuer à développer des initiatives « vertes » (ex. : mur de végétaux) dans la zone industrielle de Beauport.<br><u>À venir</u><br>• Le nouveau navire de Glencore est en cours de construction pour le transport du concentré en provenance de la mine de Raglan :<br>- il sera équipé d'un système performant pour l'atténuation de la poussière ainsi que d'un système complet permettant de vider rapidement les cales du navire. Il sera en fonction à l'automne 2020;<br>- une fois en fonction, le système sera étudié et modernisé pour intégrer un processus permettant de récupérer le concentré à l'intérieur des cales fermées.<br>• Un nouveau système modernisé est en cours de conception pour le transport du matte (construction prévue après l'automne 2020). | • Les programmes de surveillance de la qualité de l'air ambiant sont une priorité pour le suivi des 22 navires pour le transport du matte ainsi que des sept navires pour le transport du concentré en provenance de la mine Raglan.<br>• Les programmes de surveillance fonctionnent sur une fréquence de trois jours, même en l'absence de navires. Ils assurent un suivi rigoureux tant pour le chargement et le déchargement des wagons.<br>• Les systèmes de surveillance indiquent que les mesures d'atténuation sont efficaces afin d'atténuer les poussières. De plus, notre programme de balayage des routes permet de collecter les poussières qui sont générées près du navire.<br>• Des stations de surveillance de la qualité de l'air ambiant, avec l'appareil Sharp, sont installées à Limoilou (pour les $PM_{2,5}$ et les $PM_{10}$). | • Les résultats aux stations d'échantillonnage ont indiqué une diminution constante du nickel dans l'air ambiant, avec des concentrations moyennes de 5 ng/$m^3$ en 2018 ($PM_{10}$). | • Les installations de Glencore sont certifiées « ISO 14001[a] » et « Green Marine[b] ».<br>• Implication auprès de différentes organisations dont certaines impliquent des citoyens :<br>- SODES;<br>- Port de Québec;<br>- QSL;<br>- Comités de vigilance;<br>- Ville de Québec;<br>- DSPublique (CICEL, MEMS);<br>- MELCC.<br><br>[a] La norme ISO 14001 est reconnue internationalement et s'adresse aux organisations voulant implanter, tenir à jour et améliorer un système de gestion environnementale.<br><br>[b] Green Marine est un programme de certification environnementale pour l'industrie marine nord-américaine. |

| | Actualisation du plan d'action et mise en place de nouvelles pratiques visant à réduire la contamination de l'air ambiant | Indicateurs pour qualifier et quantifier l'atteinte des objectifs d'amélioration | Portrait de la réduction des émissions | Implication des citoyens dans la prise de décision pour la gestion des risques environnementaux |
|---|---|---|---|---|
| **QSL – Arrimage Québec** | • Présence 24/7 de spécialistes en environnement sur le terrain.<br>• Mise en place de tournées d'inspection.<br>• Surveillance de la qualité de l'air dans les opérations.<br>• Optimisation de la veille environnementale.<br>• Recouvrement de certaines piles de vrac en entreposage.<br>• Optimisation du contrôle de l'érosion des surfaces et des piles par l'arrosage.<br>• Amélioration technique des équipements.<br>• Optimisation du nettoyage en continu des équipements et des surfaces.<br>À venir<br>• Plusieurs projets sont à l'étude. | • Mesure en continu de la qualité de l'air sur le terminal et à l'extérieur du terminal.<br>• Analyse d'échantillons d'air ambiant.<br>• Suivi des évènements (nombre et sévérité). | • Les données, les analyses et les expertises démontrent que les activités de QSL ne contribuent pas à la contamination de l'air ambiant dans les quartiers contigus et adjacents aux opérations.<br>• Le nombre d'évènements mineurs (limités à la source) a significativement diminué. | • Implication auprès de différents comités et organisations dont certains impliquent des citoyens :<br>- Alliance verte;<br>- Comités de vigilance des activités portuaires;<br>- MEMS. |
| **Papiers White Birch** | • Optimisation des équipements de la chaudière à biomasse qui peuvent contribuer à réduire les émissions telles que :<br>- la réduction des perforations des grilles mobiles pour réduire la quantité d'air sous la grille;<br>- le remplacement des multicyclones.<br>• Inspection et activités de nettoyage préventives de la toiture des silos à copeaux pour limiter la propagation des fibres de bois.<br>À venir<br>• Poursuite des efforts pour réduire les émissions de particules (déjà en deçà de 50 % des exigences de la nouvelle norme environnementale).<br>• Optimisation de l'opération de la chaudière à biomasse pour réduire la variabilité.<br>• Consultation de spécialistes pour auditer le système de traitement des gaz afin d'identifier des opportunités d'amélioration. | • Mesures instantanées annuelles et mesures en continu des émissions.<br>• Analyses détaillées des plaintes, le cas échéant, pour assurer l'optimisation des équipements et de l'opération. | • Depuis janvier 2017, maintien du niveau déjà très bas des émissions (c'est-à-dire environ 50 % de la norme récente officielle), malgré les défis importants et difficiles à rencontrer. Ces défis, pour atteindre un tel niveau de performance, se maintiendront dans les prochaines années. | • Maintien du traitement particulier des plaintes :<br>- contact direct avec le citoyen, si possible;<br>- investigation exhaustive sur place;<br>- retour d'information aux citoyens en coordination avec les autorités compétentes (ex. : Ville de Québec, ministères). |
| **Administration portuaire de Québec** | • Consolidation de la gestion de la qualité de l'air afin d'assurer et de maintenir un réseau de surveillance de la qualité de l'air fiable, efficace et performant : surveillance des opérations, ajustement des mesures d'atténuation, partage des résultats.<br>• Plantation de plus de 300 arbres et arbustes (prévision d'environ quatre hectares de terrain végétalisé d'ici 2022).<br>• Collaboration avec Glencore, QSL et Papiers White Birch pour la mise en place d'un écran vert.<br>• Partage, dans le cadre du projet MEMS, des données prises avec la station de qualité de l'air dans la communauté, en plus du prêt de trois stations de mesures de particules fines (Sharp) et de la contribution d'une ressource de l'APQ.<br>• Contribution à la mise en place d'opération d'avitaillement de navires fonctionnant avec un combustible moins polluant (projet mené par Énergir). | • Diffusion, sur le site WEB, du résultat journalier de la concentration de particules fines ($PM_{2,5}$) à la station de suivi de l'APQ située dans la communauté.<br>• Suivi des paramètres aux stations météo et de capteurs de particules afin d'intervenir de manière proactive si un problème lié à la poussière pouvait toucher la communauté.<br>• Tenu d'un registre des plaintes en provenance de la communauté. Suivi auprès du comité de vigilance des activités portuaires (CVAP) et du comité de cohabitation Port-Communauté.<br>• Mis en place d'un hyperlien WEB intitulé « Gestion en continu de la qualité de l'air » menant au site WEB du MELCC, pour en savoir davantage sur la qualité de l'air dans le secteur | • Le suivi de la qualité de l'air dans la communauté montre que les émissions de particules fines sont généralement en deçà de la valeur guide provinciale de 30 µg/m³.<br>• En 2018, les mesures ont montré trois journées d'hiver où les valeurs étaient au-dessus de la valeur guide : respectivement 36, 33 et 37 µg/m³. Durant ces journées, le smog était présent dans la région. | • L'APQ participe ou dirige plusieurs comités et tables de travail avec les parties prenantes qui gravitent autour des activités maritimes et portuaires :<br>- CICEL;<br>- Rencontres avec les parties prenantes – Projet d'agrandissement portuaire Beauport 2020;<br>- Comité de cohabitation Port-Communauté (CCPC);<br>- CVAP;<br>- Forum des usagers de la baie de Beauport (FUBB);<br>- Table de concertation du Vieux-Québec;<br>- Comité de liaison de Valéro – Raffinerie Jean-Gaulin de Lévis;<br>- Tables de travail avec des parties prenantes :<br>o Table de travail permanente avec la nation huronne-wendat (NHW);<br>o Table de travail permanente avec le consortium des syndicats des copropriétaires de l'ensemble Les Jardins Mérici (consortium); |

| | Actualisation du plan d'action et mise en place de nouvelles pratiques visant à réduire la contamination de l'air ambiant | Indicateurs pour qualifier et quantifier l'atteinte des objectifs d'amélioration | Portrait de la réduction des émissions | Implication des citoyens dans la prise de décision pour la gestion des risques environnementaux |
|---|---|---|---|---|
| | • Attribution d'un mandat pour la caractérisation des espèces exotiques et envahissantes (ex. : agrile du frêne, herbe à poux) pour permettre un contrôle adéquat.<br><u>À venir</u><br>• D'ici 2022, poursuite de la mise en place de la trame verte (plantation d'arbres et d'arbustes) et d'écrans végétalisés. À plus long terme, cette végétalisation s'étendrait à l'extérieur du territoire portuaire.<br>• Révision de la politique d'utilisation du bitume.<br>• Engagement pour que l'agrandissement Beauport 2020 soit un terminal entièrement dédié à la marchandise conteneurisée avec une empreinte carbone faible.<br>• Planification par les promoteurs d'utilisation des meilleures technologies pour le traitement des émissions atmosphériques.<br>• Prévision d'utilisation d'une fondeuse à neige électrique, en collaboration avec l'Université Laval et le Cégep de Limoilou, ayant un minimum d'impact sur la qualité de l'air, de l'eau et le niveau sonore (moins de camions seraient sollicités). | et sur les plaintes reçues en lien avec les activités portuaires. | | • Table de travail avec le conseil d'administration du syndicat des copropriétaires des condos « Les Terrasses du Vieux-Port ». |
| **AIM** | • Achat d'un camion-citerne et d'un balai de rue.<br>• Transfert des modalités de transport vers le ferroviaire.<br>**Spécifique pour AIM - Port de Québec**<br>• De nouveaux canons à eau électrique, plutôt qu'au diesel, ont été installés au port de Québec.<br>• Formation en continu des opérateurs pour la manipulation adéquate du matériel afin d'éviter les poussières.<br>**Spécifique pour AIM – Division Québec (boul. Montmorency)**<br>• Réfection du béton des surfaces pour un nettoyage plus efficace<br>• Détournement des livraisons avec du matériel problématique vers un autre site plus adapté.<br>• En collaboration avec la VQ, plantation d'arbres sur un monticule afin de réduire le bruit et les poussières.<br><u>À venir</u><br>**Spécifique pour AIM - Port de Québec**<br>• Installation d'une station échantillonnage pour l'analyse des poussières et de la direction de vent (prévue en 2019).<br>**Spécifique pour AIM – Division Québec (boul. Montmorency)**<br>• Installation d'une barrière avec filtres sur le monticule pour le contrôle des poussières (une vigne grimpante sera plantée de l'autre côté pour améliorer l'esthétique).<br>• Installation d'un gicleur d'eau pour abattre les poussières (partie arrière du site)<br>• Ajout d'une flotte de camion plus performante. | • Quatre à cinq rencontres annuelles (trimestrielle), impliquant la VQ et les citoyens, permettent de qualifier les améliorations observées, notamment sur la qualité de vie des résidents dans le secteur du boulevard Montmorency.<br>• Très peu de plaintes sont signalées concernant les poussières en lien avec les activités au port de Québec | • L'installation prochaine (2019) des appareils d'échantillonnage des poussières devrait permettre d'obtenir un portrait de la situation. | • Un comité intégrant des citoyens du secteur permet de discuter des problèmes.<br>• Les citoyens ont été invités à être vigilants et à signaler tout problème (bruit, poussière) via une ligne téléphonique dédiée. Une réponse est donnée dans les 24 heures par des employés qui se rendent constater les faits et discuter avec les citoyens.<br>• L'interaction entre la compagnie et les citoyens est actuellement excellente. |

## Les actions menées par la Ville de Québec et le Conseil régional en environnement

### Ville de Québec

Nettoyage des rues

- De 2013 à 2015, de deux à quatre périodes de nettoyage supplémentaires ont été effectuées dans l'arrondissement de La Cité-Limoilou. Compte-tenue de la faible quantité de dépôt recueillie lors de ces activités supplémentaires et du grand nombre de plaintes des citoyens concernant les restrictions sur le stationnement, deux nettoyages par année sont maintenant effectués dans l'arrondissement.

Verdissement

- En 2017 et 2018, 1 416 arbres ont été plantés dans l'arrondissement de La Cité-Limoilou.
- Depuis 2008, la VQ distribue annuellement des arbres aux citoyens des arrondissements.
- La VQ a mis en place quatre programmes favorisant la plantation d'arbres :
  - Programme de plantation de proximité :
    - Plantation d'arbres en bordure des rues, dans les parcs et les espaces verts relevant de la compétence de proximité de la VQ;
    - Remplacement d'arbres publics abattus;
    - Plantation dans les emprises des rues (demandes citoyennes).
  - Programme de plantation d'agglomération :
    - Plantation d'arbres en bordure des rues, dans les parcs et les espaces verts relevant de la compétence d'agglomération;
    - Remplacement d'arbres publics abattus;
    - Plantation dans les emprises des rues (demandes citoyennes).
  - Programme « Plan Vision de l'arbre » et « Projet Canopée » :
    - Mise en œuvre du « Plan Vision de l'arbre » et du « Projet Canopée » (plantation, végétalisation et lutte aux îlots de chaleur);
    - Préparation du programme de la lutte à l'agrile du frêne relevant de la compétence de proximité de la Ville (abattage et remplacement préventif).
  - Programme de plantation « 2 pour 1 Agrile du frêne » :
    - Programme qui permet la plantation de deux arbres pour chaque frêne public abattu sur les propriétés municipales telles que les emprises, les parcs et les espaces verts. Ces travaux relèvent de la compétence de proximité de la VQ.
- La répartition des plantations est effectuée afin de favoriser la biodiversité.

Incinérateur

- Remplacement de l'unité d'injection de charbon par quatre unités de distribution de charbon activé dédiées à chacun des quatre fours. Ces unités permettent d'assurer un contrôle parfait de la quantité de charbon utilisé pour l'épuration des gaz de combustion.
- Installation de brûleurs au gaz naturel afin de contrôler la température de combustion, favorisant ainsi la conformité à la norme d'émission atmosphérique de monoxyde de carbone en tout temps.
- Mise en place d'un appel d'offres pour faire l'acquisition d'un analyseur en continu de mercure.

### Conseil régional en environnement, région de la Capitale-Nationale

Prises de position et plaidoyer

- En matière d'énergie et de changements climatiques :
  - participation à des colloques et des formations sur les changements climatiques et l'adaptation aux impacts.
- En matière de transport :
  - bureau d'étude sur le service rapide par bus;
  - politique de mobilité durable;
  - participation à des colloques, rencontres, commissions, panels, consultations, envoi de lettres et présence médiatique.
- En matière de la gestion des matières résiduelles :
  - participation aux consultations, commissions, conférences, colloques, rencontres et comités sur le projet d'économie circulaire développé sur le territoire de l'agglomération de Québec.
- En matière de verdissement :
  - co porte-parole du Mouvement Toile Verte;
  - conférences, rencontres et organisation en collaboration avec l'Association forestière des deux rives (AF2R) d'un colloque portant sur la problématique de l'agrile du frêne.
- En matière d'intervention en milieu industriel :
  - participation au CVAP, à la consultation « Beauport 2020 », au comité de relations avec la communauté du Port, autres (visites, séances d'information, comité plénier, rencontres);
  - présence médiatique.

Formation et participation à la vie démocratique

- Participation aux activités des éditions 2017 et 2018 du mois du vélo afin de faire valoir nos positions en matière de transports durables et de transports actifs.
- Conférences.
- Webinaire concernant les environnements favorables à la qualité de vie.

Projets

- Projet d'implantation d'un réseau de bornes de recharge pour véhicules électriques.
- Projet Économie Circulaire Capitale-Nationale.
- Accompagnement de l'APQ.
- Mise en œuvre des phases 2 et 3 du projet « Ça marche Doc! ».

Mandats

- Secrétariat du Comité de vigilance de l'incinérateur (CVI) et du CVAP;
- Siéger et participer aux activités du projet « Mon environnement, ma santé ».
- Visites pour les équipes de traitement des matières résiduelles;
- Tenues de stands en environnement pour la VQ;
- Mise à jour de l'étude pour la mise en valeur du Côteau Sainte-Geneviève.

Collaborations

- Avec Vivre en Ville et Accès transports viables : conférence dans le cadre du « Mois du Vélo ».
- Avec l'AF2R : colloque sur l'agrile du frêne.
- Avec la VQ et Accès transports viables : Comité consultatif sur la mobilité durable.
- Avec la Direction générale du développement des industries.
- Avec le ministère de l'Économie, de la Science et de l'Innovation : rencontres du Comité interministériel sur la révision de la norme sur le nickel.
- Avec l'APQ, Nature Québec, Équiterre et le CVAP : rencontre de concertation sur le projet Beauport 2020 (juin et septembre 2017).
- Avec Vivre en Ville, Nature Québec, les Amis de la Terre, l'AF2R : projet Milieu de vie en santé (MVS).

## Les actions menées par le ministère des Transports (MTQ) et le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC)

| Ministère des Transports | Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques |
|---|---|
| • Le balayage et le nettoyage des autoroutes Dufferin-Montmorency et Laurentienne (dans l'arrondissement La Cité-Limoilou), à l'aide d'un balai automoteur qui aspire les résidus sur les chaussées, sont réalisés à une fréquence d'une fois par mois, de mai à septembre.<br>• Aucune donnée n'est disponible concernant les quantités de sable amassées lors de ces opérations.<br>• Les résidus de balayage sont envoyés dans un lieu d'enfouissement sanitaire comme prescrit par le Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles.<br>• Aucun chantier reconnu comme générateur de poussière n'était présent dans le secteur Limoilou depuis janvier 2017 et aucun n'est prévu d'ici 2021. | • La station Québec – Vieux-Limoilou est la plus complète du Réseau de surveillance de la qualité de l'air du Québec (RSQAQ) avec le suivi en continu des particules fines, de l'ozone, des oxydes d'azote, du dioxyde de soufre et du monoxyde de carbone.<br>• De façon séquentielle, sont aussi suivis les particules fines, les particules d'un diamètre inférieur à 10 µm, les particules en suspension totale, les métaux sur chacune des fractions des particules ainsi que les composés organiques volatils.<br>• La fréquence d'échantillonnage des particules en suspension d'un diamètre inférieur à 10 µm (incluant l'analyse des concentrations de métaux) a été augmentée à la station Québec – Vieux-Limoilou, passant d'une fois tous les six jours à une fois tous les deux jours, depuis 2013 jusqu'à aujourd'hui.<br>• Aucun changement n'est prévu au cours des prochaines années quant aux modalités de suivi prévues à la station Québec – Vieux-Limoilou du RSQAQ.<br>• En ce qui concerne la contamination des sols, il n'y a pas de nouveau bilan de disponible depuis le rapport de 2013 et aucun n'est prévu au cours des prochaines années.<br>• Il y aura élaboration d'une série de portraits statistiques sur la qualité de l'air qui présenteront les données cumulées par le RSQAQ pour chaque région administrative. À ce jour, deux portraits régionaux sont diffusés sur le site Internet du MELCC. Il s'agit de celui de la Capitale-Nationale et celui de la région de l'Outaouais.<br>• La station Québec – Vieux-Limoilou est positionnée selon l'axe des vents dominants en provenance des activités portuaires et permet de suivre l'influence des activités. À cette station, la fréquence de dépassement d'environ 9 % de la norme quotidienne de 0,014 µg/m³ du nickel est stable pour les années visées par ce bilan. Toutefois, la concentration annuelle du nickel a diminué depuis 2013 en passant de 0,021 µg/m³ à 0,011 µg/m³ en 2017.<br>• Une série chronologique plus longue et une analyse approfondie des données seraient nécessaires afin de tirer des conclusions en lien avec les activités d'améliorations des émissions. |

## 4. Évaluation du directeur de santé publique et perspective d'avenir

Le directeur constate que les industries continuent d'investir dans l'amélioration du contrôle de la pollution, notamment la poussière, soit en optimisant leurs opérations, soit en se procurant de nouveaux équipements plus performants. La surveillance des émissions et l'évaluation de l'efficacité des mesures de contrôle font toujours partie des activités menées par les industries. Tous mentionnent observer une diminution des poussières ou même une absence d'émission. Les plaintes associées à leurs activités (incluant le bruit) auraient également diminué. Ces industries demeurent actives dans les comités de vigilance et certaines consultent régulièrement les citoyens pour résoudre les problèmes perçus.

La Ville de Québec a ajusté ses activités de nettoyage des rues dans le secteur Limoilou en fonction de l'expérience acquise dans les années précédentes. En ce qui concerne le verdissement, la Ville de Québec a mis en place plusieurs programmes permettant la distribution, la plantation et le remplacement d'arbres.

Le MTQ procède au nettoyage des routes de façon mensuelle. Ce ministère n'a pas réalisé de travaux générateurs de poussières depuis 2017 et ne prévoit pas en faire jusqu'en 2021 dans l'arrondissement La Cité-Limoilou.

Le MELCC poursuit la surveillance de la qualité de l'air ambiant dans le secteur avec sa station d'échantillonnage Québec – Vieux-Limoilou. À titre d'exemple, la concentration annuelle de nickel a diminué depuis 2013, bien que la fréquence des dépassements (9 %) de la norme journalière soit demeurée stable pour les années 2017-2018.

Le CRE-CN demeure une organisation très active pour promouvoir de toutes les façons, auprès des citoyens, des industries et des organisations privées et publiques, les activités favorables au développement durable (verdissement, transport actif, recyclage, etc.) ainsi qu'à la lutte contre la pollution et les changements climatiques.

Le directeur est satisfait de la diversité des actions réalisées par les organisations, selon leurs lois, leurs rôles et leurs responsabilités.

Après cinq années de fonctionnement, les membres du CICEL ont souhaité renouveler leur engagement et réaffirmer l'importance de ce comité au regard de ses objectifs et de ses finalités. Une démarche de consultation a donc été entreprise pour en arriver à un plan d'action qui prévoit l'atteinte de trois grands objectifs :

1. Agir sur la qualité de l'air extérieur;
2. Contribuer au verdissement et à la mobilité durable;
3. Communiquer les actions à la population.

Ce plan d'action inclut plusieurs activités pour lesquelles des indicateurs et des cibles ont été établis afin d'en évaluer les résultats et favoriser la reddition de compte.

Le projet « *Mon environnement, ma santé* » incluant son volet « *Qualité de l'air extérieur* » demeure une activité mobilisatrice qui implique la participation de presque toutes les organisations membres du CICEL. Elles ont notamment été consultées pour déterminer l'orientation des recherches qui visent ultimement à évaluer la part des maladies cardiaques et respiratoires qui sont directement liées à la pollution de l'air extérieur dans les secteurs Limoilou, Vanier et Basse-Ville.

Bien que le CICEL ne soit pas directement concerné par le projet d'agrandissement du Port de Québec (Beauport 2020), plusieurs de ses membres y sont impliqués; les industries, par la mise en place de mesures pour limiter les effets environnementaux du projet, et les autres organisations (publiques et privées), pour l'évaluation des impacts et la recension des préoccupations citoyennes face au projet.

Le CICEL fait face à quelques défis qui doivent être pris en compte dans la planification de ses activités. Il y a d'abord le contexte juridique qui oblige certains acteurs à la prudence dans le partage des données. Aussi, l'importance des problèmes passés et actuels fait en sorte que la population et les médias suivent de près la question de la qualité de l'air dans le secteur de Limoilou. Le CICEL doit donc s'assurer d'une communication efficace de ses activités. Par ailleurs, puisque la plupart des membres du CICEL sont impliqués dans le projet « Mon environnement, ma santé », ils auront bientôt à accueillir les recommandations qui émaneront de ce projet. Finalement, le CICEL doit s'assurer de demeurer une entité pertinente, active et efficace pour l'amélioration de la qualité de l'air dans l'arrondissement La Cité-Limoilou.

Le directeur constate une amélioration de la qualité de l'air dans le secteur Limoilou depuis les dix dernières années. Il en fait d'ailleurs mention dans son *Bilan initial de la qualité de l'air extérieur et ses effets sur la santé* produits dans le cadre du projet MEMS. Néanmoins, les efforts doivent se poursuivre afin de réduire les émissions atmosphériques de toute nature, en portant une attention particulière aux particules en suspension. En effet, les poussières (de tous types) font encore l'objet de dépassements des normes, malgré une amélioration constatée de la situation. Il faut aussi savoir que, même à des concentrations sous les normes, les poussières fines entraînent des effets sur la santé.

# ANNEXE 4

# INO – LiDAR

# Limoil'Air

# Aeromap

## LiDAR à numérisation de trace pour cartographie 3D des aérosols et des poussières

| Caractéristiques | Valeurs |
|---|---|
| **Utilisation de la plateforme** | • Concentration relative de poussières et d'aérosols et cartographie dans l'air |
| **Source laser** | • Longueur d'onde de la diode laser: 905 nm<br>• Énergie d'impulsion: 3 uJ<br>• Durée d'impulsion: 20 ns<br>• Taux de répétition maximum: 15 kHz (pour la sécurité des yeux) ; disponible jusqu'à 100 kHz<br>• Puissance moyenne: 75 mW (pour la sécurité des yeux); 300 mW disponible |
| **Optique de détection** | • Champ de vue: 12 mrad<br>• Ouverture: 50 mm |
| **Portée** | • Portée: 0 m à 7644 m<br>• Longueur de la trace: 6144 m max.<br>• Résolution: 4.7 cm à 1.5 m |
| **Détection** | • Détecteur: SiAPD<br>• Caractéristiques du convertisseur analogique-numérique: taux d'échantillonnage de 12 bits à 100 MS / s<br>• Moyennage embarqué: 1 to $2^{16}$ impulsions<br>• Plage dynamique: 78 dB<br>• Fréquence d'images maximale: 20 Hz<br>• Sensibilité: dizaine de µg/$m^3$ @ sur une étendue de 150 m; dépend de la propriété des particules |
| **Tête de balayage** | • Angles panoramiques: ±180°<br>• Angles d'inclinaison: [-31°, +83°]<br>• Vitesse de balayage: 25°/s max. |
| **Empreinte (excluant PTU, trépied et câbles)** | • Poids: 4.5 kg<br>• Dimensions: 218 (L) x 208 (H) x 249 (P) mm<br>• Puissance requise: 24 V-DC @ 24 W, Fonctionne entre -20 to +40 Celsius |
| **Communication** | • GigE – Contrôlable à distance avec un client VNC |
| **Logiciel** | • Logiciel de contrôle et d'analyse de données sous Windows 7 (1 port USB 2.0, 1 port Ethernet sont nécessaires pour se connecter à l'instrument) |

**INO**
**2740 Einstein Street, Québec City, Québec, G1P 4S4 Canada**
**418-657-7006 / 1-866-657-7406**
**www.ino.ca / info@ino.ca**

Livre Blanc

# MESURER LES ÉMISSIONS FUGITIVES DE POUSSIÈRES POUR MIEUX LES CONTRÔLER

Par Pascal Dufour, Pascal Deladurantaye
et François Châteauneuf

ino.ca

INO
FAIRE LA LUMIÈRE

# CONTEXTE

Les matières particulaires (MP) comptent parmi les types de polluants qui présentent des risques pour l'environnement et la santé humaine. L'exposition à ces particules est à l'origine de nombreux problèmes de santé, notamment des maladies respiratoires telles que l'asthme, la bronchite, l'emphysème et plusieurs formes de maladies cardiaques. Des phénomènes naturels, tels que les feux de forêt, sont à l'origine de l'émission d'un certain nombre de matières particulaires, toutefois une grande partie des émissions de poussières est directement liée à des activités humaines. À titre d'exemple, les opérations minières, l'érosion éolienne des sols agricoles, les activités qui se déroulent sur des routes, des sites de construction ou de démolition, et certains processus industriels, génèrent des émissions de matières particulaires [1]. Afin d'obtenir les autorisations nécessaires pour conduire leurs projets, les industriels doivent donc contrôler leurs émissions fugitives de poussières, conformément aux critères fixés par les normes sur la qualité de l'air. Cela implique la mise en place de stratégies de réduction des émissions proportionnelles à l'impact estimé sur la qualité de l'air ambiant. L'agence de protection de l'environnement des États-Unis (EPA) fournit des ressources permettant d'effectuer de telles évaluations dans son guide AP-42 Compilation des facteurs d'émission de polluants dans l'atmosphère. Un facteur d'émission est une valeur représentative qui tente de relier la quantité d'un polluant rejetée dans l'atmosphère à une activité associée à la libération de ce polluant. Malheureusement, les facteurs d'émission souffrent souvent d'importantes incertitudes puisqu'ils dépendent des processus et des sites industriels. Par ailleurs, l'EPA «ne tente pas d'évaluer ni de fournir des orientations sur la prise en compte des incertitudes associées aux facteurs d'émission lors de la prise de décision environnementale »[2]. Dans ce contexte et pour des raisons de sécurité, il est presque inévitable de préconiser des approches conservatrices qui conduisent à surestimer l'impact des émissions sur la qualité de l'air. Trop souvent, cela revient à réduire la rentabilité des projets en raison d'investissements disproportionnés destinés au contrôle des poussières.

1. https://conferenceboard.ca/hcp/provincial/environment/PM10-emissions.aspx (consulté le 2019-02-25)

2. https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/basic-information-air-emis-sions-factors-and-quantification (consulté le 2019-02-25)

# UNE STRATÉGIE DE MESURES DIRECTES POUR DES PROJETS PLUS RENTABLES

La mesure directe des émissions constitue une méthode alternative qui permet d'optimiser les coûts de gestion de la qualité de l'air. L'EPA a défini des méthodes alternatives de mesure visant à quantifier les émissions générées par certains procédés. Par exemple, la mesure directe des émissions peut être effectuée à l'aide de plusieurs capteurs ponctuels répartis à des emplacements stratégiques (OTM-32)[3] ou, encore plus efficacement, en déployant un système de balayage LiDAR (Light Detection And Ranging). INO a mis au point une méthode utilisant un dispositif de cartographie 3D à moyenne portée, appelé Aeromap, qui permet de mesurer les émissions à l'intérieur et autour des sites industriels. Basée sur la technologie LiDAR, la solution de INO mesure la concentration absolue de matières particulaires (MP) en fonction de la distance. En balayant le faisceau rapidement, il est possible d'obtenir une cartographie 3D complète de la concentration de MP et de quantifier les flux d'émission, ce qui permet de déterminer les facteurs d'émission réels, spécifiques au contexte. Ainsi, on peut obtenir des prévisions plus réalistes sur la qualité de l'air au point d'impact, pouvant mener à des économies substantielles en CAPEX et en OPEX pour la réduction des émissions fugitives de poussières.

3. https://www3.epa.gov/ttnemc01/prelim/otm32.pdf (consulté le 2019-02-25)

# AEROMAP - UTILISER LA LUMIÈRE LASER POUR CARTOGRAPHIER LES ÉMISSIONS DE POUSSIÈRES

Aeromap est un système de balayage LiDAR qui utilise un faisceau laser pulsé, dans le proche infrarouge, sans danger pour les yeux. C'est un instrument portable monté sur trépied qui mesure la lumière laser réfléchie par des cibles diffuses (particules, aérosols, etc.). Lorsque le faisceau laser traverse un nuage de poussières, une partie du faisceau diffusé est réfléchie par les particules vers un système de détection. En analysant le signal ainsi détecté, la distance des cibles est calculée à partir du temps de vol de l'impulsion laser et l'intensité de la lumière détectée permet de déterminer la concentration relative des poussières. La conversion en concentration absolue peut être réalisée par étalonnage de l'instrument à l'aide d'un capteur ponctuel connecté via Wi-Fi. L'ensemble de la tête optique est installé sur une plateforme motorisée permettant de balayer la zone d'intérêt et de fournir des cartographies 2D ou 3D de la concentration des poussières. Une connectivité avec une station météorologique permet de cartographier les flux d'émission en temps réel (voir Figure 1). Aeromap comprend également une caméra contextuelle qui peut être utilisée pour configurer l'instrument, identifier visuellement les processus générant de la poussière et produire des images spécifiques au contexte qui peuvent par la suite être incluses dans des rapports de diagnostic ou de suivi des émissions.

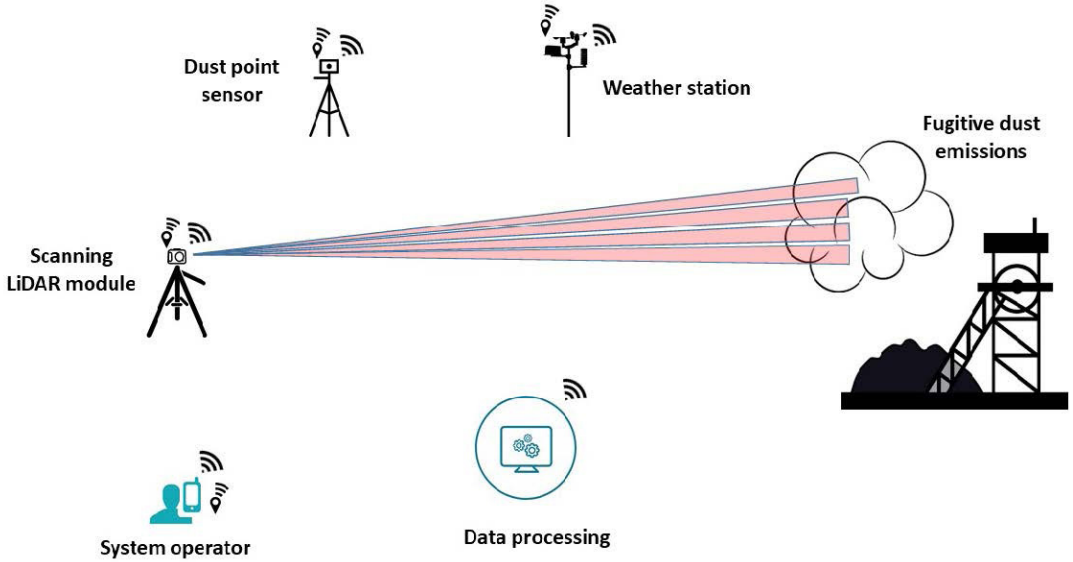



*Figure 1 – Représentation conceptuelle du système Aeromap entièrement déployé.*

Aeromap peut détecter tous les types de particules de poussière, incluant le charbon, la silice et le calcaire. Cette technologie permet de mesurer des concentrations de particules de l'ordre de 50 µg / m3 avec une portée de 150 m, et avec une résolution typique de 75 cm. C'est ainsi l'équivalent de centaines de capteurs ponctuels situés le long de la ligne de visée. La solution, Aeromap, inclut un logiciel qui affiche des cartes 2D en temps réel. Des alarmes peuvent être générées automatiquement lors de la détection d'événements de poussières pour lesquels les concentrations mesurées excèdent un seuil qui peut être programmé (Figure 2). La longueur d'onde sélectionnée de 905 nm rend les mesures insensibles à la lumière du soleil, de sorte que l'instrument fonctionne aussi bien de jour que de nuit et, puisqu'il est sans danger pour les yeux, Aeromap peut être utilisé en toute sécurité en présence de travailleurs. L'instrument est flexible et peut être configuré pour balayer selon plusieurs orientations avec un champ de vue de 0,7°, à des vitesses de balayage allant jusqu'à 60°/s. Le balayage horizontal permet de mesurer des émissions de poussière s'élevant verticalement dans l'air, tandis que le balayage vertical peut être utilisé pour effectuer la surveillance du périmètre d'un site. Dans cette dernière configuration, Aeromap peut capturer des nuages de poussières qui se déplacent à plusieurs mètres au-dessus du sol, au-dessus des endroits où les capteurs ponctuels traditionnels sont généralement positionnés. Ainsi, Aeromap peut capter des émissions fugitives qui ne pourraient être détectables avec un réseau de capteurs ponctuels. Aeromap convient autant à la surveillance extérieure qu'à l'intérieur. À l'extérieur, Aeromap est l'outil parfait pour surveiller les poussières sur de grandes étendues. Lorsque la manipulation de matériel en vrac ou d'autres processus générant des poussières se produisent dans un espace clôt, comme à l'intérieur d'un bâtiment, le contrôle des poussières n'est pas moins important. En fait, une augmentation de la concentration en MP peut rapidement devenir un enjeu de santé et de sécurité pour les travailleurs.

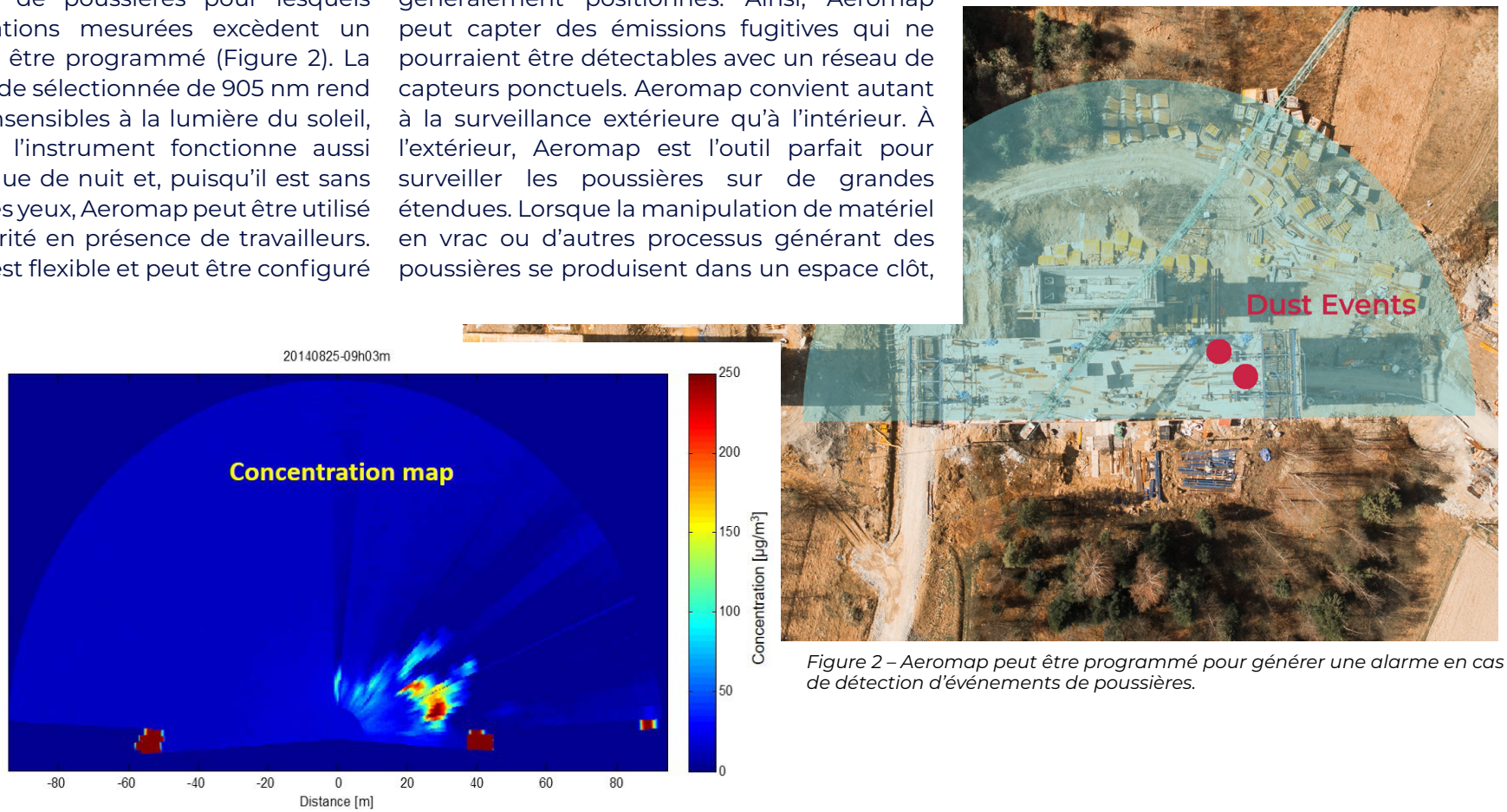


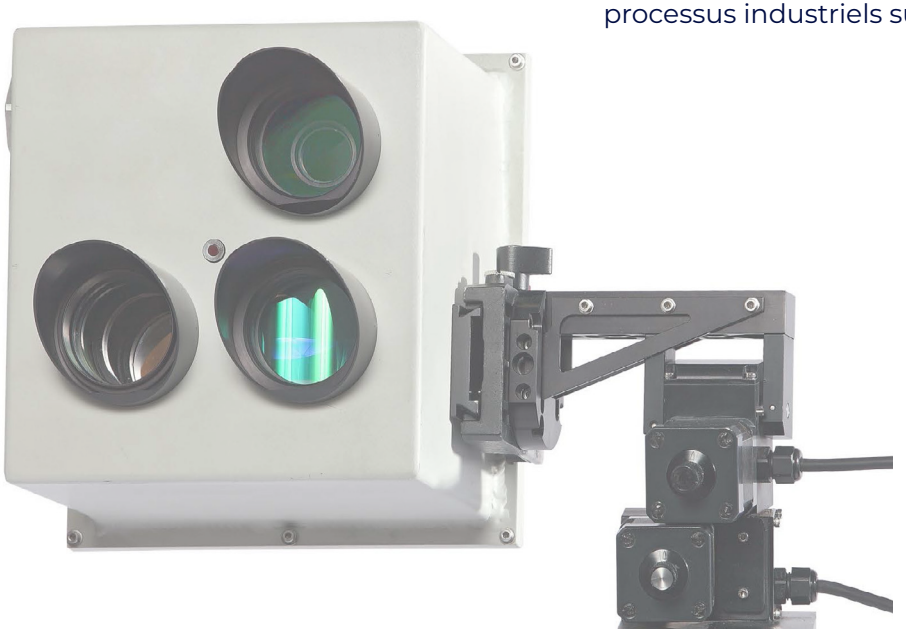

*Figure 2 – Aeromap peut être programmé pour générer une alarme en cas de détection d'événements de poussières.*

# À PROPOS DU PROGRAMME DE TÉLÉDÉTECTION D'INO

Nous sommes une équipe d'experts spécialisés dans l'application des technologies LiDAR dans des contextes industriels. Au fil des ans, nous avons acquis une bonne compréhension des défis techniques propres à ces contextes et nous nous sommes concentrés à développer des solutions technologiques centrées sur les besoins de nos clients. Une fois la solution suffisamment aboutie, nous travaillons avec le client dans son environnement, afin de générer des données pour l'aider à effectuer des diagnostics, des validations et des études d'impact.

# CONCLUSION

Aeromap est une solution clé en main conçue pour diagnostiquer rapidement l'émission de matières particulaires et qui propose une alternative économiquement intéressante aux modèles prudents d'évaluation de l'impact des processus industriels sur la qualité de l'air.




## CONTACTEZ-NOUS

1 866 657-7406 | info@ino.ca

ino.ca

**Québec** (Siège social)
2740, rue Einstein
Québec (Québec) G1P 4S4
CANADA
**418 657-7006**

**Montréal**
405, avenue Ogilvy, Bureau 101
Montréal (Québec) H3N 1M3
CANADA
**438 387-8957**

**Hamilton**
175, Longwood Road South, #316 A
Hamilton (Ontario) L8P 0A1
CANADA
**905 529-7016**


© 2022 INO. Tous droits réservés

# LIMOIL'AIR : DES DONNÉES EN TEMPS RÉEL SUR LA PRÉSENCE DE PM2.5 DANS LES QUARTIERS DE LIMOILOU

Des citoyens et citoyennes des quartiers de Limoilou, avec l'appui d'experts, ont amorcé en 2021-2022 la mise en place d'un réseau de micro-capteurs sur balcons, le projet Limoil'Air.

## À propos du projet Limoil'Air

Depuis plus de 10 ans, l'enjeu de la qualité de l'air est au cœur des préoccupations des citoyennes et citoyens des trois quartiers de Limoilou (Lairet, Maizerets et Vieux-Limoilou).

Faute de connaissances et de moyens, ceux-ci ont toutefois l'impression que le débat entourant l'enjeu de la pollution atmosphérique se fait loin d'eux. Par le biais du projet Limoil'Air, ils souhaitent s'outiller et se doter d'une compréhension élargie des enjeux, réalités et méthodes relatives à l'analyse de la qualité de l'air, autant que de mener une démarche de mesure sur un an.

L'initiative est chapeautée par le conseil de quartier du Vieux-Limoilou et Revolv'Air, est menée avec la collaboration des conseils de quartier de Lairet et Maizerets, et bénéficie de l'expertise scientifique de plusieurs citoyens et citoyennes résidant dans les trois quartiers et oeuvrant dans le domaine, ainsi que du Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy (CERFO). Sa réalisation a été rendue possible avec le soutien financier de la Caisse Desjardins de Limoilou, par le biais de son Fond Écoresponsable, ainsi que du député de Jean-Lesage Sol Zanetti.

Avec le projet, c'est quelques 70 capteurs qui, en date de décembre 2022, ont été placés dans les trois quartiers de Limoilou, dans l'objectif de mesurer en temps réel la présence de PM2.5.

## La mise en place de Limoil'Air

Le projet s'est amorcé, en premier lieu, avec un appel de candidature qui a été lancé en décembre 2021. L'appel visait à cibler des ménages qui seraient intéressés à héberger un capteur, sur un an ou plus, en respectant divers critères : distance d'émetteurs de particules (ex. des BBQ), présence d'un réseau sans-fil auquel connecter le capteur, présence d'une prise électrique extérieure à courte distance.

Au terme de l'appel, c'est près de 200 candidatures qui ont été reçues par l'équipe du projet. De cette liste, 70 ménages ont été sélectionnés en fonction de divers critères : proximité avec des émetteurs de polluant déjà identifiés, situation quant aux corridors de vents, variété dans la dissémination sur le territoire de Limoilou. L'objectif était de définir un réseau représentatif de la réalité du territoire : certains capteurs ont été placés dans les environs d'infrastructures comme une autoroute, un boulevard passant, l'incinérateur ou les installations du Port de Québec, alors que d'autres étaient placés à l'intérieur des quartiers, plus éloignés de ces sources de polluants. Des capteurs-témoins ont également, en complément, été placés dans d'autres secteurs (Vanier, Montcalm, Beauport ou encore Saint-Roch et Saint-Sauveur).

Chaque capteur possède son propre identifiant, auquel est associé des coordonnées géographiques et une hauteur relative. À chaque 2 minutes, une mesure (prise au laser) de la quantité de PM2.5 est envoyée au serveur principal de Revolv'Air, où elle est colligée, aux côtés de mesures de température et d'humidité relative. Les données recueillies sont colligées et rendues disponibles, avec mise à jour et moyenne aux 10 minutes, sur l'application web de Revolv'Air. Les données recueillies sont séparées par capteurs, et rendues disponibles en format CSV.

L'objectif est ainsi d'avoir un positionnement de capteurs représentatif des réalités des quartiers, et de mesurer en temps réel, 24 heures sur 24, la quantité de PM2.5 dans les trois quartiers.

## Le traitement des données de Limoil'Air

Par le biais d'une revue de littérature relative au type de capteurs utilisés et aux biais potentiels, divers biais ont été identifiés :

(1) la présence d'événements aberrants réellement aberrants, liés à des actions ponctuelles et localisés concernant un seul capteurs – par opposition à des mesures élevées répercutées de façon importante géographiquement;

(2) la variabilité de la mesure suscitée par l'humidité, qui peut amener, selon la situation, à une sous-évaluation ou sur-évaluation de la quantité de poussières;

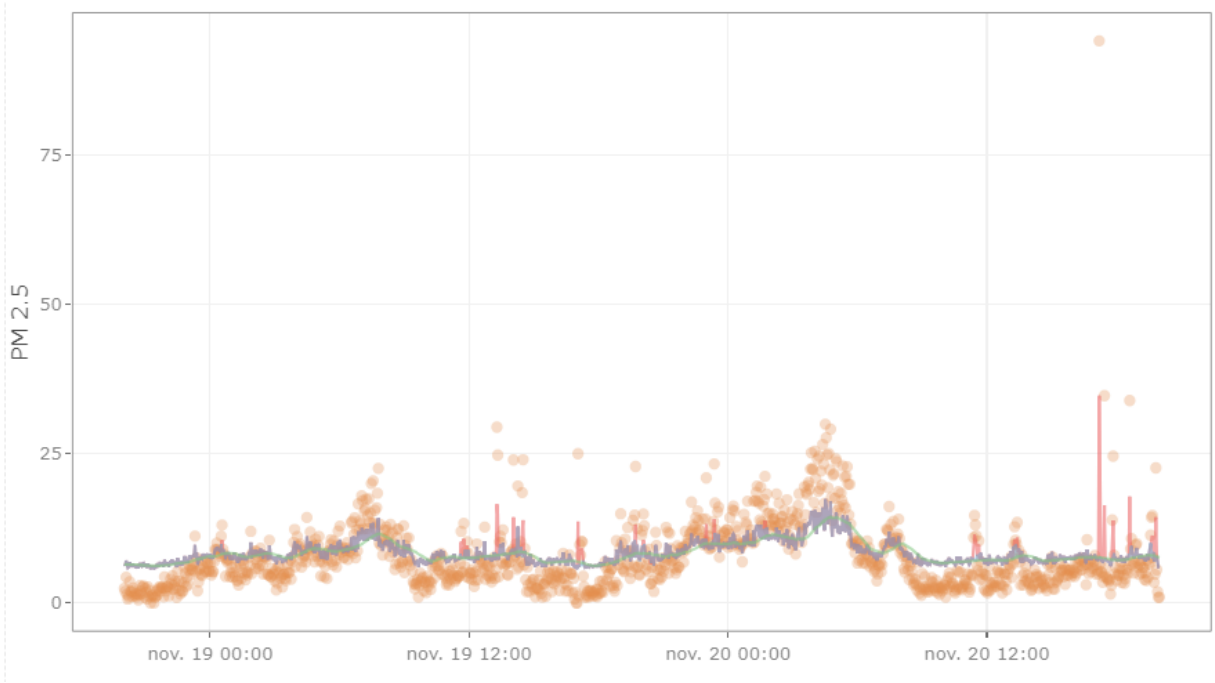
(3) l'impact du froid sur la qualité de la mesure, qui sera évaluée en saison hivernale, alors que les capteurs -selon le fabriquant- demeurent fiables jusqu'à environ -10 degrés Celcius.

La première étape, dans le traitement de l'information sur les PM2.5, a consisté à importer les fichiers CVS contenant les données qui sont quotidiennement extraites de la base de données élaborée par Revolv'Air. Des appariements ont ainsi été effectués afin de créer des séries temporelles liées aux données de chaque station.

Une correction sur les valeurs brutes de PM2.5 a été effectuée sur les valeurs brutes afin de corriger le biais induit par les variations du taux d'humidité. Par la suite, une méthode de filtrage des données est appliquée afin de détecter et retirer les valeurs aberrantes réellement aberrantes présentes dans les séries temporelles des données corrigées pour le taux d'humidité.

Ces données peuvent par la suite être agrégées à différentes échelles temporelles – moyenne horaire ou journalière. De même, elles peuvent se voir appliquer des traitements visant à les lisser – moyenne mobile, LOESS, GAM – dans l'optique de mettre en exergue les tendances présentes. Enfin, la dernière

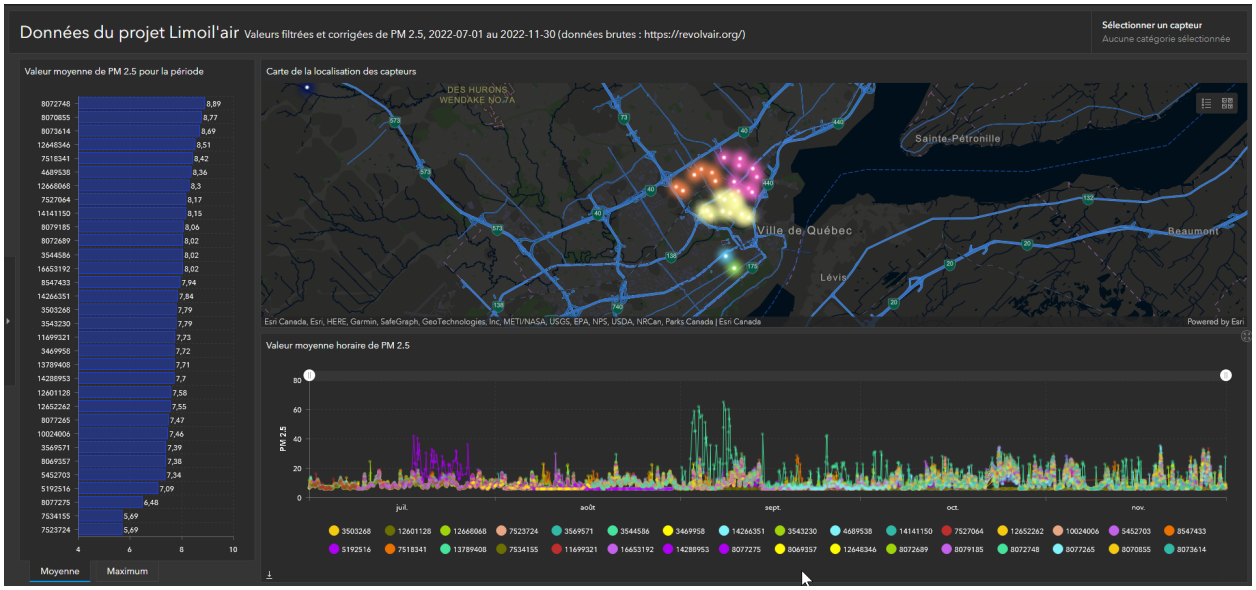
étape a consisté à créer des représentations visuelles des données, en prenant la forme de cartes et graphiques. La figure ci-bas présente les différences entre les données de PM 2.5 brutes (points orange), les données corrigées en fonction du taux d'humidité (ligne rouge), les données dans lesquelles les valeurs aberrantes ont été retirées (ligne violette) et les données lissées à l'aide d'une moyenne mobile (ligne verte) pour le capteur 5192516.




L'ensemble des traitement décrits ont été réalisés à l'aide du langage de programmation R. Des représentations visuelles des résultats ont également été élaborées à l'aide de différentes librairies R – GGPlot2, Plotly, FlexDashboard, RMarkdown – ou d'ArcGIS Dashboards.

**Le résultat brut d'une partie des visualisations, après traitements, est rendu disponible sur un tableau de bord en ligne :**

**https://ulaval.maps.arcgis.com/apps/dashboards/71e852046d6046919f1f30f9d7c98c5d**

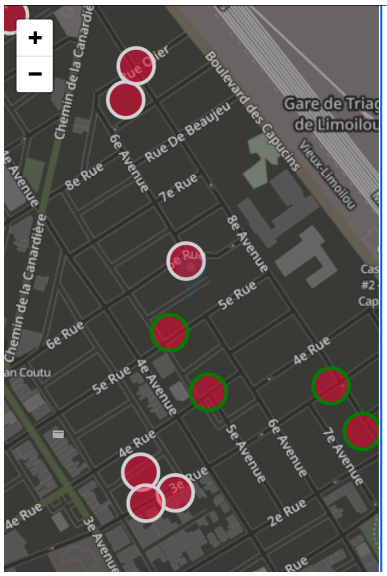


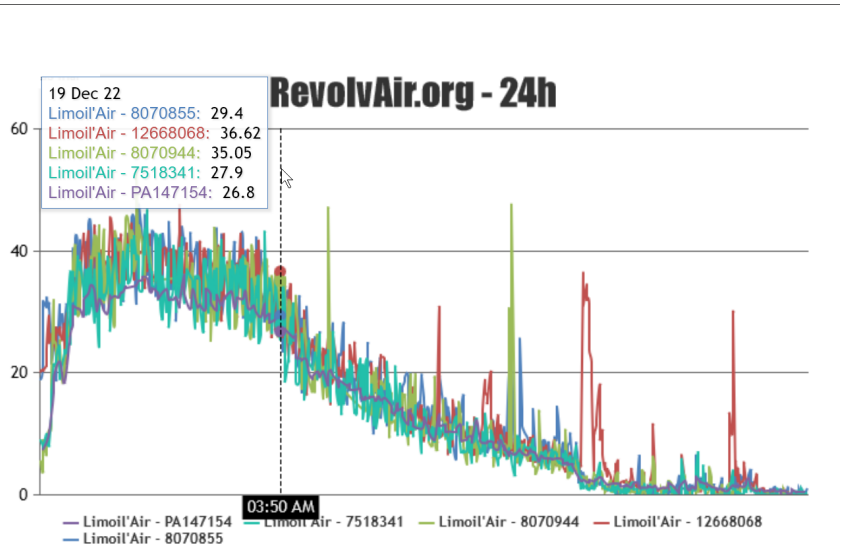

Pour leur part, les données brutes sont disponibles en temps-réel sur l'application RevolvAir.org :

https://app.revolvair.org/

Enfin, un outil de visualisation des dernières 24h des données brutes est aussi disponible à l'adresse suivante :

https://app.revolvair.org/24h/




## Quelques réflexions quant aux données recueillies

Les prochaines étapes, pour le projet, impliquent le développement d'approches liées à la gestion, à la visualisation et à l'analyse des données - par exemple, de développer des approches d'automatisation des corrections liées au biais (données aberrantes, biais liés à l'humidité, biais liés au froid) grâce à des algorithmes d'apprentissage automatique, ou de développer des API permettant d'intégrer certains traitement aux données en temps réel rendues disponibles sur Revolv'Air.

Ces outils pourraient être développés à partir de diverses équations autant que diverses lignes de code qui sont disponibles sur des plateformes telles GitHub, et ainsi bonifier le « tableau de bord » déjà disponible aux citoyens.

Actuellement, quelque 42 millions de points de données ont été recueillis, en lien avec les PM2.5, PM10, PM1, température, humidité, pression atmosphérique et force du signal WiFi.

Pour le reste, les données confirment que les taux de PM2.5, notamment, sont importants dans le secteur Limoilou. Les taux estimés par le biais du réseau Limoil'Air dépassent de façon régulière ceux suggérés par l'Organisation mondiale de la santé, avec des pics fréquents qui sont d'une durée de quelques heures, à fréquence répétitive, sur certaines périodes horaires, ou de façon récurrente de façon ponctuelle, à la semaine ou au mois.

Les sources de ses pics pourraient être estimés par le biais d'une modélisation relative à la dissémination des vents dans les quartiers de Limoilou : c'est là une partie de l'intérêt des données générées en temps réel quant à la dissémination des poussières réalisée par le biais de Limoil'Air.

Bref, à ce stade, les données recueillies dans ce projet de sciences citoyennes confirment l'enjeu, son importance, et peuvent mettre en évidence des sources potentielles, notamment par le biais d'analyse comparée, ou par le développement d'outils de traitement et de visualisation plus poussés.

Groupe de travail
sur les contaminants atmosphériques

# Liste des conférenciers invités aux sessions de travail du GTCA

| **Bloc 1 - Introduction générale, Démarche et Organisation** | |
|---|---|
| Contexte du projet : | |
| Regard santé | Christian Riel-Roberge et Jacques Girard, DRSPCN |
| Regard citoyen | Alain Samson, Observateur Citoyen |
| Regard industriel | Hugues Paris et Richard Laramée, Observateurs industriels |
| Attentes des travaux du GTCA | Jean-Pierre Charland |
| Fonctionnement du GTCA, Obligations des membres et Règles de régie interne | Claude Thellen et Jean-Pierre Charland |

| **Bloc 2 – Introduction à la qualité de l'air et mesures de la qualité de l'air dans Limoilou** | |
|---|---|
| Processus de la surveillance de la qualité de l'air | Fabrice Godefroy, Ville de Montréal |
| Suivi de la qualité de l'air et ses spécificités | Marc-André Foucreault, MELCC |
| Le projet Limoil'Air | Guillaume Simard, Révolv'Air |
| Qualité de l'air et la Ville de Québec : Nouvelle initiative de la Ville de Québec en qualité de l'air et attentes par rapport au dossier piloté par le GTCA | Matthieu Alibert, Ville de Québec |

| **Bloc 3 - Suivi de la Qualité de l'air et la santé humaine (1)** | |
|---|---|
| Impacts sur la santé de la pollution de l'air au Canada - décès prématurés, morbidité et coûts socio-économiques | Mathieu Rouleau, Santé Canada |
| Étude canadienne sur les maladies respiratoires en lien avec la pollution atmosphérique | Jean Bourbeau, U de McGill |
| Niveaux de polluants dans l'air ambiant de sources variées au Québec et effets de ceux issus du trafic routier | Audrey Smargiassi, U de Montréal |
| Considérations de santé publique pour éclairer la réflexion sur les recommandations et la communication | Philippe Robert, DRSPCN |

| **Bloc 4 – Suivi de la qualité de l'air et la santé humaine (2)** | |
|---|---|
| Inégalités sociales de santé dans Basse-Ville et Limoilou-Vanier | Christian Riel-Roberge, DRSPCN |
| Bilan initial de la qualité de l'air extérieur | |
| Portrait des particules en suspension et des métaux dans l'air de la Ville de Québec (PDF non-disponible) | Christian Riel-Roberge, DRSPCN |
| Étude sur la qualité de l'air à Québec et ses impacts sur la santé des résidents de Limoilou, Vanier et la Basse-Ville (PDF non-disponible) | Stéphane Buteau, INSPQ |

| **Bloc 5 - Suivi de la qualité de l'air et transport autoroutier, chauffage au bois et système ferroviaire** | |
|---|---|
| Nature et évolution de la circulation automobile aux abords du quartier Limoilou | Michaël Vidal-Lessard, MTQ |
| Initiative de la Ville de Québec concernant le chauffage au bois | Sylvie Verreault, Ville de Québec |
| The "Trainyard Neighborhood Air Quality Study" (TyNAQ), a Health Canada project on rail yard emissions | Angelos T. Anastasopolos, Santé Canada |
| Étude d'impact du tramway sur les déplacements | Marc DesRivières, Ville de Québec |
| Qualité de l'air et projet Routier - L'exemple du projet Turcot à Montréal (présentée le 31 octobre) | Sylvie Tanguay, MTQ |

| **Bloc 6 – Émissions industrielles** | |
|---|---|
| Présentation au GTCA, Usine Stadacona | Sylvain Girard, Gilles Beaupré et Carol Gagné, Papiers White Birch |
| Complexe de valorisation énergétique de la Ville de Québec | Richard Laramée, Ville de Québec |
| Centre de récupération des matières organiques (CRMO) | Richard Laramée, Ville de Québec |
| Suivi environnementale du Complexe de valorisation énergétique | Cécile Cognet, Ville de Québec |
| Projet de Centre de Biométhanisation de l'Agglomération de Québec (CBAQ) | Steve Boivin, Ville de Québec |

| **Bloc 7 – Réunion extraordinaire sur le Nickel** | |
|---|---|
| Nickel Health Effects and Risk Assessment For the Protection of Human Health / Effets du Nickel sur la Santé et Évaluation du Risque pour la Protection de la Santé humaine | Adriana Olle, Mike Taylor, NiPERA et Ron Brecher, Consultant |
| Les minéraux d'avenir et la santé environnementale / Minerals of the future and the health of the environment | Richard St-Louis, UQAR |
| Pollution de l'air dans la Basse-ville de Québec: Préoccupations pour la santé humaine / Air Pollution in the lower Quebec City area: Human Health Concerns | Johanne Elsener, AQME |

| **Bloc 8 – Activités portuaires et Atténuation** | |
|---|---|
| L'amélioration continue au Port de Québec et son impact sur la qualité de l'air | Hugues Paris, Autorités du Port de Québec |
| Les activités de IMTT au Port de Québec - Impact sur la qualité de l'air dans le secteur Limoilou | Louis Paquet, IMTT |
| Glencore au Port de Québec | Amélie Rouleau et Maurice Moreau, Glencore |
| Les activités de QSL au Port de Québec ; impact sur la qualité de l'air dans le secteur Limoilou | Claudine Couture-Trudel, QSL |

| **Bloc 9 – Inventaires d'émissions et de micro-émetteurs** | |
|---|---|
| Déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère | Vicky Leblond, Jean-Yves Benoit et Sébastien Lamarre, MELCC |
| Liste des entreprises susceptibles de générer des émissions à l'atmosphère (PDF non-disponible) | Carl Touzin et Marie-Josée Poulin, MELCC |

| **Bloc 10 - Atelier synthèse sur la qualité de l'air et ses effets sur la santé** |
|---|

| | |
|---|---|
| **Bloc 11 -** Présentation sur les technologies d'atténuation de l'air applicables au secteur Limoilou | Jean-Luc Allard, SNC-Lavalin |

**Blocs 12 et 13 – Atelier Synthèse sur les mesures d'atténuation**

## Rencontres sollicitées

14 novembre - Session d'échanges avec **monsieur Sol Zanetti, député de Jean-Lesage**

01 décembre - Présentation GTCA suivie d'une période d'échanges :

**Comité de vigilance sur la gestion des matières résiduelles**

**Comité de vigilance sur les activités portuaires**

08 décembre - Rencontre du groupe « **Initiative Citoyenne de Vigilance du Port de Québec »**

04 décembre - Visite des activités de **Glencore** au port de Québec, suivie d'une période d'échanges

16 décembre - Rencontre avec **monsieur Yvan Ouellet** au sujet de préoccupations de la taille des échantillonnages lors des prélèvements de cheminées

# Annexe 5 - Présentations des conférenciers


| Présentation | Page |
|---|---|
| P1 - Qualité de l'air extérieur - Regard santé de la Direction régionale de santé publique | 332 |
| P2 - Le Port de Québec | 344 |
| P3 - Présentation no 1 au GTCA : Contexte historique du CVÉ | 354 |
| P4 - Contexte & attentes | 365 |
| P5 - Cadre de fonctionnement | 377 |
| P6 - Processus - Surveillance de la qualité de l'air | 390 |
| P7 - Suivi de la qualité de l'air au Québec et certaines spécificités | 423 |
| P8 - RevolvAir.org analyse notre air | 476 |
| P9 - Comprendre et modéliser la qualité de l'air dans la ville de Québec | 535 |
| P10 - Impacts sur la santé de la pollution de l'air au Canada - Décès prématurés, morbidité et coûts socioéconomiques | 553 |
| P11 - Air pollution and COPD : Literature review and CanCOLD as a national resource in COPD | 578 |
| P12 - Niveaux de polluants de l'air ambiant de sources variées au Québec et effets de ceux issus du trafic routier | 617 |
| P13 - Considérations de santé publique pour éclairer la réflexion sur les recommandations et la communication | 635 |
| P14 - Projet « Mon environnement, ma santé » | 654 |
| P15 - Inégalités sociales de santé dans Basse-Ville et Vanier-Limoilou | 661 |
| P16 - Bilan initial de la qualité de l'air extérieur | 672 |
| P17 - Nature et évolution de la circulation automobile aux abords du quartier Limoilou | 686 |
| P18 - Chauffage au bois - Règlement sur les appareils de chauffage - Programme de subvention | 702 |
| P19 - TyNAQ Train yard Neighbourhood Air Quality - Study Summary | 721 |
| P20 - Étude d'impact du tramway sur les déplacements | 745 |
| P21 - Qualité de l'air et projet routier | 805 |
| P22 - Stadacona WB L.P. | 821 |
| P23 - Complexe de valorisation énergétique de la Ville de Québec | 860 |
| P24 - Centre de récupération de la matière organique (CRMO) | 879 |
| P25 - Suivi environnemental du complexe de valorisation énergétique | 887 |
| P26 - Présentation du projet CBAQ | 899 |
| P27 - Nickel Health Effects and Risk Assessment for the Protection of Human Health | 928 |
| P28 - Minéraux d'avenir: quel avenir pour la santé environnementale? | 948 |
| P29 - Pollution de l'air dans la Basse-Ville: Préoccupations pour la santé | 961 |
| P30 - Le port de Québec un port au cœur de la ville | 1003 |
| P31 - Présentation d'IMTT-Québec | 1027 |
| P32 - Glencore au Port de Québec | 1044 |
| P33 - QSL - La réussite sur mesure | 1057 |
| P34 - Déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère | 1079 |
| P35 - SNC-Lavalin - Façonner un meilleur avenir pour notre planète et ceux qui l'habitent | 1100 |
| P36 - INO - Une sentinelle pour la gestion des émissions fugitives de poussières | 1197 |

# Qualité de l'air extérieur - Regard santé de la Direction régionale de santé publique

## Groupe de travail sur les contaminants atmosphériques (GTCA)

Préparé par
Christian Riel-Roberge, conseiller en santé environnementale
Direction de santé publique (DSPublique) du CIUSSS de la Capitale-Nationale

Le 9 août 2022 (1ère rencontre)

Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale
Québec

# Les fonctions et responsabilités de la DSPublique

La *Loi sur la santé publique* indique quatre fonctions de santé publique :

1. La surveillance continue de l'état de santé de la population de même que de ses facteurs déterminants;
2. La prévention des maladies, des traumatismes et des problèmes sociaux ayant un impact sur la santé de la population;
3. La promotion de mesures systémiques aptes à favoriser une amélioration de l'état de santé et de bien-être de la population;
4. La protection de la santé de la population et les activités de vigie sanitaire inhérentes à cette fonction.

Centre intégré
universitaire de santé
et de services sociaux
de la Capitale-Nationale
Québec



https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/lc/s-2.2?langCont=en#se:8

# Signalements concernant la qualité de l'air extérieur à la DSPublique

Les signalements sont reçus par :

- Ligne d'urgence environnementale
- Demandes courantes / Signalements citoyens
- MELCC

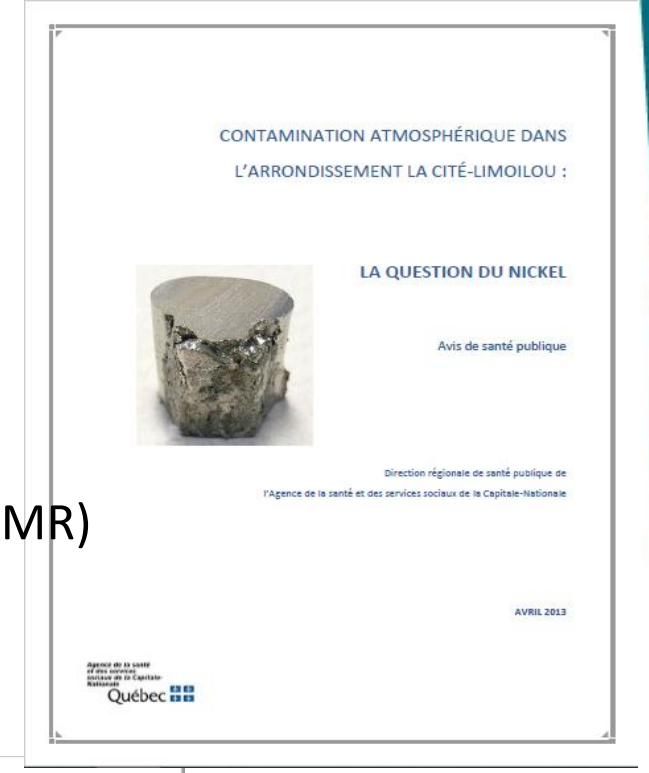
Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale
Québec

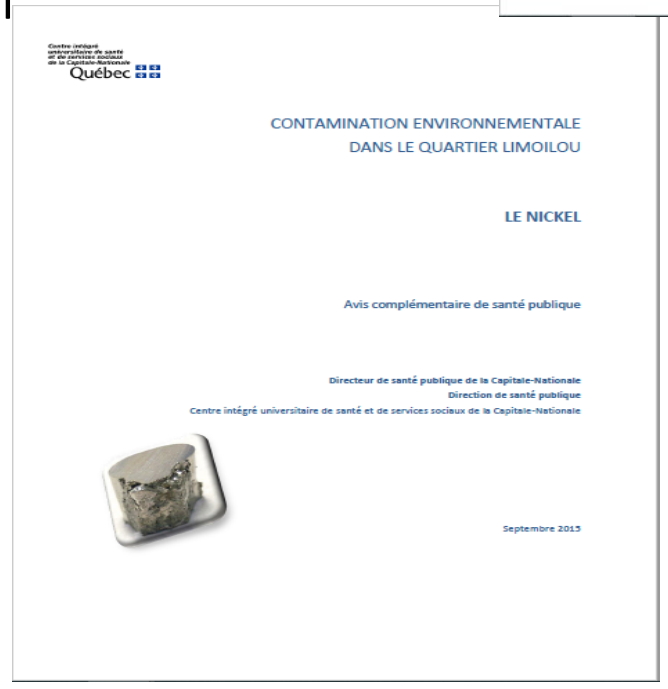
# Historique - Mise en contexte

- Années 2000 :
  - → Plusieurs signalements
  - → En lien avec l'incinérateur
- Désir de traiter les problématiques de santé dans Limoilou de façon intégrée
- Automne 2012 :
  - → Épisodes de poussières rouges
  - → Caractérisation des particules
  - → Inquiétudes citoyennes et médiatisation

# Historique - Mise en contexte

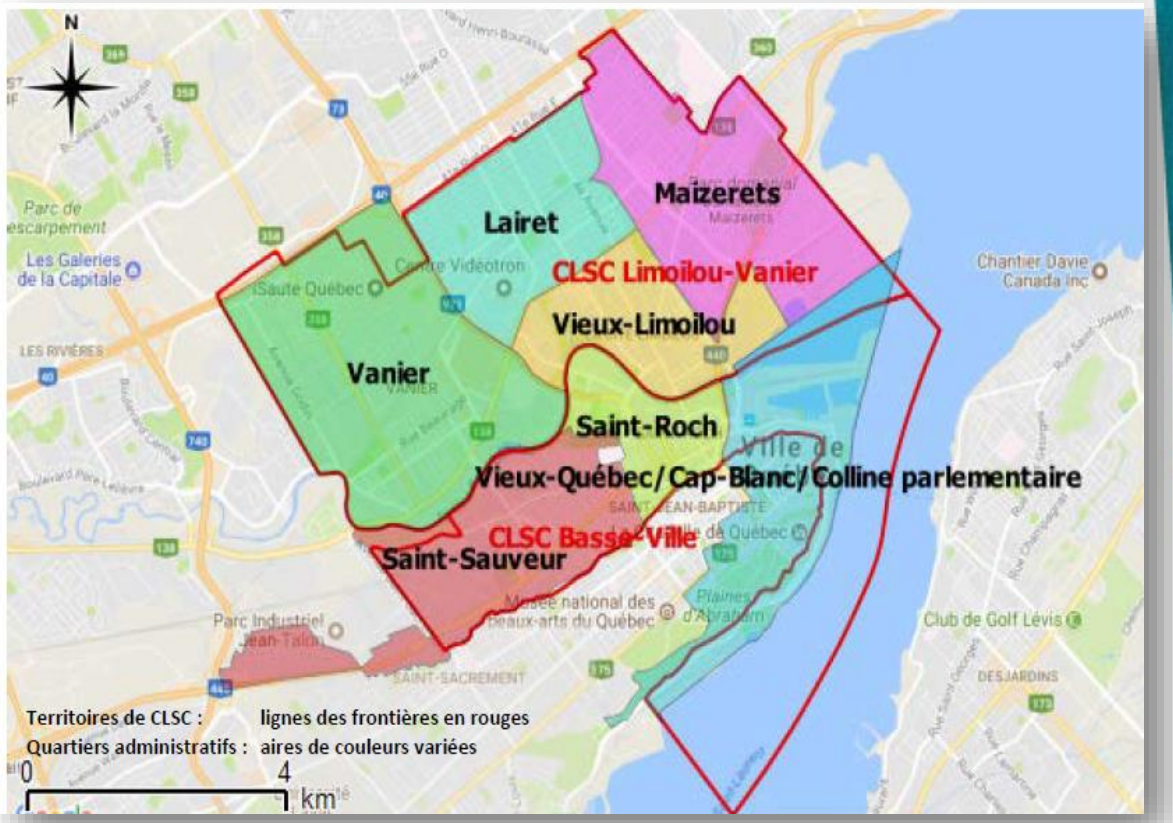
- Printemps 2013 :
  - → Avis de santé publique sur le nickel
  - → Création et participation aux comités de surveillance (CICEL, CVAP et CVGMR)
- Automne 2015 :
  - → Avis complémentaire de santé publique sur le nickel
- Hiver 2016 :
  - → Projet MEMS



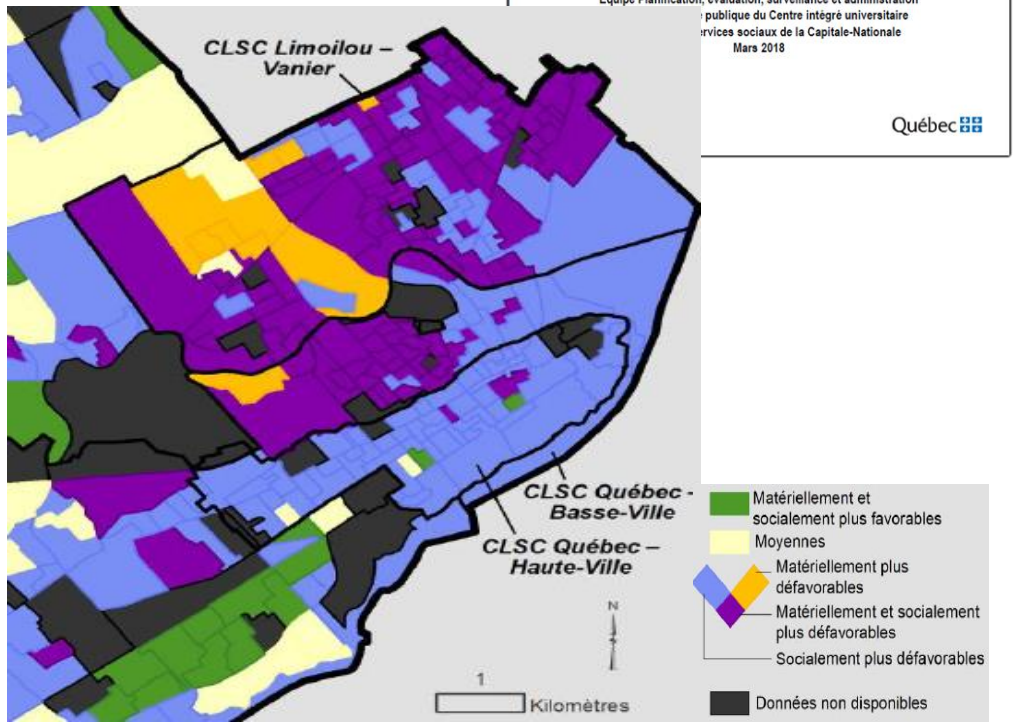
# Portrait du milieu d'étude - Limoilou

- Quartier résidentiel aux abords d'une zone industrielle et encadré d'autoroutes
- Topographie et contexte favorisent l'accumulation des polluants de l'air
- Problématiques :
  - → Air extérieur et intérieur
  - → Nuisances (bruit, poussières, odeurs)
  - → Îlots de chaleur urbains
  - → Aménagement urbain
  - → Sols contaminés
  - → Acceptabilité sociale



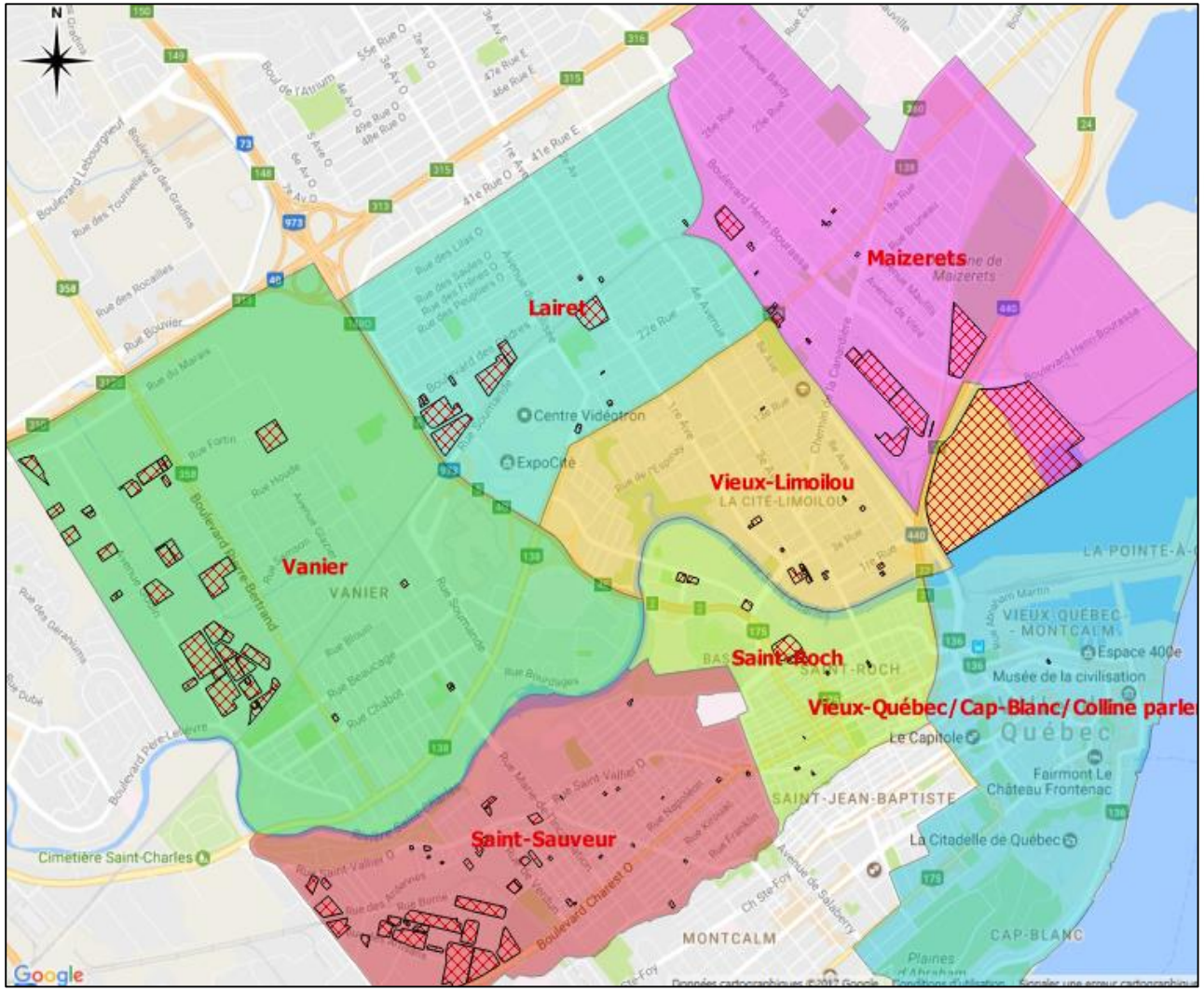
# Portrait du milieu d'étude – Contexte sociosanitaire

- Inégalités sociales de santé :
  - → Plus de maladies respiratoires
  - → Plus grande mortalité par maladies respiratoires
  - → Plus faible espérance de vie
- Défavorisation matérielle et sociale
- Communauté :
  - → Solidaire et écologique
  - → Résiliente
  - → Organisée, engagée et bien représentée
  - → Fort pouvoir d'agir



# Portrait du milieu d'étude – Sources émettrices

- Transport
- Industries
- Incinérateur
- Chauffage au bois
- Autres apports d'émissions en provenance de l'extérieur



# Projet Mon Environnement, ma santé

**Mon environnement, ma santé,** volet qualité de l'air extérieur, est un projet de recherche qui émerge de multiples préoccupations sociales, citoyennes et politiques liées à la pollution de l'air et à la qualité de l'environnement dans les quartiers de Limoilou, Vanier et de la Basse-Ville (LVBV).

**MEMS** vise à comprendre comment l'environnement physique affecte la santé des citoyens de LVBV.

L'objectif de **MEMS** vise à mieux comprendre le cumul de risque, à en mesurer l'impact et à proposer des solutions afin d'améliorer la santé de la population.

https://www.ciusss-capitalenationale.gouv.qc.ca/sante-publique/sante-environnement/monenvironnementmasante

# Aujourd'hui à la DSPublique…

- La priorité en lien avec la QAE passe par le projet MEMS
- Principaux livrables :
  - → Les inégalités sociales de santé dans Basse-Ville et Limoilou-Vanier (mars 2018)
  - → Bilan initial de la qualité de l'air extérieur et ses effets sur la santé (février 2019)
  - → Portrait des particules en suspension et des métaux dans l'air de la Ville de Québec (à venir)
  - → Portrait de la pollution de l'air à Québec et de certains de ses impacts sur la santé des résidents des territoires des CLSC Limoilou-Vanier et Québec-Basse-Ville (à venir)
  - → Recommandations du projet MEMS (à venir)

Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale
Québec



https://www.ciusss-capitalenationale.gouv.qc.ca/sante-publique/sante-environnement/monenvironnementmasante/documentation

# Aujourd'hui à la DSPublique…

- Liens étroits avec la population, les citoyens, les instances municipales et gouvernementales et les industries à travers le projet MEMS :
  - → Interpellation auprès du directeur de santé publique
  - → Discussions avec les citoyens et tournées communautaires
  - → Différents comités externes et comité-conseil de MEMS
  - → Présentation et communication des résultats

Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale
Québec



https://www.ciusss-capitalenationale.gouv.qc.ca/sante-publique/sante-environnement/monenvironnementmasante/documentation

# Questions/Discussion

Centre intégré
universitaire de santé
et de services sociaux
de la Capitale-Nationale

Québec

# LE PORT DE QUÉBEC

## GROUPE DE TRAVAIL SUR LES CONTAMINANTS ATMOSPHÉRIQUES – LE 9 AOÛT 2022

PORT QUÉBEC

# LE PORT DE QUÉBEC EN BREF

ORGANISME AUTONOME À GOUVERNANCE PARTAGÉE

CONNEXIONS FERROVIAIRES ET ROUTIÈRES

CARGAISONS ANNUELLES DE 20 MILLIARDS DE DOLLARS

CAPACITÉ D'ACCUEIL DE GROS NAVIRES

ACCÈS À DEUX CHEMINS DE FER

SERVICES MARITIMES COMPLETS

RÉSERVE FONCIÈRE

28 MILLIONS DE TONNES

L'UN DES 5 PORTS CANADIENS EN IMPORTANCE

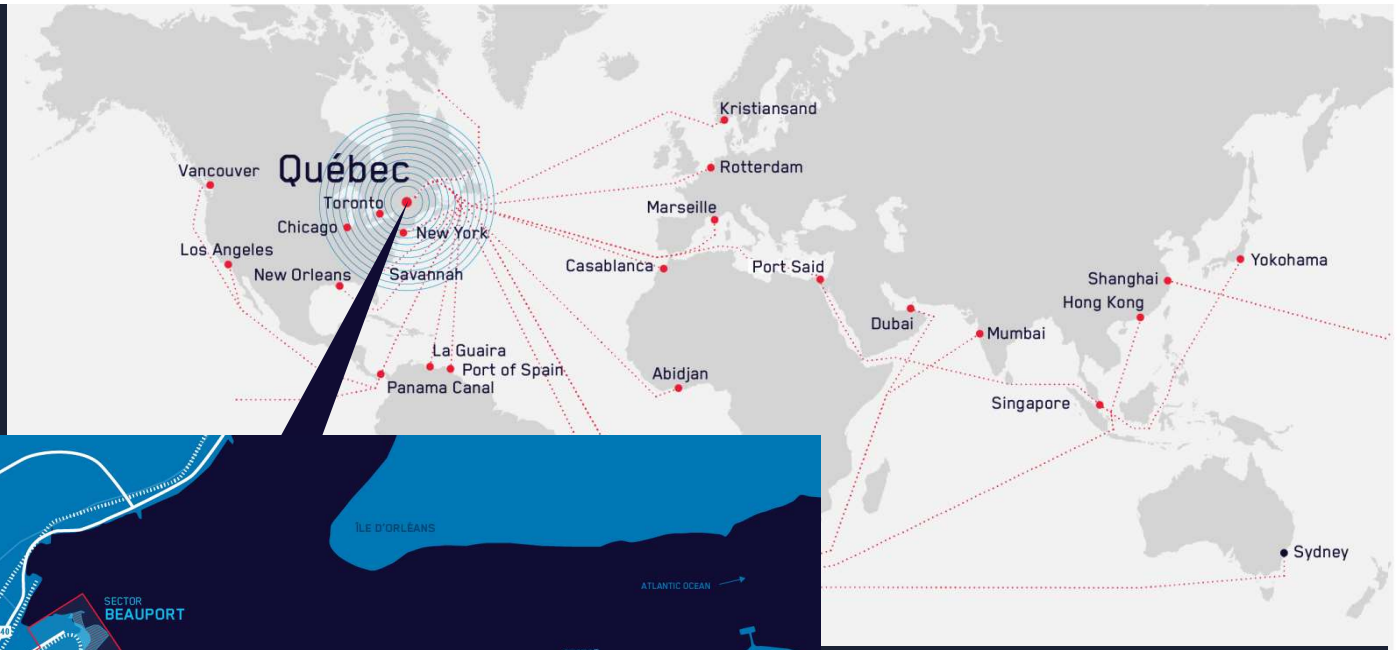
UN MARCHÉ DE PLUS DE 100 MILLIONS DE CONSOMMATEURS

PLUS DE 1 000 NAVIRES PAR ANNÉE

230 000 VISITEURS PAR ANNÉE

PORT QUÉBEC

# TERRITOIRE PORTUAIRE



493 **HECTARES**
35 km$^2$ **DE PLAN D'EAU**

5 SECTEURS

11 TERMINAUX DÉDIÉS

3 TERMINAUX MULTIFONCTIONNELS

PORT QUÉBEC

# BEAUPORT

PORT QUÉBEC

# LE SECTEUR DE BEAUPORT

**90** hectares de terrain portuaire

**6** principaux secteurs d'activité

- Chimique
- Recyclage
- Mines et minéraux
- Énergie
- Sidérurgie
- Construction

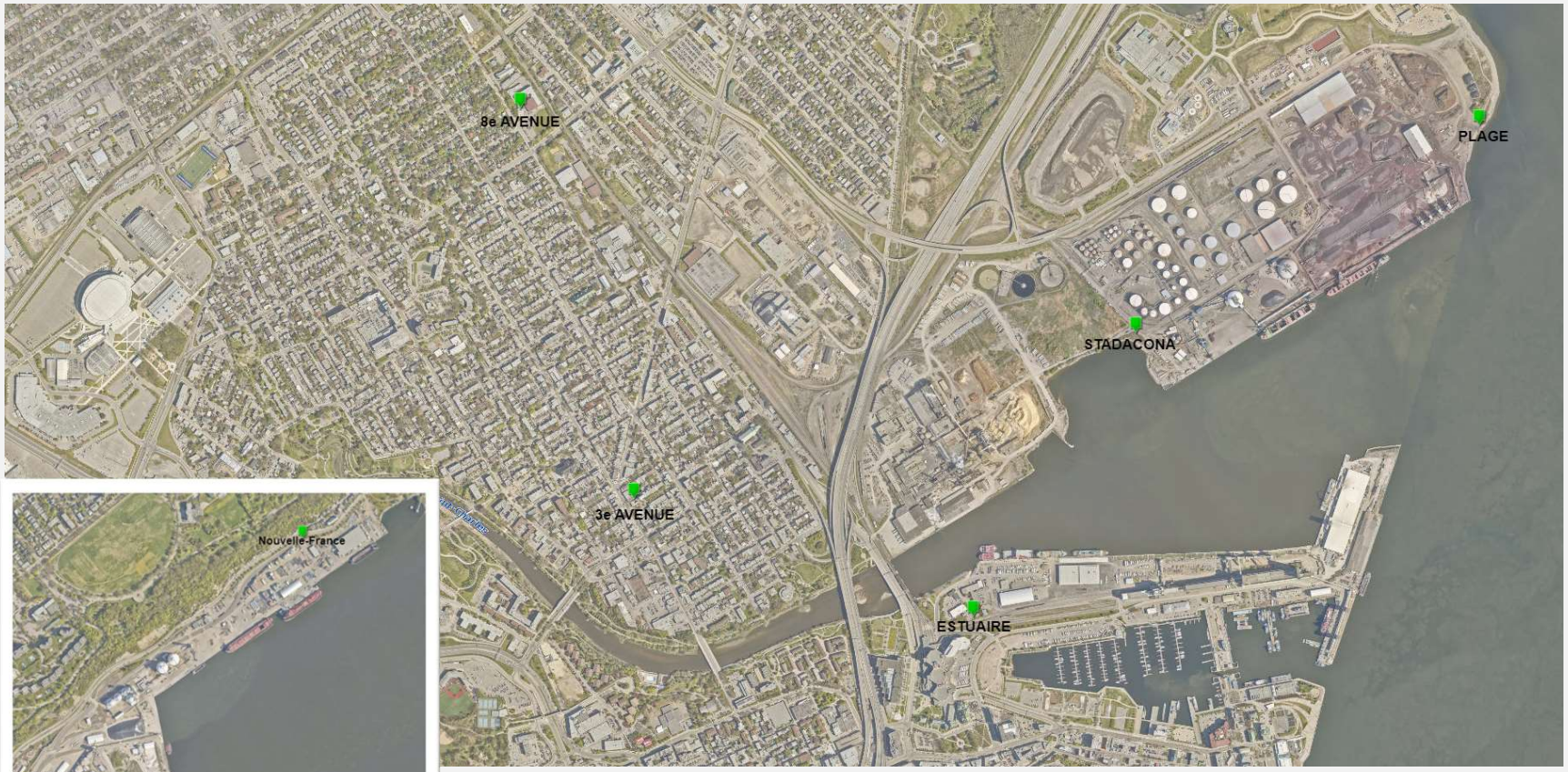
**5** terminaux portuaires

QSL IMTT Vopak GLENCORE béton provincial

- ✓ Volume total en transit à Beauport en 2021 : 11,4 millions de tonnes (m.t.)
- ✓ En chargement : 5,3 m.t.
- ✓ En déchargement : 6,1 m.t

PORT QUÉBEC

# Carte de localisation des stations : 2 stations de qualité de l'air ambiant sur la 3e et 8e Avenue



# Résumé des paramètres mesurés dans l'air ambiant par l'APQ

| Mesure | PM2.5 Temps Réel Alarmes | PM10 Temps Réel | PM10 (filtre) 7/7 | PM10/Métaux 1/3 | PST(filtre) 1/3 | PST/Métaux 1/3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Instrument | Sharp | Sharp | Partisol | Partisol | Hi-Vol | Hi-vol |
| 8e Avenue | X | | X | X | X | X |
| 3e Avenue | X | | X | X | X | X |

# Localisation des stations

**STATION 8e AVENUE - ACTIVE DEPUIS 2016**
**SHARP 5030, PARTISOL 2025I, HI-VOL, MET-ONE 034B**

**STATION 3e AVENUE - ACTIVE DEPUIS 2016**
**SHARP 5030, PARTISOL 2025I, HI-VOL, MET-ONE 034B**

# Perspective de l'Administration portuaire de Québec sur l'enjeu de la qualité de l'air dans le secteur Limoilou

- Octobre 2012 (événement des poussières rouges) : mène à une compensation financière versée par la Compagnie d'Arrimage Québec (CAQ), maintenant QSL

- À la suite de l'événement d'octobre 2012 (premier recours), un 2e recours collectif est intenté contre QSL et l'APQ :
  - ✓ Rejet du recours par la COUR SUPÉRIEURE le 4 mars 2020.
  - ✓ Jugement en appel et qui sera entendu les 26, 27 et 28 septembre prochain

- Sans « jugement de valeur » sur la cause judiciaire, il est indéniable que cette situation a eu plusieurs effets :
  - ✓ Une attention médiatique et populaire « négative » sur les activités portuaires
  - ✓ Une méfiance accrue de certains citoyens sur les agissements du Port de Québec et un lien de confiance fragilisé
  - ✓ Des préoccupations à la hausse sur la qualité de l'air du secteur Limoilou
  - ✓ Une mobilisation citoyenne exacerbée par divers épisodes : le nickel (et les prises de position parfois contradictoires de ceux qui portent la science), l'incinérateur, le projet Laurentia, la difficulté d'établir les sources des principaux contaminants, les liens parfois confus entre la qualité de l'air, la santé humaine et les nuisances comme la poussière, etc.

# L'Administration portuaire de Québec et le Port de Québec pour l'avenir de la qualité de l'air dans le secteur

- L 'APQ reconnaît qu'il y a une préoccupation citoyenne et qu'il faut s'en occuper : l'APQ s'est impliquée sur la plupart des tables et autres initiatives touchant la qualité de l'air du secteur : CICEL, CVAP, CCPC, DRSP et MEMS
- L' APQ considère que c'est un devoir d'opérer en s'inspirant de pratiques exemplaires dans une ville comme la Ville de Québec en respect de sa communauté
- L 'APQ, ses opérateurs et l'ensemble des employés du secteur portuaire forment une partie intégrante de cette communauté et souhaitent entretenir des liens de confiance renforcés
- Une collaboration maximale est nécessaire pour faire la juste part des choses :
  - ✓ Participation active aux travaux du GTCA
  - ✓ Partenaire actif dans l'initiative du maire de Québec accompagné du MELCC pour rendre compte de la qualité de l'air du secteur
- Le point d'intérêt est de faire toute la lumière sur les principales sources de contaminants atmosphériques dans le secteur pour mettre en œuvre les mesures d'atténuation les plus porteuses dont plusieurs ont déjà fait l'objet de recommandations : verdissement, diminution de la circulation routière, chauffage au bois, sources industrielles, etc.
- L' APQ fera sa part sans détour pour contribuer à cet effort collectif !

PORT QUÉBEC

VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

*PCE - Cécile Cognet ing.*
*PIV - Richard Laramée directeur VE*

# Présentation no 1 au GTCA : Contexte historique du CVÉ
# 9 août 2022

# PLAN DE LA PRÉSENTATION

1. Réglementation en vigueur
2. Comité de vigilance (de CVI à CVGMR)
3. Améliorations techniques
4. Modélisation de dispersion atmosphérique
5. Suivi environnemental (RAA et CCME)
6. Retour sur le rapport du BAPE

# COMPLEXE DE VALORISATION ÉNERGÉTIQUE

## Réglementation en vigueur

- Installation assujettie au Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (RAA) et régie par certificat d'autorisation du Ministère (le dernier CA date de 2008 pour sa modernisation)

- Engagements au fil des ans, selon les CA et autres* :
  - Surveillance en continu des émissions aux cheminées
  - Réalisation de travaux correctifs en cas de dépassement
  - Atteinte des teneurs-type du Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME)
  - Modernisation de l'équipement pour l'amélioration de la qualité de l'air et de la combustion
  - Échantillonnage à une fréquence biannuelle*
  - Communication des résultats ou des problématiques aux autorités gouvernementales

# COMPLEXE DE VALORISATION ÉNERGÉTIQUE

## Comité de vigilance

- Comité de vigilance, une obligation réglementaire du REIMR :
  - 2005 : création du comité de vigilance de l'incinérateur (CVI)
  - 2017 : mandat élargi, de CVI à CVGMR comité de vigilance de la gestion des matières résiduelles en 2021
  - Membership : près de 20 personnes dont trois élus VQ (présidente Mme Asselin, M. Villeneuve et Mme Smith), des représentants des citoyens avoisinants (Conseils de quartier) et des groupes environnementaux

- Mandat du comité (en autres) :
  - Vérifier si l'exploitation s'effectue en conformité avec les normes applicables et dans le respect des exigences environnementales, de faire des recommandations à la VQ pour atténuer les impacts de l'incinérateur sur le voisinage et l'environnement et de transmettre à la population les renseignements pertinents sur la gestion de l'équipement
  - Faire des recommandations à la VQ concernant l'élaboration du plan de mise en œuvre de l'agglomération de Québec du PMGMR de la CMQ

# Comité de vigilance (suite)

- Rôles et responsabilités :
  - GMR :
    - Reddition sur l'élaboration et la mise en œuvre du PMGMR
  - PCE :
    - Reddition des suivis environnementaux auprès des membres du CVGMR et des ministères (déclarations annuelles au niveau fédéral et provincial, rapport annuel…)
    - Bon suivi du mandat de Consulair et autres demandes d'avis techniques
  - PIV :
    - Bon suivi opérationnel et résolution des incidents techniques imprévus
    - Bonne collaboration auprès des membres du CVGMR
    - Soutien technique auprès de PCE

# COMPLEXE DE VALORISATION ÉNERGÉTIQUE

## Améliorations techniques

- 2015 : Reprise des opérations de l'incinérateur par la Ville avec comme mission, rendre les opérations conformes aux normes environnementales et améliorer la productivité globale de l'incinérateur maintenant appelé « Complexe de valorisation énergétique - CVÉ »

- Depuis : Plusieurs millions $$ investis (métallisation des fours, installation de brûleurs au gaz naturel et d'unités individuelles d'addition de charbon activé)

- Juin 2021 : Conformité environnementale atteinte pour tous les paramètres réglementés, en particulier avec le monoxyde de carbone (une 1re depuis de nombreuses années d'opération)

- Prochains investissements : 2e phase de métallisation pour chacun des fours, ajout d'équipements pour assurer un meilleur suivi des émissions atmosphériques (dont les dioxines et furanes).

- Autres étapes d'importance :
  - Automne 2022 : démarrage de Centre de Récupération de la Matière Organique (CRMO)
  - D'ici printemps 2023 : arrêt de la station de traitement des boues (Biométhanisation)

# COMPLEXE DE VALORISATION ÉNERGÉTIQUE

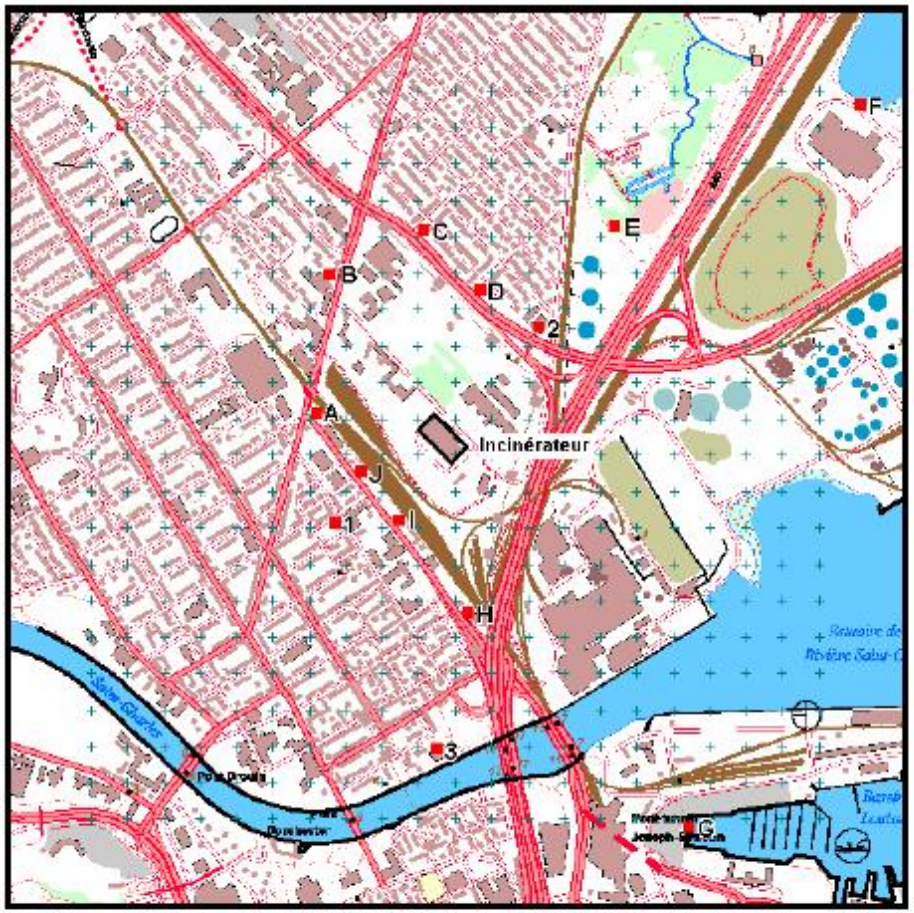
## Modélisation de dispersion atmosphérique

- Réalisation d'études par le ministère pour évaluer les impacts de l'incinérateur dans l'air ambiant :
  - sur la modélisation (2015)
    *Effets sur l'air ambiant des émissions de l'incinérateur de la Ville de Québec – évaluation par modélisation de la dispersion atmosphérique (JF Brière et G. Boulet)*
  - sur l'échantillonnage (2018)
    *L'incinérateur et la qualité de l'air dans l'arrondissement La Cité-Limoilou, Québec (JF Brière et P. Walsh )*

# COMPLEXE DE VALORISATION ÉNERGÉTIQUE

## Carte des récepteurs potentiels à l'extérieur de la zone industrielle

a) Domaine de 10 km sur 10 km




b) Agrandissement de 2 km sur 2 km

# Suivi environnemental biannuel

- Les exigences réglementaires s'appliquant au complexe industriel sont des normes d'émissions aux cheminées (et non des normes d'air ambiant).

- Campagnes annuelles d'échantillonnage par Consulair : deux campagnes (juin – septembre)

| Paramètres réglementés au RAA | Valeurs guide au CCME |
|---|---|
| Particules | HAP |
| Dioxines furannes | BPC |
| Mercure (Hg) | Métaux (As, Cd, Cr, Ni, Pb) |
| Acide chlorhydrique (HCl) | Dioxyde de soufre ($SO_2$) |
| Monoxyde de carbone (CO) | Chlorophénols |
| | Chlorobenzènes |
| | Oxydes d'azote (NOx) |

# COMPLEXE DE VALORISATION ÉNERGÉTIQUE

## Retour sur le rapport du BAPE

- En 2021, M. Charrette, ministre de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), a confié au BAPE le mandat de tenir une enquête et une audience publique portant sur l'état des lieux et la gestion des résidus ultimes

- Dans le cadre des audiences publiques du BAPE, la Ville a présenté et déposé 5 mémoires et formulés 14 recommandations. À la suite de leur analyse, les commissaires du BAPE ont déposé leur rapport final ce 25 janvier 2022 (rapport no 364).

# Merci !

***PCE - Cécile Cognet ing.***
***PIV-VE – Richard Laramée directeur***

# CONTEXTE & ATTENTES

Groupe de travail
sur les contaminants atmosphériques

Jean-Pierre Charland et Claude Thellen

# CONTEXTE (10 min)

1) La petite histoire… Plus de 10 ans de questionnements

2) Des enjeux multiples… Qualité de l'air du Quartier Limoilou

3) La mobilisation citoyenne…

- Des préoccupations citoyennes encore très présentes

4) La position du gouvernement

5) Des positions industrielles sectorielles

- Des actions correctives

6) Mobiliser les parties prenantes à travailler ensemble…

- Synergie… Viser des effets de levier…

# CONTEXTE (suite)

- Plusieurs parmi vous, avez une connaissance historique du dossier…
- Vous êtes ici pour apporter un regard critique, objectif en lien avec les discussions en cours… Pas pour vous opposer farouchement…
- Notre action se doit de demeurer indépendante et visant des réponses concertées…
- Donc, critique constructive et visant à apporter un éclairage sur des enjeux particuliers

# Communiqués de presse du Ministère de l'environnement et de la lutte contre les changements climatiques

18 février 2022

*"Québec met sur pied un groupe de travail indépendant afin d'améliorer la qualité de l'air dans Limoilou... Nouvelle station de suivi"*

24 mars 2022

*"Le ministre Benoit Charette annonce le lancement des travaux du Groupe de travail sur les contaminants atmosphériques"… Jean-Pierre Charland / Claude Thellen*

# MANDAT ET OBJECTIFS

***Faire un état de la situation actuelle de la qualité de l'air dans le quartier Limoilou et faire des recommandations pour améliorer la situation***

Deux volets :

Comprendre la problématique de la contamination de l'air du secteur à l'étude

- Revue de littérature - travaux déjà réalisés ou en cours *(Objectif 1)*
- Identification des contaminants à risque pour l'environnement et la santé, et de leurs sources d'émissions *(Objectif 2)*
- Analyse des propositions déjà formulées *(Objectif 3)*

Proposer des mesures d'atténuation avec critères de faisabilité

- Revue des actions d'atténuation à ce jour *(Objectif 4)*
- Mise en priorité de mesures d'atténuation à partir de critères de faisabilité *(Objectif 5)*

**Recommandations… Sources / Suivis / Impacts / Atténuation…**

# PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT

**Une démarche indépendante** des actions antérieures menées à ce jour

**Une analyse critique** de l'information actuelle

Un processus de révision scientifique - **objectif, rigoureux et transparent**

# UN CADRE ÉTHIQUE

Objectivité... Intérêt de la Société...

Respect... Collaboration

Confidentialité

# QUESTIONS THÉMATIQUES

… développées et débattues au fil des sessions de travail

**Q 1** - L'information actuelle - Qualité de l'air, Santé, Atténuation – Est-elle satisfaisante ? Doit-elle être actualisée et complétée ?

**Q 2** - Y-a-t-il des angles morts à considérer dans l'information actuelle ? Permettraient-ils de recommander des solutions davantage concertées pour améliorer la situation dans Limoilou ?

**Q 3** - Quelle serait la recommandation la plus urgente à mettre en œuvre ?

# AXES MAJEURS

**AXE 1 -** Qualité de l'air –
Appréciation des données de mesure de contaminants atmosphériques

**AXE 2 -** Qualité de l'air et santé –
Effets sur la santé humaine

**AXE 3 -** Atténuation actuelle et planifiée
pour les principaux émetteurs

**AXE 4 -** Recommandations basées
sur le principe de l'amélioration continue

# SOURCES D'INFORMATION – QUALITÉ DE L'AIR, SANTÉ, MITIGATION

- Données validées et produits scientifiques reliés
  - Rapports techniques gouvernementaux (MELCC, MSSS /SP, MTQ, etc.)
  - Rapports /Présentations dans les comités (CICEL; CVAP; …)

- Rapports externes et publications scientifiques en lien avec le quartier

- Revues de presse ciblées… Orientations des travaux

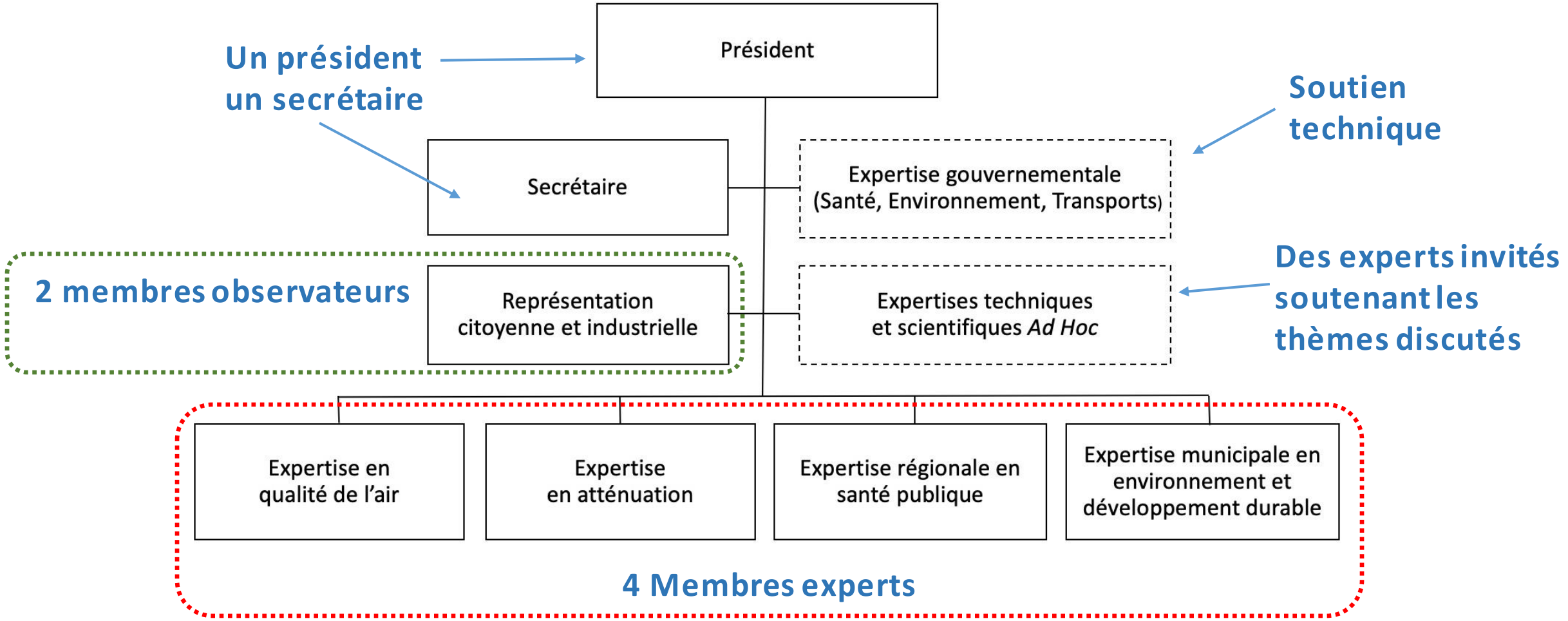
- Etc.

**Critères de qualité de l'information scientifique**

# CADRE DE FONCTIONNEMENT

- Description du mandat du groupe
- Composition du Groupe de travail
- Rôles des membres
- Règles de régie interne
- Fonctionnement des travaux
- … Bloc 1,2

# Organigramme



# CADRE DE FONCTIONNEMENT

Groupe de travail
sur les contaminants atmosphériques

Claude Thellen et Jean-Pierre Charland

# CADRE DE FONCTIONNEMENT

- ~~Description du mandat du groupe~~
- ~~Composition du Groupe de travail~~
- Rôles attendus des membres
- Règles de régie interne
- Fonctionnement des travaux
- Calendrier des rencontres

# Rôle des membres

***Président***

- **Préside** Travaux et Activités du GTCA
- Interlocuteur principal pour la GTCA
- Responsable du **r**apport final et des échéanciers

***Secrétaire***

- **Assiste** le président dans ses fonctions
- Gestion de la **documentation** - ODJ, CR, Communications, Rapports...

# Rôle des membres

***Membres experts*** (Qualité de l'air / Atténuation / Santé Publique / Expertise municipale**)**

Formation + Expertise + Expérience

➢ ***Regard critique***

***Membres observateurs*** (Industrie / Citoyen)

Intérêt + Connaissance

➢ ***Clarificateur***

***Experts invités***

Formation + Spécialité + Expérience

➢ ***Connaissances ciblées d'intérêt pour le GTCA***

# **Règles de régie interne** (Annexe 2)

***Assurer une uniformité dans les activités***

Modes de fonctionnement des activités en général

Réunions régulières… Réunions extraordinaires… Communications

# PLAN DE RENCONTRE DE TRAVAIL – 1 de 2

| Rencontres Qualité de l'air | Date | Ouverture (30 min) | Bloc 2.1 Présentation(s) (60 min) Questions/discussion (30 min) | | Bloc 2.2 Présentation(s) (60 min) Questions/discussion (30 min) | Conclusion (30 min) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Rencontre 2** **Introduction à la qualité de l'air et mesures de la qualité de l'air dans Limoilou** | 2022-08-18 | Revue du compte-rendu, des décisions et des actions ; adoption de l'ordre du jour et des documents | Éléments à connaître :<br><br>- Qualité de l'air (40 min)<br>- Atténuation (20 min) | Pause | La Ville de Québec et son projet de suivi de la qualité de l'air (20 min) ;<br><br>Limoil'Air, initiative citoyenne de suivi dans Limoilou (20 min) | Fin de la rencontre, tour de table et vérification du taux de satisfaction de la réunion |

# PLAN DE RENCONTRE DE TRAVAIL – 2 de 2

## Bloc de 4 heures sur un thème choisi :

- 2 sous-Blocs + Pause
- Présentation (60 min) + discussion (30 min)
- Compte Rendus des rencontres :
  a) Résumé des sujets discutés
  b) Points de suivi
  c) Recommandations

➢ *Enregistrement des Séances, pour fins de révision des CR*

# DES CONFÉRENCIERS INVITÉS

- Pour explorer des "angles morts » :
- Pour susciter des questionnements
- Pour ouvrir sur des actions... Des recommandations

**EXEMPLES :**

- Suivi / Surveillance de la Qualité de l'air
- Autres sources – PME; Traffic;
- QA - Santé pulmonaire; Coûts de santé
- Stratégie d'assainissement

# ATELIERS SYNTHÈSE – BLOCS 7 & 11

Périodes de **discussion ouvertes** visant à faire le point sur :

1. **Qualité** de la documentation existante
2. **Compréhension globlale** - Qualité de l'air et des sources émettrices / Mesures d'atténuation appliquées et applicables
3. **Éléments d'amélioration** et ébauches de recommandations

# L'INFORMATION PARTAGÉE

- **Système Google Drive** :
  - Santé
  - Qualité de l'air
  - Atténuation
  - Doc Sessions de travail

- **Respect de la confidentialité**
  - CR de sessions de travail
  - Présentations scientifiques, si exigées

# QUELQUES OUTILS...

- Documents / Google Drive
- Questions thématiques
- Grille d'analyse

# *Période de discussion*

## NOS RENCONTRES DE TRAVAIL

Moment de la journée

Calendrier

Organisation des blocs

Etc.

**Optimiser les périodes de rencontre**

**Aout**

| d | l | m | m | j | v | s |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |
| 28 | 29 | 30 | 31 | | | |

**Septembre**

| d | l | m | m | j | v | s |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1 | 2 | 3 |
| 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | |

**Octobre**

| d | l | m | m | j | v | s |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 1 |
| 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | f |
| 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 30 | 31 | | | | | |

Groupe de Travail sur les Contaminants Atmosphériques

# *Processus - Surveillance de la qualité de l'air*

Fabrice Godefroy - Gestionnaire du RSQA Ville de Montréal
18 Août 2022

# Sommaire

- Programme national
- Station de mesure
- Instrumentation
- Métrologie
- Données

# Programme de surveillance national de la pollution atmosphérique

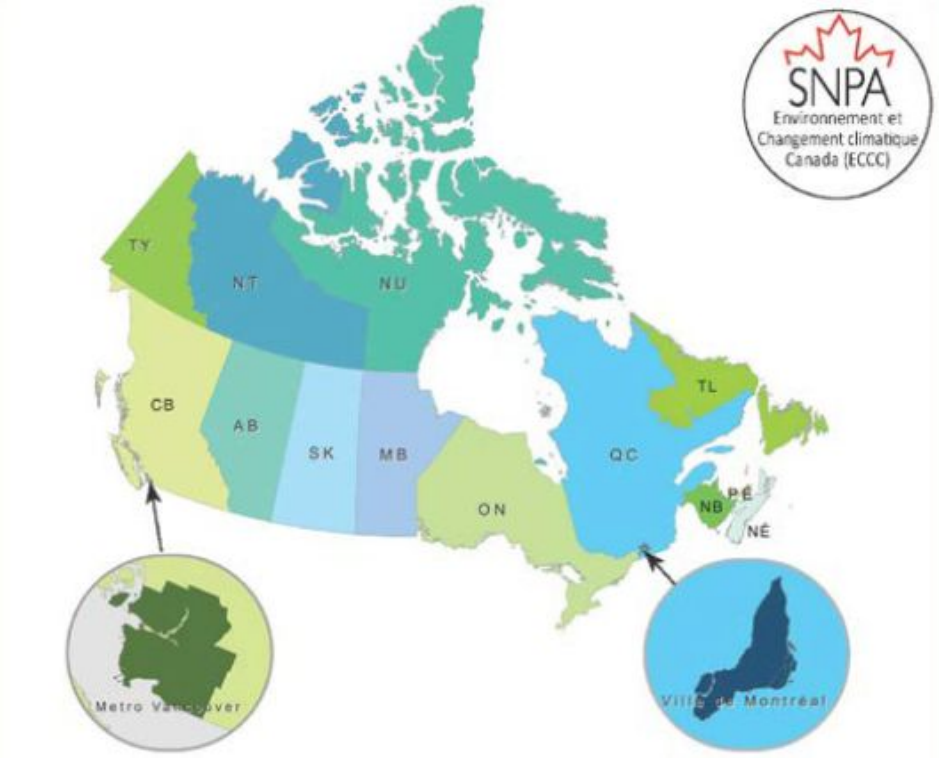
GTCA - Fabrice Godefroy

# Programme SNPA

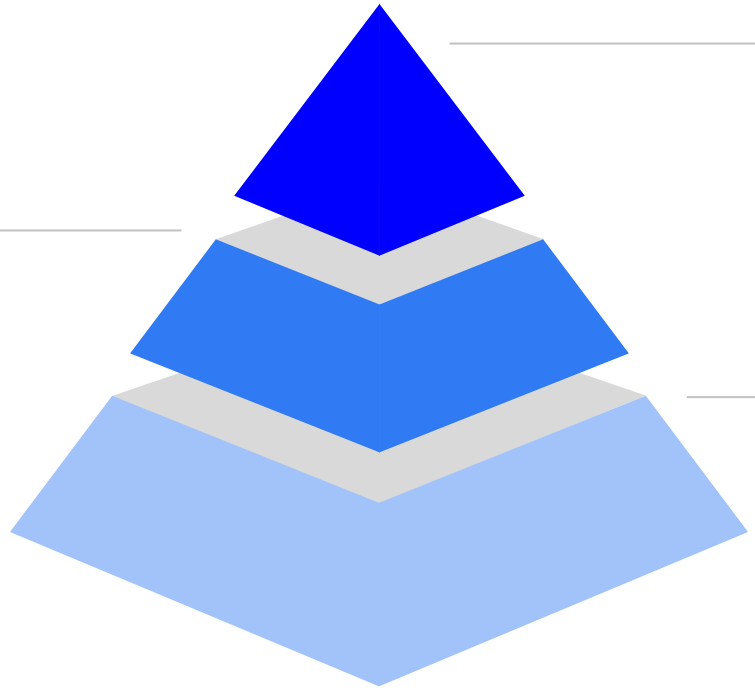
**Structure** :
10 provinces
3 territoires
Metro Vancouver
Montréal

**Moyens :**
260 stations

**Objectif** :
Fournir un registre à long terme de données fiables, défendables et facilement accessibles.
*Lignes directrices sur la surveillance de l'air ambiant, l'assurance et le contrôle de la qualité*



# Objectifs principaux

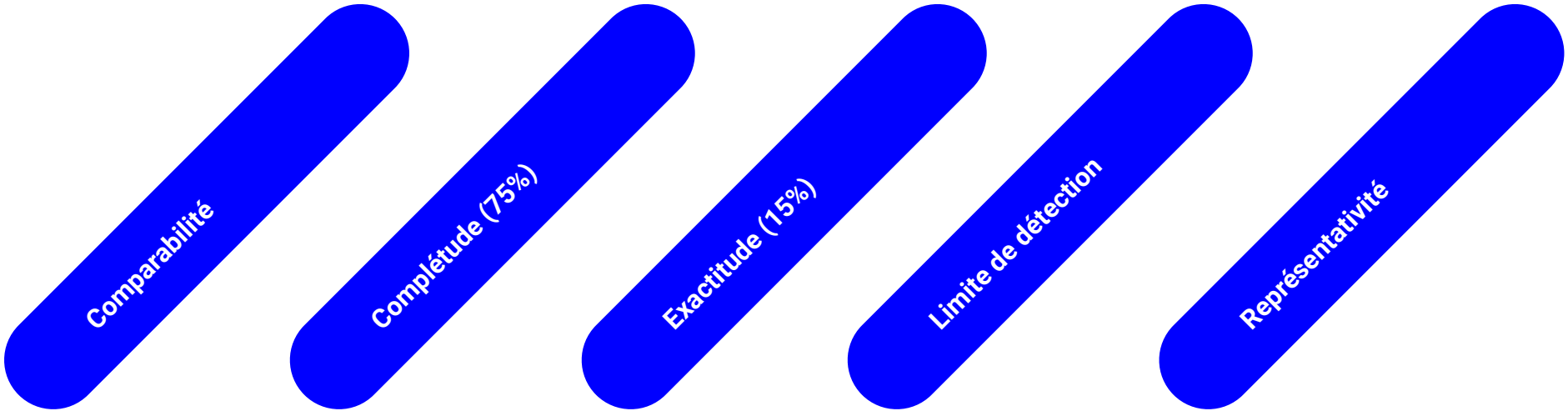


1 **Fournir de l'information au public**

2 **Produire des données de qualité**

3 **Suivre l'état de la qualité de l'air**

# Objectifs de qualité des données



# Station de mesure

Critères de sélection des sites
Polluants ciblés

GTCA - Fabrice Godefroy

# Système de classification

| Classe de site | Variables | Définition | Code |
|---|---|---|---|
| Urbanisation | Grande zone urbaine | Grand centre de population[1] (population ≥ 100 000). | LU |
| | Zone urbaine moyenne | Centre de population moyen[1] (population de 30 000 à 99 999). | MU |
| | Petite zone urbaine | Petit centre de population[1] (population de 1 000 à 29 [illegible]) | SU |
| | Zone non urbaine (rurale) | Zone non urbaine[1] (population < 1 000). | NU |
| | | | |
| Population de quartier | < 500 | Catégories de population résidentielle dans un rayon de 4 km autour du site de surveillance. | P1 |
| | 500 à 9 999 | | P2 |
| | 10 000 à 49 999 | | P3 |
| | 50 000 à 99 999 | | P4 |
| | 100 000 à 149 999 | | P5 |
| | ≥ 150 000 | | P6 |
| | | | |
| Utilisation locale du sol | Résidentielle | La catégorie dominante d'utilisation du sol dans un rayon de 400 m. | R |
| | Commerciale | | C |
| | Industrielle | | I |
| | Parcs | | P |
| | Plans d'eau | | E |
| | Agricole | | A |
| | Forêts | | F |
| | Zones dégagées | | D |
| | | | |
| Type de site | Exposition de la population en général | Site situé dans une zone urbaine où des populations vivent, travaillent, magasinent et se divertissent, et qui n'est pas classé comme influencé par les transports ou par des sources fixes. | EP |
| | Concentration de fond régionale | Site à l'extérieur d'une zone urbaine. | CR |
| | Influencé par les transports | Site à moins de 100 m d'une route majeure[2] ou influencé par les véhicules et moteurs hors route, et les sources ferroviaires, maritimes ou aériennes dans une zone urbaine. | T |
| | Influencé par une source fixe | Site à proximité (<~ 10 km) d'une importante source fixe d'émissions[3] et se trouvant dans une zone urbaine; classification fondée sur les données des COV et du $SO_2$[4]. | SP |

1 Un « centre de population » possède une concentration de population minimale de 1 000 personnes et une densité de population d'au moins 400 personnes par km2. Toutes les zones à l'extérieur des centres de population sont classées comme des zones non urbaines (rurales).

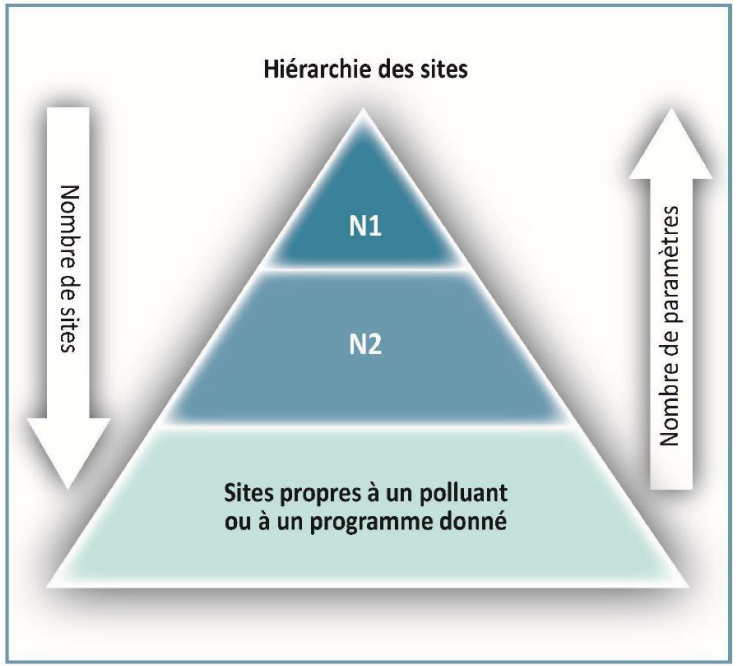
2 Autoroutes, voies rapides, artères et routes collectrices ayant un débit journalier moyen annuel [DJMA] > 15 000.

3 Les sources fixes comprennent : les installations industrielles, les centrales électriques, les incinérateurs et les usines de traitement de déchets.

4 Émissions de $SO_2$ plus grandes qu'environ 1 000 tonnes par année (RWDI, 2016).

# Concept graphique des sites principaux

# Hiérarchisation des sites



# Paramètres mesurés aux sites principaux

| Paramètre | N1 | N2 |
|---|---|---|
| Méthode de référence pour les $PM_{2,5}$ | x | x |
| $PM_{2,5}$ en continu | x | x |
| $O_3$ | x | x |
| $NO_2$ | x | x |
| Caractérisation des $PM_{2,5}$ | x | |
| $SO_2$ | x | o |
| CO | x | o |
| COV | x | o |
| $PM_{2,5-10}$ ponctuel | x | o |
| Carbonyle | o | o |
| HAP | o | |
| Météorologie | R | |

x Surveillé
o Optionnel
R Recommandé

# Instrumentation

# Type de mesures

- **Mesure en continu :**

  Analyseur 24h/24 toute l'année

  (Micro-capteurs)

- **Mesure intégrative :**

  Préleveur actif

  Préleveur passif

  Prélèvement selon calendrier SNPA (durée échantillonnage sur 24h aux 3/6/12 jours)

# Mesure en continu

# Mesure en continu

| POLLUANT | MÉTHODE DE MESURE |
|---|---|
| $SO_2$ | Fluorescence UV |
| CO | Infrarouge non dispersif |
| $O_3$ | Photométrie UV |
| $NO/NO_2/NO_X$ | Chimiluminescence, cavité optique |
| $PM_{2,5}$ | Atténuation béta, TEOM, diffusion de lumière |

# Mesure intégrative

GTCA - Fabrice Godefroy

# Préleveur actif

Les mesurages des concentrations gazeuses et particulaires des HAP ou des métaux lourds sont réalisés par prélèvements sur filtre pour la fraction particulaire, complété par une mousse PUF pour la fraction gazeuse à l'aide de préleveurs grand débit (de l'ordre de 500 L /min).

Ces préleveurs grand débit sont des appareils équipés d'une turbine qui aspire l'air au travers d'une tête de coupure (PM10, PM2.5 ou PM1), système permettant de sélectionner la classe granulométriques des particules correspondante. La fraction particulaire est ensuite piégée sur un filtre en quartz, la fraction gazeuse sur une mousse en polymères spécifiques.

Le débit de l'instrument est contrôlé et régulé à environ 500 L/min). Un passeur automatique de filtres permet de réaliser des séquences pouvant contenir jusqu'à 15 filtres.

Toutes les données (température, pression, horaires et débits) sont sauvegardées informatiquement et peuvent être récupéré a posteriori.

L'analyse se fait par ICP/MS après attaque acide au micro-ondes.

# Préleveur passif : canister (COV, BTEX, composés soufrés)

*Photo 1 : Système canister*

Les canisters sont des bonbonnes sphériques en inox d'un volume de 6 litres dont l'intérieur a été passivé afin que les substances chimiques ne réagissent pas avec les parois internes du canister. Ils sont surmontés d'un système de régulation de débit permettant de réaliser des prélèvements à des débits situés entre 20 et 50 mL/min, sur des durées allant de quelques minutes à 24 heures.

Le nettoyage et la vérification de chacun des canisters sont validés par une analyse devant aboutir à une teneur en BTEX inférieure à 0,3 µg/m$^3$. Chaque canister est ensuite mis sous vide à froid (P~$10^{-5}$ à $10^{-6}$ bar, 20°C) et fermé hermétiquement.

Les prélèvements sont réalisés simplement par ouverture du canister, l'échantillonnage s'effectue alors par aspiration à débit contrôlé jusqu'à atteindre la pression atmosphérique. Le canister est ensuite fermé hermétiquement.

Les analyses quantitatives sont réalisées par CG/SM couplé à un système d'échantillonnage on-line qui reconcentre les polluants à froid sur un trap (tube fin contenant un adsorbant spécifique) qui est ensuite désorbé thermiquement.

La limite de quantification atteinte avec un canister de 6 L est estimée à 1µg/m$^3$.

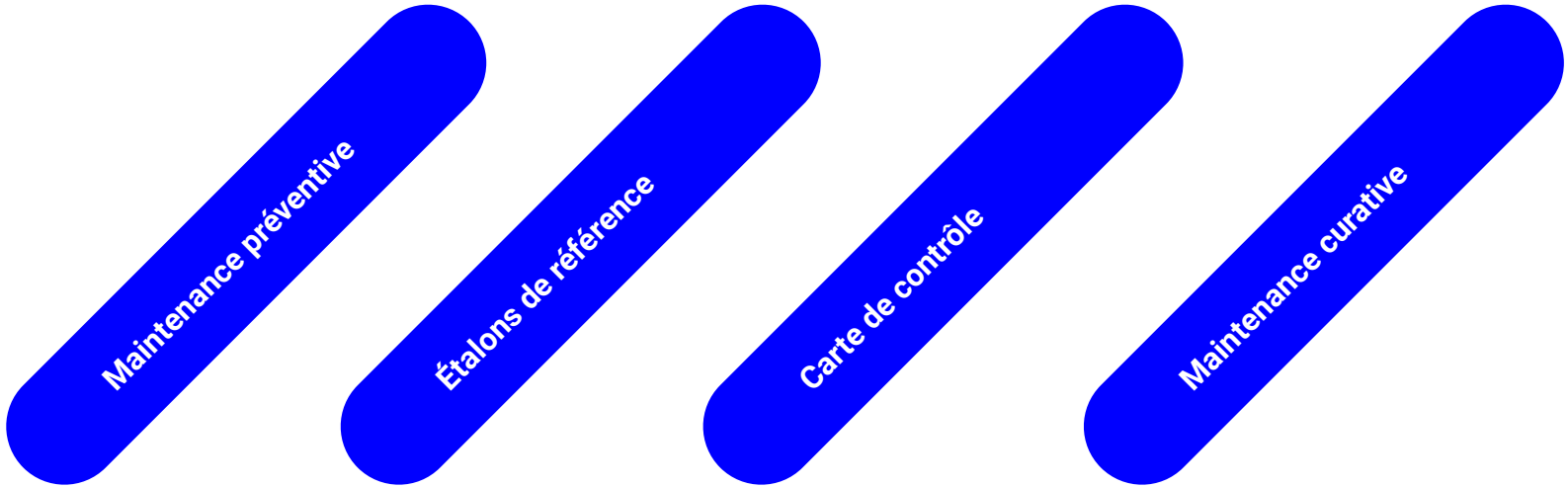
# Métrologie

science des mesurages et ses applications

GTCA - Fabrice Godefroy

# Métrologie

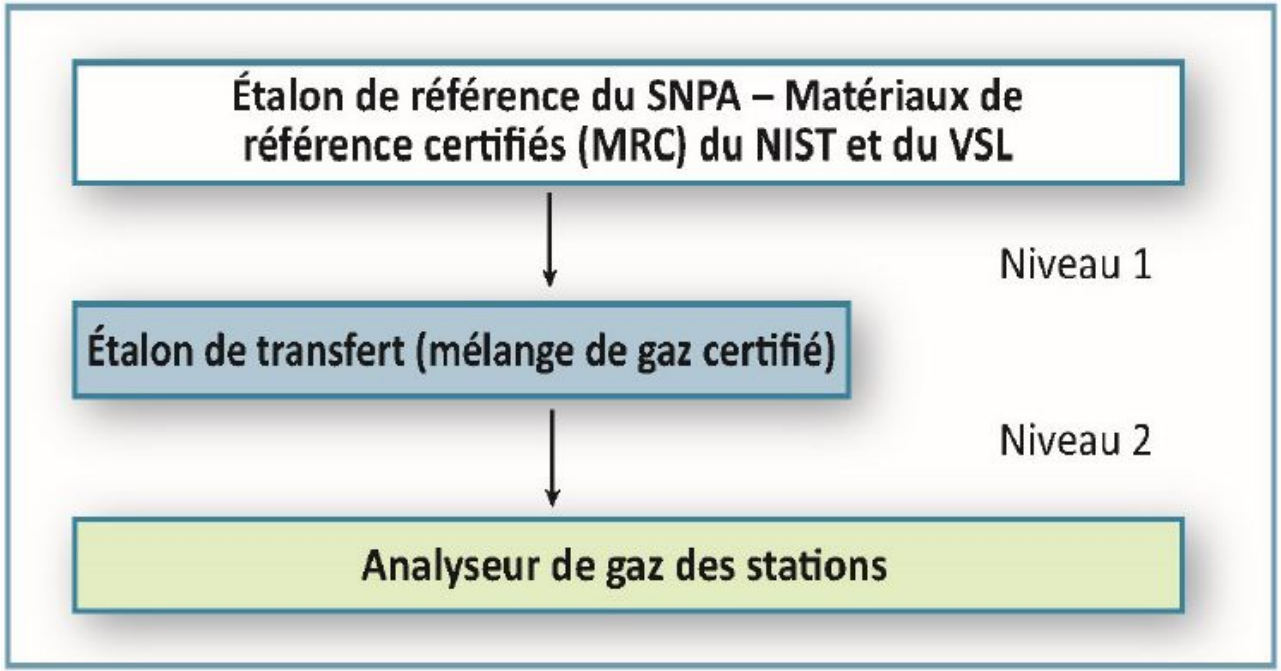
La métrologie comprend tous les aspects théoriques et pratiques des mesurages, quels que soient l'incertitude de mesure et le domaine d'application.



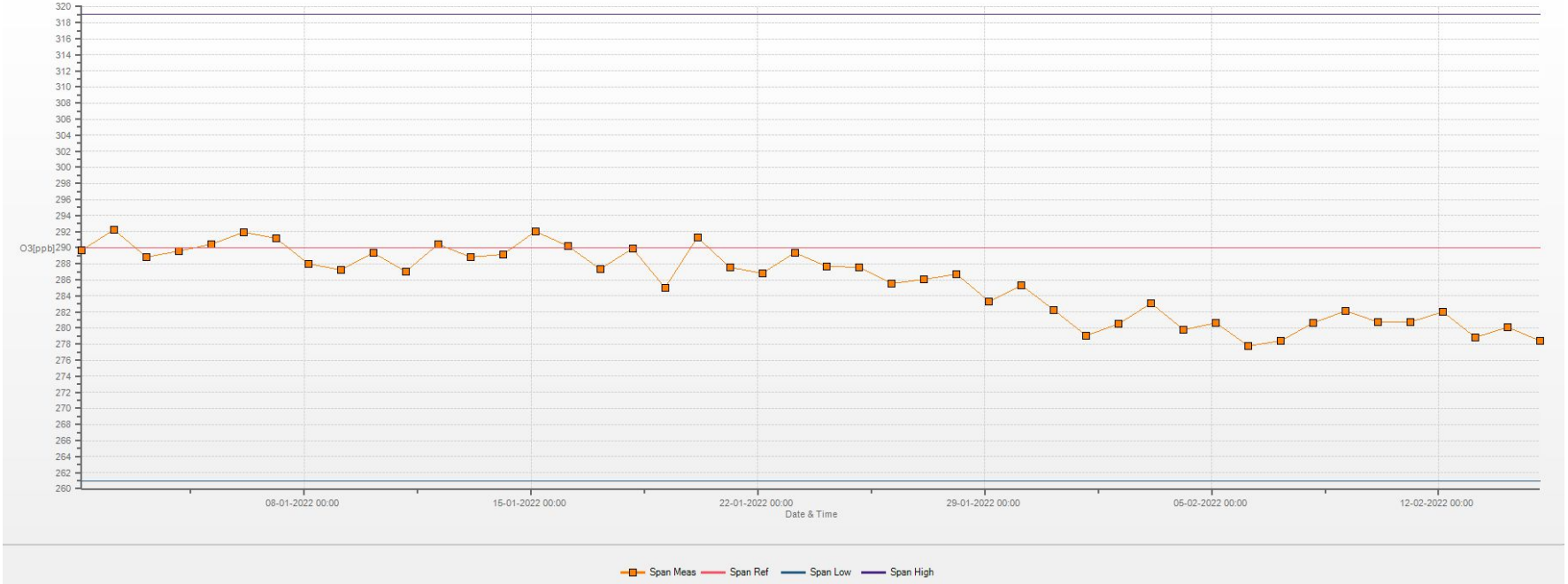
# Maintenance préventive

- Relevé des paramètres techniques
- Changement du filtre poussière de l’entrée échantillon
- Audit
- Nettoyage
- Calibration
- …

# Étalons de référence



# Carte de contrôle



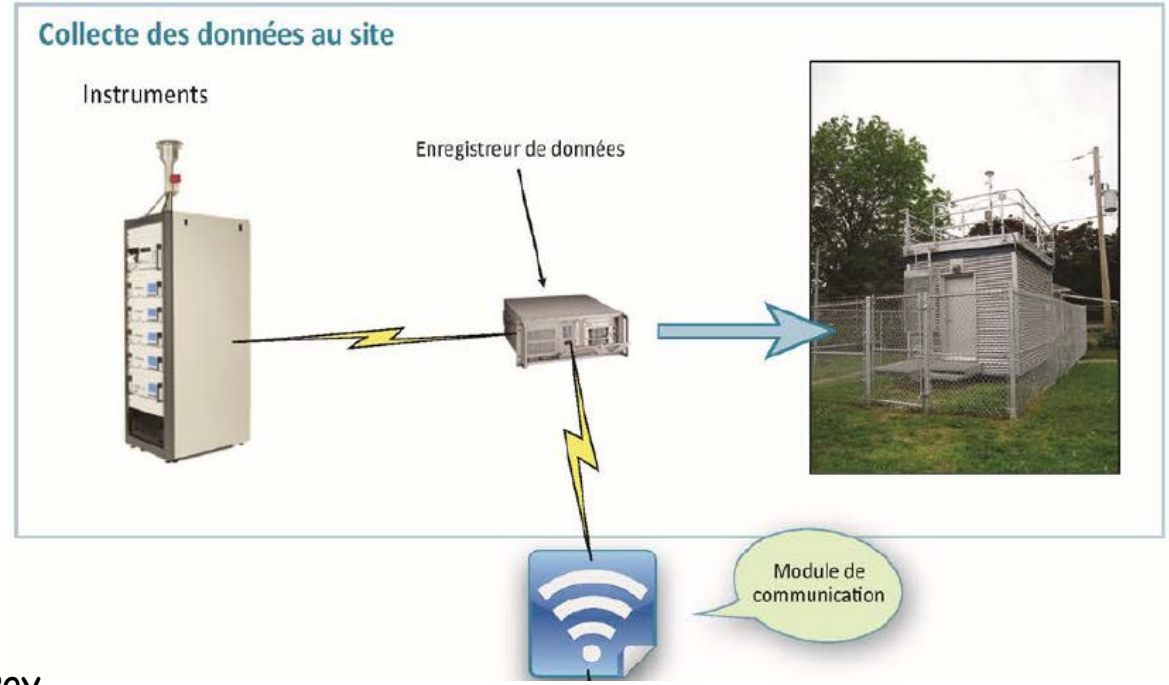
# Maintenance curative

# Données

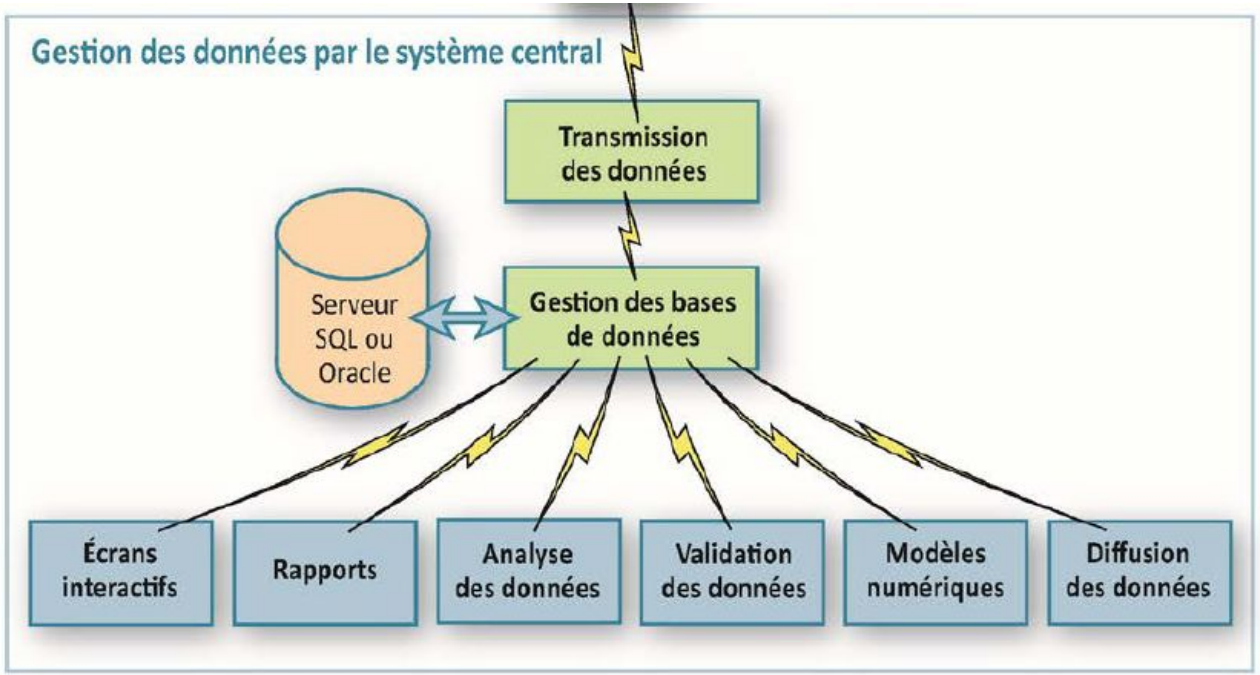
Acquisition des données et validation
Diffusion des données et applications

GTCA - Fabrice Godefroy

# Collecte des données



# Gestion des données



# Validation

Analyseurs, appareils de mesure et capteurs météorologiques

**Collecte de données**
Données brutes, contrôles de la qualité et informations de diagnostic

**Examen préalable automatisé de niveau 0**

→ Communication des données en temps réel

**Vérification manuelle de niveau 0**

- Passer en revue l'examen préalable automatisé
- Examiner les résultats au zéro et à l'échelle
- Examiner les données horaires pour tous les sites, tous les paramètres
- Examiner les données de diagnostic, les alarmes et les alertes
- Examiner les horodatages par rapport à l'heure exacte
- Repérer les données suspectes

REMARQUE : Documenter les constatations et les actions dans les registres applicables.

**Validation de niveau 1**

- Examiner la vérification de niveau 0.
- Examiner les registres de terrain.
- Examiner les données et les informations opérationnelles.
- Examiner les résultats de la vérification et de l'étalonnage – rapprocher les données.
- Appliquer les ajustements nécessaires aux données et aux indicateurs (p. ex., ajustements des dépassements de la plage, de la référence, des valeurs inférieures à zéro).
- Enquêter sur les données horaires suspectes utilisant les données inférieures à une heure.

REMARQUE : Documenter les constatations et les actions dans les registres applicables.

**Validation de niveau 2**

- Examiner la validation de niveau 1.
- Examiner les statistiques récapitulatives et les comparer avec les données antérieures.
- Examiner les données météorologiques
- Examiner les relations entre les polluants (p. ex., comparer les résultats des $PM_{2,5}$ en continu par rapport à ceux des MR).
- Comparer les données avec celles des sites à proximité (sites « compagnons »).
- Rejeter les données aberrantes.

REMARQUE : Documenter les constatations et les actions dans les registres applicables.

**Validation de niveau 3**

- Faire examiner par un tiers indépendant
- Comparer les ensembles de données.
- Réaliser une analyse en utilisant d'autres techniques (p. ex., modélisation et essais statistiques).
- Examiner les données météorologiques
- Renvoyer les problèmes potentiels aux validateurs principaux pour mettre en œuvre les mesures appropriées.

# Cycle des données

# Cote Air Santé (CAS)

Cette *cote*, présentée en partenariat avec Santé Canada, les gouvernements provinciaux et territoriaux participants, fournit une valeur horaire actuelle et une prévision de la qualité de l'air sur deux jours pour des agglomérations à l'échelle du Canada. Des avertissements et des alertes sont aussi lancés lorsque les conditions le justifient. En outre, la CAS comprend de l'information sur les façons de réduire les risques pour la santé individuelle ainsi que les émissions de polluants atmosphériques découlant d'activités individuelles.

Pour fournir la CAS aux Canadiens, il faut des données homogènes et fiables provenant d'au moins un site mesurant les $PM_{2,5}$ en continu, l'$O_3$ et le $NO_2$ pour une agglomération ou une région de prévision donnée.

# Programme Info Smog (IQA)

C’est un programme de prévision de la qualité de l’air et d’avertissement de Smog au Québec.

# Datas sites internet

https://data-donnees.ec.gc.ca/data/air/monitor/national-air-pollution-surveillance-naps-program/?lang=fr

https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/indicateurs-environnementaux/air.html

# Suivi de la qualité de l'air au Québec et certaines spécificités

**Marc-André Foucreault**

**Direction de la qualité de l'air et du climat, MELCC**

Groupe de travail sur les contaminants atmosphériques

18 août 2022

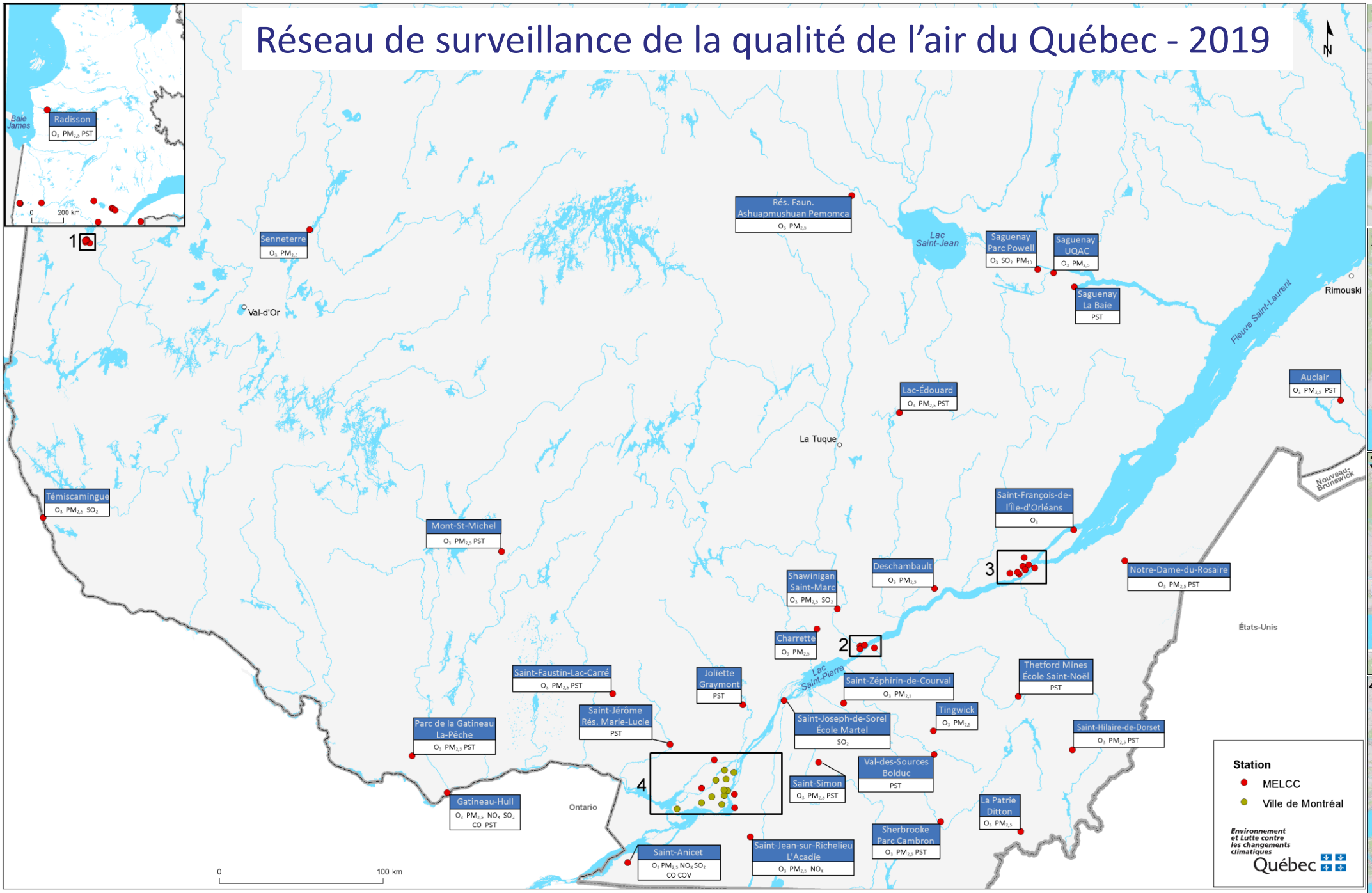
Votre gouvernement

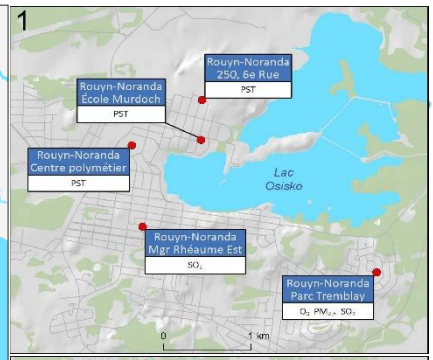
Québec

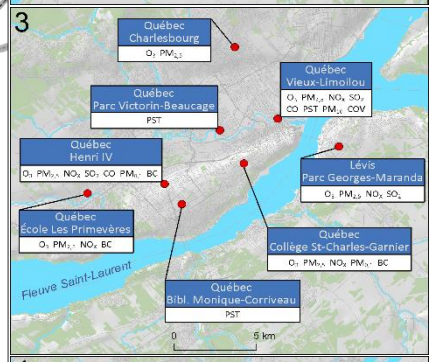
# Plan de la présentation

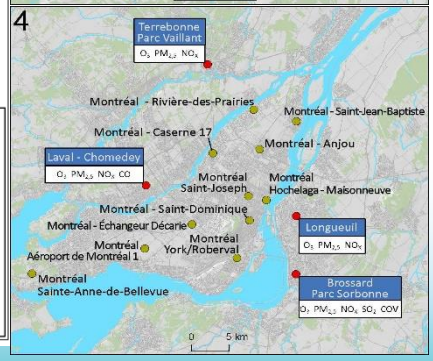
- Réseau de surveillance de la qualité de l’air du Québec (RSQAQ)
  - Agglomération de Québec
- Réglementation provinciale
- Portrait des concentrations des contaminants dans l’air ambiant :
  - Concentrations actuelles au Québec;
  - Tendances des contaminants.
- Prochains ajouts de suivi prévus dans la ville de Québec…

# Réseau de surveillance de la qualité de l'air du Québec - 2019

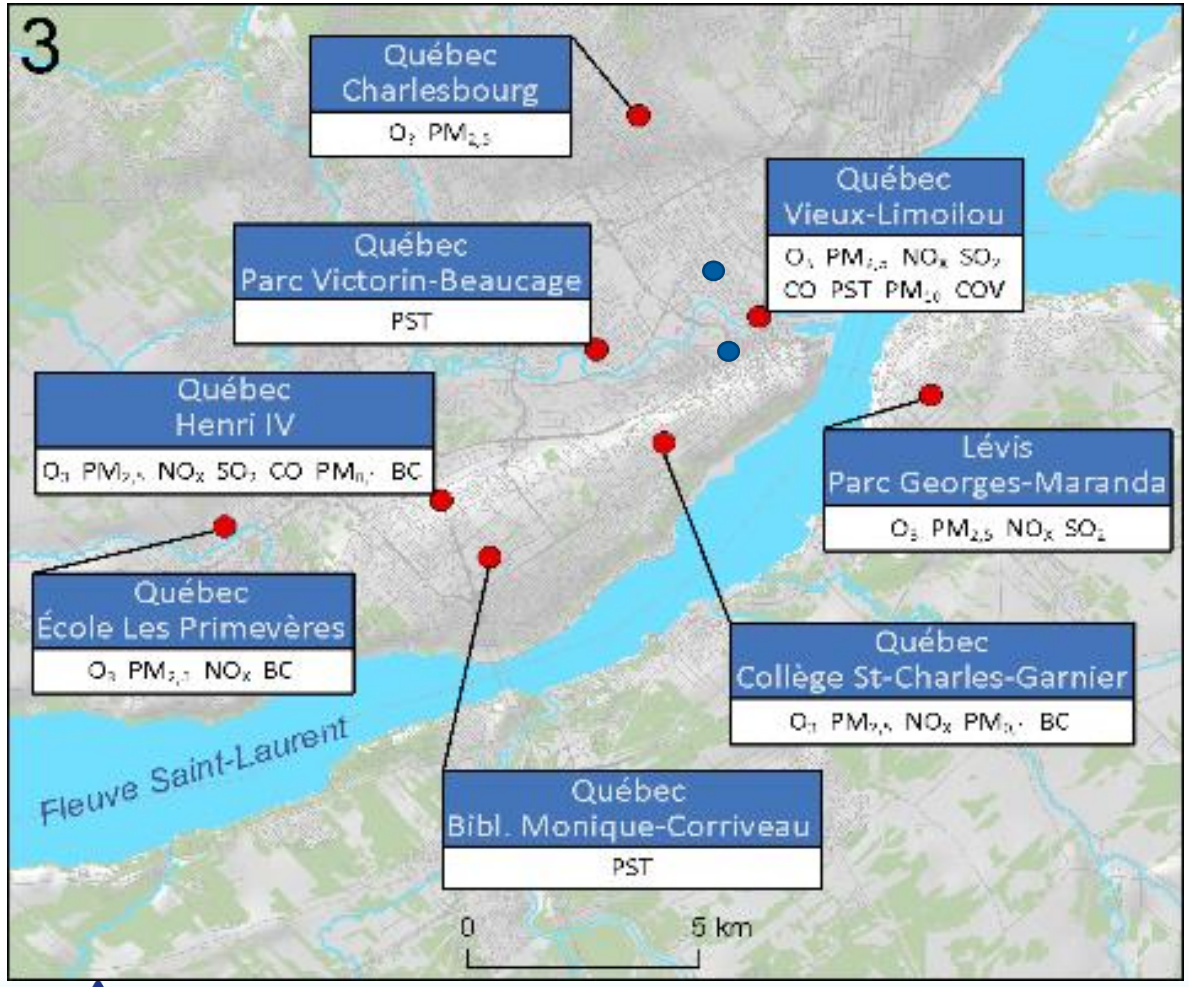


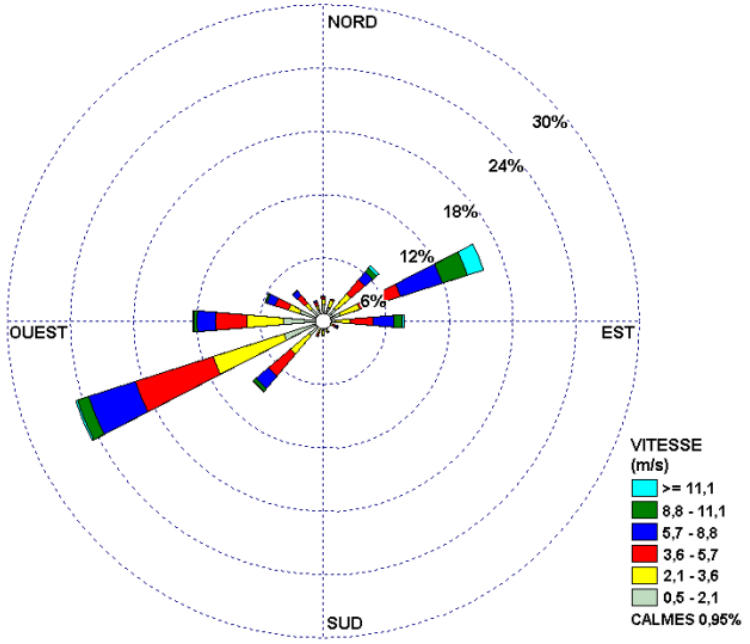


# Suivi spécifique à Québec et Lévis




- Projet MEMS – suivi terminé (point bleu) :
  - Maison de naissance




Votre gouvernement

Québec

# Règlement sur l’assainissement de l’atmosphère

- Règlement adopté en 2011
- Règlement multisectoriel
- Inclut les normes de qualité de l’atmosphère (annexe K), mais aussi le volet émission
- 91 contaminants, 115 normes

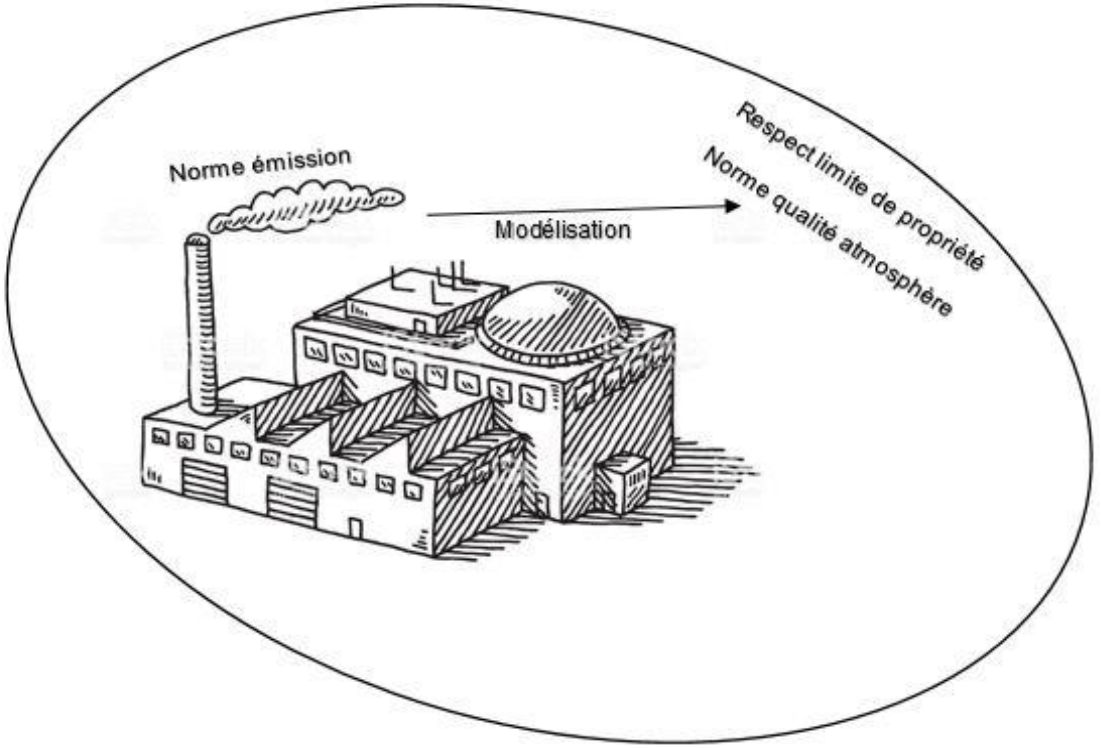
# Normes et critères de qualité de l’atmosphère

- Les normes et les critères de qualité de l’atmosphère ont été conçus afin de faciliter l’évaluation de la qualité de l’air ambiant.
- Ils peuvent être utilisés pour :
  - Juger les résultats des études de modélisation de la dispersion atmosphérique effectuées dans le cadre des demandes d’autorisation;
  - Établir l’indice de la qualité de l’air;
  - Évaluer les résultats de mesures effectuées dans le cadre de différents programmes de suivi.

# Processus d'autorisation de projets

Les modèles de dispersion atmosphérique sont employés pour calculer les concentrations attendues dans l'air ambiant autour d'une source d'émission. La modélisation permet de vérifier si les normes de qualité de l'atmosphère seront respectées par la nouvelle source ou par la modification d'une source existante.

Les normes de qualité de l'atmosphère doivent être respectées **à la limite de la propriété** occupée par une source ou à la limite de la zone industrielle où se trouve la source.



# Normes et critères de qualité de l’atmosphère - suite

- Les normes et les critères de qualité de l’atmosphère ont été conçus afin de faciliter l’évaluation de la qualité de l’air ambiant.
- Ils peuvent être utilisés pour :
  - Juger les résultats des études de modélisation de la dispersion atmosphérique effectuées dans le cadre des demandes d’autorisation;
  - Établir l’indice de la qualité de l’air;
  - Évaluer les résultats de mesures effectuées dans le cadre de différents programmes de suivi.

- Les stations du réseau de surveillance de la qualité de l’air ne sont pas déployées pour vérifier la conformité réglementaire.

# Objectifs

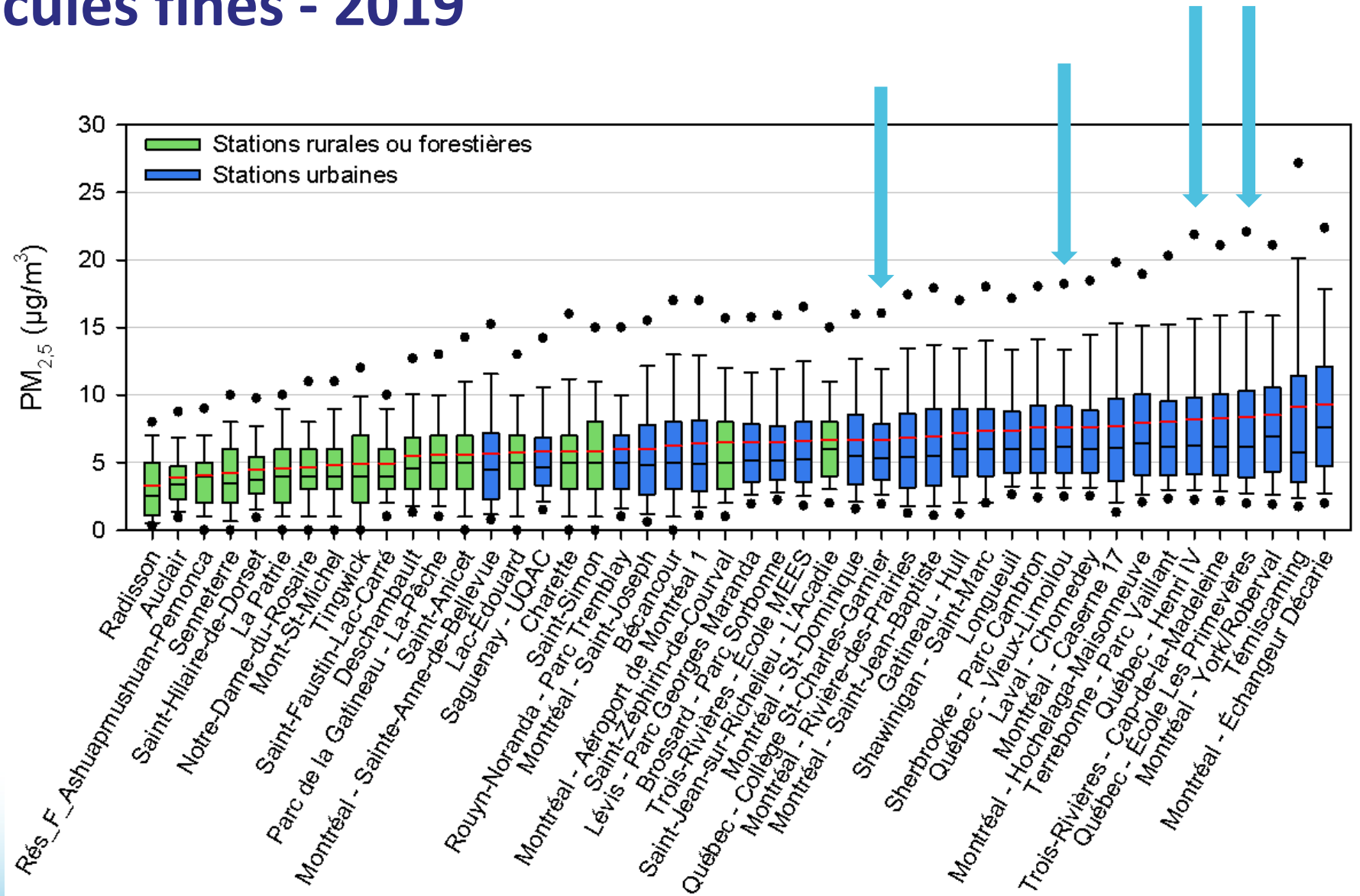
- Mesurer de façon représentative la qualité de l'air et suivre son évolution à long terme et dans le contexte des changements climatiques.
- Diffuser en temps réel un indice de la qualité de l’air (IQA).
- Collaborer au service de programme de prévision de la qualité de l’air (Info-Smog).
- Appuyer la réglementation et évaluer la portée des stratégies et des politiques concernant la qualité de l'atmosphère.
- Déterminer la nature et l’étendue des problèmes de pollution atmosphérique au Québec.

Québec

# Portrait qualité de l'air

- Particules fines ($PM_{2,5}$)
- Ozone ($O_3$)
- Dioxyde d'azote ($NO_2$)
- Monoxyde de carbone (CO)
- Dioxyde de soufre ($SO_2$)
- Particules suspension totale (PST)
- Particules respirables ($PM_{10}$)
- Carbone noir (*black carbon* - BC)
- Particules ultrafines ($PM_{0,1}$)
- COV
- COSV (HAP, D/F, BPC)
- Métaux

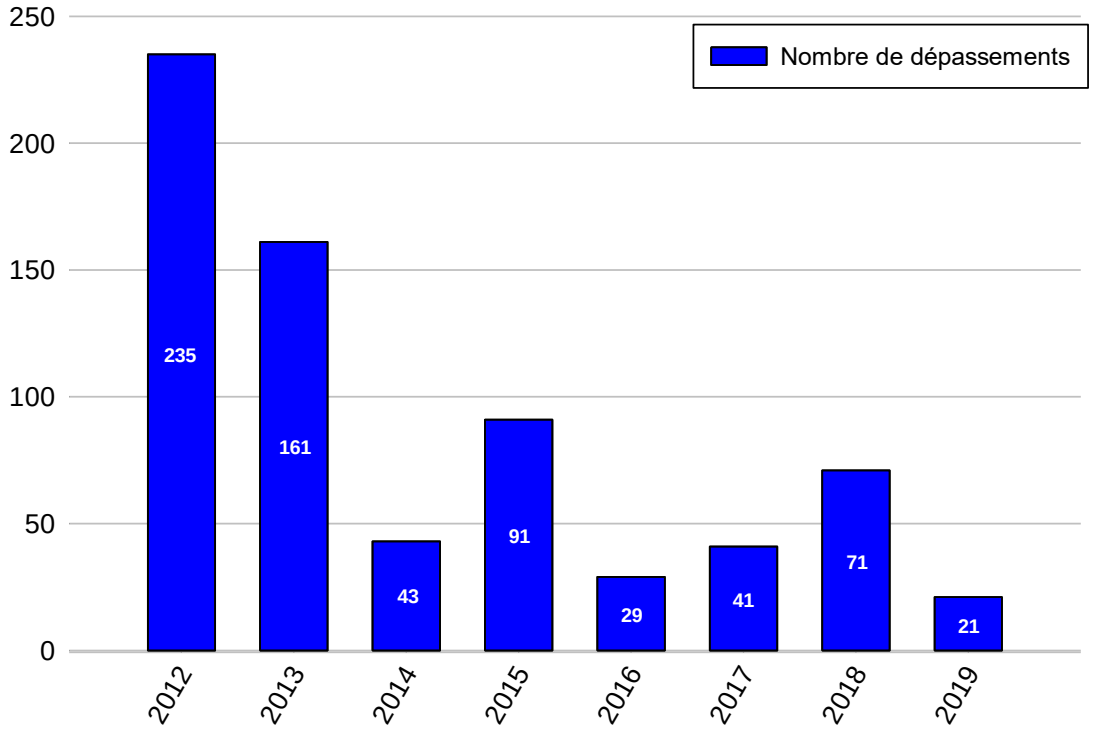
# Particules fines - 2019




Votre gouvernement

Québec

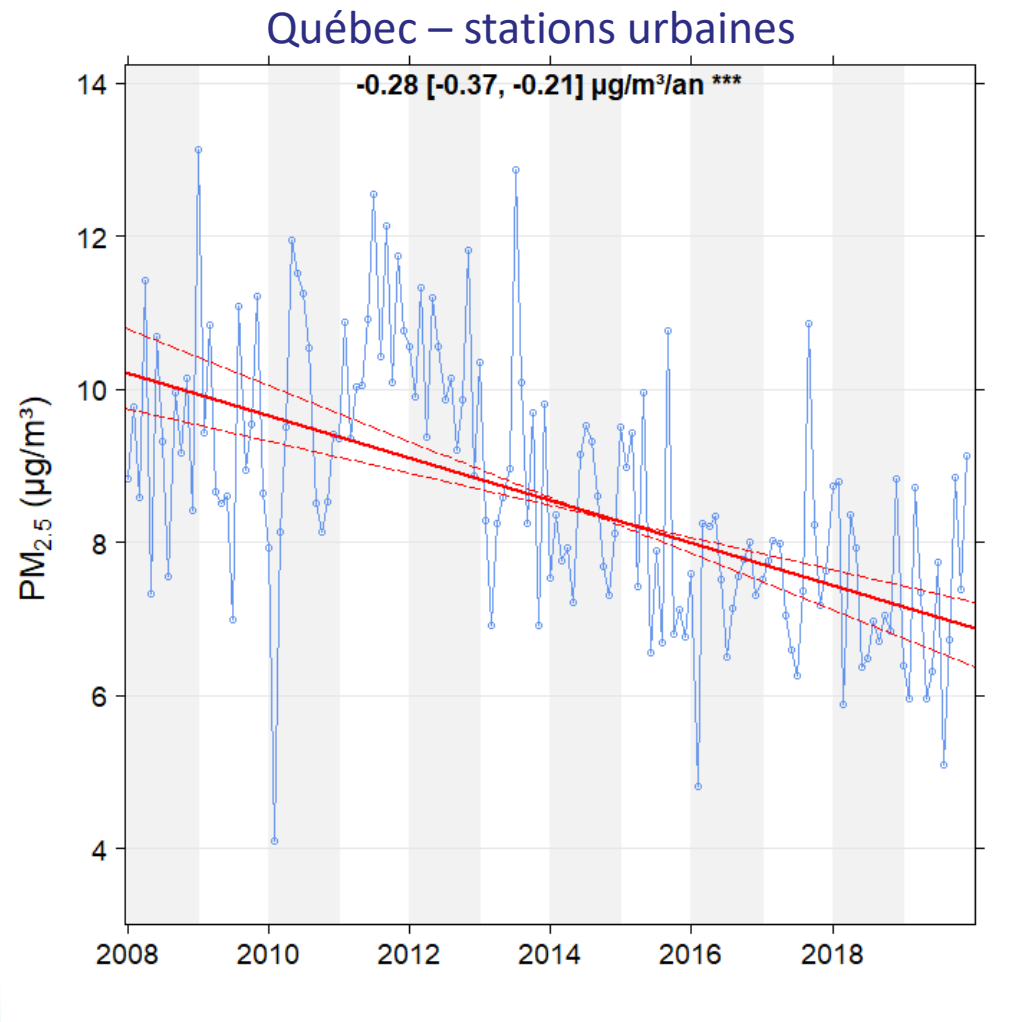
# Particules fines – Dépassements de norme




Votre gouvernement

Québec

# Particules fines – Tendance générale

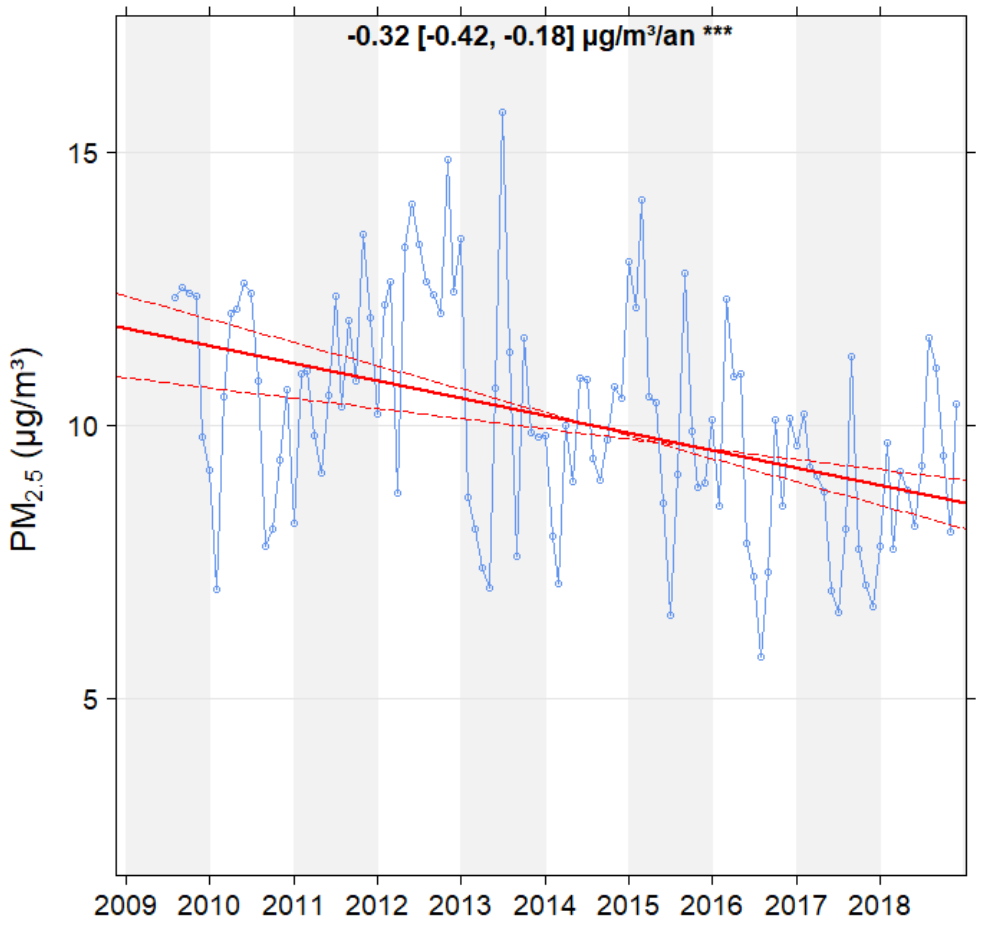



Votre gouvernement

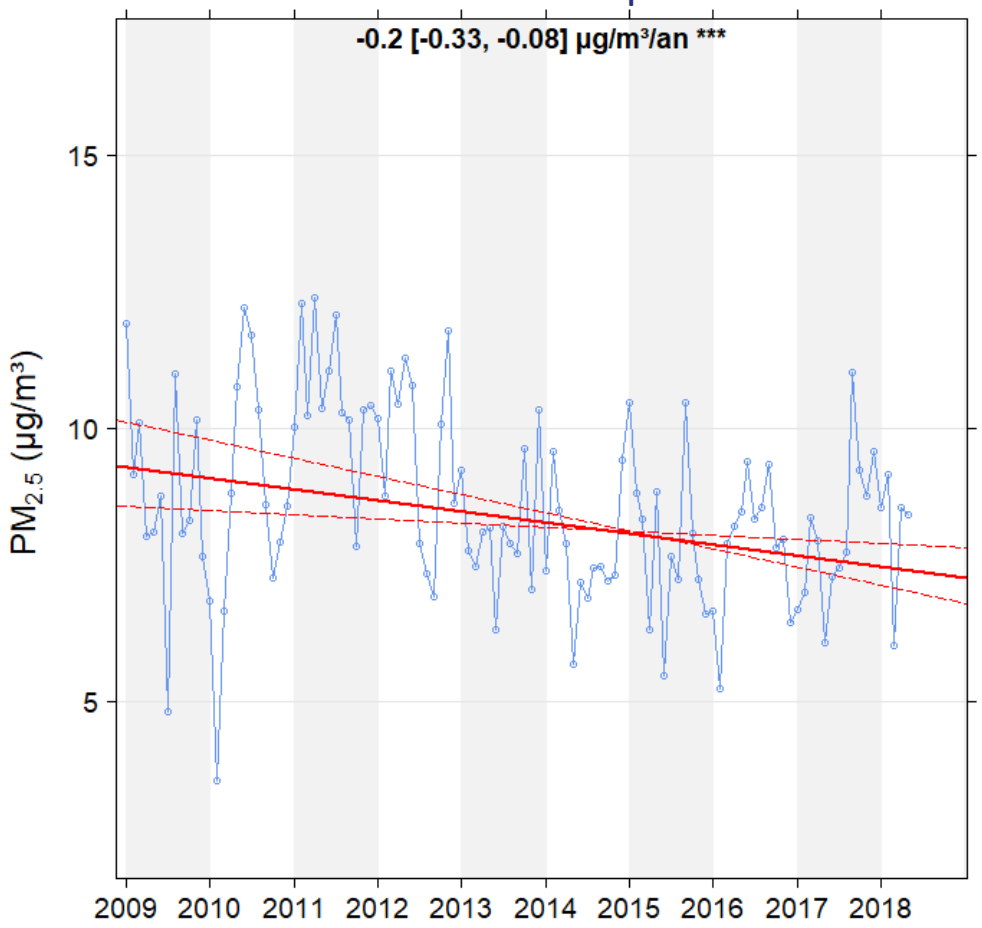
Québec

# Particules fines – Tendance - Comparaison

Québec – Vieux-Limoilou

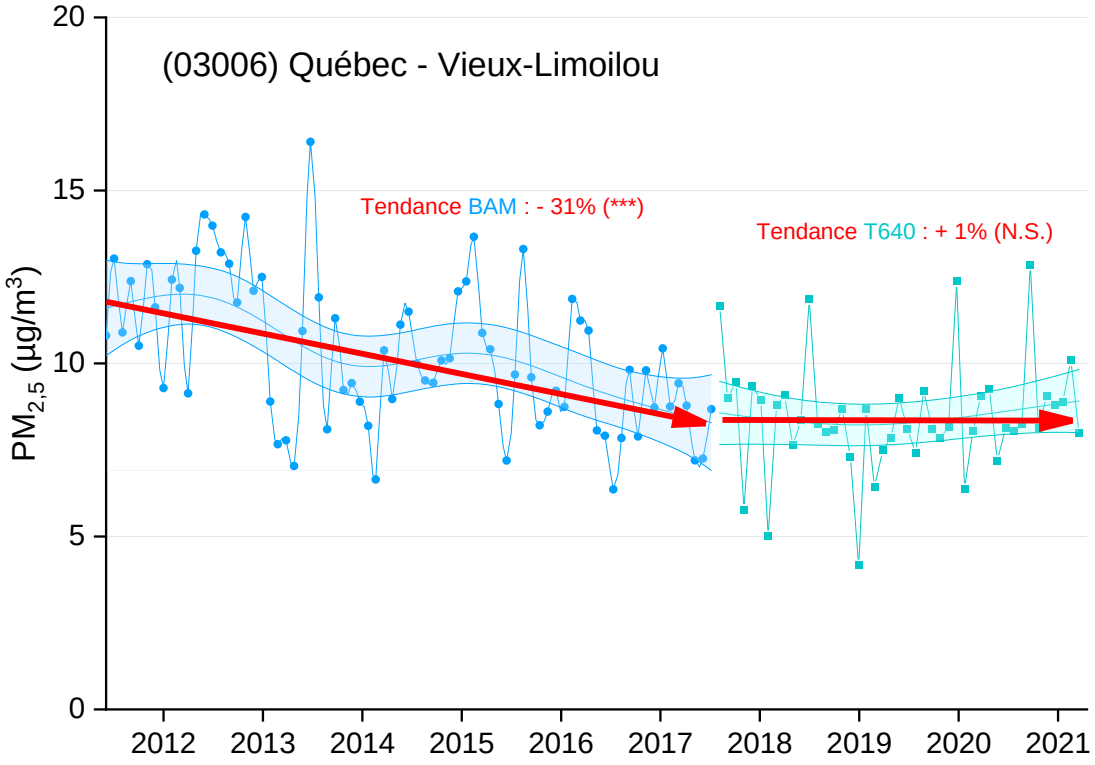



Montréal – Saint-Jean-Baptiste

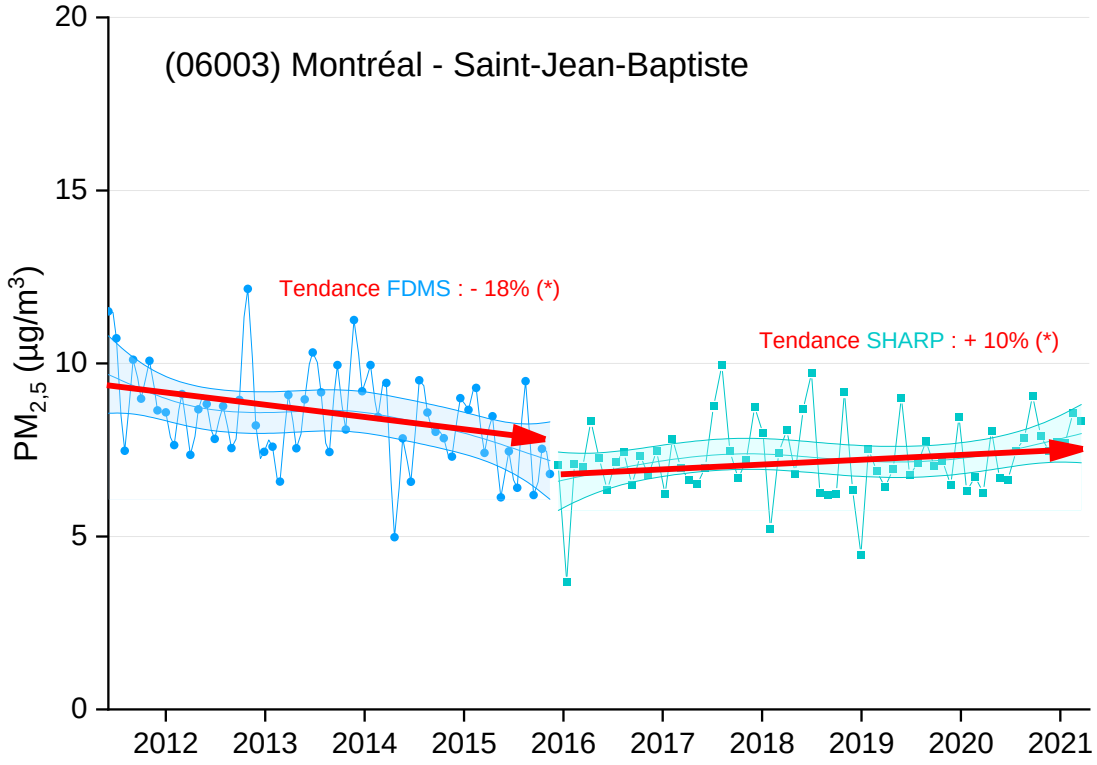


# Particules fines – Tendance – Comparaison – Multi-appareils

## Québec – Vieux-Limoilou



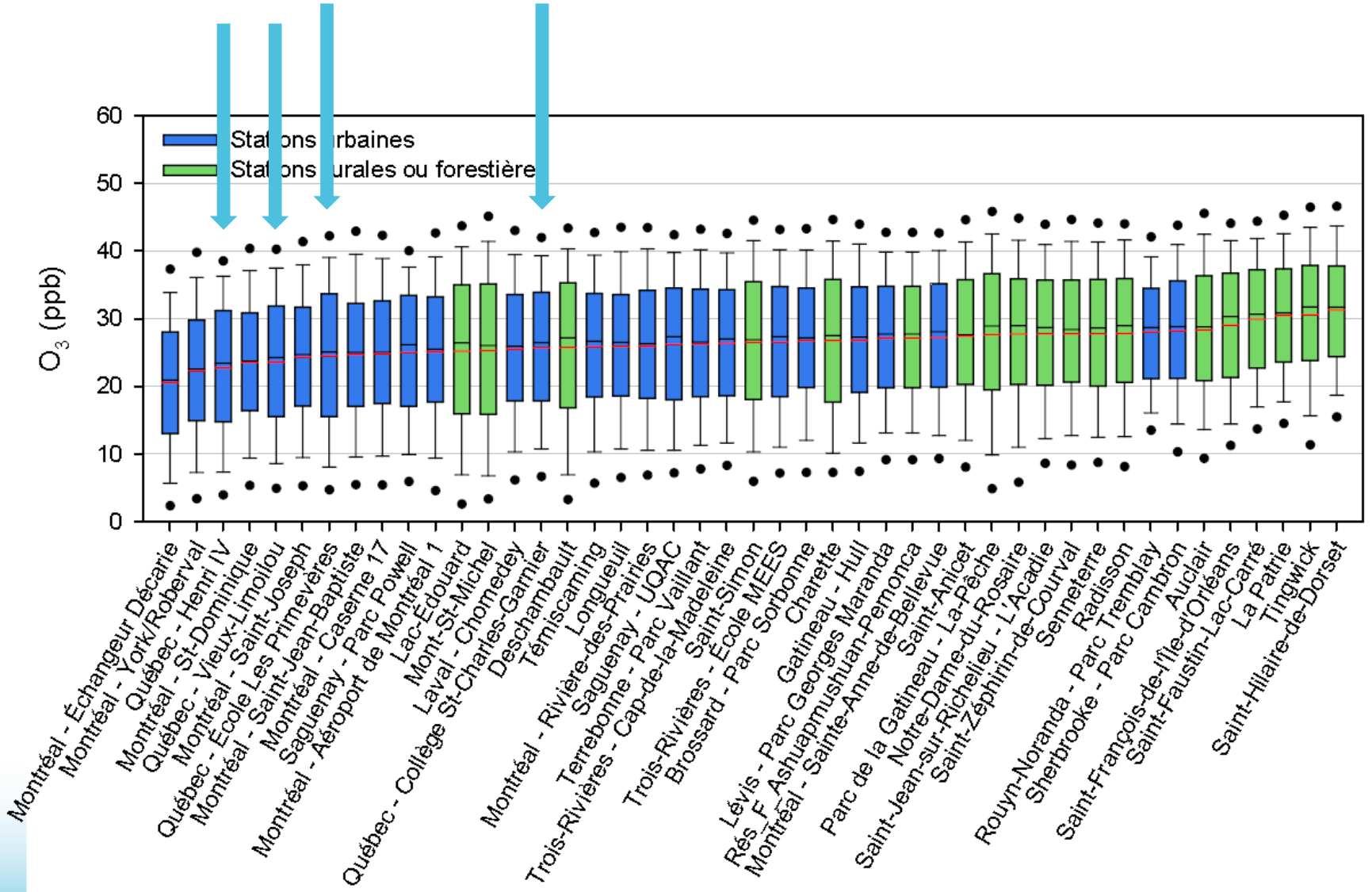

## Montréal – Saint-Jean-Baptiste




Votre gouvernement

Québec

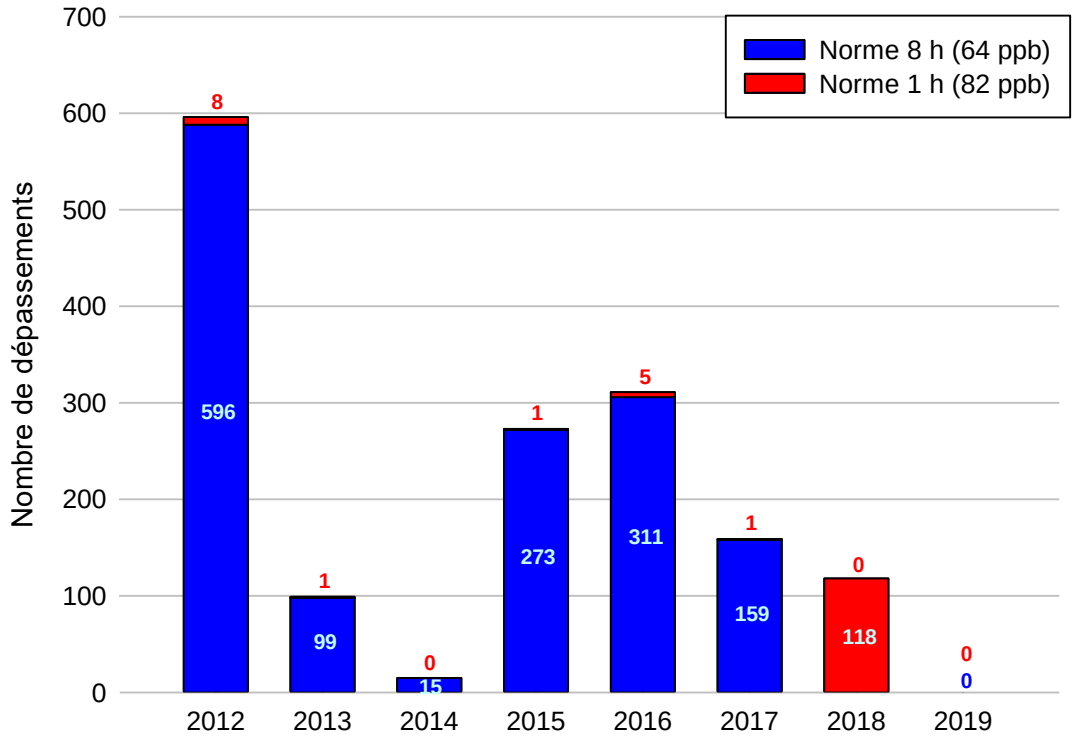
# Ozone - 2019




Votre gouvernement

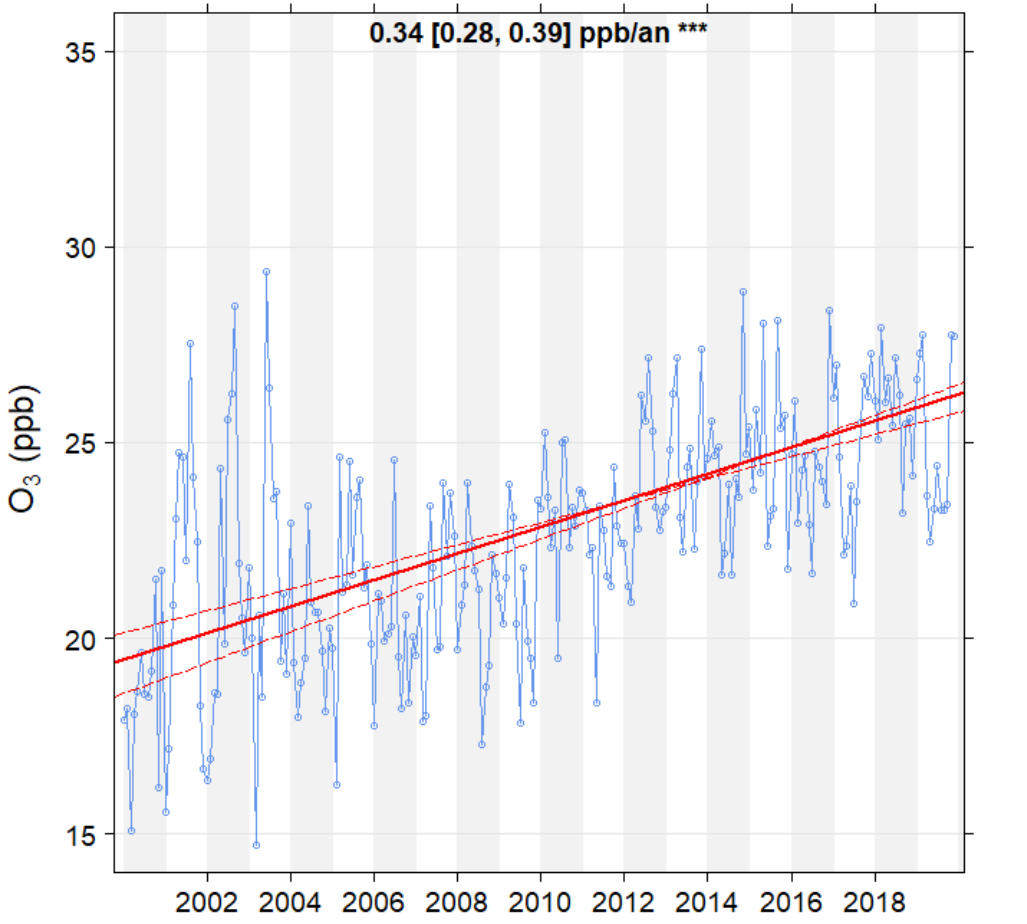
Québec

# Ozone – Dépassements de norme



# Ozone – Tendance générale

Québec – stations urbaines

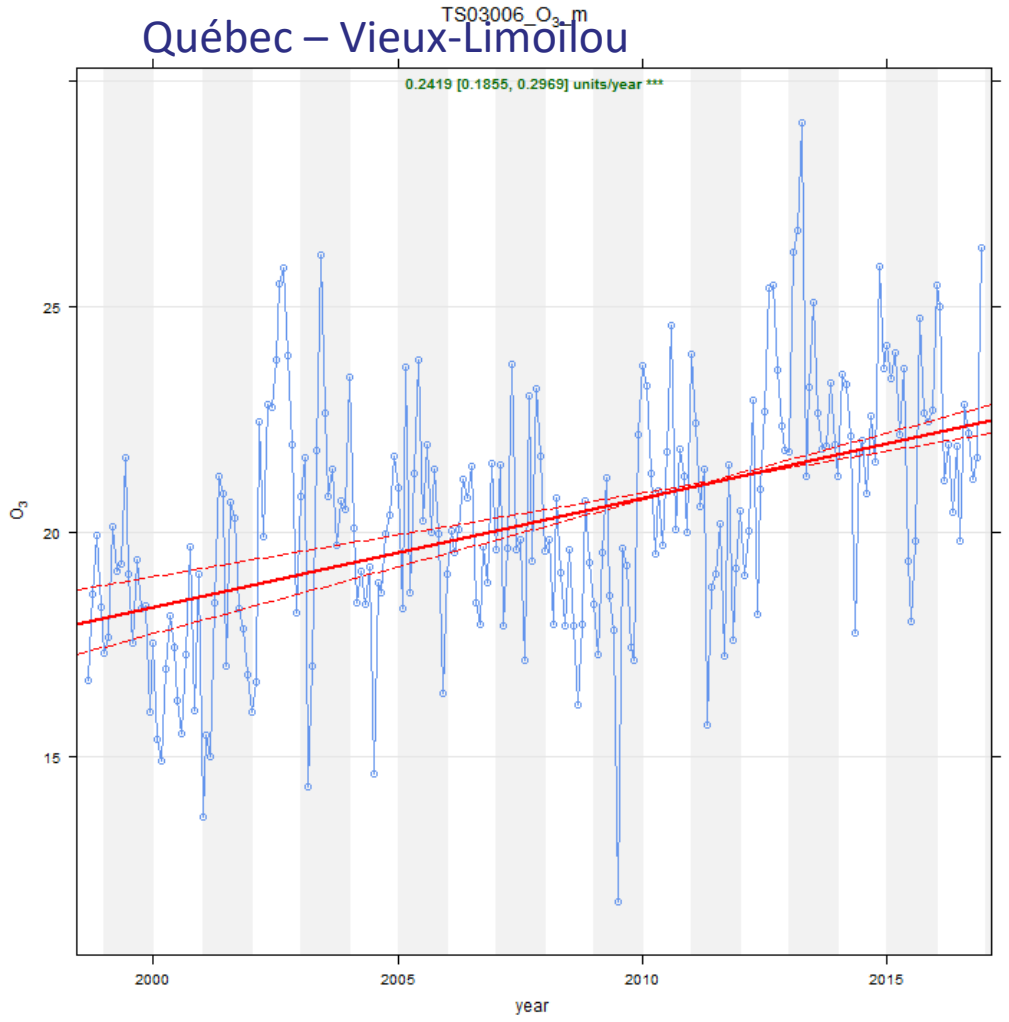



Votre gouvernement

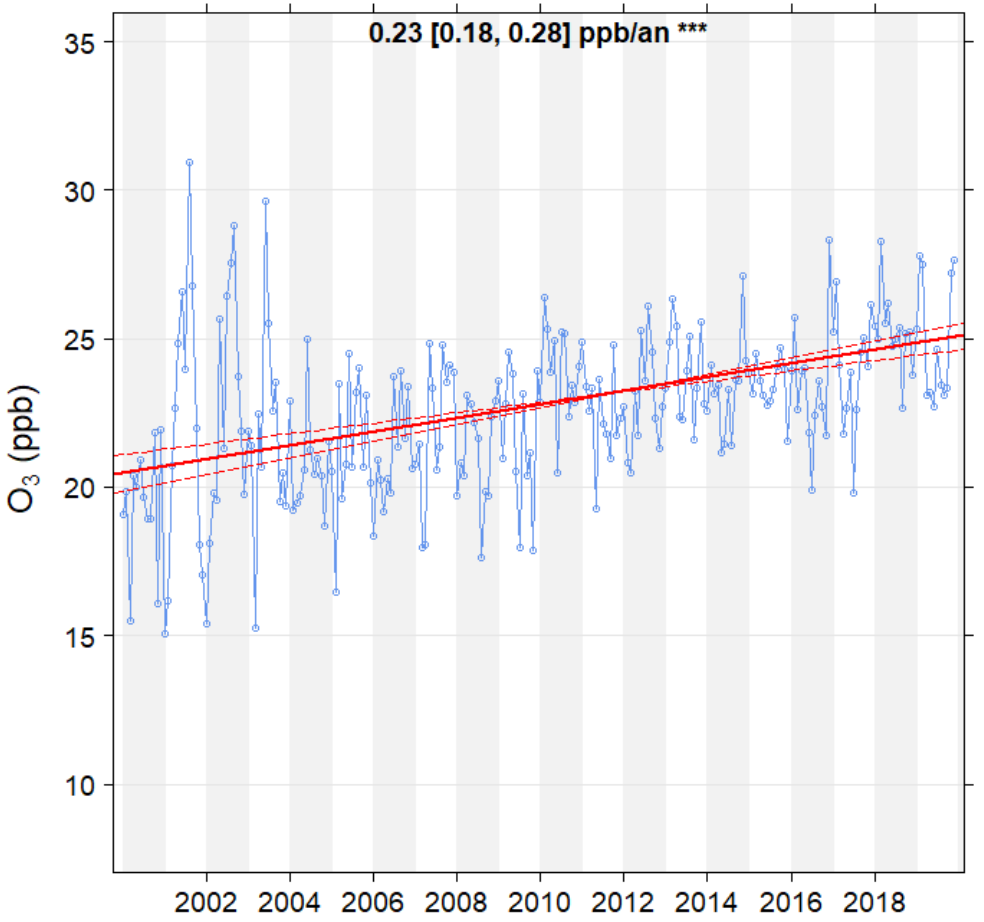
Québec

# Ozone – Tendance - Comparaison

Québec – Vieux-Limoilou



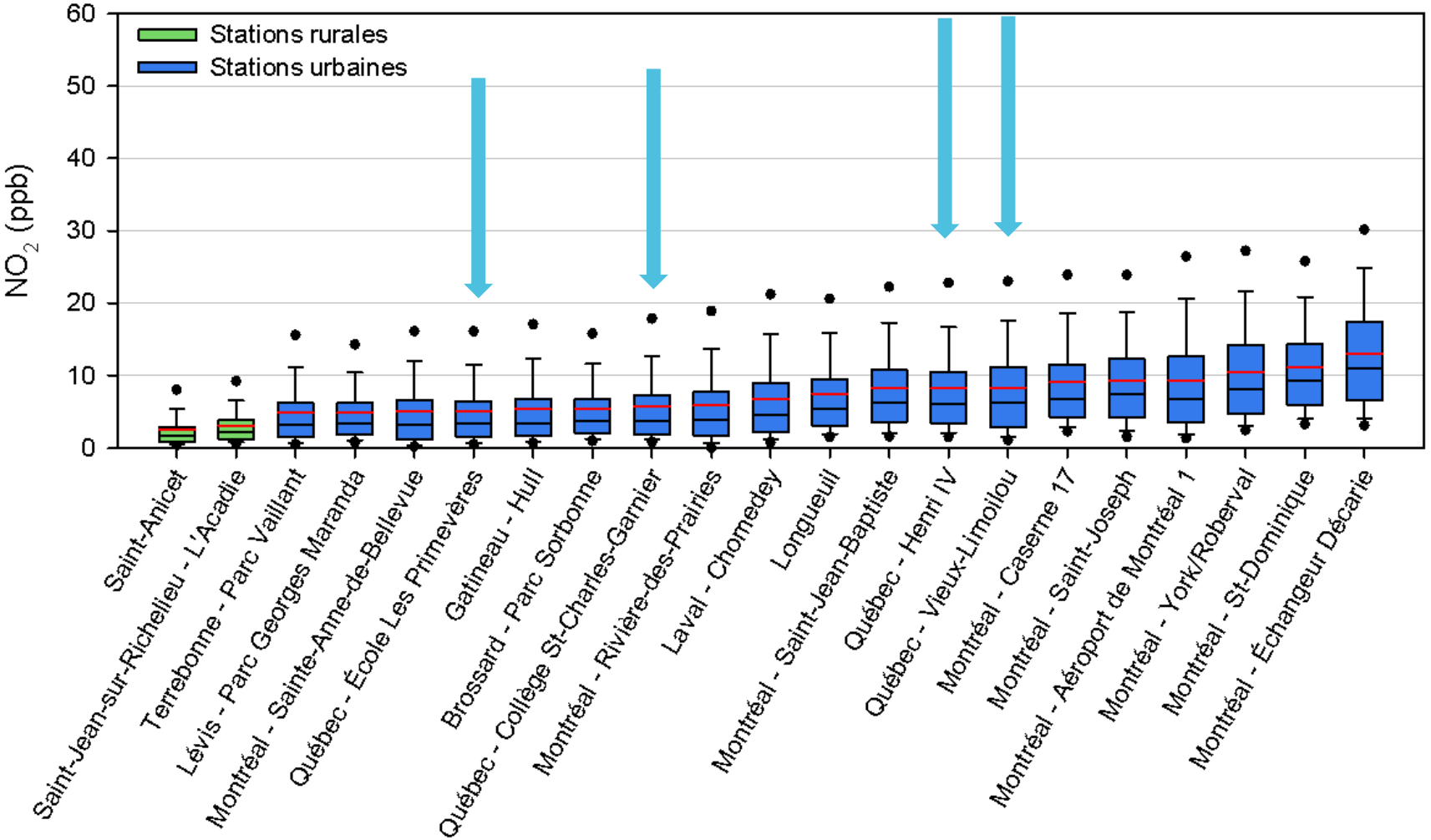

Montréal – Saint-Jean-Baptiste




Votre gouvernement

Québec

# Dioxyde d'azote 2019

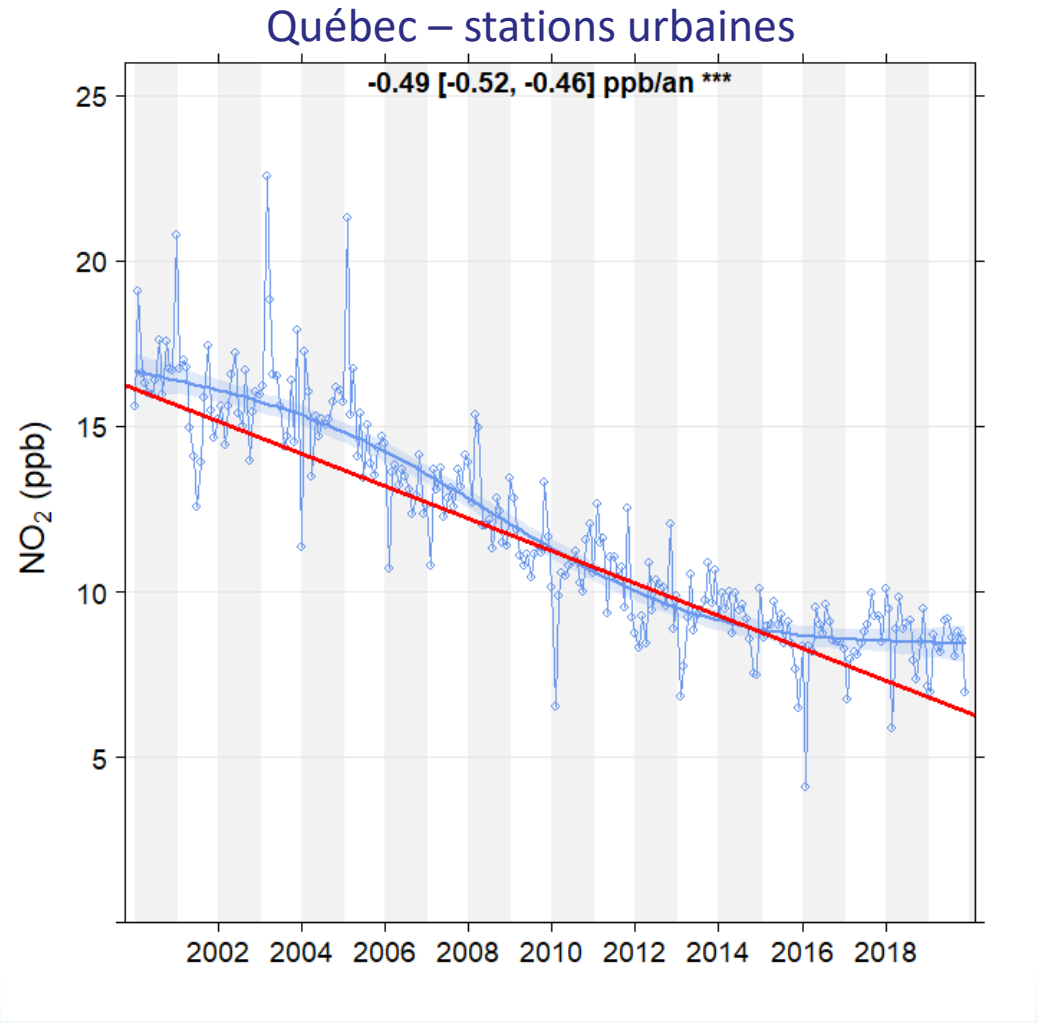


Québec

# Dioxyde d’azote – Dépassement de norme

- Aucun dépassement des normes depuis plus de 20 ans.

# Dioxyde d’azote – Tendance générale

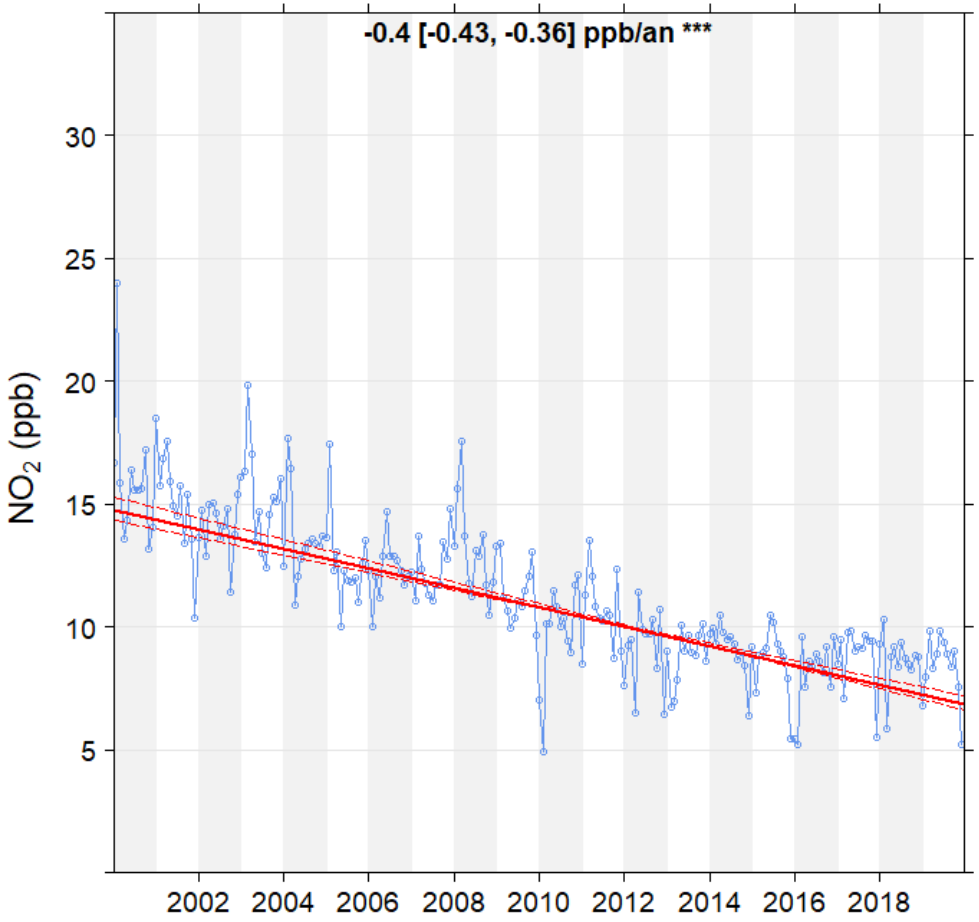



Votre gouvernement

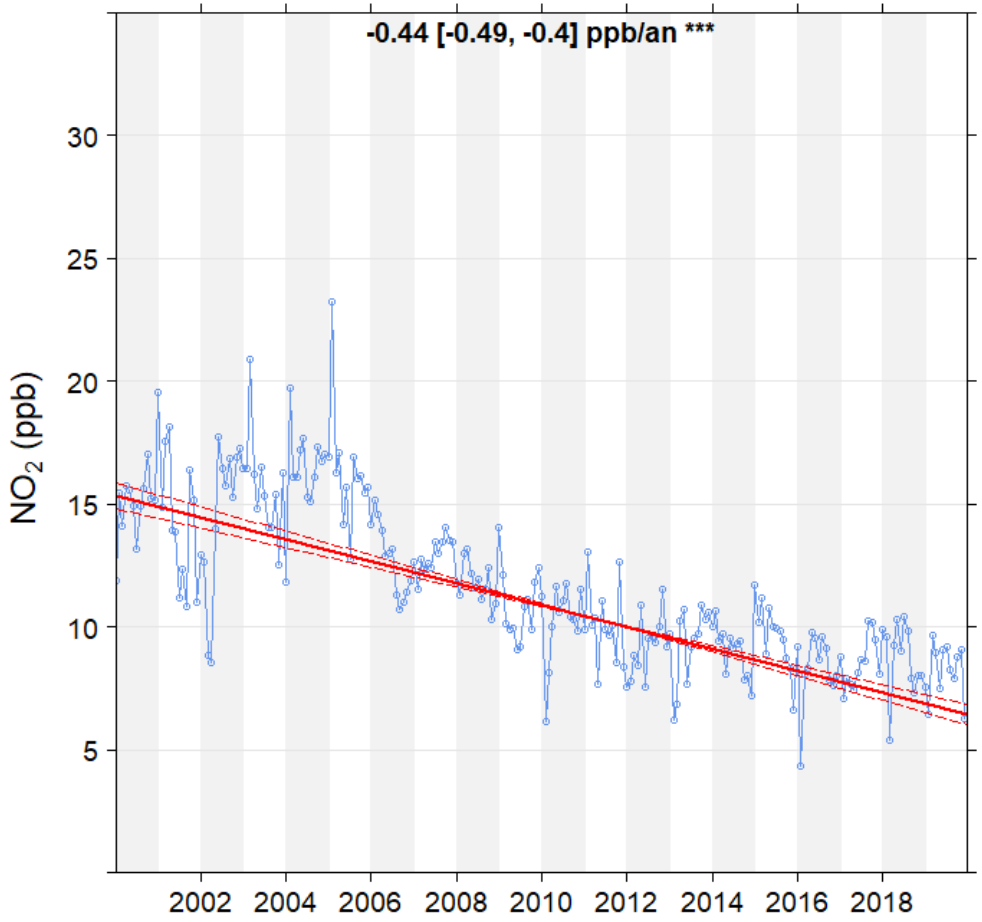
Québec

# Dioxyde d’azote – Tendance - Comparaison

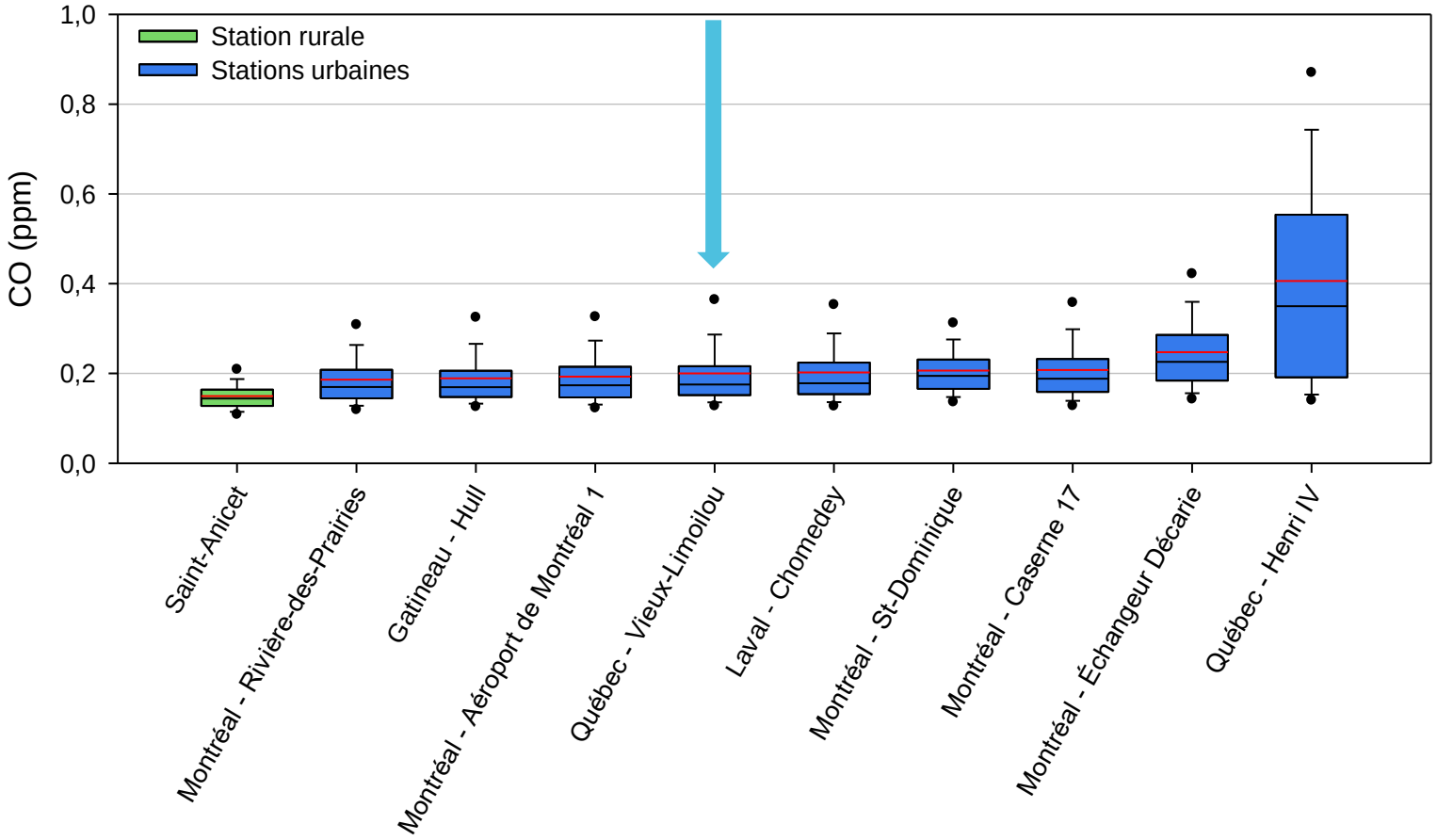
Québec – Vieux-Limoilou




Montréal – Saint-Jean-Baptiste



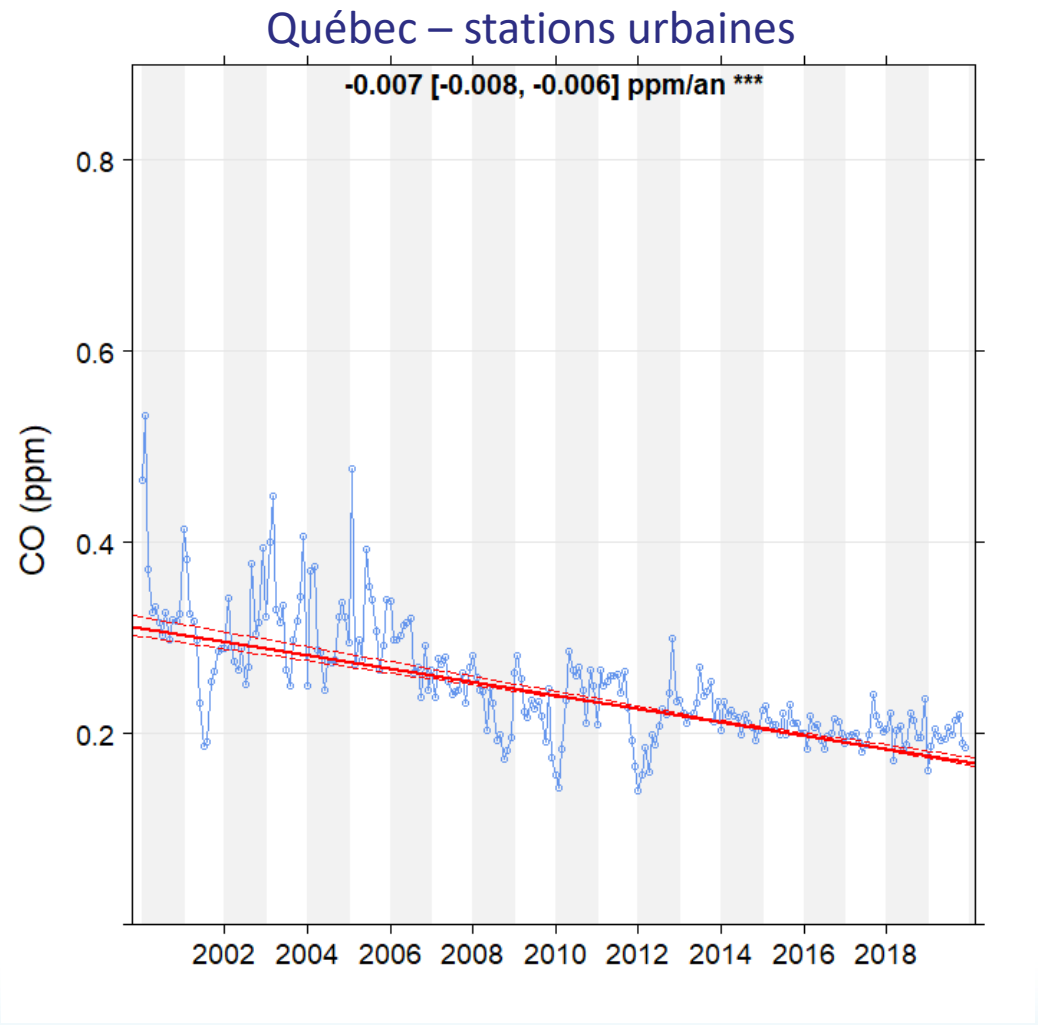
# Monoxyde de carbone - 2019



# Monoxyde de carbone – Dépassement de norme

- Aucun dépassement des normes depuis plus de 30 ans.

# Monoxyde de carbone – Tendance générale

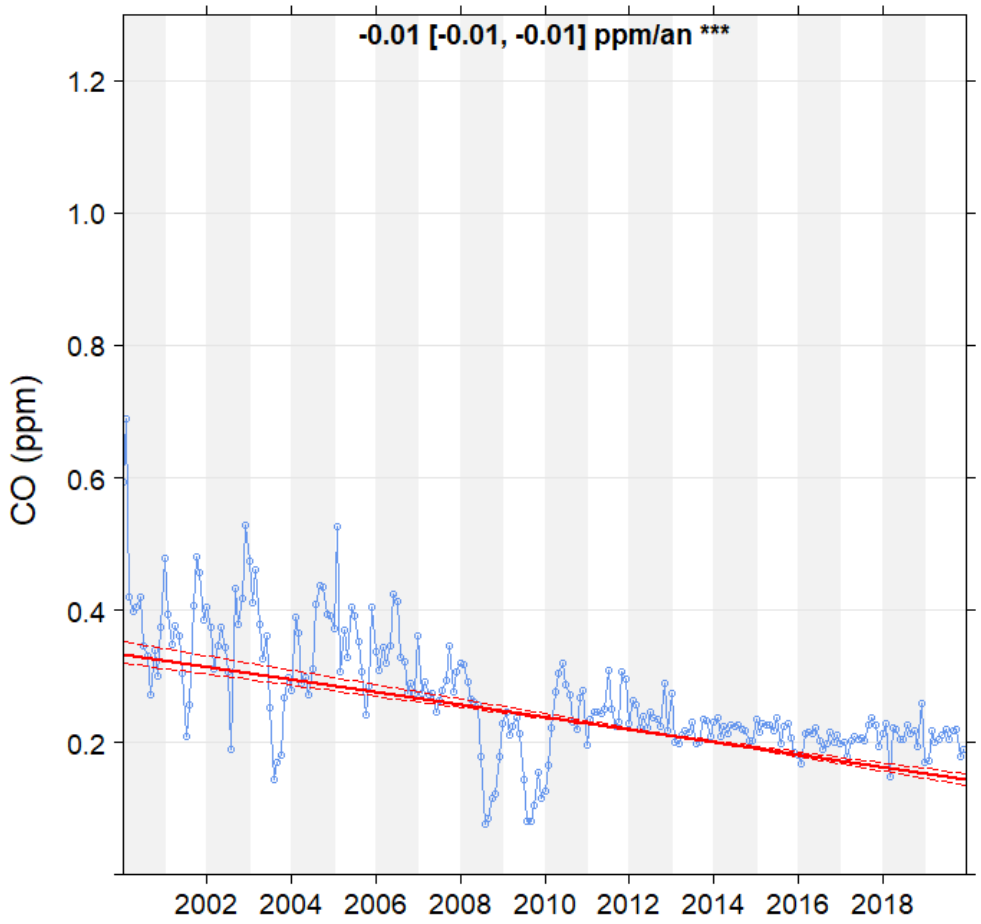



Votre gouvernement

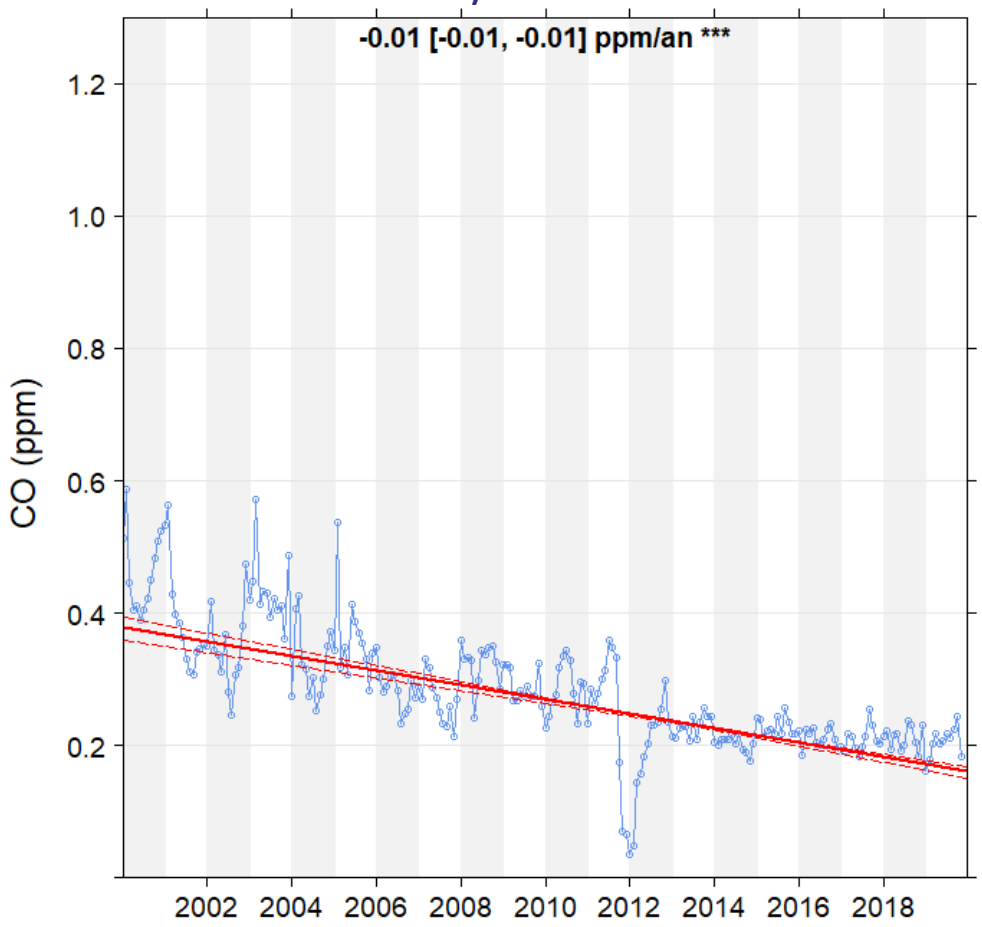
Québec

# Monoxyde de carbone – Tendance - Comparaison

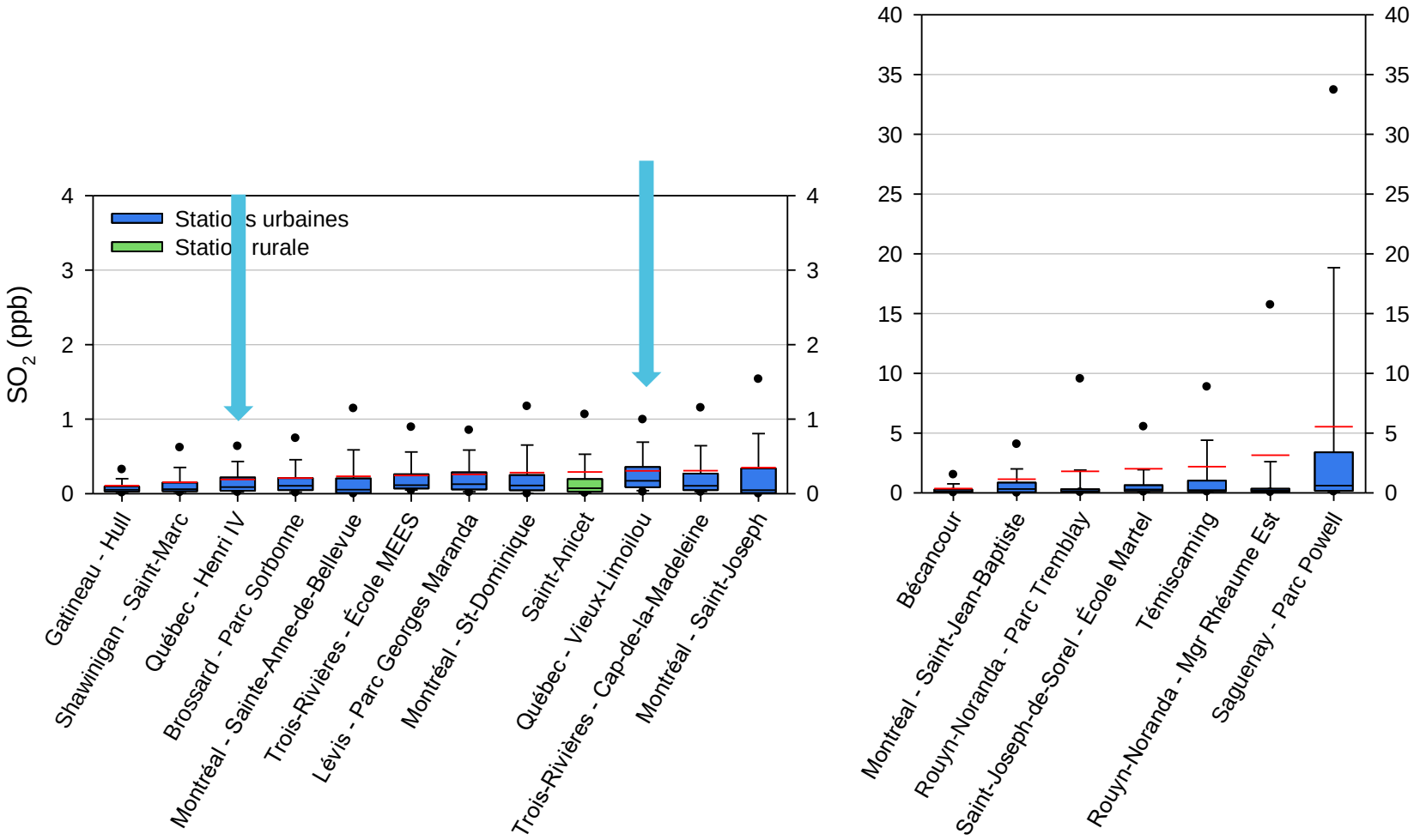
Québec – Vieux-Limoilou



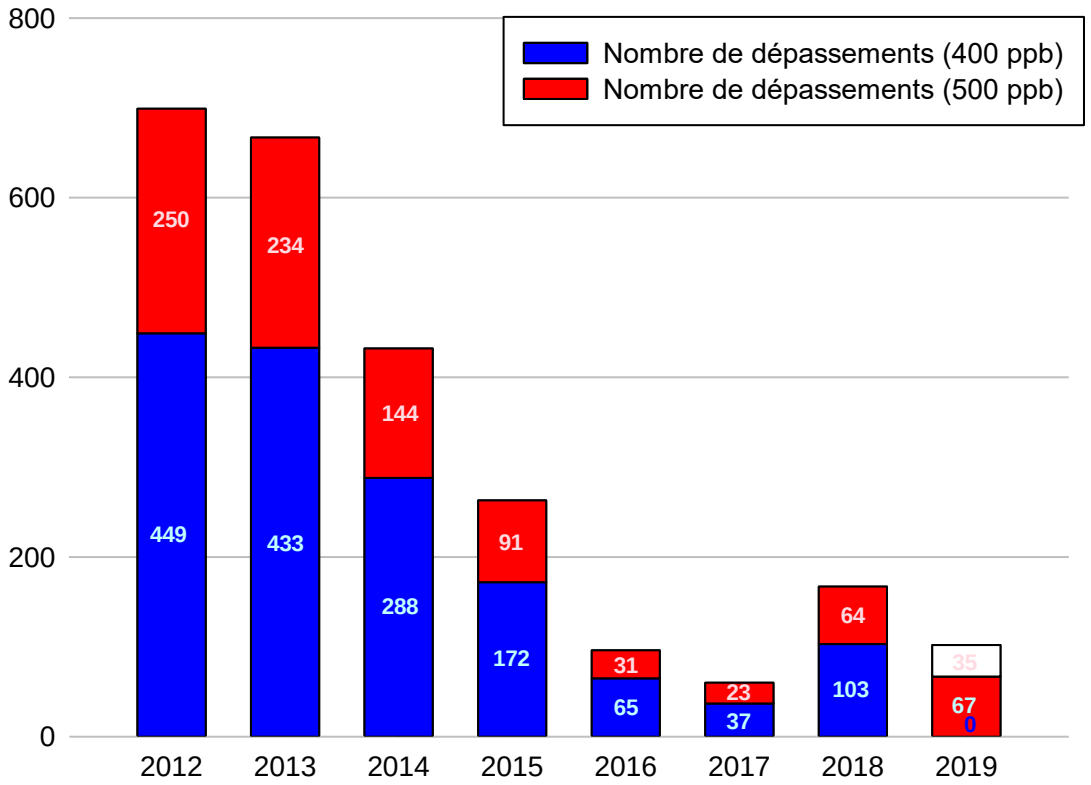

Laval – Chomedey



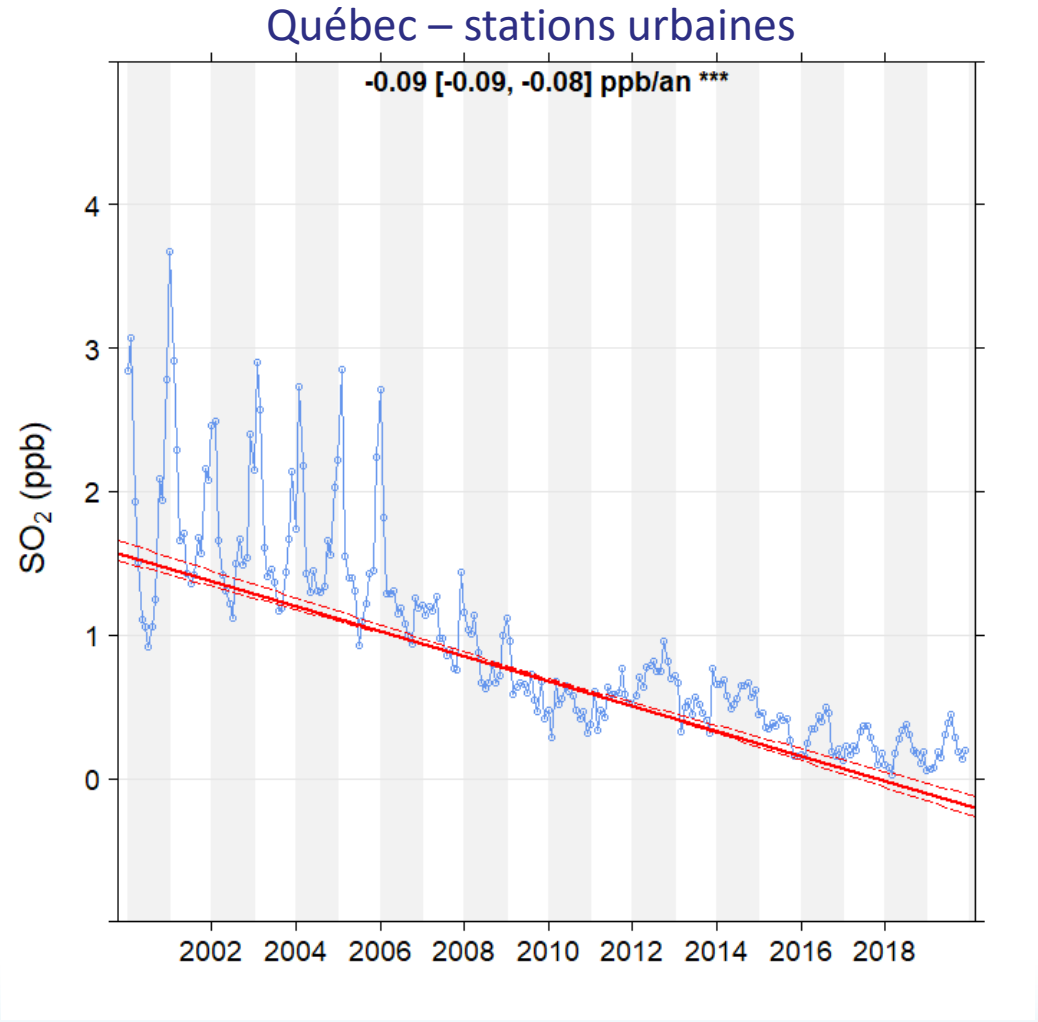
# Dioxyde de soufre - 2019



# Dioxyde de soufre – Dépassements de norme



# Dioxyde de soufre – Tendance générale

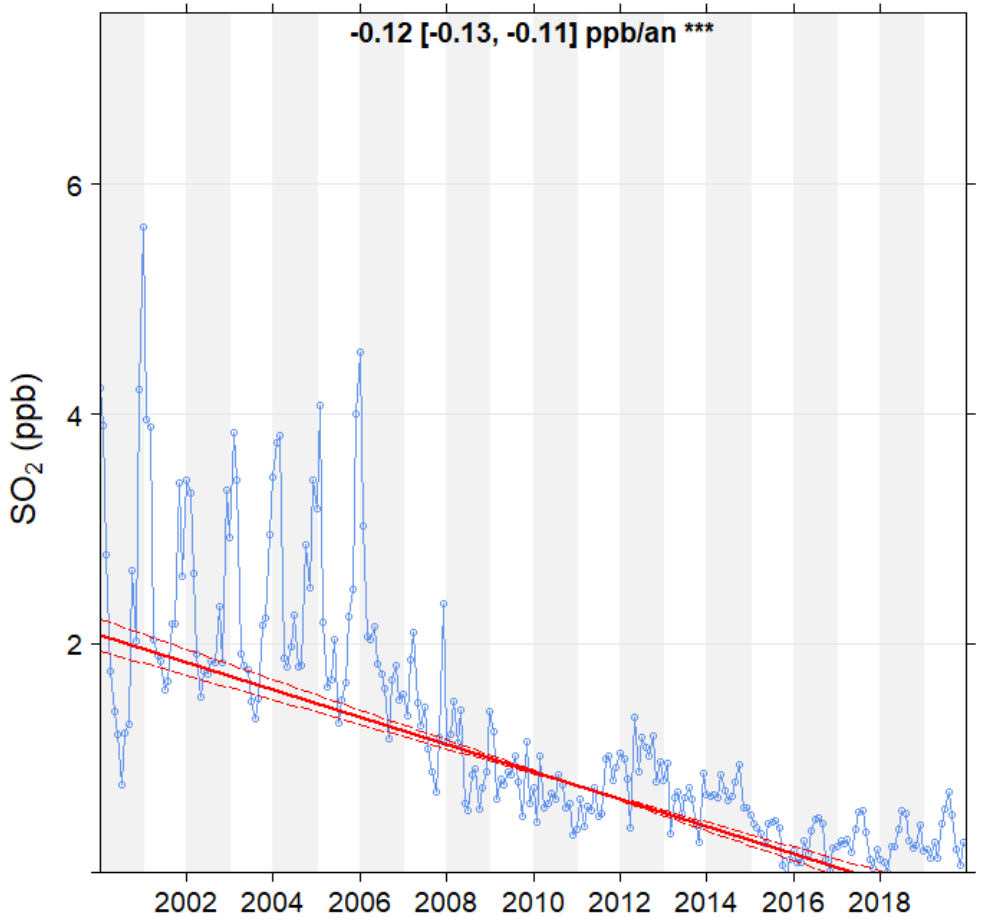



Votre gouvernement

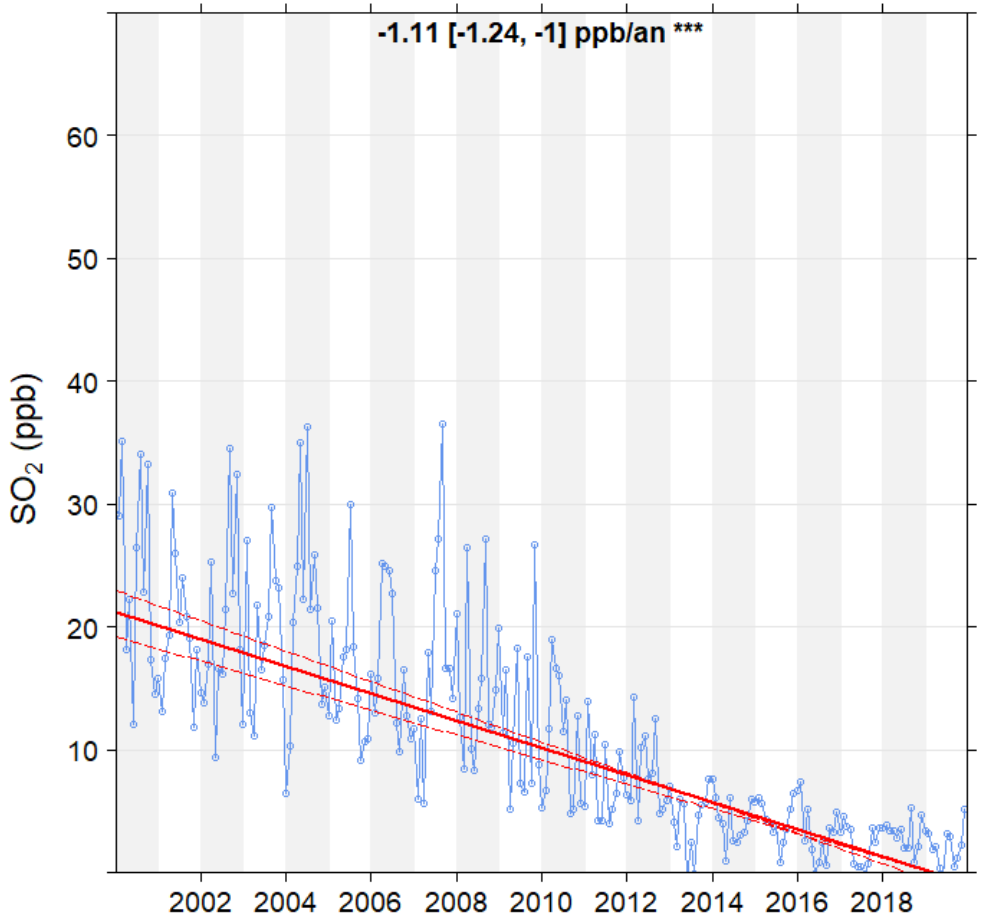
Québec

# Dioxyde de soufre – Tendance - Comparaison

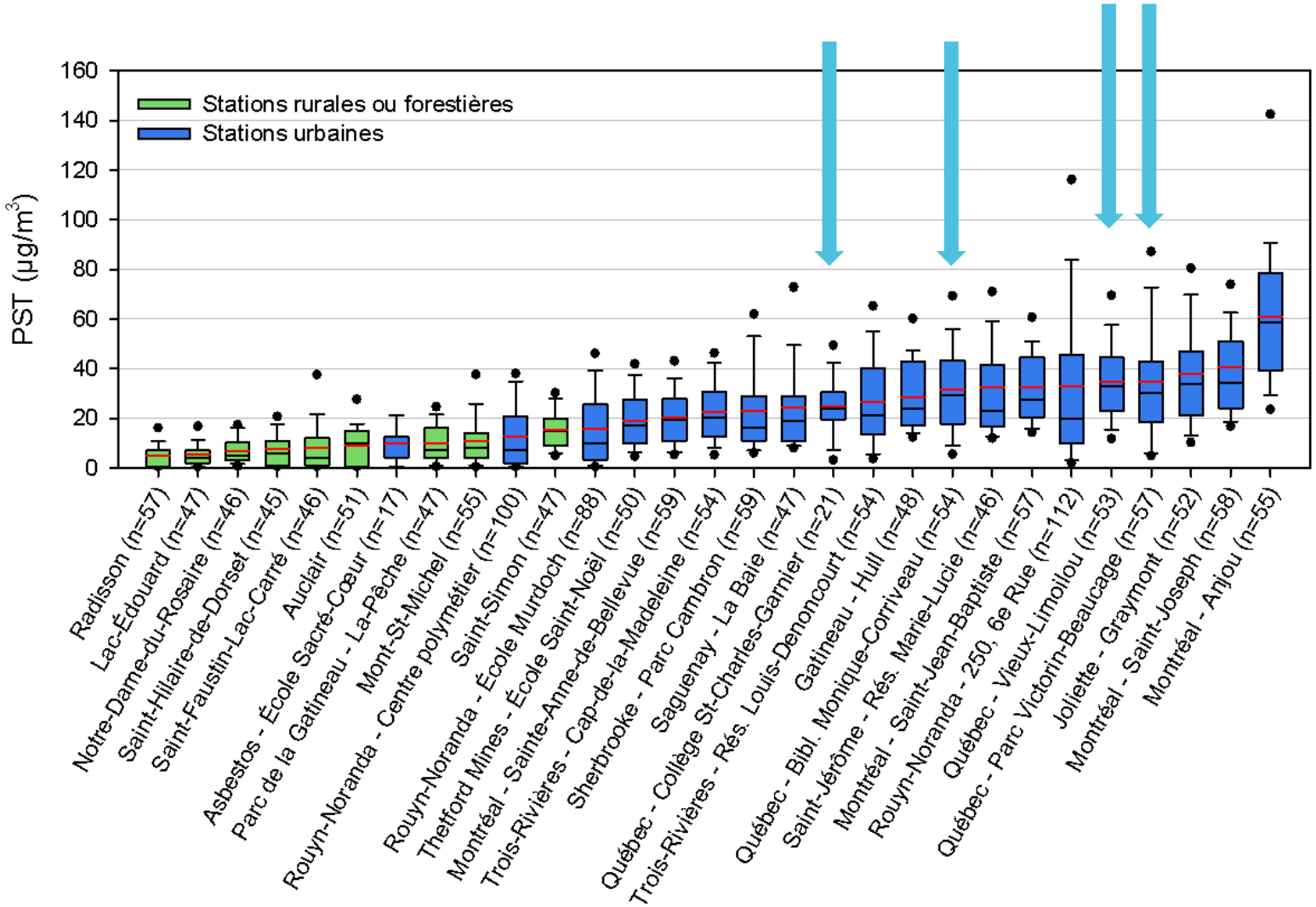
Québec – Vieux-Limoilou




Témiscaming



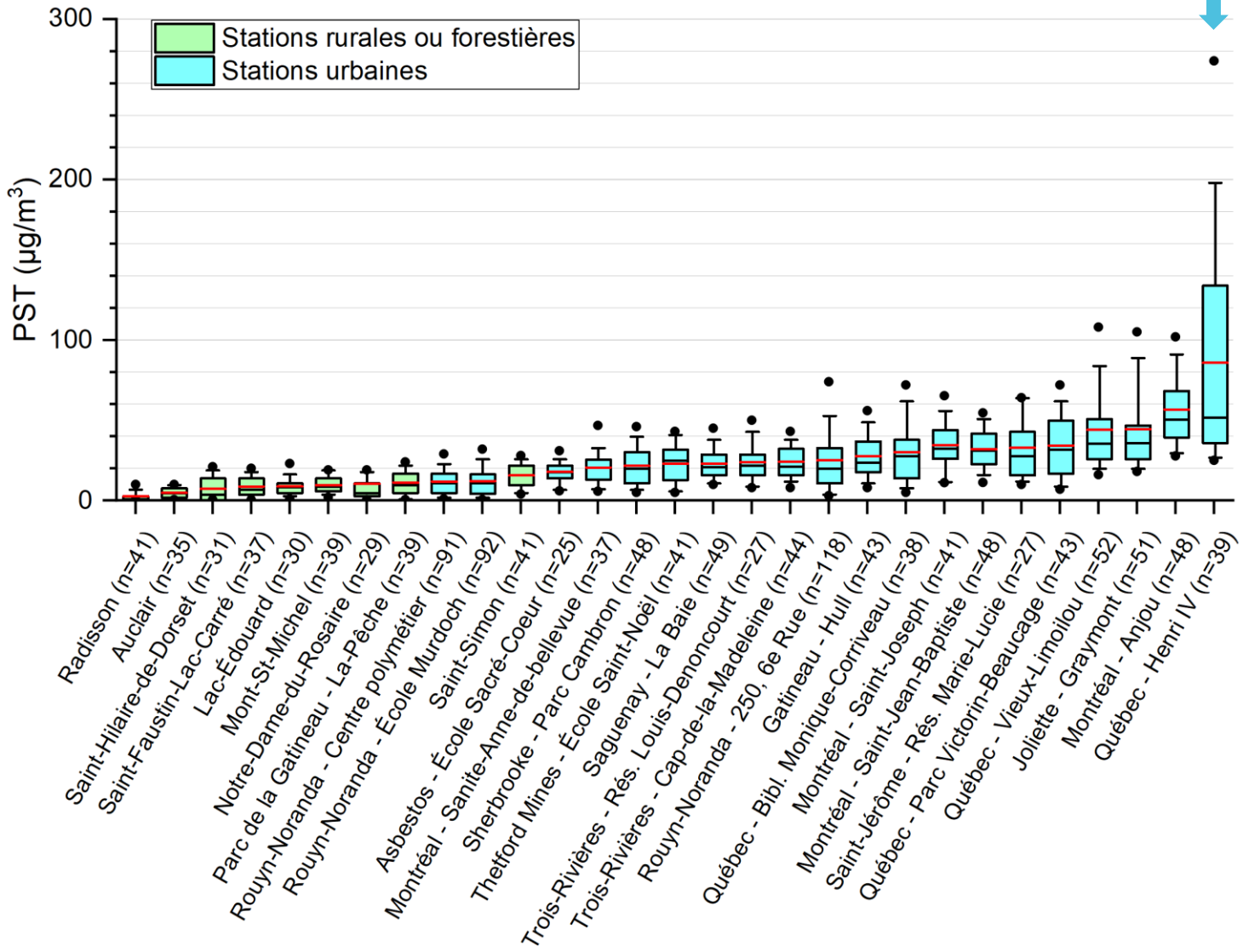
# Particules en suspension totales - 2019




Votre gouvernement

Québec

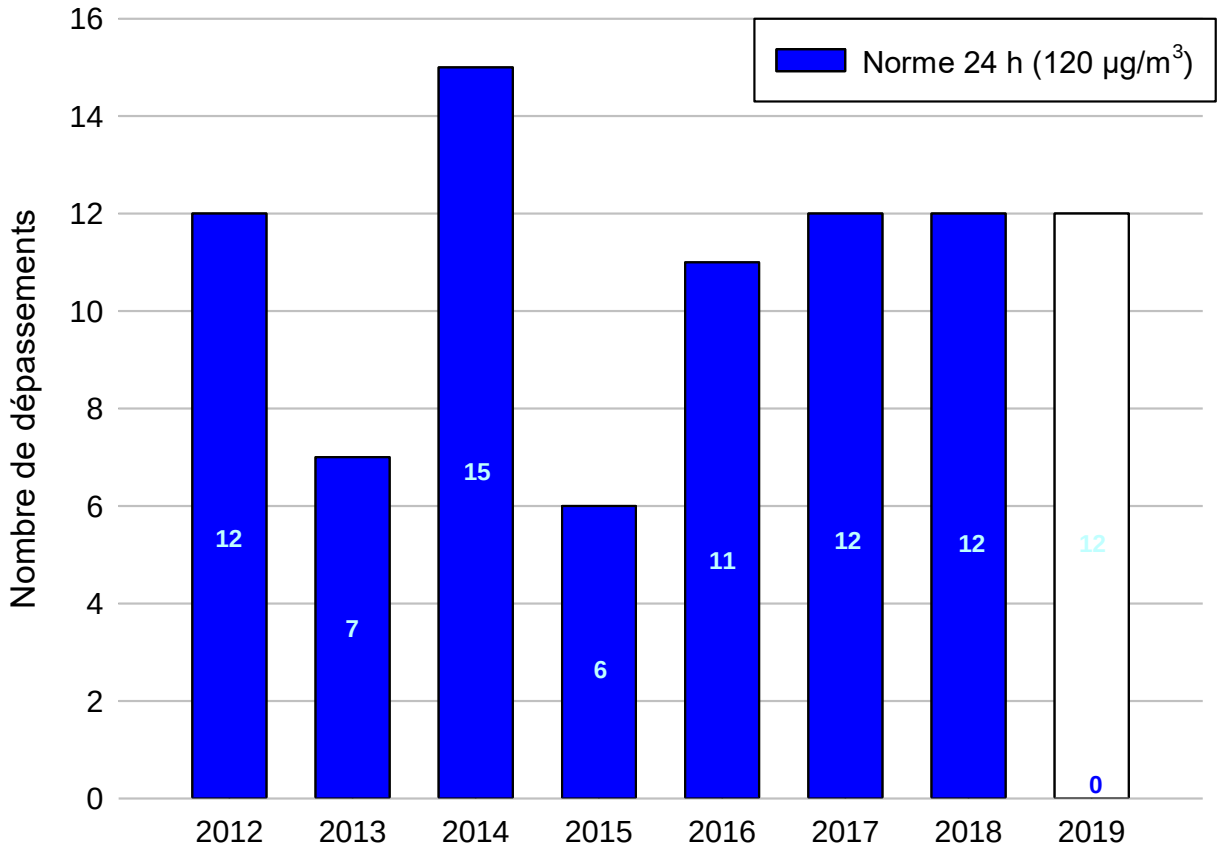
# Particules en suspension totales - 2020




Votre gouvernement

Québec

# Particules en suspension totales – Dépassements de norme

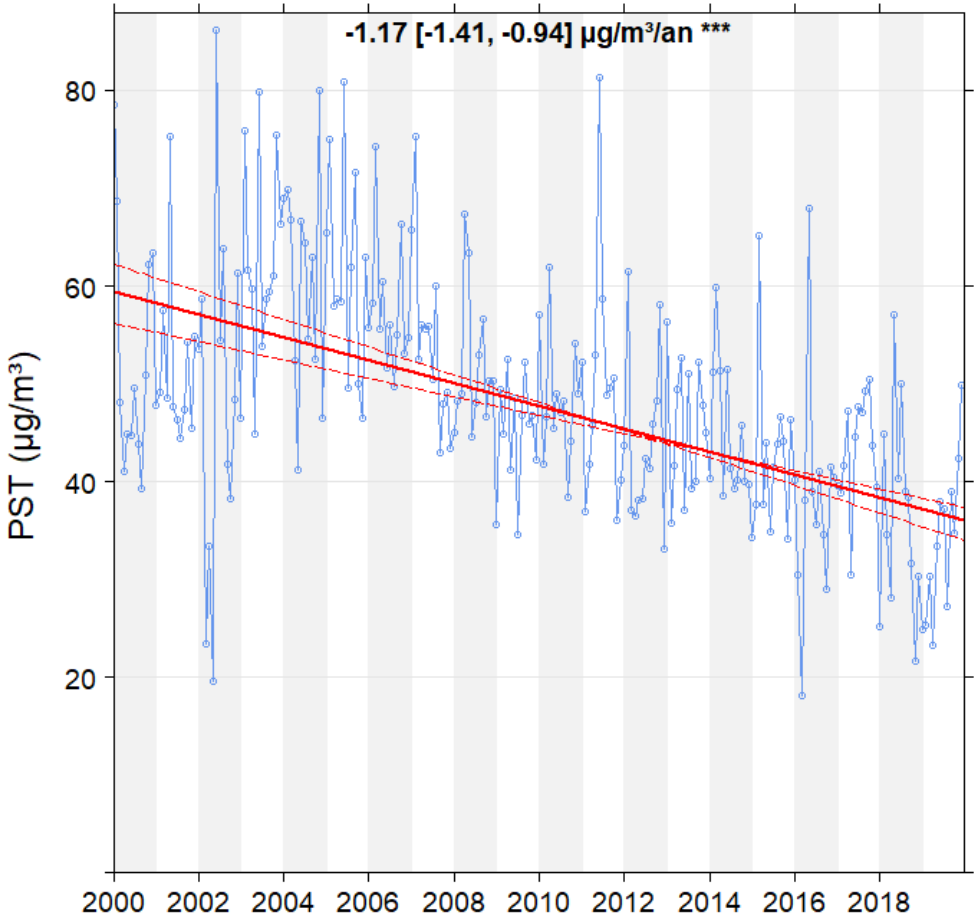



Votre gouvernement

Québec

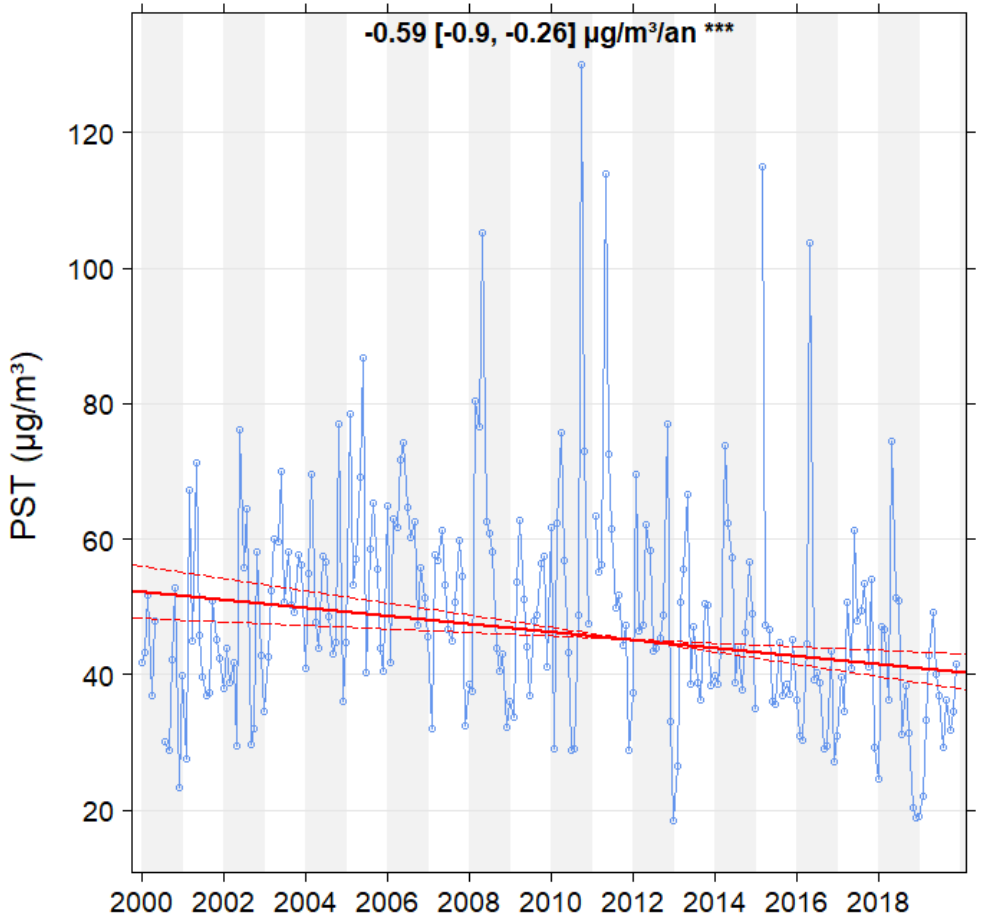
# Particules en suspension totales – Tendance générale

Québec – stations urbaines

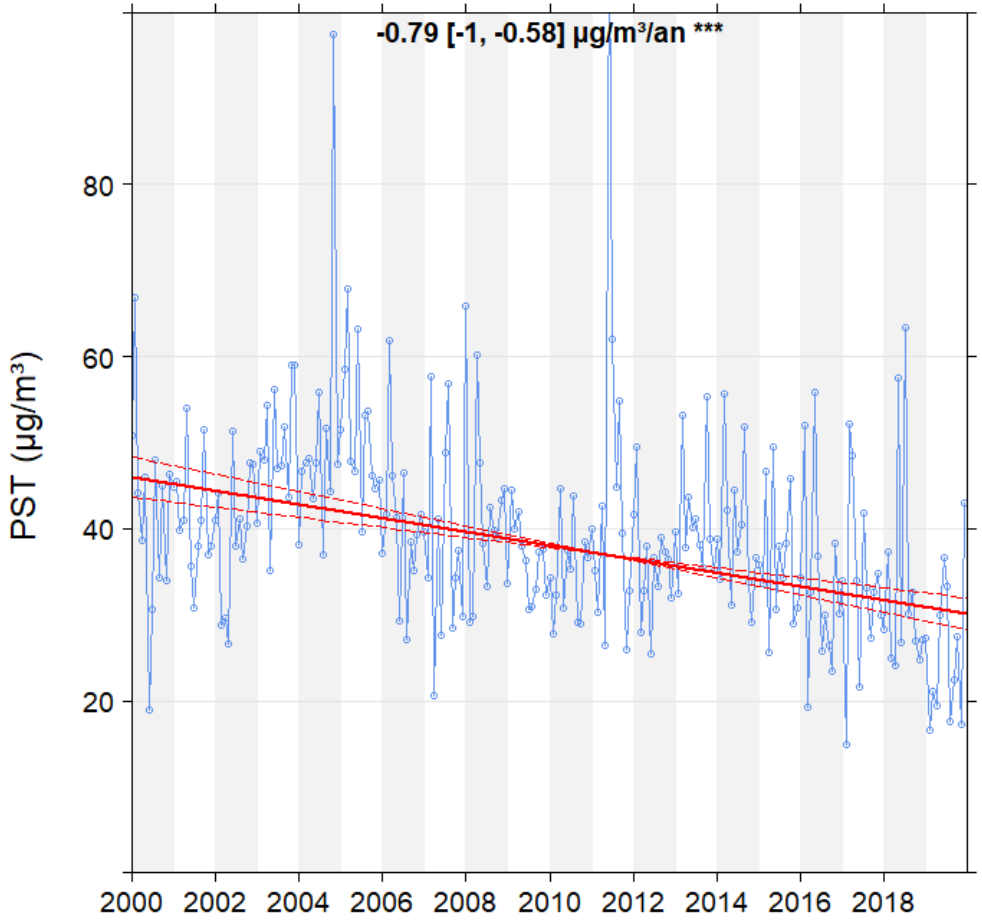


# Particules en suspension totales – Tendance - Comparaison

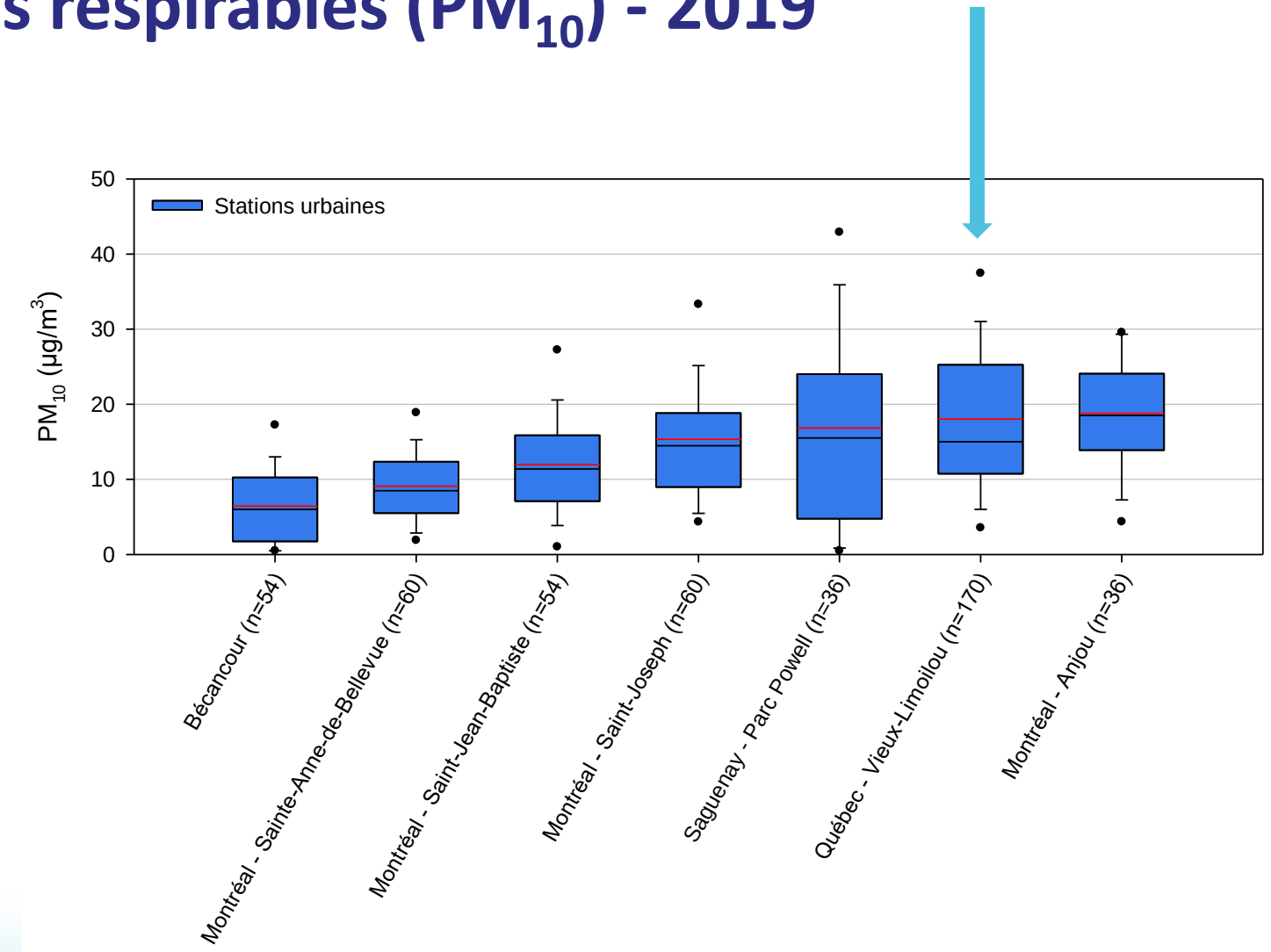
Québec – Vieux-Limoilou




Trois-Rivières – Rés. Louis-Denoncourt



# Particules respirables ($PM_{10}$) - 2019

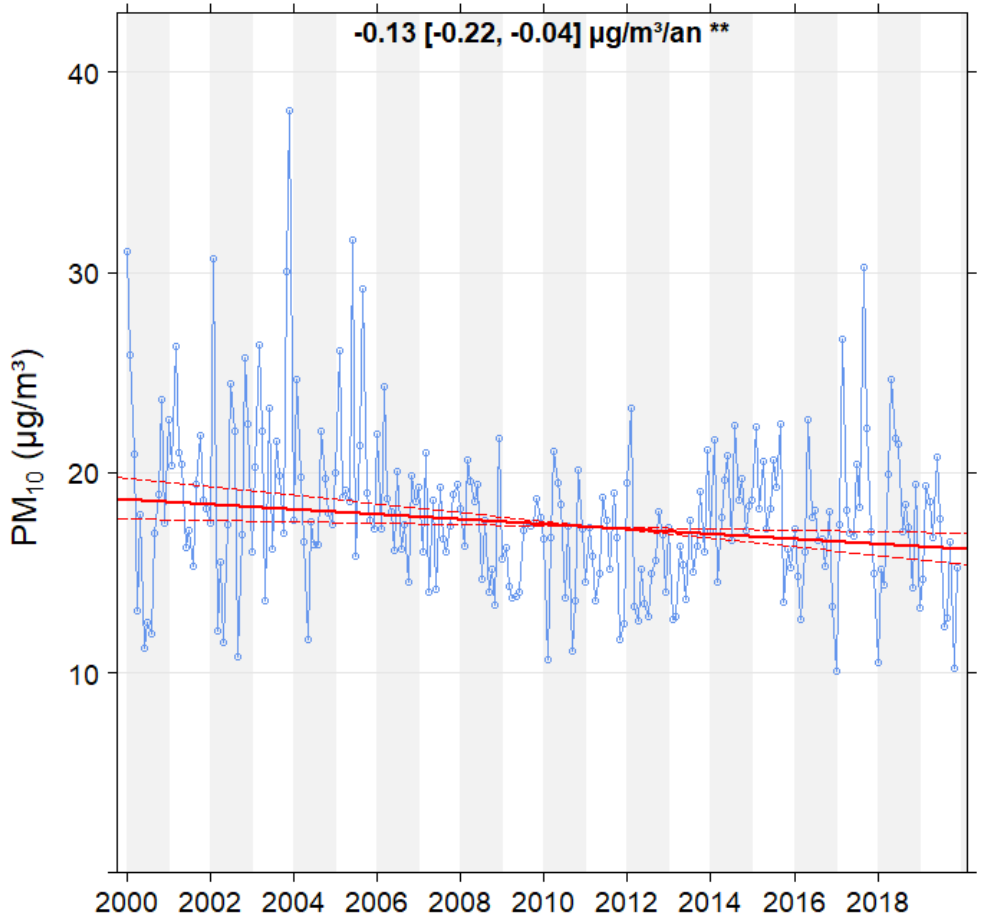


# Particules respirables ($PM_{10}$) – Dépassement de norme

- Aucune norme applicable sur les $PM_{10}$

# Particules respirables – Tendance générale

Québec – stations urbaines

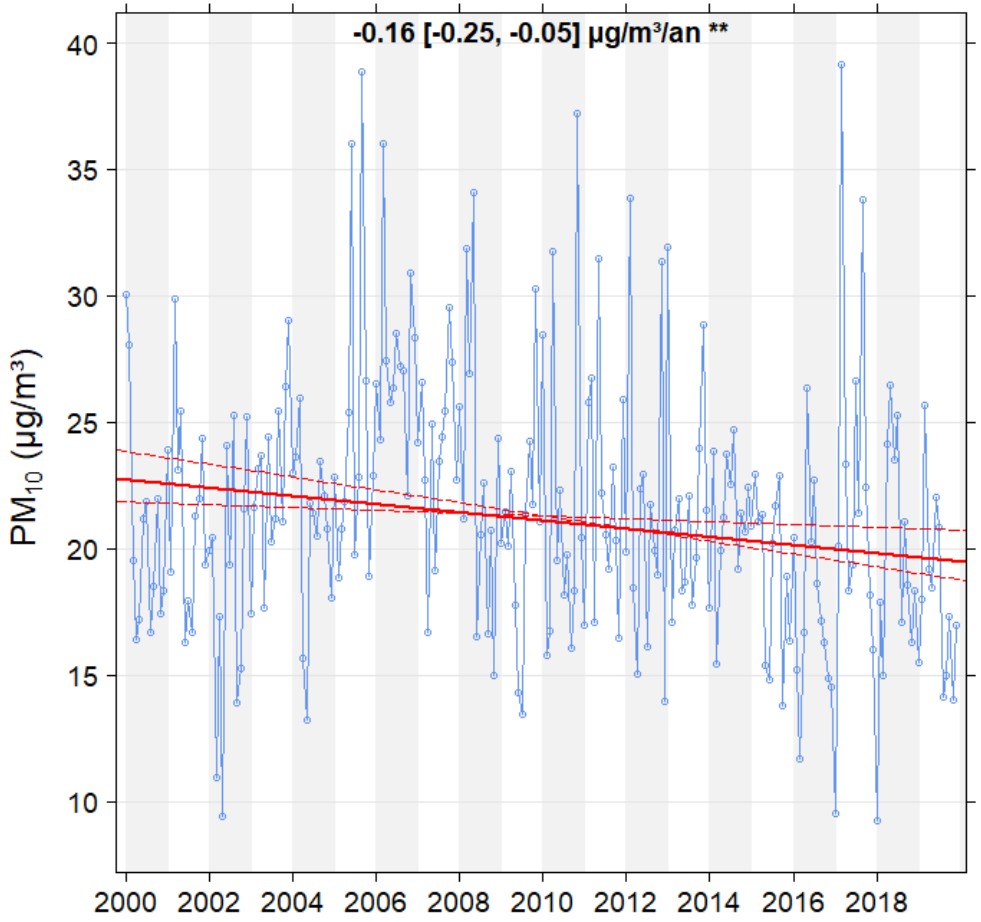



Votre gouvernement

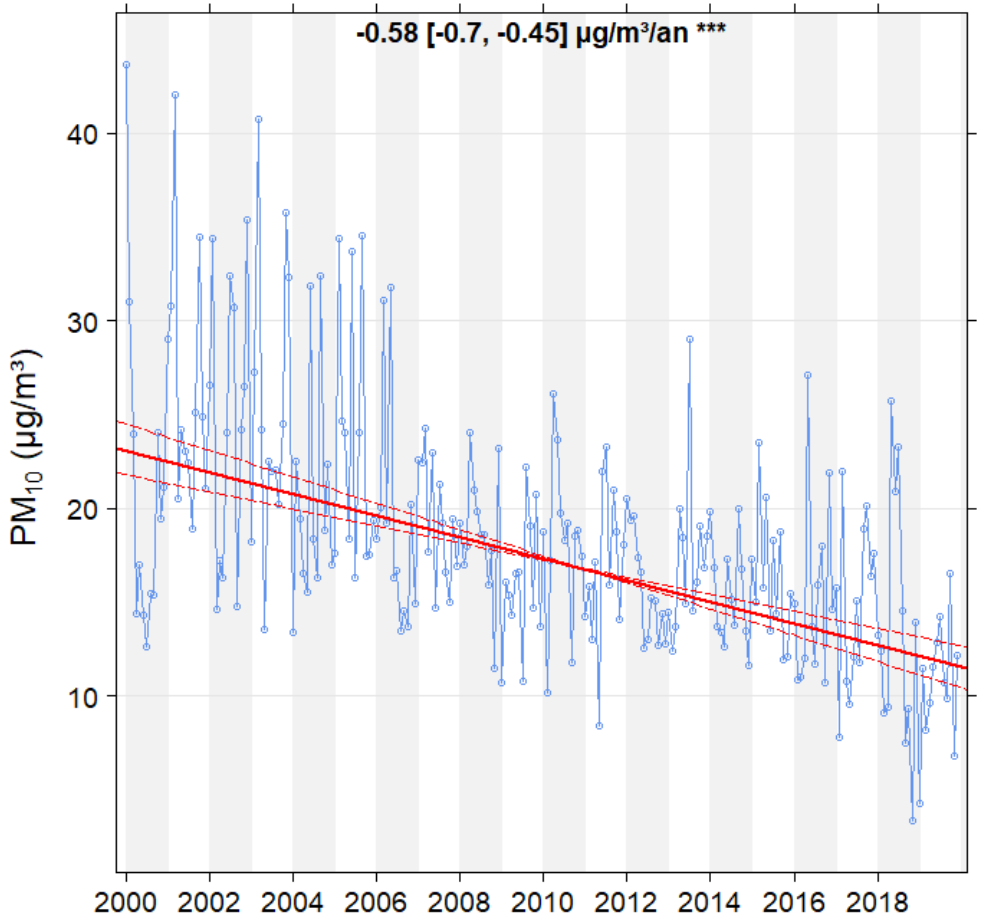
Québec

# Particules respirables – Tendance - Comparaison

Québec – Vieux-Limoilou




Montréal – Saint-Jean-Baptiste



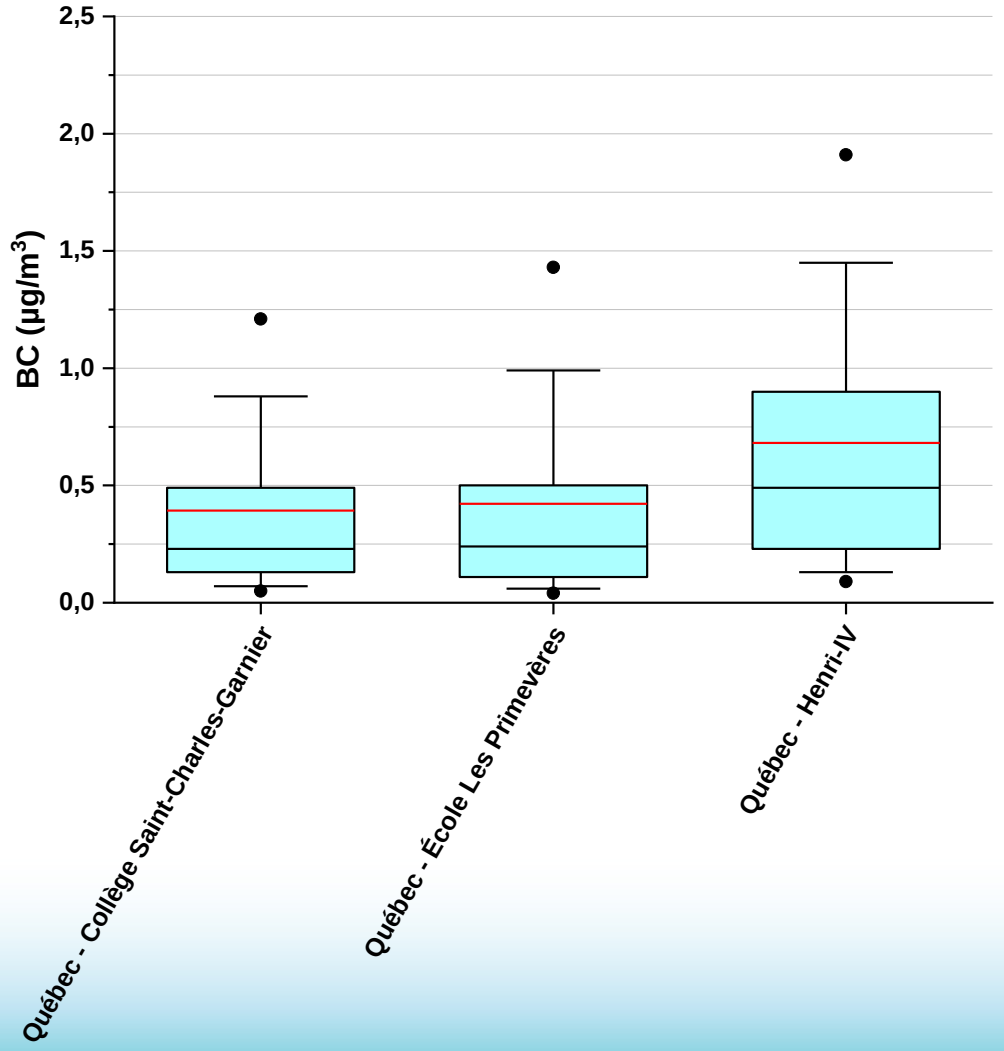
# Constats généraux

- De façon générale, la qualité de l'air est bonne au Québec.
- L'analyse de tendance montre que les concentrations des contaminants diminuent depuis 20 ans.
- Spécifiquement pour Québec :
  - Les concentrations de particules sont légèrement supérieures à celles mesurées à Montréal;
  - Les concentrations des contaminants reliées au transport sont inférieures à celles mesurées à Montréal.

# Analyses spécifiques

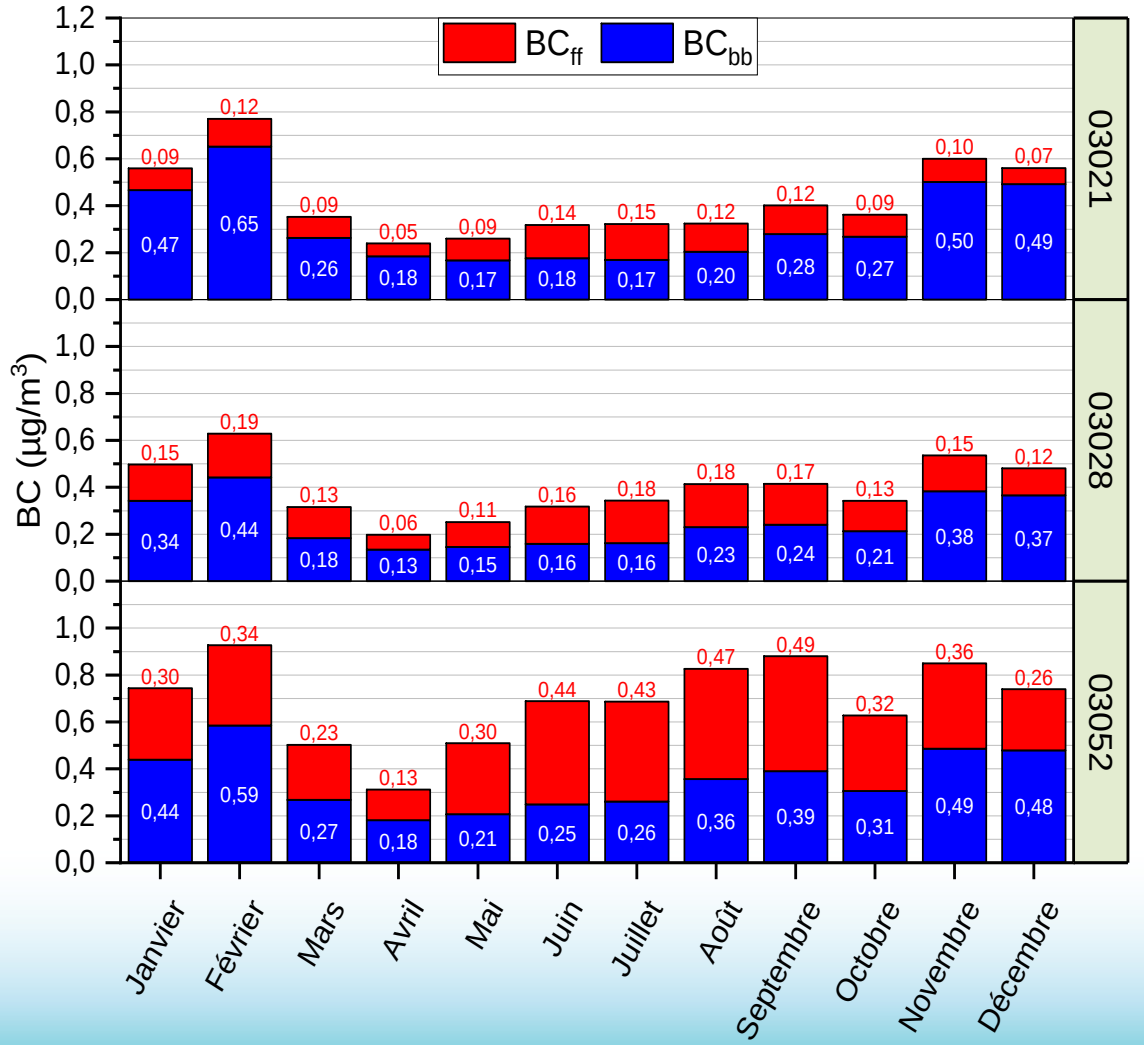
- Suivi exclusif à la station Vieux-Limoilou ou à Québec.
- Suivi de courte durée.

# Carbone noir - 2020



# Carbone noir - 2020

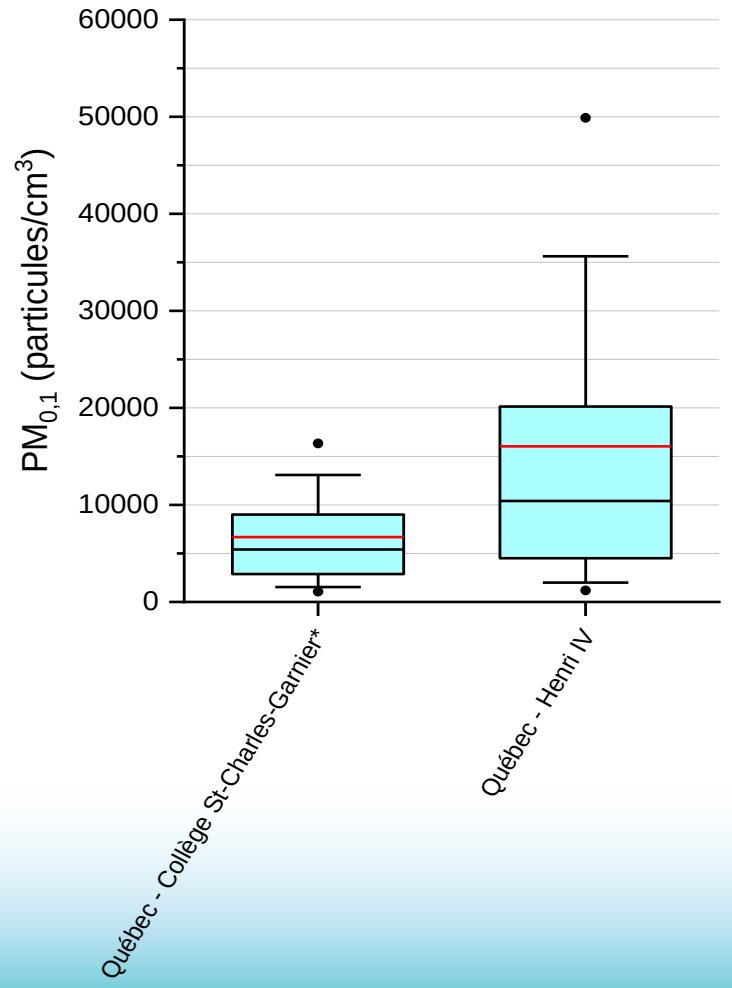
$BC_{ff}$ : Carbone noir provenant de combustion de combustible fossile (*black carbon fossil fuel*)
$BC_{bb}$ : Carbone noir provenant de combustion de biomasse (*black carbon biomass burning*)




Votre gouvernement

Québec

# Particules ultrafines - 2020



# Composés organiques volatils

Tableau 37 : Concentrations moyennes de certains composés organiques volatils mesurés entre février 1997 et mars 1998

| Station | Composé | Moyenne (µg/m³) | Norme (µg/m³) | n |
|---|---|---|---|---|
| 03006 | Benzène | 0,76 | | 28 |
| | Toluène | 15,93 | | 28 |
| | Éthylbenzène | 3,50 | 200 | 28 |
| | Xylènes | 8,99 | 20 | 28 |

| | Moyenne 2019 (µg/m³) | n |
|---|---|---|
| Benzène | 0,53 | 60 |
| Toluène | 14,88 | 60 |
| Éthylbenzène | 1,57 | 60 |
| Xylène | 7,05 | 60 |

https://data.ec.gc.ca/data/air/monitor/national-air-pollution-surveillance-naps-program/?lang=fr

# Composés organiques semi-volatils

- COSV : HAP, D/F, BPC
  - Dernière campagne d'échantillonnage des COSV a été faites dans le cadre d'un suivi de l'incinérateur de Québec à 3 stations.
    - Analyse complète est déjà disponible dans le rapport publié.
    - https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/ambiant/incinerateur/programme-echantillonnage.htm

# Métaux

- Jusqu'à 31 métaux ont été analysés à la station Vieux-Limoilou au cours des 3 dernières années (2019-2021)
  - Dans les PST aux 6 jours
  - Dans les PM10 aux 2 jours
- 21 métaux sont analysés de façon courante
  - *Les 10 métaux peu analysés (n<16) sont : Ag, B, Li, Mg, Mo, K, Na, Sr, Ti, U*
- De ces 21 métaux, seulement 13 sont détectés plus qu'une fois sur six
  - *Les 8 métaux peu détectés sont : Be, Bi, Cr, Sn, Se, Te, Tl, V*

- L'ensemble des données sont disponibles via le service Info-Air : infoair@environnement.gouv.qc.ca

# Métaux – $PM_{10}$ – 2019 à 2021

| | % > LD PM10 | Concentration dans PM10 (µg/m³) |
|---|---|---|
| Aluminium | 51,5 | 0,1192 |
| Antimoine | 36,9 | 0,0010 |
| Arsenic | 47,7 | 0,0015 |
| Baryum | 99,4 | 0,0102 |
| Cadmium | 41,5 | 0,0002 |
| Calcium | 68,6 | 1,3233 |
| Cobalt | 39,9 | 0,0004 |
| Cuivre | 100,0 | 0,0913 |
| Fer | 90,0 | 0,3765 |
| Manganèse | 93,9 | 0,0100 |
| Nickel | 23,0 | 0,0079 |
| Plomb | 53,0 | 0,0025 |
| Zinc | 47,5 | 0,0972 |

# Métaux – PST – 2019 à 2021

| | % > LD PST | Concentration PST (µg/m³) | Concentration initiale RAA (µg/m³) | Norme | % de la norme* |
|---|---|---|---|---|---|
| Aluminium | 74,1 | 0,2021 | | | |
| Antimoine | 47,6 | 0,0012 | 0,0070 | 0,1700 | 0,7 |
| Arsenic | 58,2 | 0,0017 | 0,0020 | 0,0030 | 57,5** |
| Baryum | 98,8 | 0,0146 | 0,0250 | 0,0500 | 29,2 |
| Cadmium | 46,5 | 0,0002 | 0,0030 | 0,0036 | 6,6 |
| Calcium | 90,6 | 3,3935 | | | |
| Cobalt | 74,7 | 0,0007 | | | |
| Cuivre | 98,8 | 0,0814 | | | |
| Fer | 95,3 | 0,7392 | | | |
| Manganèse | 98,8 | 0,0181 | | | |
| Nickel | 42,4 | 0,0146 | | | |
| Plomb | 70,0 | 0,0033 | 0,025 | 0,1 | 3,3 |
| Zinc | 67,6 | 0,1480 | | | |

* Pour alléger la présentation la moyenne 3 ans (2019-2021) a été comparée à la norme annuelle. Aucun dépassement n'est observé lorsqu'on compare la norme aux concentrations annuelles individuellement.

** Les concentrations d'arsenic en milieu urbain varient normalement entre 1 et 2 ng/m³, cette concentration correspond donc à ce à quoi l'on s'attend pour n'importe quel milieu urbain.

# Métaux – dépassements norme 24 h – 2019 - 2020

- 3 métaux sont normés sur une période de 24 h :
  - Ni ($PM_{10}$) : 0,014 µg/m³ jusqu'en mai 2022. Maintenant 0,070 µg/m³
  - Cu : 2,5 µg/m³
  - Zn : 2,5 µg/m³

| Nombre de dépassements 24 h | | |
|---|---|---|
| | Ni ($PM_{10}$) | Zn |
| 2019 | 15 | |
| 2020 | 12 | 1 |
| 2021 | 12 | |

# Planification de suivi de la qualité de l'air dans le futur par le RSQAQ dans la ville de Québec

- Redémarrage de la spéciation des particules fines à la station Vieux-Limoilou (redémarrée juillet 2022).
- Ajout du suivi de l’ammoniac gazeux à Vieux-Limoilou.
- Ajout d’une nouvelle station témoin pour le suivi des émissions routières couplée avec la station Henri-IV.
- Ajout d’une station temporaire dans Maizerets à De Vitré.

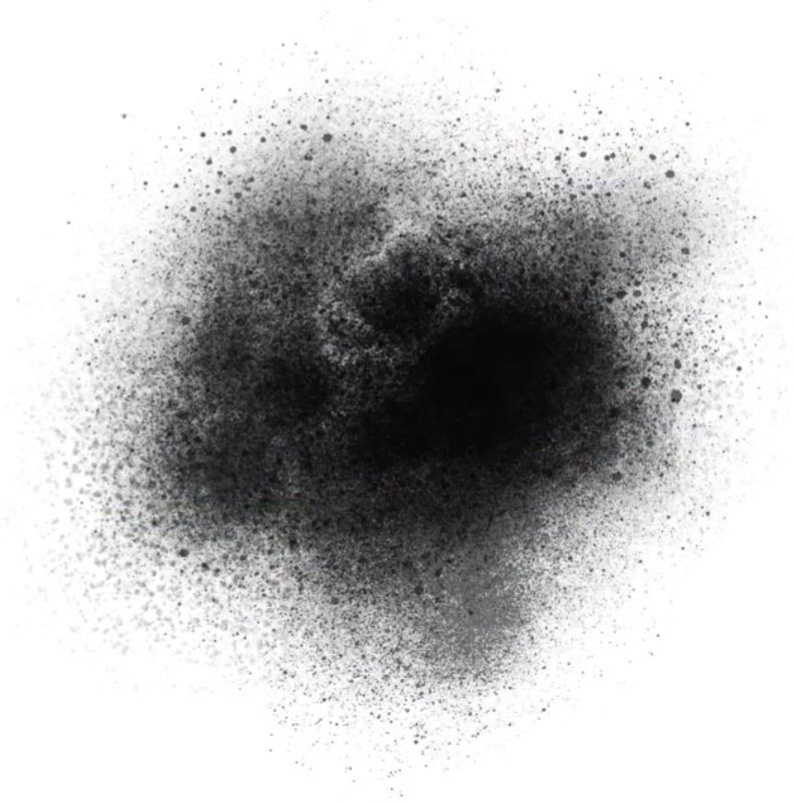
# Merci – Questions ?

# RevolvAir.org

analyse notre air

# Plan

1. Remerciements
2. Statistiques
3. Particules fines
4. Émetteurs
5. Capteurs
6. Plateforme technologique



# Limoil'Air

## Projet citoyen d'analyse de qualité de l'air à Limoilou

Desjardins

Sol Zanetti
Député de Jean-Lesage
ASSEMBLÉE NATIONALE DU QUÉBEC

Métaux Solutions

# Décès prématurés

La pollution atmosphérique est responsable de plus de

7 millions de décès prématurés chaque année!

# Décès prématurés

Au Québec, c’est 4000!
12 fois plus que les accidents de la route.

# 30 milliards de dollars par année

La valeur économique des impacts de la pollution de l'air sur la santé est évaluée à **30 milliards de dollars** par année au Québec.

# Secteur des transports

Au Québec, le **secteur des transports** est responsable à lui seul de **62 %** de toutes les émissions de l'ensemble des contaminants atmosphériques.

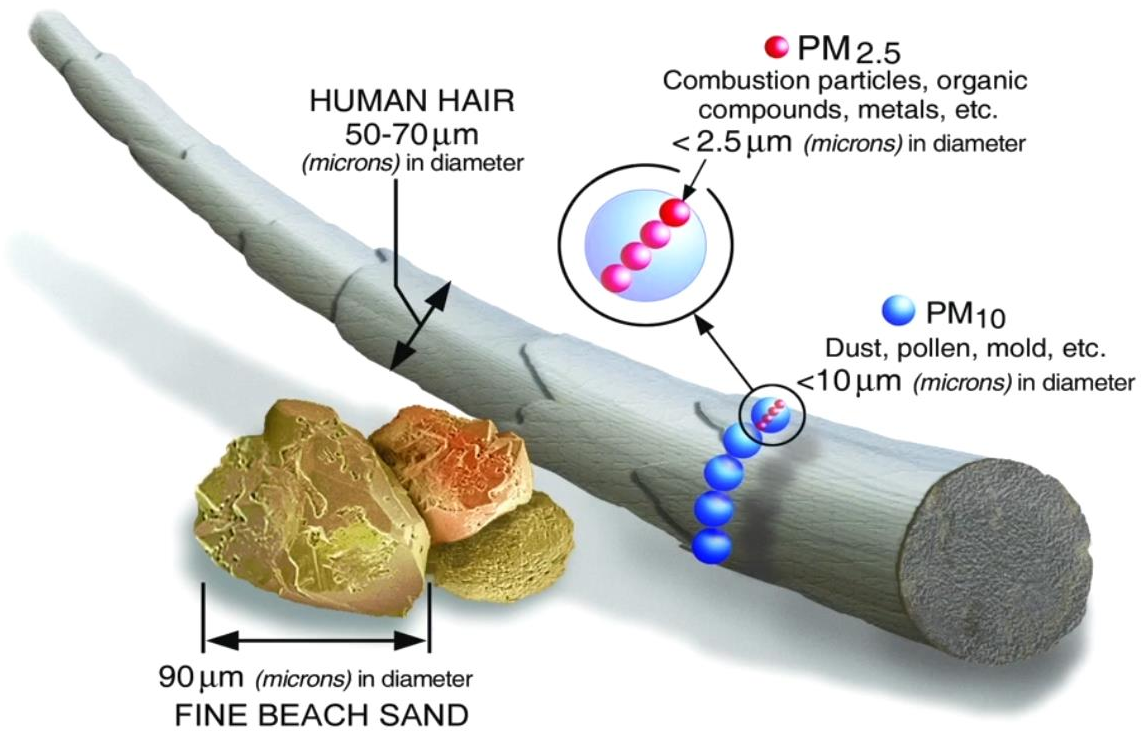
MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES. 2011

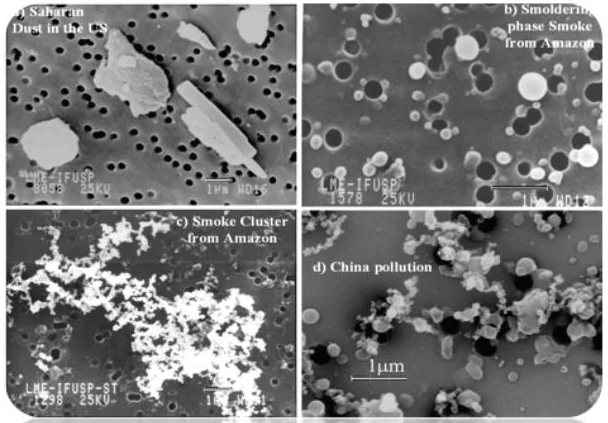
# Particules et chauffage au bois

Les appareils certifiés émettent **jusqu'à dix fois moins de particules fines** et trois fois moins d'autres contaminants que les appareils de chauffage conventionnels, lesquels sont responsables de plus de **40 % des particules fines émises dans l'atmosphère au Québec**.

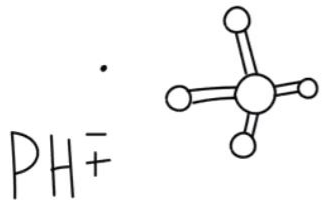
http://www.environnement.gouv.qc.ca/air/chauf-bois/reglement.htm

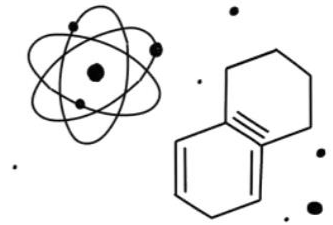
# Particules fines de 2.5 µm




epa.gov





## PAHs

$C_{10}H_8$
$C_{12}H_8$
$C_{12}H_{10}$
$C_{13}H_{10}$
$C_{14}H_{10}$
$C_{16}H_{10}$
$C_{18}H_{12}$
$C_9H_8$

## Metals

Al, Si, P, S, Cl,
K, Ti, Cr, Mn,
Fe, Ni, Cu, Zn, Pb, Ca

seetheair.org

#SEETHEAIR

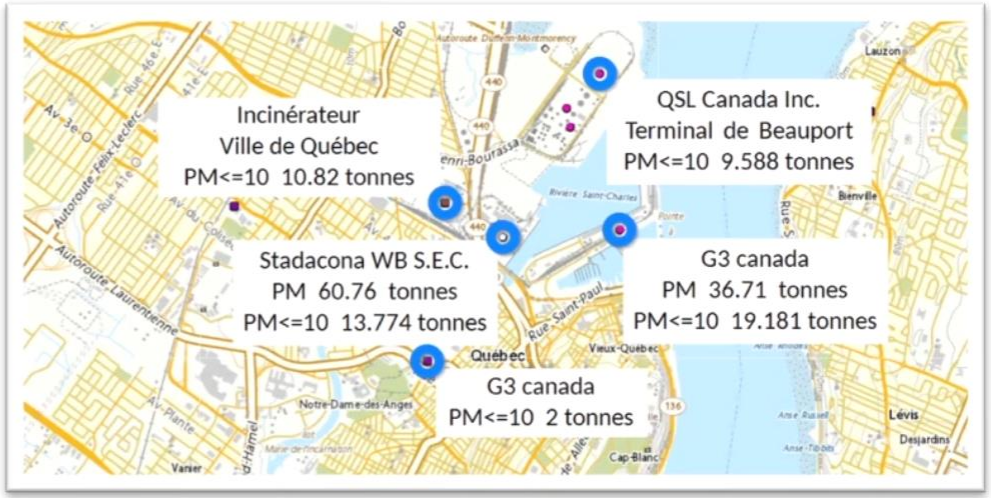
# Émetteurs de particules fines (INRP)

Guillaume Simard – 2022 – RevolvAir.org

Inventaire national des rejets de polluants

# Émetteurs de particules fines

- Camions
- Voitures
- Trains
- Feux de foyer
- Feux extérieurs
- BBQ
- Chauffage au mazout
- Gros bateaux à quai
- Tondeuses




https://pollution-waste.canada.ca/national-release-inventory/2021/211

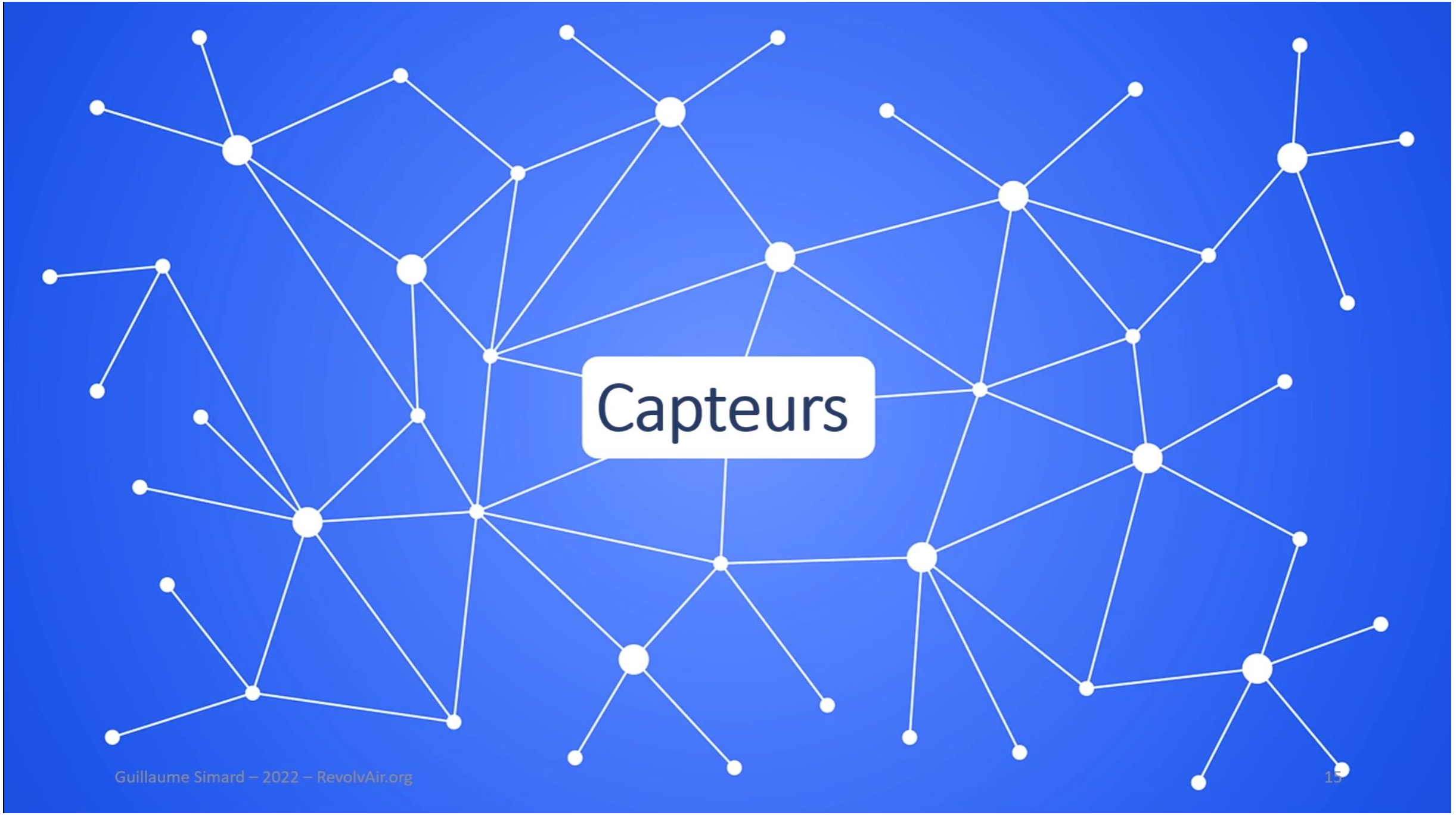
# PM2.5, O3, NOx, SO2, CO

https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/reseau-surveillance/Carte.asp

# L'OMS resserre ses recommandations

## Matières particulaires fines (PM2.5)

| | 2005-2021 | **2021** |
|---|---|---|
| Moyenne annuelle | 10 µg/m$^3$ | 5 µg/m$^3$ |
| Moyenne sur 24 heures | 25 µg/m$^3$ | 15 µg/m$^3$ |


Capteurs

# Appareil certifié vs capteur laser

# Appareil certifié vs capteur laser

| Caractéristique | Appareils certifiés du Ministère | Capteurs |
|---|---|---|
| **Dimension de l'appareil** | Volumineux | Compacts |
| **Coût d'achat** | Entre 15 000 $ et 30 000 $ | Entre 100 $ et 1 500 $ |
| **Installation** | Complexe, doit être réalisée par un technicien spécialisé | Rapide, de type « brancher et utiliser » |
| **Accès aux données** | Téléchargement possible sur le site du Ministère ou sur demande via Info-Air | • Conservation possible des données dans un espace nuagique<br>• Accès via des applications Wi-Fi |

https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/reseau-surveillance/capteur-qualite-air.htm

# Appareil certifié vs capteur laser

| Caractéristique | Appareils certifiés du Ministère | Capteurs |
|---|---|---|
| **Entretien** | Suivis fréquents selon les instructions du fabricant et un programme d'assurance et de contrôle de la qualité, par un technicien spécialisé | Aucun |
| **Durée de vie** | Plus de 10 ans | De 1 à 2 ans |
| **Qualité des données** | Exactes et précises | Variables en fonction de l'âge de l'appareil et des conditions météorologiques |
| **Utilisations** | • Évaluer l'exposition aux contaminants pour l'ensemble de la population<br>• Mesurer de façon représentative la qualité de l'air et suivre son évolution à long terme<br>• Diffuser l'information à la population (rapports, indice de la qualité de l'air [IQA], etc.)<br>• Soutenir les programmes de prévision de la qualité de l'air (Info-Smog)<br>• Appuyer la règlementation et évaluer la portée des stratégies et des politiques concernant la qualité de l'atmosphère | • Évaluer l'exposition personnelle aux contaminants<br>• Évaluer la variabilité de la qualité de l'air d'un territoire (déploiement facile)<br>• Identifier certaines sources de contamination<br>• Éduquer la population à certaines problématiques liées à la qualité de l'air<br>• Soutenir des initiatives de science citoyenne |

# Teledyne - T640

http://www.teledyne-api.com/products/particulate-instruments/t640

Spectroscopie à large bande utilisant une diffusion de la lumière blanche à 90° avec une DEL polychromatique

**Le T640 offre une résolution temporelle d'une minute** ou plus avec une **sensibilité et une précision exceptionnelles**.

L'instrument nécessite très peu d'entretien et ne nécessite aucun échantillon de support pour un coût d'exploitation minimal.

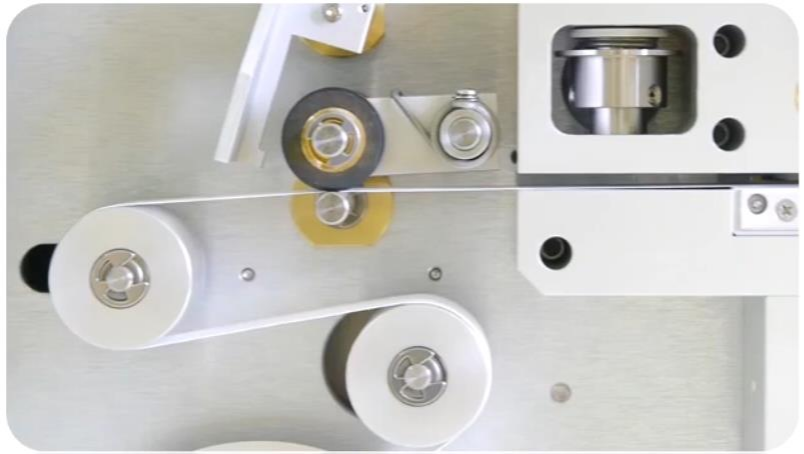
# BAM - *Beta attenuation monitoring*

La surveillance de l'atténuation bêta (BAM) est une technique d'analyse de la qualité de l'air qui utilise **l'absorption du rayonnement bêta par des particules solides extraites du flux d'air**.

Cette technique permet la détection des PM 10 et PM 2.5 qui sont surveillées par la plupart des agences de régulation de la pollution atmosphérique.

https://en.wikipedia.org/wiki/Beta_attenuation_monitoring

# BAM - *Beta attenuation monitoring*



https://en.wikipedia.org/wiki/Beta_attenuation_monitoring

L'air est aspiré de l'extérieur du détecteur à travers un ruban constitué d'un matériau filtrant de sorte que les particules y sont collectées.

# Sharp GP2Y10

https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/gp2y1010au_e.pdf

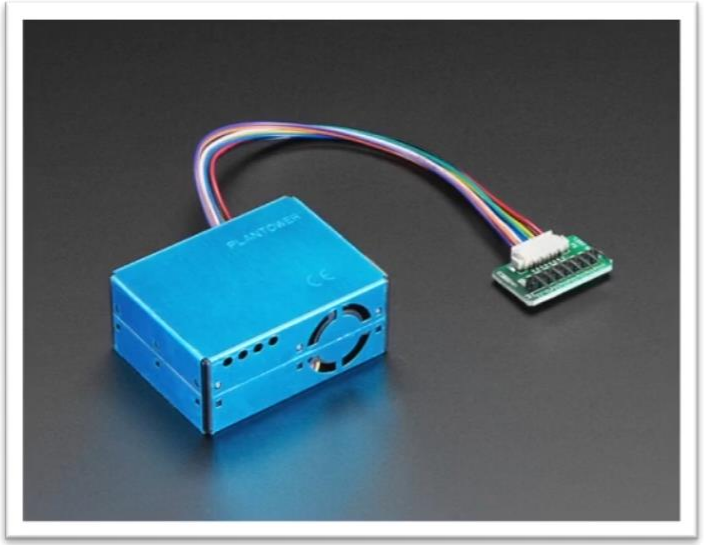
- Une diode infrarouge (IRED) et un phototransistor sont disposés en diagonale dans ce dispositif.
- Très abordable.
- Consomme peu d'électricité.
- Sans ventilateur.
- Qualité des données diminuée puisque le volume d'air analysé n'est pas constant.

# Capteur laser avec ventilateur

- Le capteur de particules de la série Honeywell HPM est un capteur laser qui détecte et compte les particules à l'aide de la **diffusion de la lumière**.
- Plage de concentration :
  - 0 µg/m$^3$ à 1 000 µg/m$^3$
- Précision :
  - ± 15% (PM2.5) de 0 µg/m$^3$ à 1000 µg/m$^3$

https://sensing.honeywell.com/hpma115s0-xxx-particulate-matter-sensors

# Capteur laser avec ventilateur



https://www.flickr.com/photos/adafruit/39425821662

- Le capteur de particules de la série PMS de Plantower est un capteur laser qui détecte et compte les particules à l'aide de la **diffusion de la lumière**.
- La plage de détection :
  - 0 µg/m³ à 1 000 µg/m³
- Précision :
  - ±10 % @ 100 ~ 500 µg/m³
  - ±10 µg/m³ @ 0 ~ 100 µg/m³

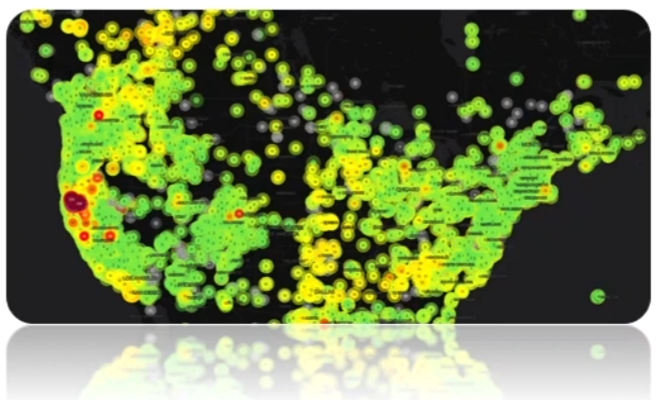
# Capteur laser avec ventilateur

Données récupérées :

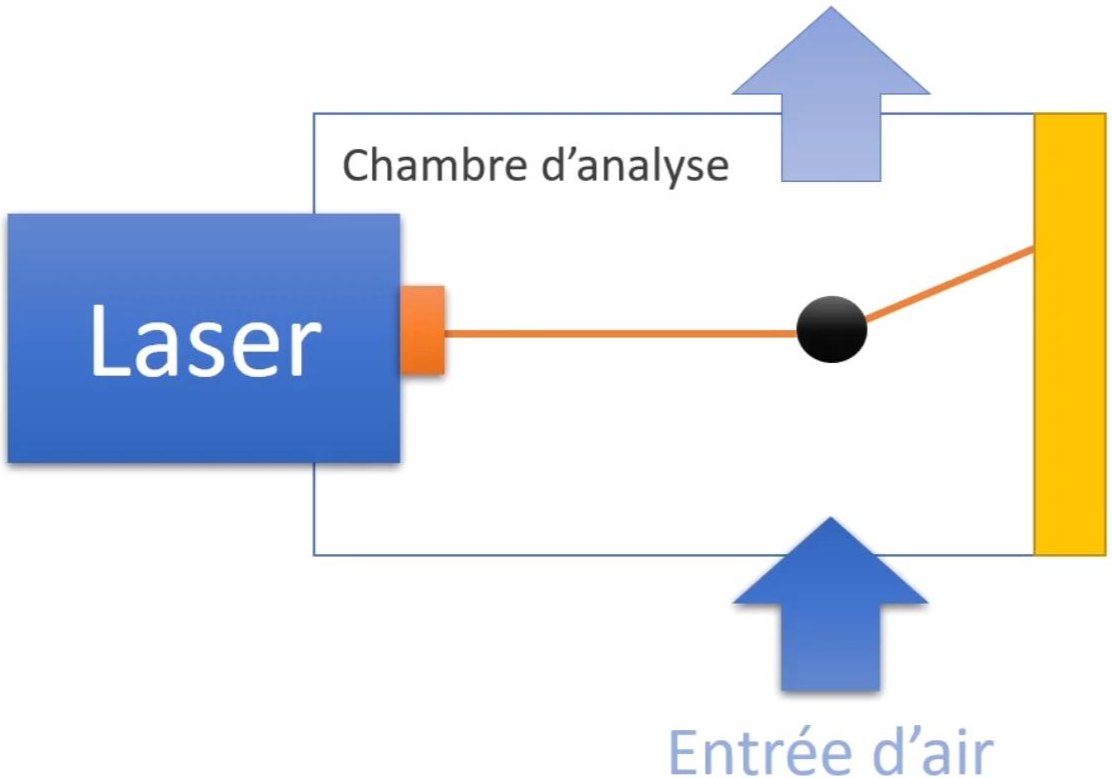
- PM 1 (1 micron)
- PM 2.5 (2.5 microns)
- PM 10 (10 microns)

# Capteurs utilisés en Amérique

- Réseau AQ&U – 309 x (PMS1003, 3003, or 5003)
- Caroline du Sud – 180 x (PMS5003)
  - https://www.earthdata.nasa.gov/esds/competitive-programs/csesp/improve-earth-system-data
- New York (PMS5003) – 50 x
- Washington DC – 50 x
- Nouveau-Brunswick (PMS3003) – 42 x
- EPA STAR Grant – 400 x
- AirBeam (PMS7003)
- AirGradient (PMS5003)
- PurpleAir (PMS5003)
- Airly (PMS5003)



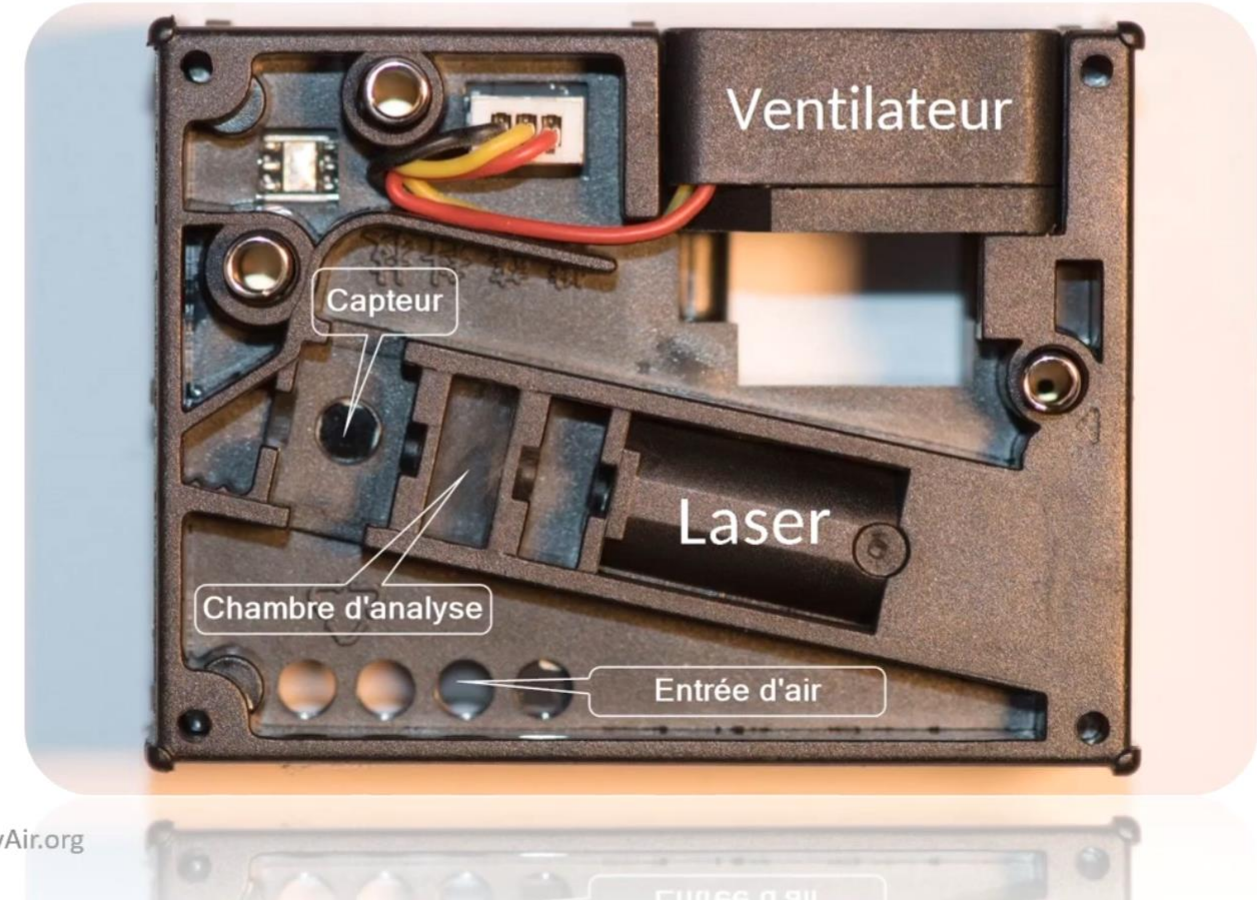
# Capteur laser




## Photodétecteur

Signal électrique
Amplificateur
Microprocesseur
Signal digital

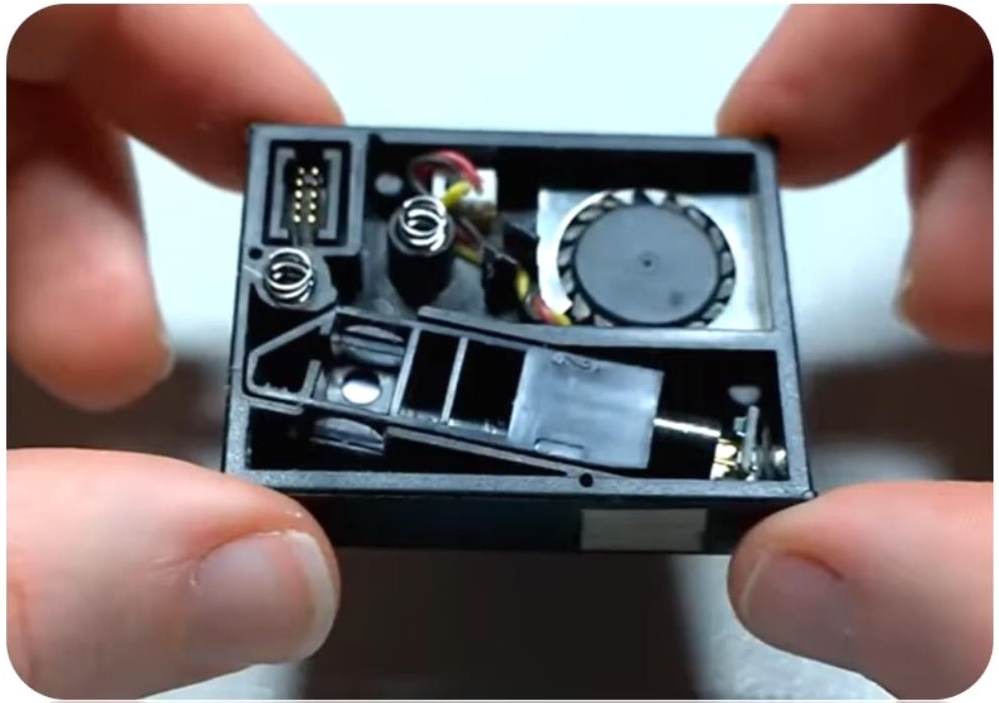
# Capteur laser



# Capteur utilisé

Les capteurs PMS mesurent la diffusion de la lumière à 90° à partir d'un laser de longueur d'onde de 650 nm avec un photodétecteur qui convertit la lumière laser diffusée en concentrations de PM 2.5 à l'aide de l'algorithme propriétaire du fabricant.

# Nettoyage d’un capteur



https://www.youtube.com/watch?v=QgO0iWpK7Ho

# PMS5003

- Coût accessible
- Format compact
- Durée de vie de 2 à 3 ans
- Nettoyage possible
- Calibré à l'usine
- Semble bien résister à notre climat hivernal
- Bonne corrélation (R2)
  - Peut parfois surestimer la concentration.
    Particulièrement si l'air est très humide.
    Il faut donc tenir compte de l'humidité relative.

# PMS5003 – tiré du manuel

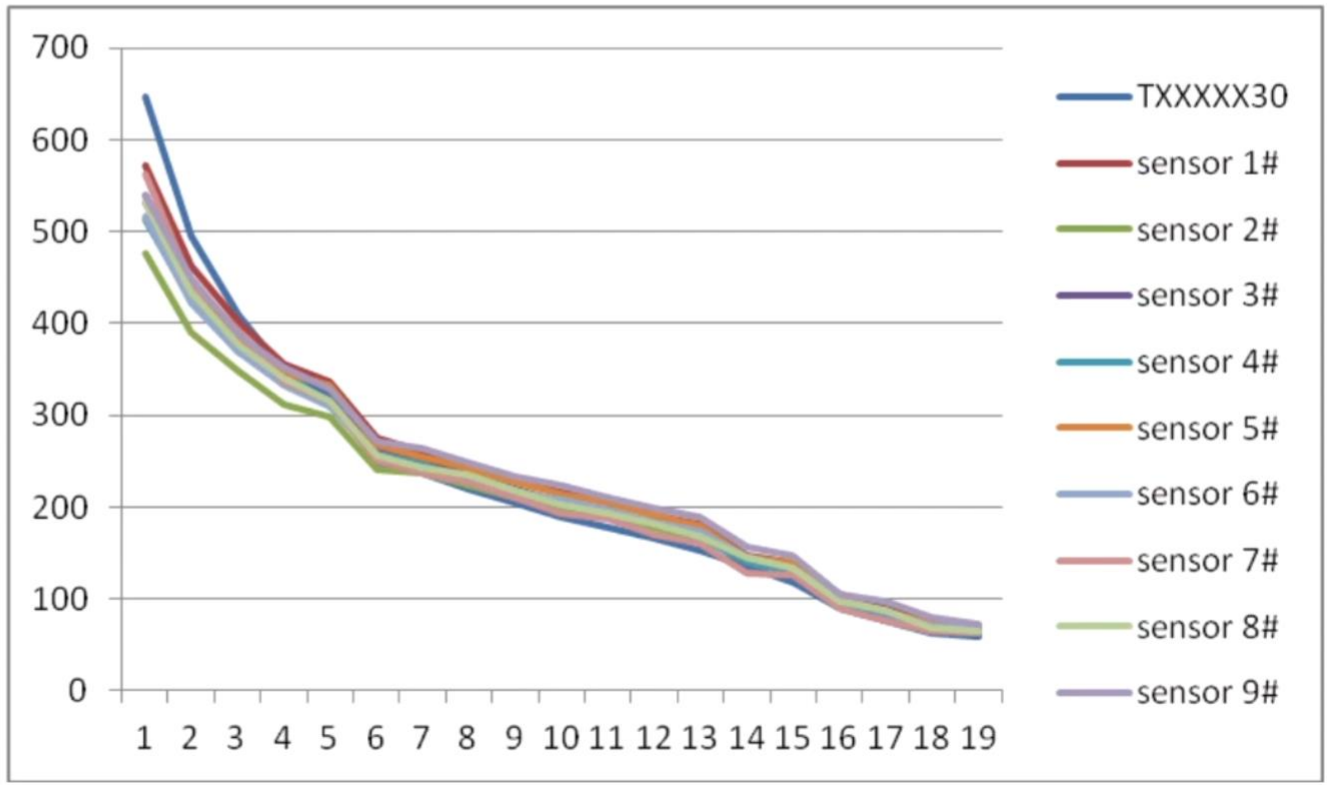



Figure 4-1 Consistency at 20℃

# PMS5003 – tiré du manuel

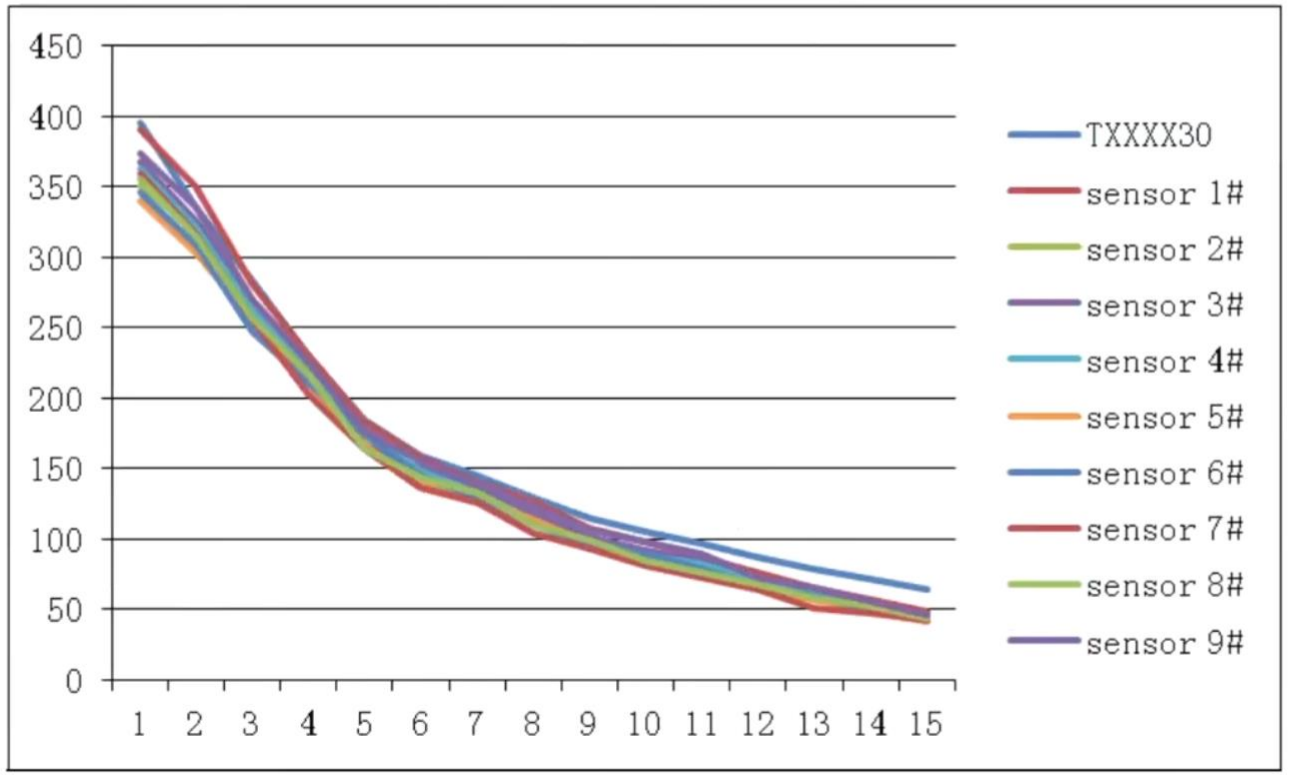



Figure 4-3 Consistency at -5℃

# PMS5003 – tiré du manuel

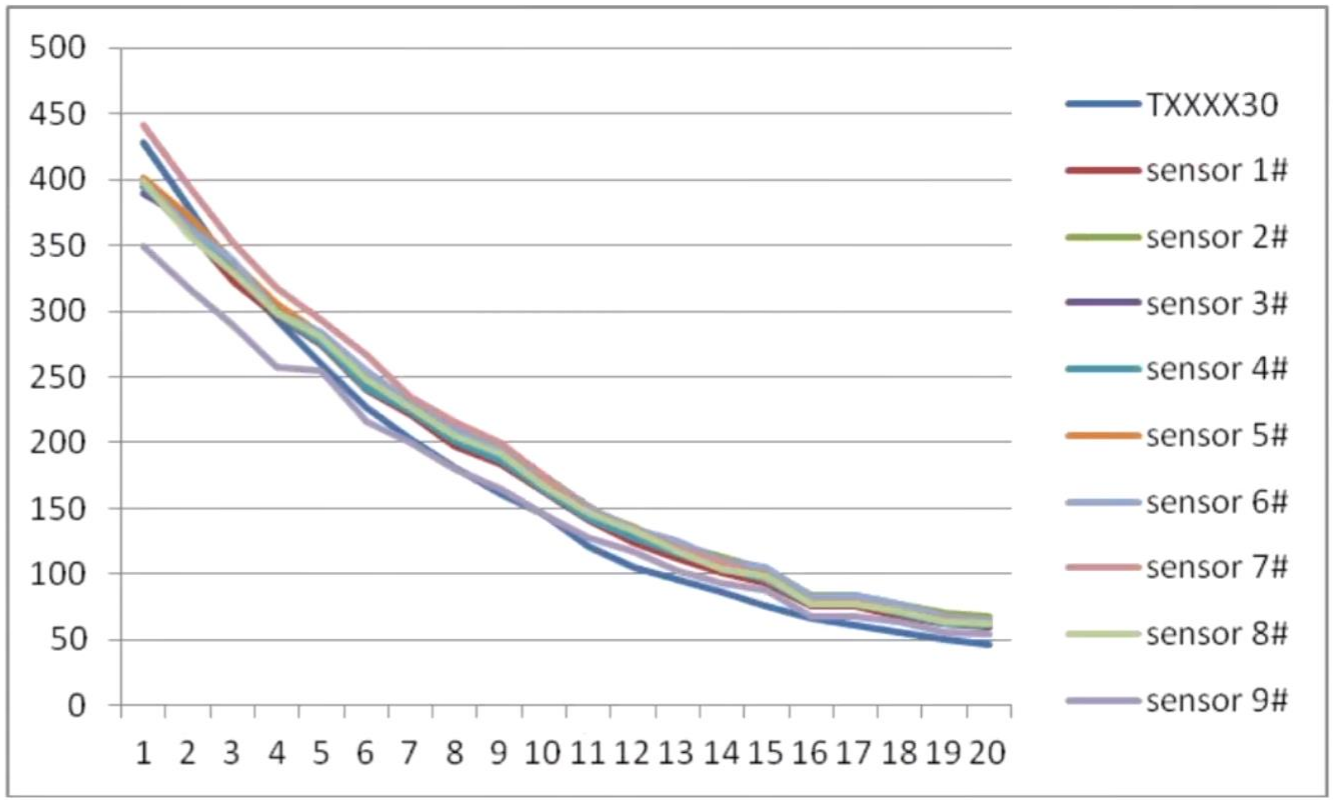



Figure 4-2 Consistency at 43℃

# PMS5003 – tiré du manuel

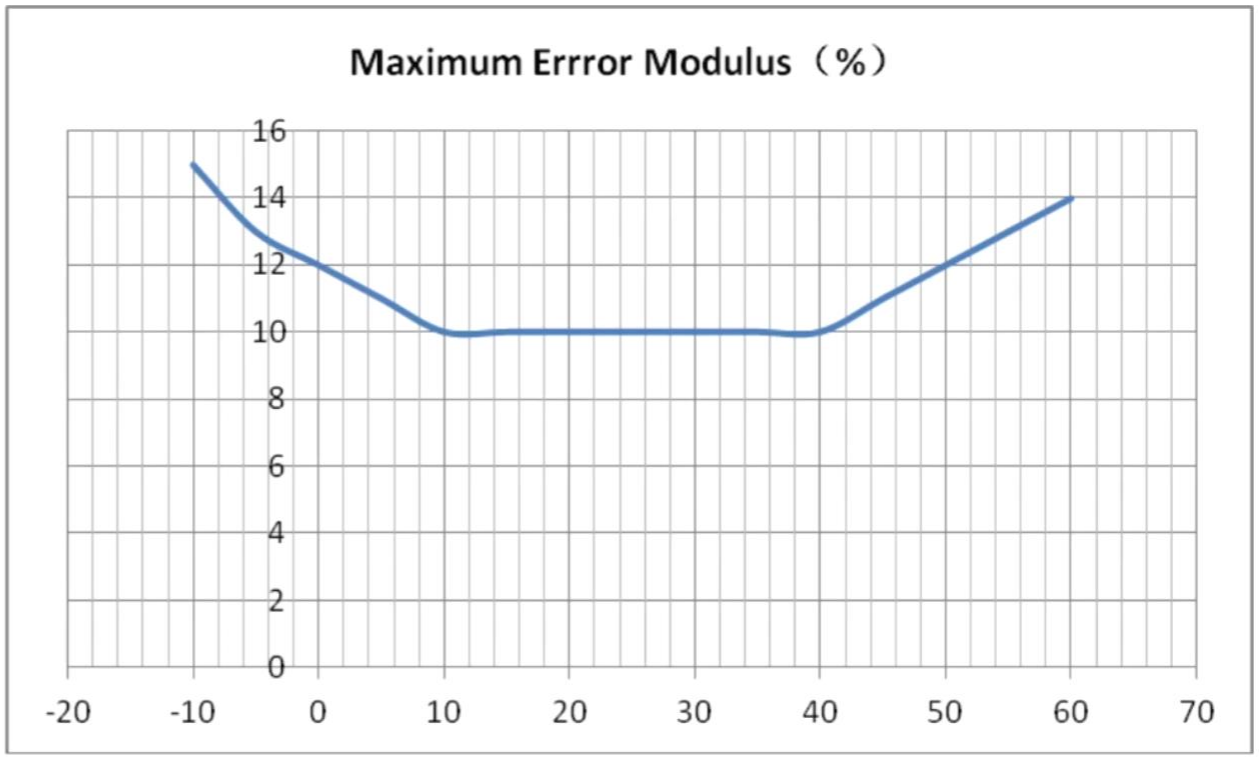
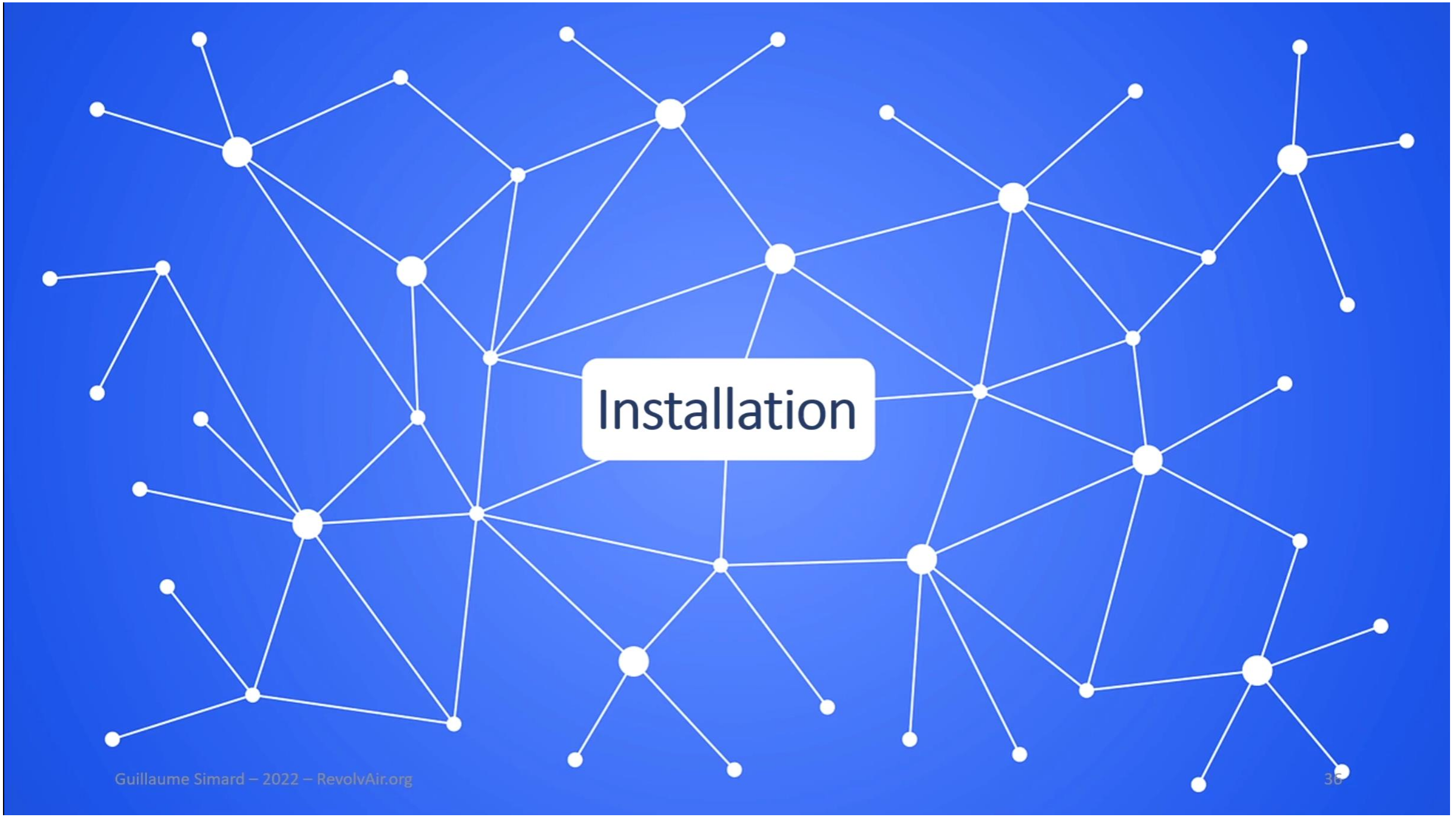
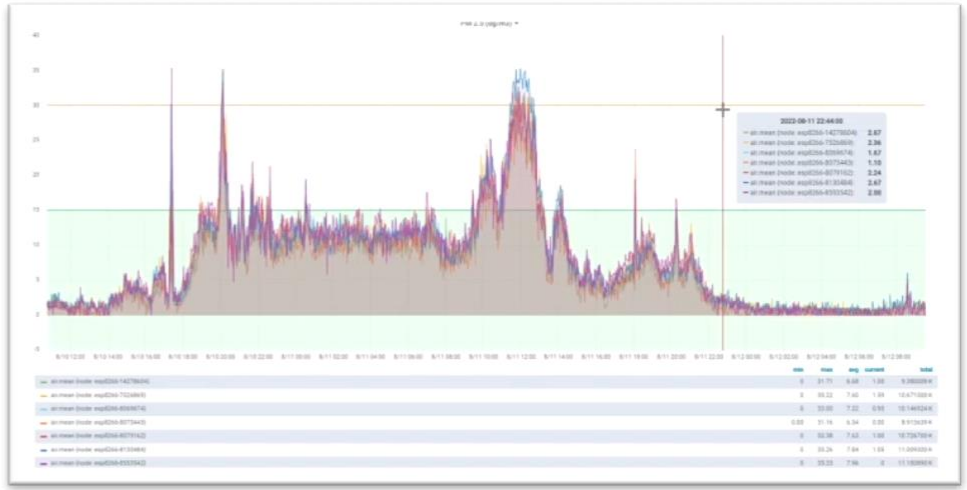



Figure 5 Consistency Vs Temperature


Installation

# Test de 24 heures

Avant de déployer une station, un test de 24 h est réalisé de façon à s’assurer que les données sont consistantes entre les stations.

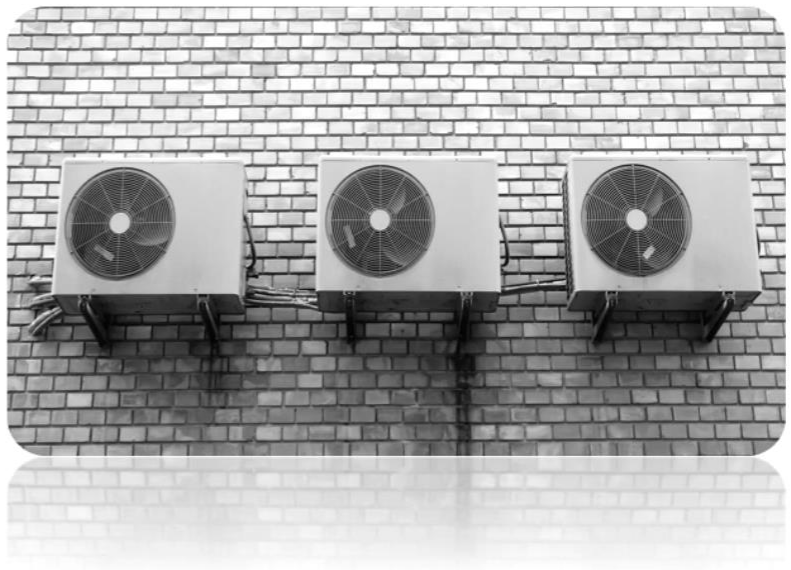


# Requis

- Prise de courant **110 V**
- Accès au réseau **WiFi 2.4 GHz**
- **200 Mo** de bande passante par mois
- **Balcon** ou autre endroit pour installer la station
  - À moins de 10 mètres du routeur
  - À moins de 5 mètres d'une prise de courant électrique
  - À plus de 2 mètres du sol

# Installation

- Loin de :
  - BBQ
  - Feu de foyer
  - Air climatisé
  - Sortie de ventilateur
  - Sortie de sécheuse
- Loin des feuilles des arbres.
- Visibilité à 180 degrés.
- Éviter les grandes rallonges.

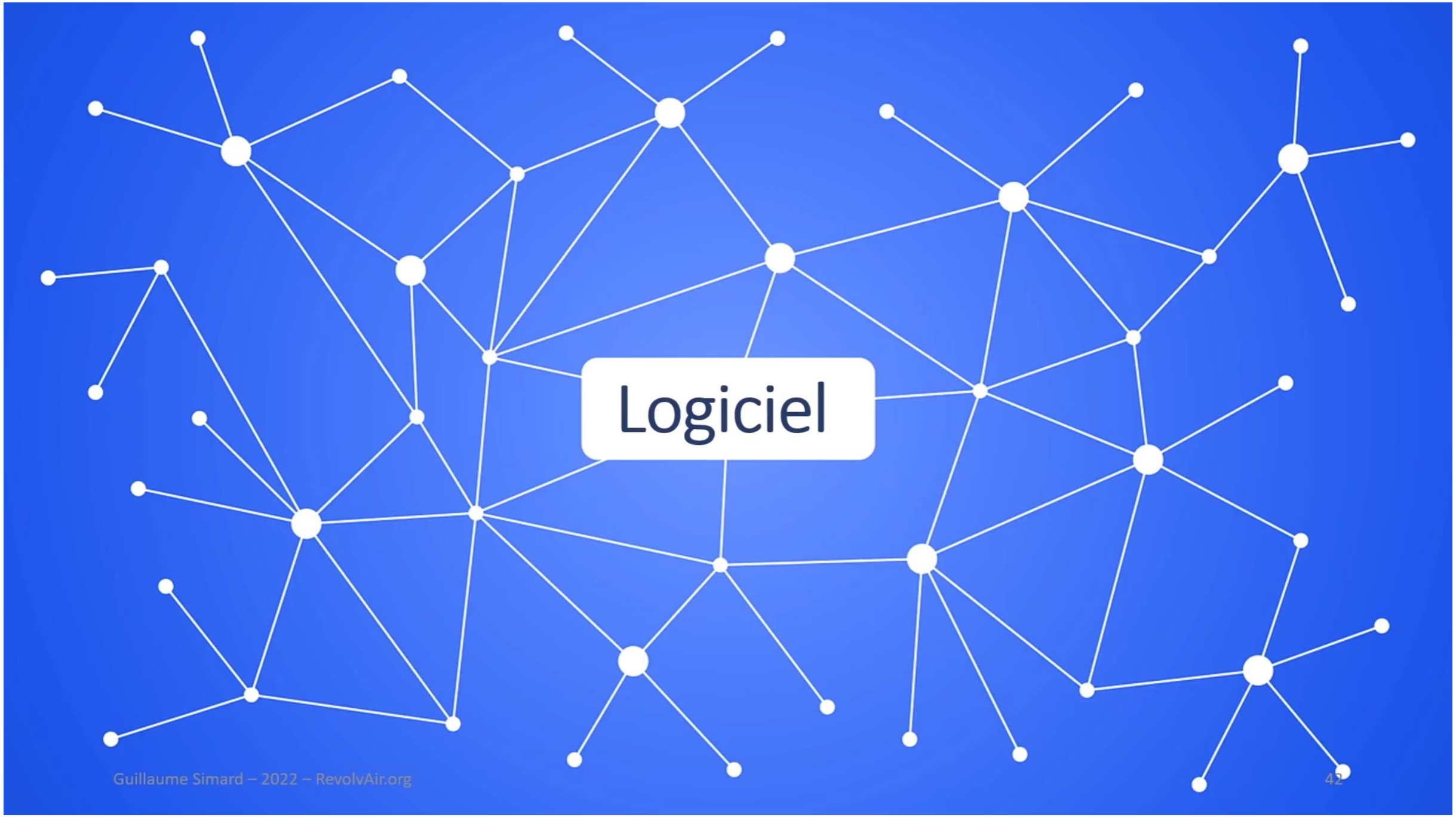


# Paramètres

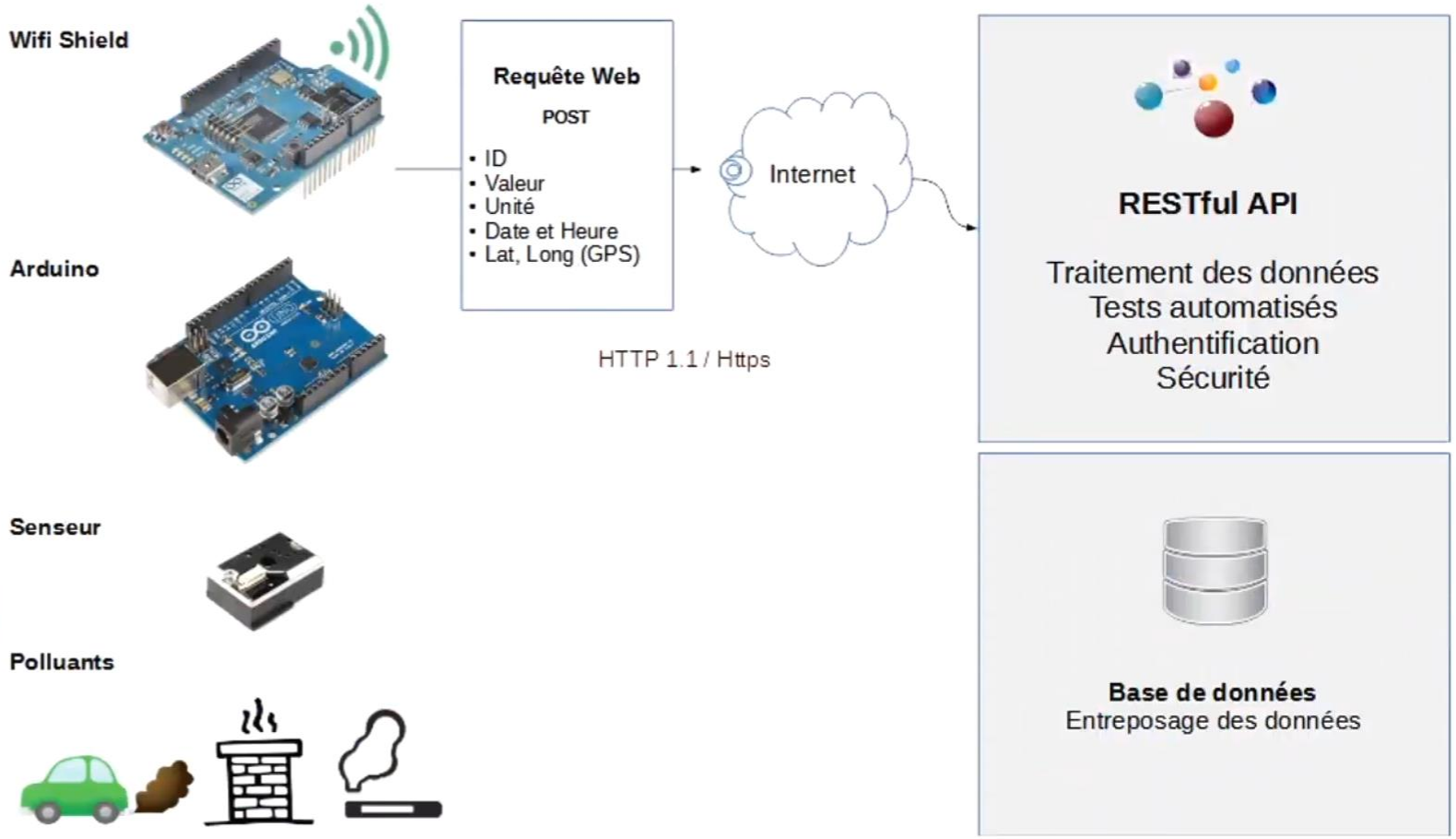
- **Données récoltées**
  - PM 1.0, PM 2.5 et PM 10
  - Température, humidité et pression atmosphérique
- **Fréquence** des mesures
  - Aux 2 minutes
- **Format de sortie**
  - .CSV (Excel), API Rest
- **Alertes**
  - Courriel si dépassement de la norme

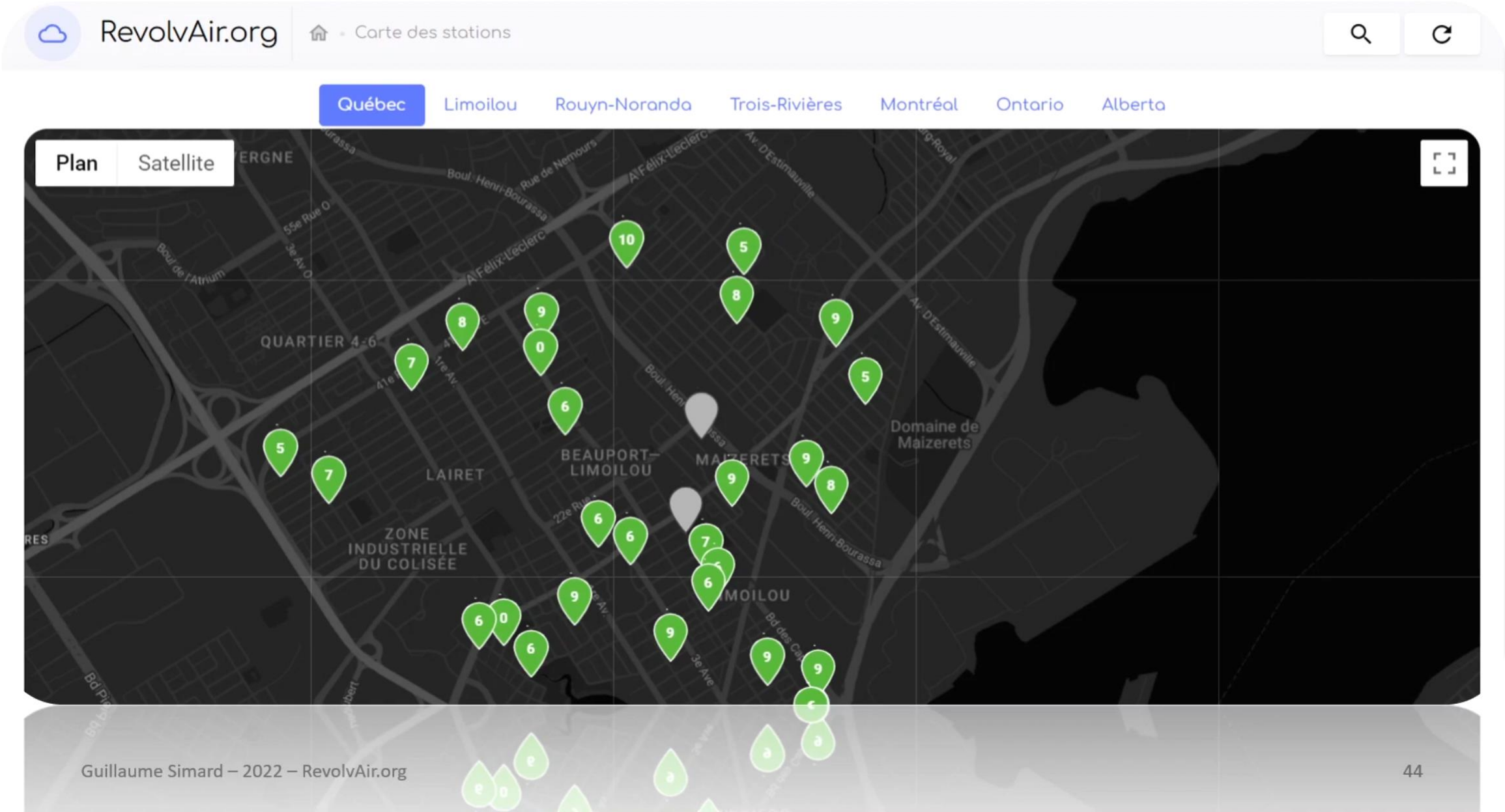
# Objectifs du rapport Limoil'Air

- Comprendre l'évolution des particules dans le temps sur 4 saisons.
- Identifier les endroits les plus affectés.
- Identifier les sources de pollutions.
- Comprendre le déplacement des nuages de pollution en fonction de la météo (du vent).


Logiciel

# Architecture

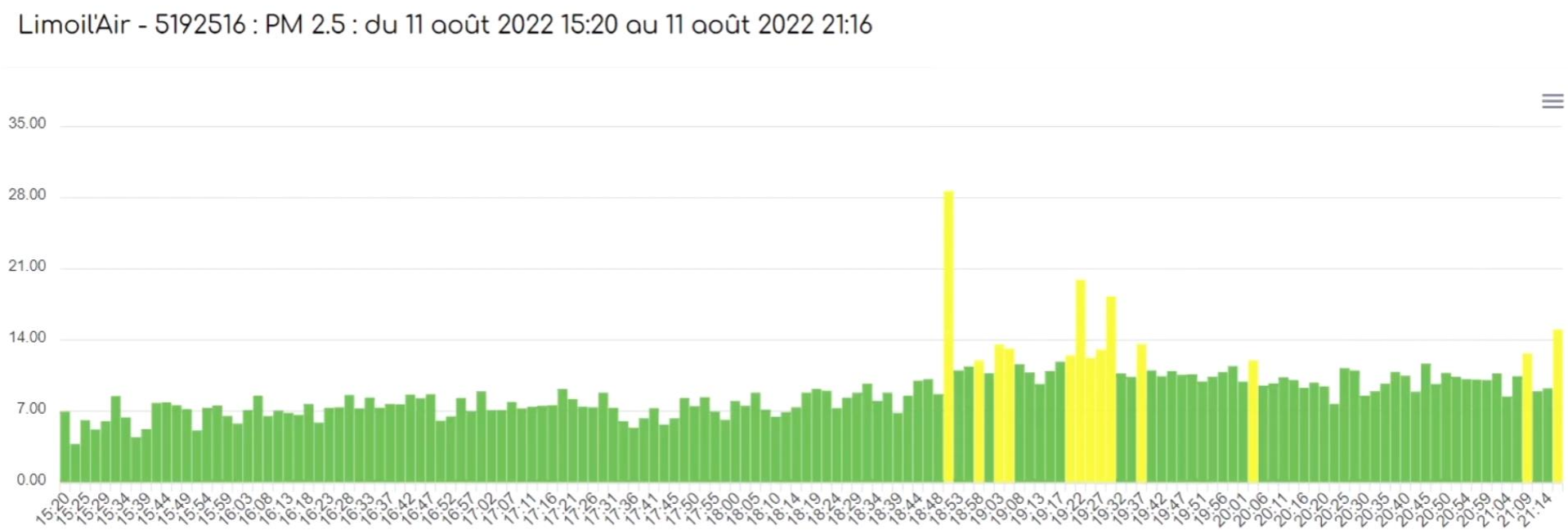



RevolvAir.org
Carte des stations
Québec
Limoilou
Rouyn-Noranda
Trois-Rivières
Montréal
Ontario
Alberta
Plan
Satellite
QUARTIER 4-6
LAIRET
BEAUPORT–
LIMOILOU
MAIZERETS
Domaine de
Maizerets
ZONE
INDUSTRIELLE
DU COLISÉE
Boul Henri-Bourassa
Rue de Nemours
A-Félix-Leclerc
Av D'Estimauville
Boul de l'Atrium
55e Rue O
3e Av O
1re Av
22e Rue
3e Ave
Bd des Cap

# Fiche détaillée

# Tableau de bord

# Graphique


Limoil'Air - 5192516 : PM 2.5 : du 11 août 2022 15:20 au 11 août 2022 21:16
35.00
28.00
21.00
14.00
7.00
0.00

# Liste des alertes

## Alertes

Attention, le chargement d'une alerte pourrait prendre plusieurs secondes dû à la grande quantité de données téléchargées.

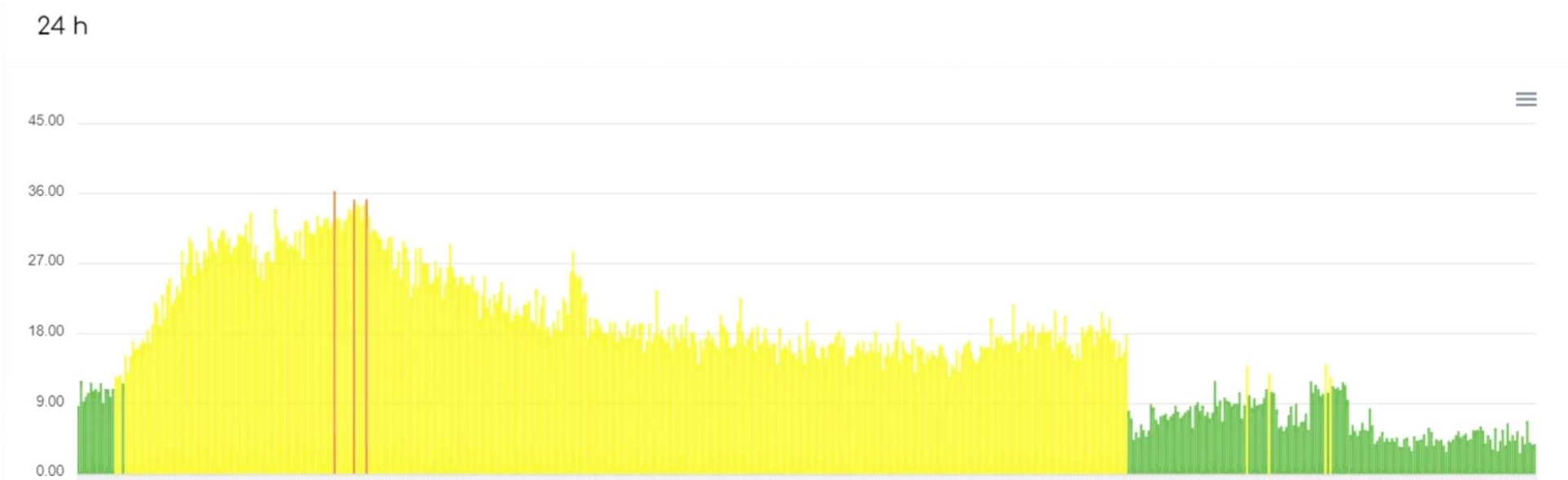
| Temps écoulé | Alertes | Détails |
|---|---|---|
| il y a 1 mois | 16 µg/m³ : dépassement de la moyenne quotidienne de PM2.5 pour la station Québec - Vieux-Limoilou - RevolvAir Exp.. | |
| il y a 1 mois | 17 µg/m³ : dépassement de la moyenne quotidienne de PM2.5 pour la station Québec - Vieux-Limoilou - RevolvAir Exp.. | |
| il y a 1 mois | 17 µg/m³ : dépassement de la moyenne quotidienne de PM2.5 pour la station Québec - Vieux-Limoilou - RevolvAir Exp.. | |
| il y a 1 mois | 18 µg/m³ : dépassement de la moyenne quotidienne de PM2.5 pour la station Québec - Vieux-Limoilou - RevolvAir Exp.. | |

1 – 4 of 69

# Détail d’une alerte

Alerte - 8 août 2022 - 0h11

*17 µg/m³ : dépassement de la moyenne quotidienne de PM2.5 pour la station Limoil'Air - 5192516.*



# Défis

# Défis

- Passer au **transport actif**
- Participer à **Limoil'Air**
- **Jeter** moins et mieux
- **Planter** des arbres
- **Sensibiliser**

# RevolvAir.org

ANALYSE DE L'AIR

**Impact des foyers extérieurs de Charlesbourg sur la qualité de l'air de Limoilou**

ANALYSE DE L'AIR

**Comment interpréter les données de votre capteur de qualité de l'air**

ANALYSE DE L'AIR

**Inventaire national des rejets de polluants (INRP)**

# Découvrez le projet

## Vous avez des idées, des propositions ou des questions?

## Écrivez-nous!

- Idée d'emplacement pour une station
- Héberger une station
- Idée de partenariat
- Amélioration du site Web
- Compenser les GES par la plantation d'arbres

RevolvAir

info@revolvair.org

# Découvrez le projet

# RevolvAir.org

info@revolvair.org

RevolvAir.org

RevolvAir.org

RevolvAir.org

RevolvAir.org

RevolvAir.org

# COMPRENDRE ET MODÉLISER LA QUALITÉ DE L'AIR DANS LA VILLE DE QUÉBEC

Service de la Prévention et de la qualité du milieu
Division Prévention et contrôle environnemental

VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# Plan de la présentation

1. La vision de la Ville de Québec
2. Les mesures de la qualité de l'air sur notre territoire
3. Une première étape de collaboration dans Limoilou



VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# 1. La vision de la Ville de Québec

Nous avons besoin d'améliorer **les moyens et les outils** dont nous disposons pour:

- **Identifier** les problématiques et enjeux locaux
- **Prioriser** les actions et des mesures les plus efficientes
- **Mobiliser** toutes les parties prenantes
- **Mesurer** l'efficacité des actions



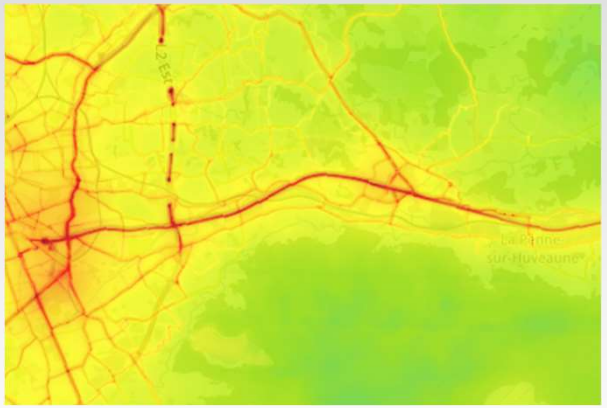
VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# 1. La vision de la Ville de Québec

**Comment ?**

Engagement dans une démarche de partage des données existantes et d'investissement dans la connaissance et l'expertise :

- **mesures de la qualité de l'air**
- **cartographie et communication de l'information**
- **modélisation pour l'ensemble de son territoire**



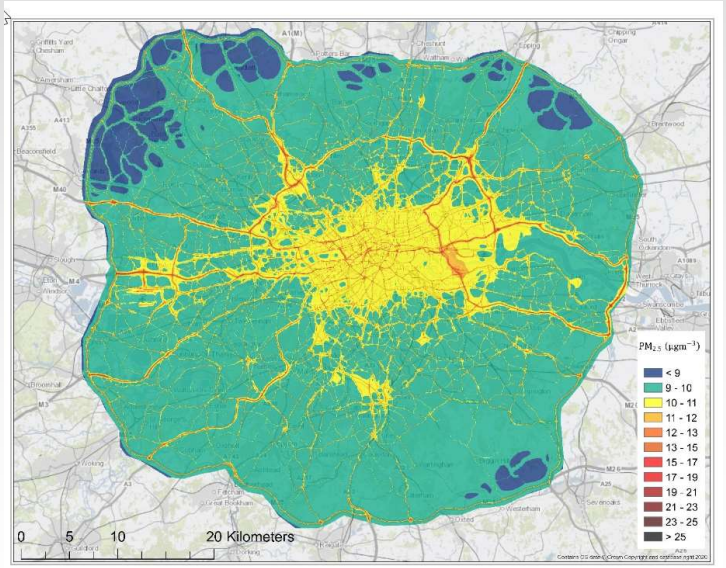


VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# 1. La vision de la Ville de Québec

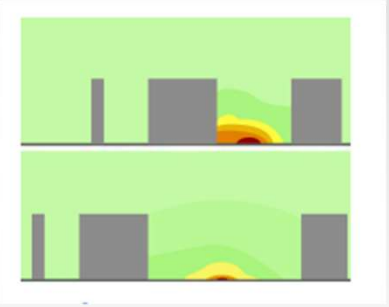
**Comment ?**

En s'inspirant des meilleures pratiques, en innovant et facilitant l'innovation




http://www.cerc.co.uk/

Exemple d'exposition des populations à la pollution atmosphérique.



Exemple de concentrations en $PM_{10}$ selon différentes largeurs de rues

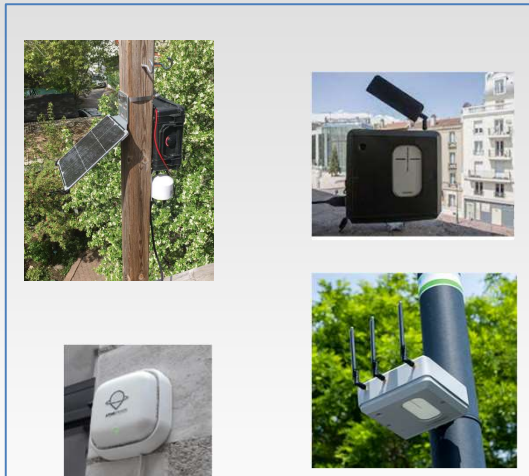


VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# Des outils de mesures de la qualité de l'air

Stations de surveillance

Lidar à numérisation (Aéromap )



Capteurs



VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# 2. Les mesures de qualité de l'air sur notre territoire

**Situation actuelle**

La **Ville de Québec** n'opère **aucune station** de mesure de la qualité de l'air. Elle mesure les émissions à la cheminée de l'incinérateur.

Le **MELLC** opère **7 stations permanentes** dans la Ville de Québec (dont la plus perfectionnée dans Limoilou).

Le **Port de Québec** opère **2 stations** dans la communauté de **Limoilou**.

Une **initiative citoyenne** (Limoil'Air) est en train de déployer environ **75 capteurs** de particules dans Limoilou.



VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# 2. Les mesures de qualité de l'air sur notre territoire

**Les premières étapes** du plan d'action s'appuieront sur :

- La mise en œuvre de **nouveaux outils** de mesures
- **Le partage de données** de différents acteurs (Port de Québec, MELCC, initiatives citoyennes, Ville de Québec, industriels…)
- La **contribution universitaire**



VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# 3. La première étape dans Limoilou – Basse Ville

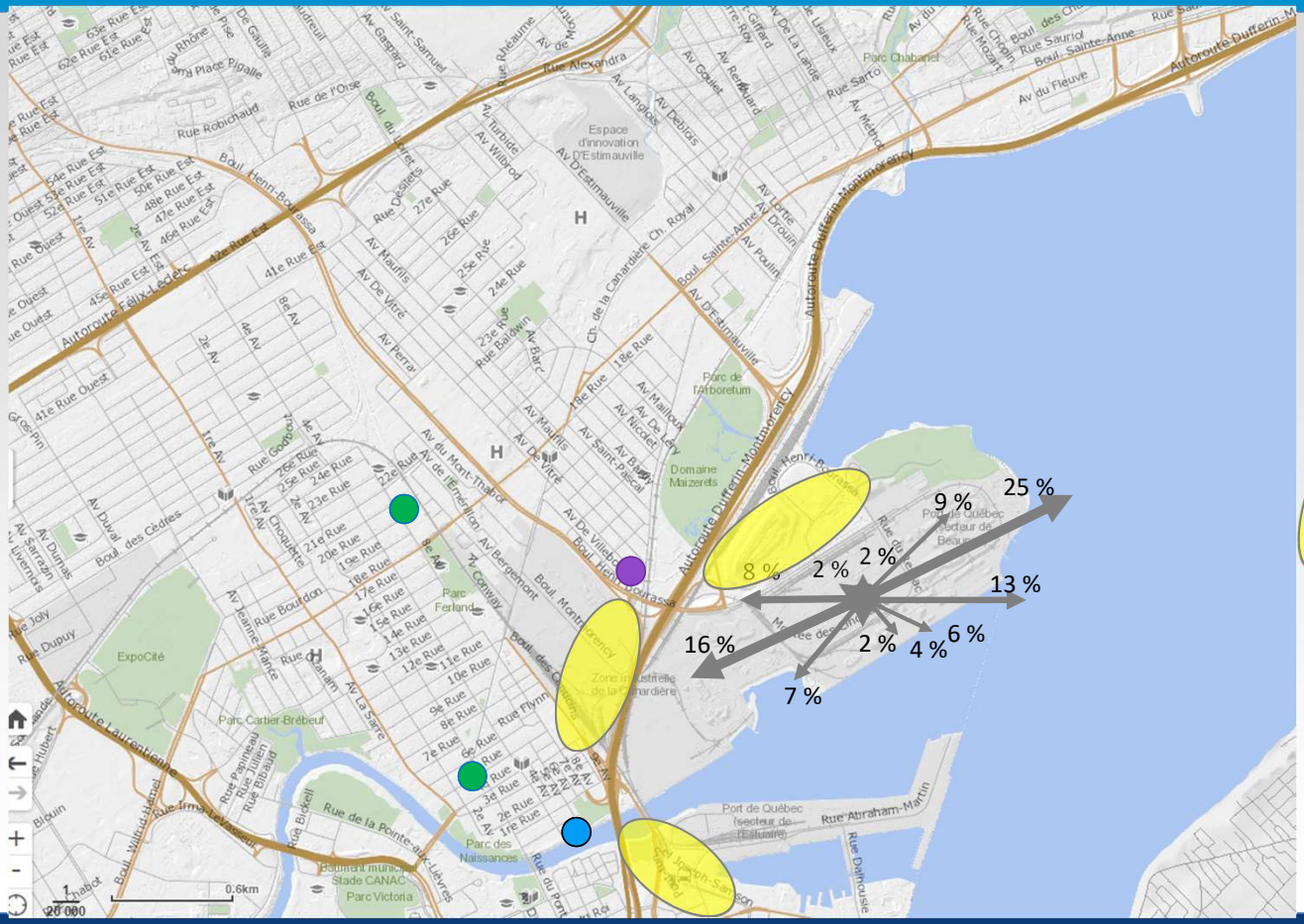
**Un premier partenariat entre la Ville, le ministère de l'Environnement, le port de Québec, l'Université Laval et l'INO pour l'amélioration de la connaissance dans Limoilou:**

- **Ajout d'une station** de surveillance par le ministère de l'Environnement
- **Ajout de trois stations temporaires** par la Ville
- **Prêt d'une station mobile par le port de Québec**
- **Partage** des données de l'ensemble de ces stations et de celles existantes dans la communauté



VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# 3. La première étape dans Limoilou – Basse Ville




- Station Vieux-Limoilou MELCC
- Stations du Port de Québec (2)
- Nouvelle station MELCC
- Secteurs des nouvelles stations temporaires Ville de Québec (3)*

* Emplacements à préciser dans ces secteurs.

- S'ajoutera la station mobile prêtée par le port de Québec **

** Emplacements définis selon les besoins identifiés au cours du projet.

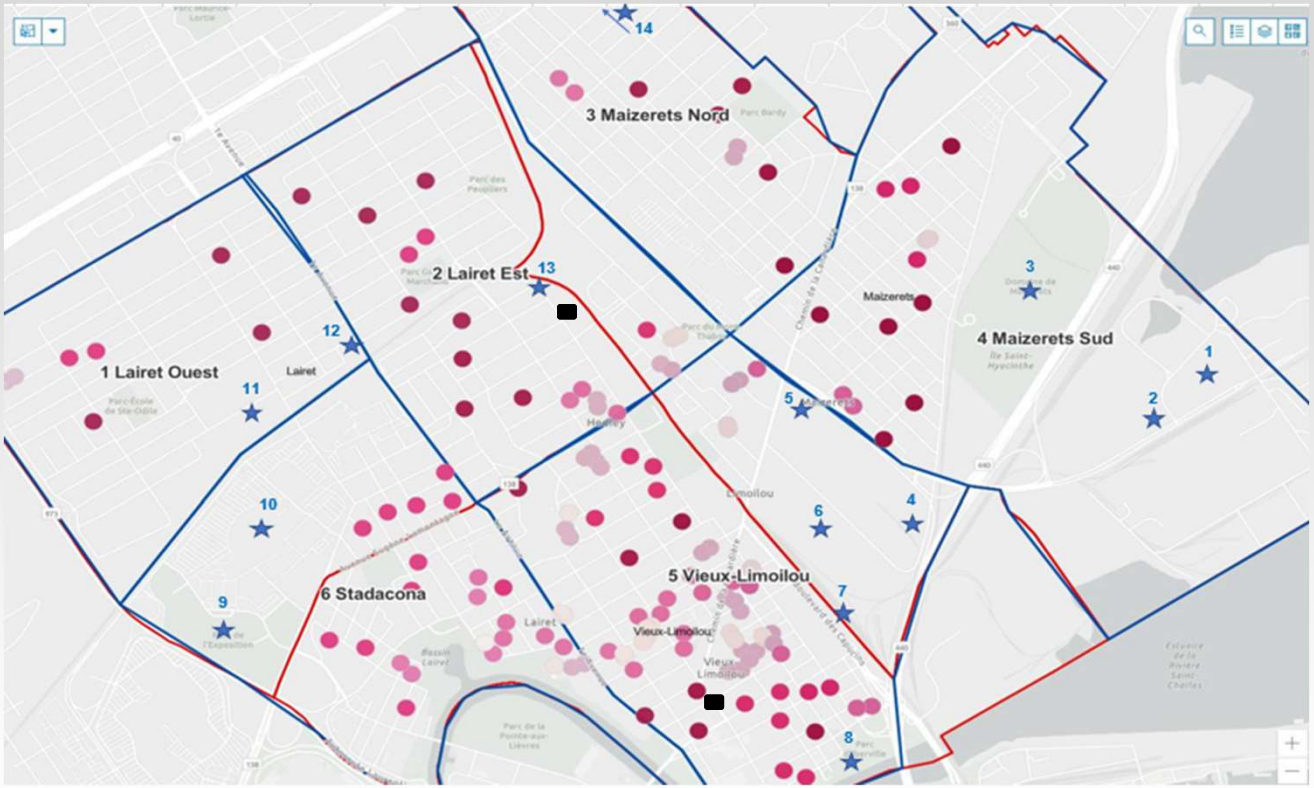
VILLE DE QUÉBEC
*l'accent d'Amérique*

# 3. La première étape dans Limoilou – Basse Ville

| | Actions ou contributions |
|---|---|
| **MELCC** | Autorisation officielle de cette démarche de la Ville<br>Ajout d'une station dans l'arrondissement de la Cité-Limoilou dès 2022<br>Partage des données de ses 2 stations<br>Mise en commun de ressources avec le Ville et le port de Québec<br>Contribution financière possible via des programmes en cours visant l'amélioration de la qualité de l'air |
| **Port de Québec** | Partage des données de ses stations dans la communauté<br>Mise à disposition d'une station mobile<br>Mise en commun de ressources avec le MELLC et la Ville |
| **INO**<br>**Université Laval** | Évaluation d'une entente pour les tests de validation de Sentinelle (l'Aéromap 2.0, en 2023)<br>Contribution scientifique (ex: Analyse numérique des données) |
| **Ville de Québec** | Mise en place d'une équipe dédiée au sein de la Ville dès 2022<br>Apport de l'expertise municipale au sein du groupe de travail du ministre sur la qualité de l'air<br>Participation au projet Limoil'Air (ajout de capteurs)<br>Mise en commun de ressources avec le port et le MELCC |

VILLE DE QUÉBEC
*l'accent d'Amérique*

# Projet Limoil'air - emplacements proposés pour les capteurs VdQ




Projet Limoil'air

Captothèque (prêts de capteurs à des citoyens)

- Citoyens ayant montré de l'intérêt (emplacements finaux à confirmer)
- ★ Emplacements proposés - 14 sites appartenant à la Ville de Québec (à confirmer)
- ■ Stations du Port de Québec dans la communauté

VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# 4. Conclusion

- **Une collaboration qui prend forme**
- **De nouvelles stations d'échantillonnage**
- **Un partage élargi de données recueillies**
- **Des premiers résultats de la collaboration attendus d'ici la fin de l'année 2022**

VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# INTRODUCTION SUR CHAUFFAGE AU BOIS

Contaminant le plus préoccupant : **particules fines (PM2.5)**

ÉTUDE SUR LA QUALITÉ DE L'AIR (2019):

**Recommandation du directeur de santé publique :**

*« Utiliser des appareils de chauffage au bois certifiés plus performants et remplacer graduellement ce mode de chauffage par d'autres sources d'énergie moins polluantes »*

- Les concentrations de PM2.5 peuvent doubler les soirées d'hiver



VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# TAUX D'ÉMISSION DE PARTICULES FINES

| Appareils de chauffage (poêles et foyers) | Taux d'émission (gramme/heure) |
|---|---|
| Appareils non certifiés | 60 à 100 |
| Appareils certifiés 1988 | 7,5 |
| Appareils certifiés 2015 | 4,5 |
| Appareils certifiés 2020 | 2,5 |
| Poêles à granules | 1 à 2,5 |

VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# ESTIMATION DU NOMBRE D'APPAREILS À QUÉBEC

## Selon le sondage web :

| | | |
|---|---|---|
| 25 000 appareils | Certifiés | Entre 16 500 et 22 500 (66 % à 90 %) |
| | Non certifiés | Entre 2 500 et 8 500 (10 % à 34 %) |


16

VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# RÈGLEMENT SUR LES APPAREILS DE CHAUFFAGE À COMBUSTIBLE SOLIDE (R.V.Q. 2954)

## Principales mesures du règlement :

- **Interdiction d'utiliser un appareil de chauffage à combustible solide, sauf s'il est certifié CSA ou EPA** (délai de 5 ans, application à partir du 1er septembre 2026)
- **Identification des équipements touchés :**
  - **Les poêles à bois**
  - **Les fournaises et chaudières au bois**
- **Obligation pour les nouvelles constructions et ajouts : l'appareil doit répondre à la plus récente certification (2.5 g/h)**
- **Interdiction d'utiliser tout appareil au bois, certifiés ou non, lors d'avertissement de smog** (application à partir du 1er sept. 2021)
- **Exception lors de panne électrique**



VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# PROGRAMME DE SUBVENTION (R.V.Q. 2950)

**Remplacement : 90 % du coût, maximum 1 000 $/appareil**

**Retrait uniquement : 100 $**

| Appareil à retirer | Nouvel appareil de remplacement autorisé |
|---|---|
| • **Poêle à bois non certifié** | • **Poêle à bois certifié**<br>ou<br>• **Poêle aux granules** |



VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

Santé Canada Health Canada

Canada

# Impacts sur la santé de la pollution de l'air au Canada

## Décès prématurés, morbidité et coûts socioéconomiques

Mathieu Rouleau
Division de l'évaluation des effets de l'air sur la santé

Groupe de travail sur les contaminants atmosphériques
30 août 2022

VOTRE SANTÉ ET VOTRE SÉCURITÉ... NOTRE PRIORITÉ.

# Collaborateurs – évaluations d'impacts sur la santé

## Santé Canada

- Bureau de la qualité de l'eau et de l'air
- Bureau de la science et de la recherche en santé environnementale
- Bureau de la gestion du risque

## Environnement et changement climatique Canada

- Service météorologique du Canada

## Chercheurs

- Dalhousie University
- Oregon State University

# Objectifs de la présentation

- Évaluation des impacts sanitaires de la pollution atmosphérique au Canada
  - Contexte et historique des analyses de Santé Canada
  - Méthodologie
    i. Estimation de l'exposition à la pollution atmosphérique
    ii. Estimation des impacts sanitaires
    iii. Estimation de coûts économiques
  - Résultats et comparaisons
    - Nationale et provinciale
    - Divisions de recensement: Québec, Lévis
  - Limites et défis

# Pollution de l'air et effets sur la santé

- Nous sommes exposés quotidiennement à la pollution de l'air provenant de différentes sources
- Il est reconnu que l'exposition à la pollution de l'air cause une panoplie d'effets néfastes sur la santé
  - Il n'existe pas de niveau sécuritaire d'exposition pour plusieurs polluants de l'air
- Estimations globales et régionales des impacts sanitaires de la pollution de l'air: Global Burden of Disease (GBD), Organisation mondiale de la santé, etc.
- Estimations canadiennes par Santé Canada
  - Données sanitaires et de pollution plus détaillées et spécifiques
  - Outil d'évaluation des bénéfices de la qualité de l'air
  - Appuyer les decisions en matière de qualité de l'air

# Évaluer les impacts sanitaires de la pollution de l'air

- Publications de Santé Canada en 2017, 2019 et 2021
  - Les impacts sur la santé de la pollution de l'air au Canada : une estimation des décès prématurés
    *http://publications.gc.ca/site/fra/9.846414/publication.html*
  - Les impacts sur la santé de la pollution de l'air au Canada : estimation de la morbidité et des décès prématurés, rapport 2019
    *http://publications.gc.ca/site/fra/9.874082/publication.html*
  - Les impacts sur la santé de la pollution de l'air au Canada - Estimation des décès prématurés et de la morbidité – rapport 2021
    *www.canada.ca/fr/sante-canada/services/publications/vie-saine/2021-effets-pollution-air-interieur-sante.html*

** Notez que ces rapports ne servent pas à établir des tendances dans le temps.*

# La pollution de l'air au Canada a contribué en 2016 à

- 15,300 décès prématurés
- 2.7 millions de jours avec symptômes d'asthme
- 13 millions de jours d'activité restreinte
- 2 200 hospitalisations
- 8 100 visites à l'urgence

- Impacts socio-économiques de 120$ milliards (CAD 2016)

*Ce sont des valeurs annuelles, récurrentes…*

# Approche générale

**Impacts = Δ conc × FCR × TISR × population × VdP**

- **Δ conc** : concentration d'exposition
- **FCR**: fonction concentration-réponse
- **TISR**: taux d'incidence sanitaire de référence
- **Population** : population exposée
- **VdP**: Volonté de payer

## *Outil d'évaluation des bénéfices de la qualité de l'air* (OEBQA)

- Résultats pour chaque division de recensement
  - moyennes provinciales, territoriales et nationales

# Sélection des polluants

- Trois polluants:
  - **$NO_2$**
  - **$O_3$**
  - **$PM_{2,5}$**
- Données d'observations disponibles
- Capacité de modélisation nationale
- Estimation d'une concentration de référence
- Effets sur la santé

# Effets sanitaires liés aux $NO_2$, à l'$O_3$ et aux $PM_{2,5}$ dans l'OEBQA

| Polluant[a] | Période moyenne | Effet sanitaire |
|---|---|---|
| $NO_2$ | 24 h | Mortalité – Exposition aiguë[b,c] |
| $O_3$ | Maximum 1 h | Mortalité – Exposition aiguë[b] |
| $O_3$ estival (mai à septembre seulement) | Maximum 1 h | Jours avec symptômes respiratoires aigus |
| | | Jours avec symptômes d'asthme |
| | | Mortalité respiratoire – Exposition chronique |
| | | Jours d'activité restreinte mineure |
| | | Visites à l'urgence – Problèmes respiratoires |
| | | Hospitalisations – Problèmes respiratoires |
| $PM_{2,5}$ | 24 h | Jours avec symptômes respiratoires aigus |
| | | Cas de bronchite chronique chez les adultes |
| | | Mortalité – Exposition chronique |
| | | Jours avec symptômes d'asthme |
| | | Visites à l'urgence – Problèmes cardiaques |
| | | Hospitalisations – Problèmes cardiaques |
| | | Épisodes de bronchite aiguë chez les enfants |
| | | Visites à l'urgence – Problèmes respiratoires |
| | | Hospitalisations – Problèmes respiratoires |
| | | Jours d'activité restreinte |

Aiguë: exposition à court terme; Chronique: exposition à long terme

$PM_{2.5}$: en fonction de la masse; ne tient pas compte la composition des $PM_{2.5}$, en métaux par exemple; particules primaires et secondaires

# Expositions estimées au $NO_2$, aux $PM_{2,5}$ et à l'$O_3$

## Concentrations ambiantes – Concentrations naturelles = Exposition

- **Concentrations ambiantes**: pollution de l'air modélisée
- **Concentrations naturelles**: pollution de l'air minimale
- **Exposition**: pollution au-delà des concentrations naturelles

| Exposition estimée — Moyenne nationale pondérée par la population | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Polluant – mesure** | **Unité** | **Ambiante** | **Naturelle** | **Exposition** |
| **$PM_{2,5}$** - moy annuelle | **µg/m³** | 6.1 | 1.8 | **4.3** |
| **$NO_2$** - moy annuelle | **ppb** | 7.4 | 0.15 | **7.2** |
| **$O_3$** - moy annuelle max 1h | **ppb** | 39.2 | 26 | **13.2** |
| **$O_3$** - moy estivale max 1h | **ppb** | 42.4 | 28 | **14.4** |
| *pas les mêmes mesures que les Normes canadiennes de qualité de l'air ambiant (NCQAA) | | | | |

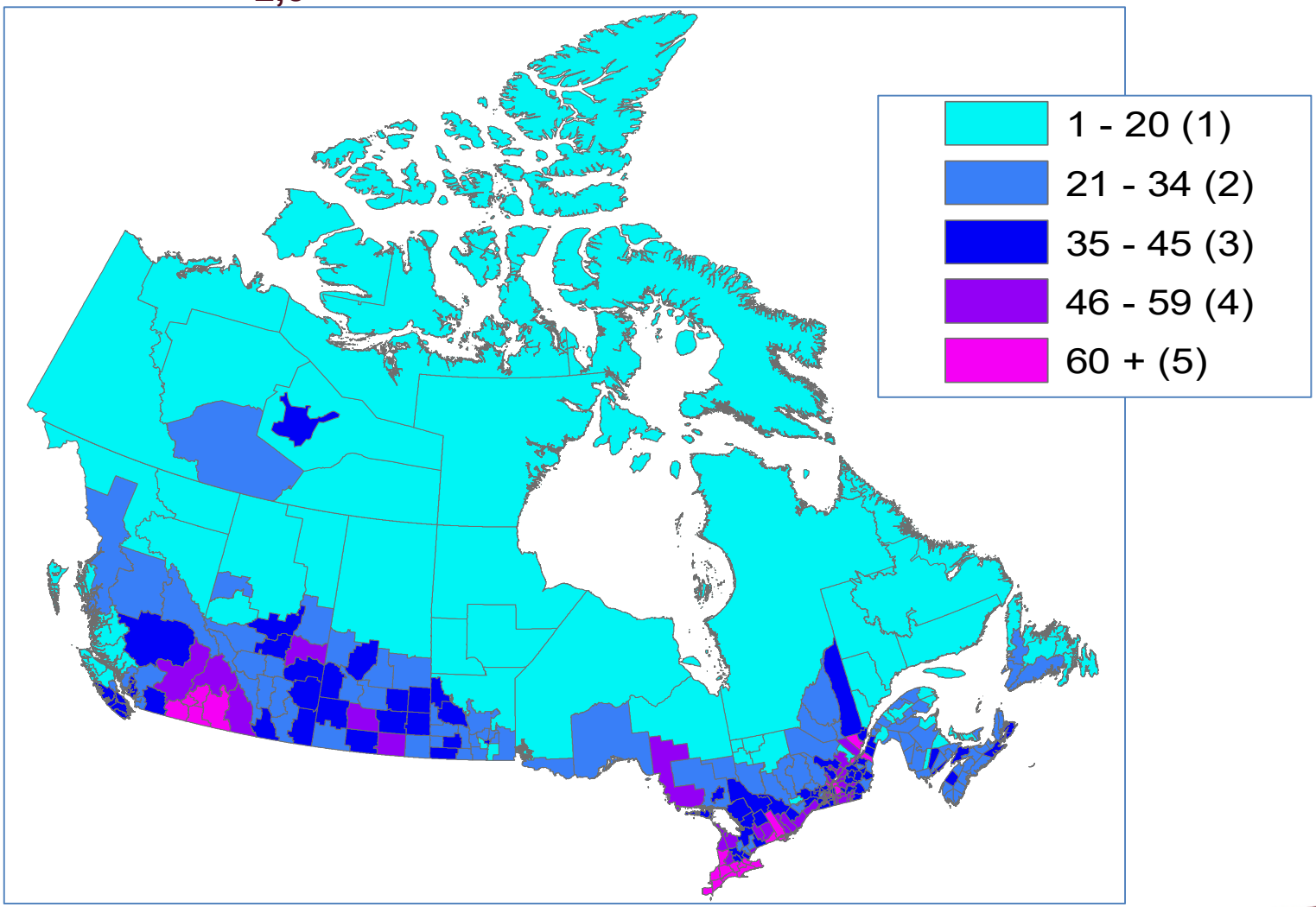
# Exposition à la pollution de l'air – nationale, provinciale, régionale

| | $PM_{2.5}$ µg/$m^3$ | $NO_2$ ppb | $O_3$ annuelle ppb | $O_3$ été ppb |
|---|---|---|---|---|
| **Canada** | 4.3 | 7.2 | 13.2 | 14.4 |
| **Québec** | 4.8 | 7.0 | 12.2 | 11.5 |
| **Ville de Québec** (DR 2423) | 5.8 | 6.2 | 10.3 | 8.7 |
| **Lévis** (DR 2425) | 5.2 | 6.2 | 11.2 | 9.7 |

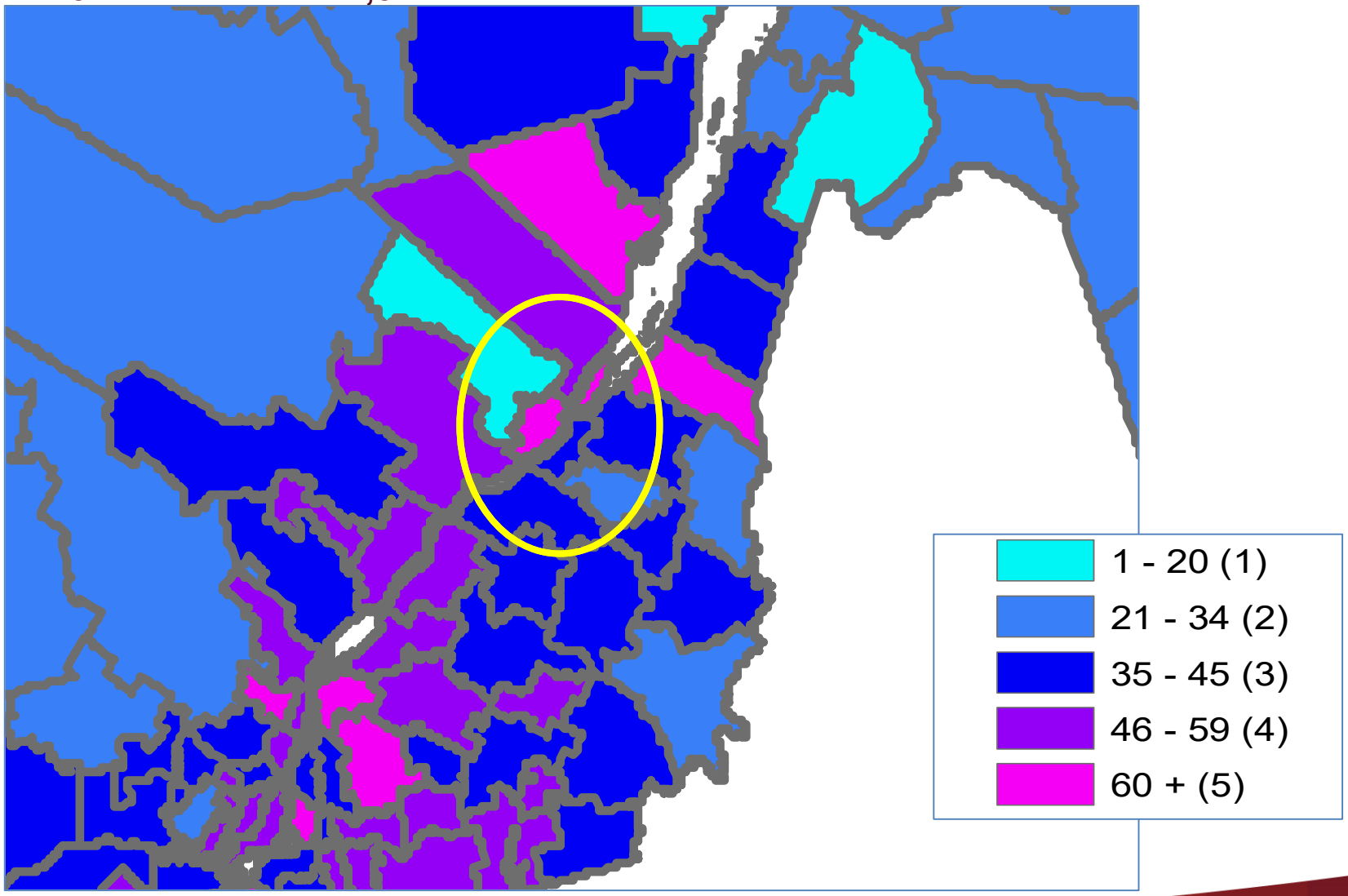
# Décès prématurés liés à la pollution de l'air – incidence et coûts en 2016

| Région<br>Population | Polluant | | | | /100 000 | Milliards $ (2016) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $NO_2$ | $O_3$ | $PM_{2,5}$ | Tous | Tous | Tous |
| **Canada**<br>36 229 000 | 1 300 | 3 100 | 10 000 | **15 300** | 42 | **114** |
| **Québec**<br>8 349 000 | 330 | 920 | 2 800 | **4 000** | 48 | **30** |
| **Ville de Québec**<br>587 000 | 23 | 61 | 270 | **350** | 60 | **2,7** |
| **Lévis**<br>146 000 | 5 | 13 | 47 | **64** | 45 | **0,48** |

# Décès par 100 000 personnes liés à l'exposition au $NO_2$, à l'$O_3$ et aux $PM_{2,5}$ en 2016 - Canada



# Décès par 100 000 personnes liés à l'exposition au $NO_2$, à l'$O_3$ et aux $PM_{2,5}$ en 2016 - Québec



# Morbidité liée à la pollution de l'air pour la DR Ville de Québec – incidence et coûts en 2016

| Morbidité | Incidence | Valeur $ (2016 CAD) |
|---|---|---|
| Cas de bronchite chronique chez les adultes | 210 | 90 700 000 |
| Épisodes de bronchite aiguë chez les enfants | 730 | 324 000 |
| Hospitalisations – Problèmes cardiaques | 23 | 0 |
| Hospitalisations – Problèmes respiratoires | 28 | 0 |
| Jours avec symptômes d'asthme | 37 000 | 2 730 000 |
| Jours avec symptômes respiratoires aigus | 640 000 | 6 240 000 |
| Jours d'activité restreinte | 290 000 | 19 500 000 |
| Jours d'activité restreinte mineure | 23 000 | 719 000 |
| Visites à l'urgence – Problèmes cardiaques | 30 | 188 000 |
| Visites à l'urgence – Problèmes respiratoires | 140 | 410 000 |
| **Morbidité totale** | **n.a.** | **120 000 000** |

# Pour résumer

- La pollution de l'air est limitée au Canada/Québec/Ville de Québec, mais elle représente quand même une **charge sanitaire considérable**
- En 2016 au Canada:
  - **15 300 décès prématurés par année au Canada**
  - Des **millions d'effets sanitaires non-mortels**
  - Impacts socioéconomiques de **120$ milliards par année**
- Y compris:
  - **4000 décès prématurés par année au Québec** et des impacts totaux équivalents à **30$ milliards**
  - **350 décès prématurés par année dans la Ville de Québec** (DR) et des impacts totaux équivalents à **2,7$ milliards**
- Pour le Québec et la Ville de Québec:
  - Les taux de décès par 100 000 sont supérieurs à la moyenne canadienne
  - La pollution aux $PM_{2.5}$ est supérieure à la moyenne nationale, tandis que la pollution au $NO_2$ et à l'$O_3$ est inférieure

# Limites et défis

- Sous-estimation possible des impacts
  - Seulement 3 polluants et ~12 effets sanitaires
  - Liens démontrés avec d'autres effets: neurologiques, développementaux, etc.
    - Ajout de FCR
- Résolution à l'échelle des divisions de recensements
  - Estimations locales nécessiteraient des données sanitaires et de pollution plus précises
- Publications
  - Interprétation des résultats
  - Information adaptée aux communautés

# Questions? Contactez-nous

**Bureau de la qualité de l'eau et de l'air**

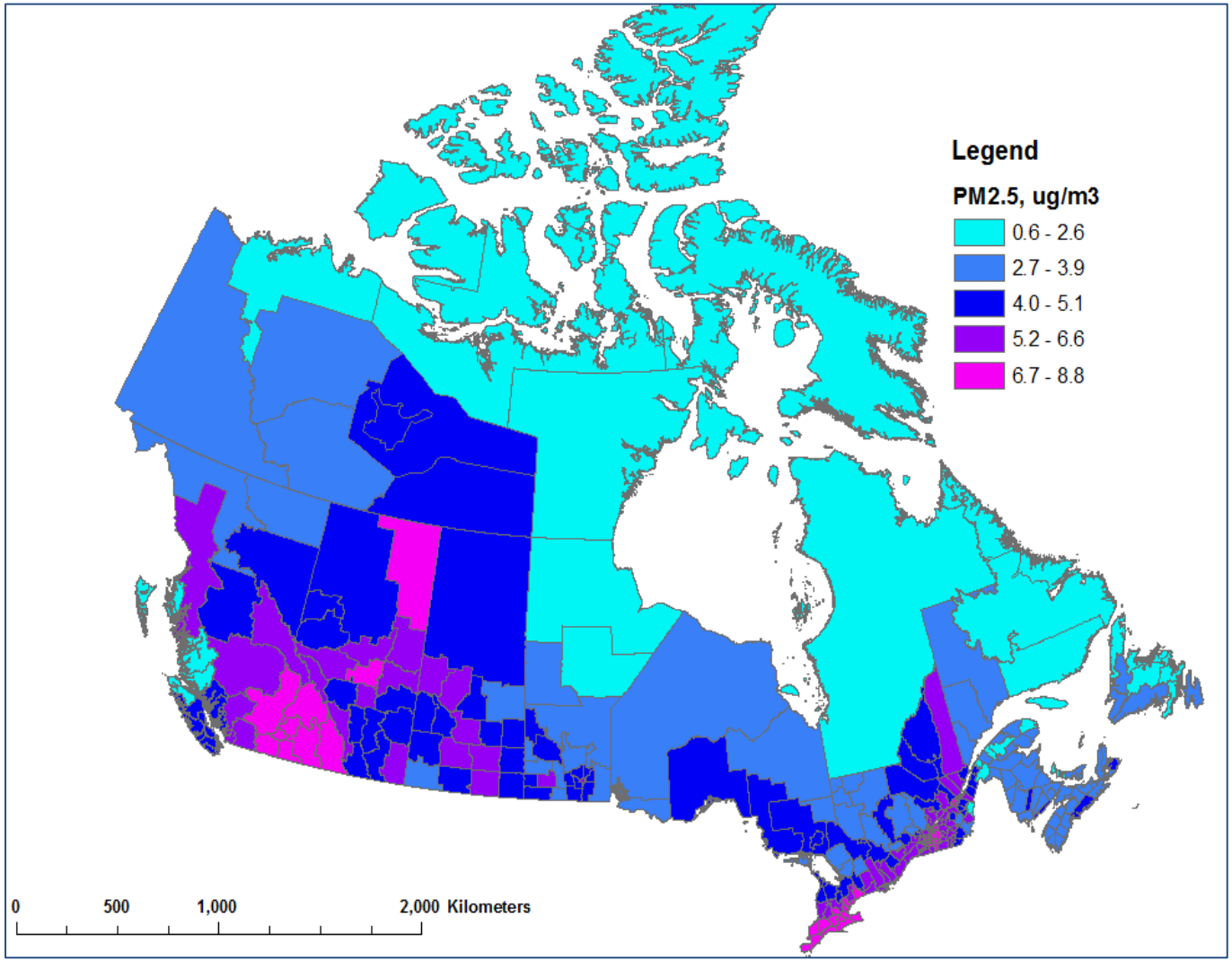
**Division de l'évaluation des effets de l'air sur la santé**

**air@hc-sc.gc.ca**

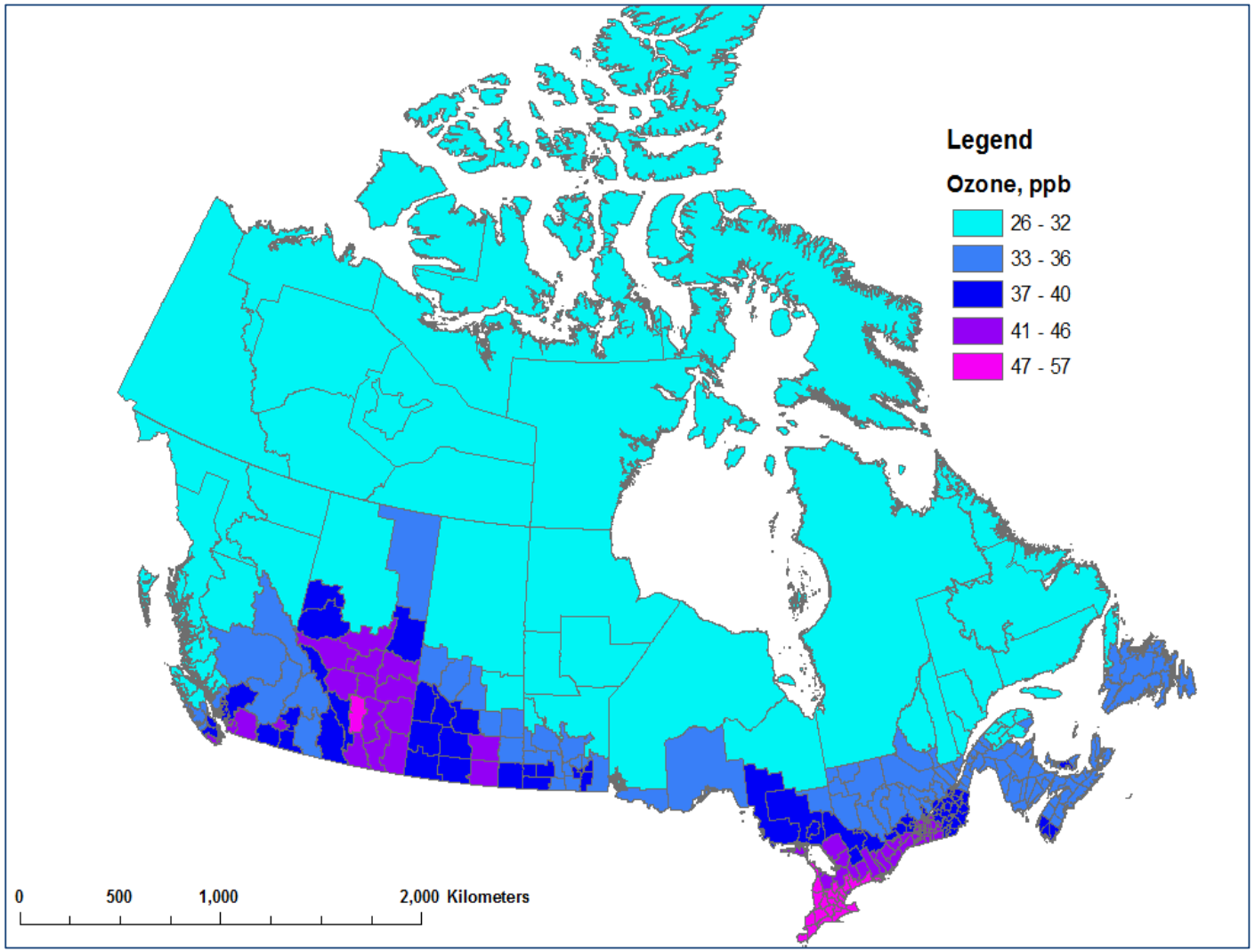
**Abonnez-vous à notre liste de diffusion**

**Qualité de l'air**

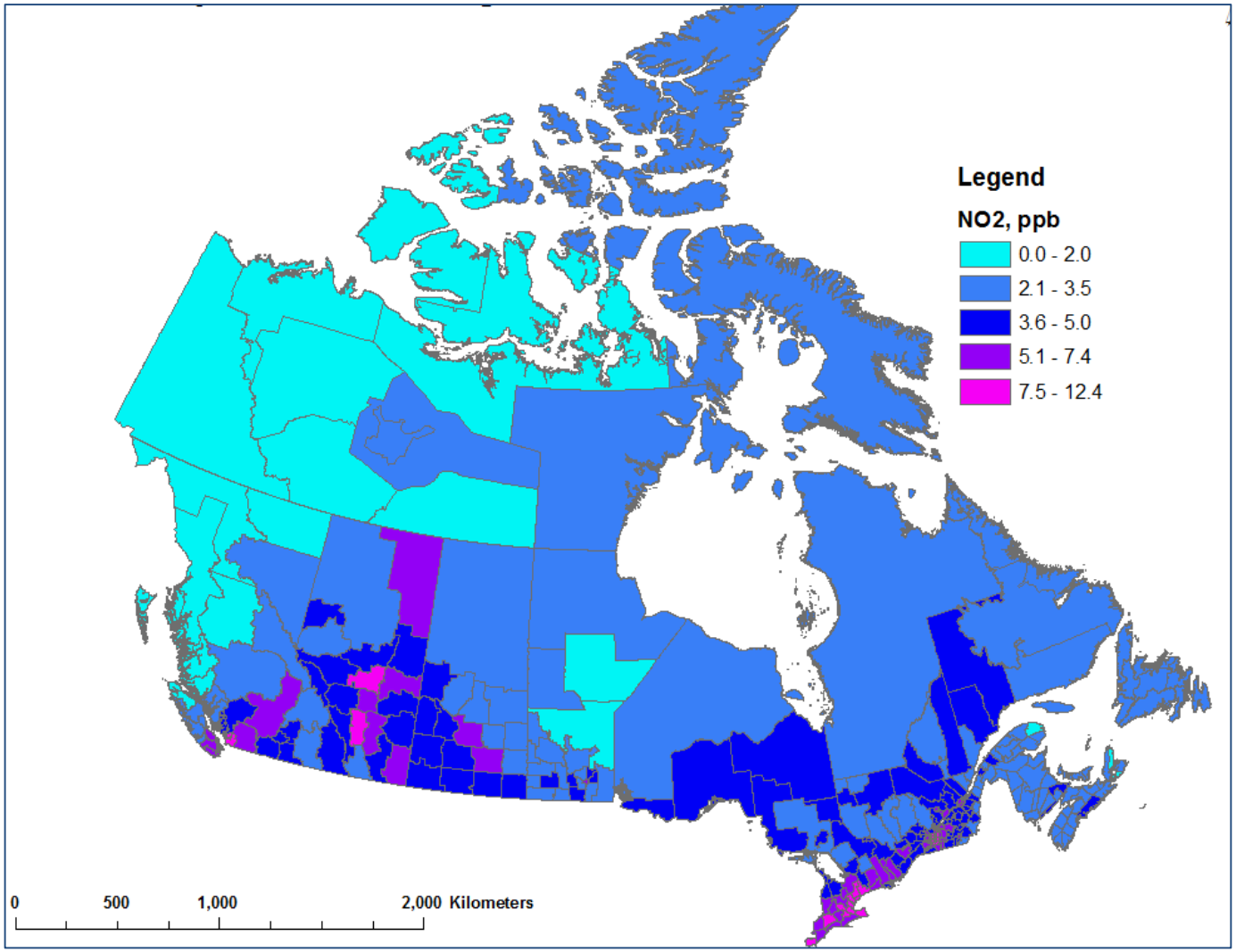
# $PM_{2,5}$ – moyenne annuelle par division de recensement 2015-2017



# $O_3$ été – moyenne maximum quotidienne 1 heure 2014, 2015 et 2017



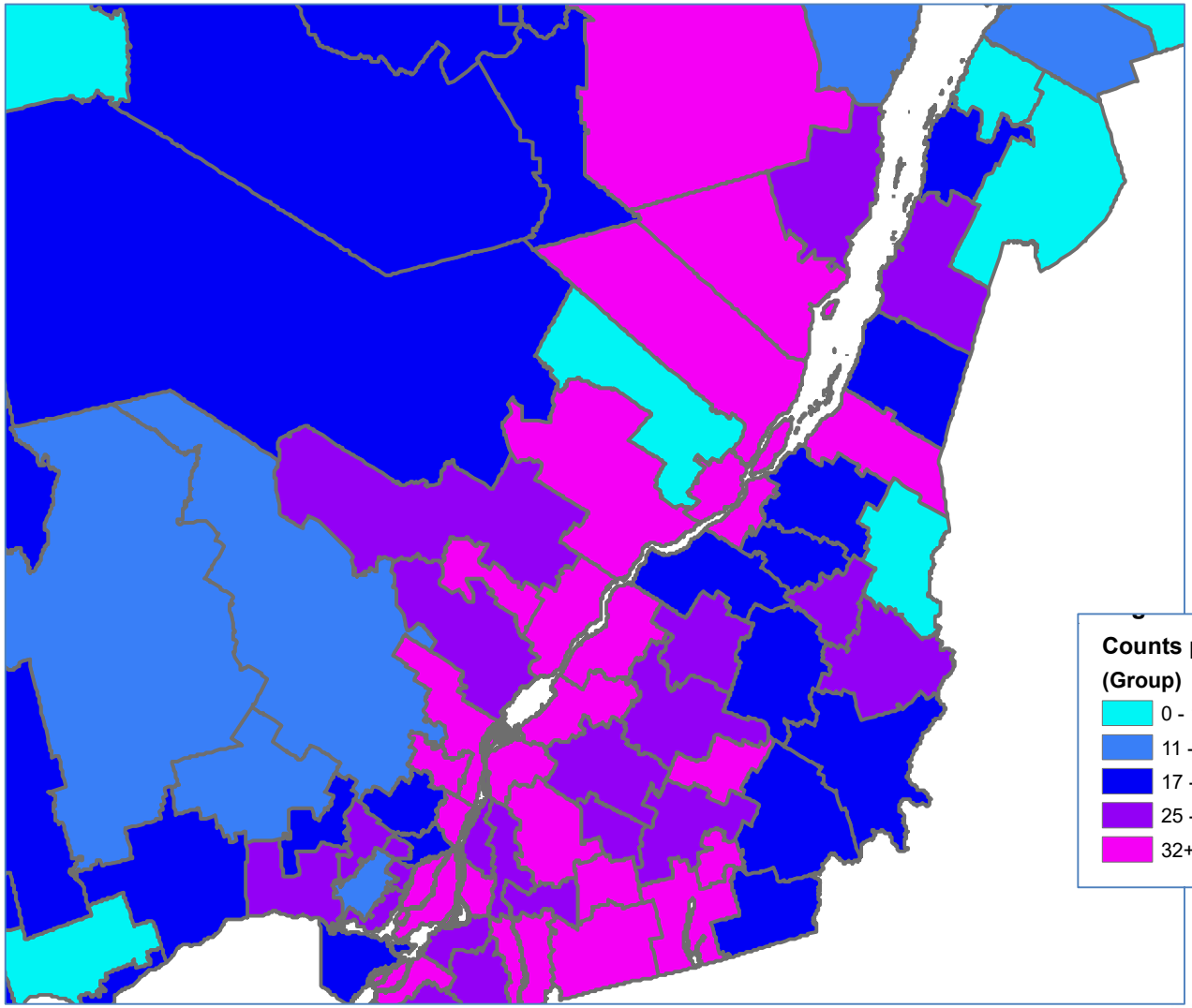
# $NO_2$ – moyenne annuelle 2015-2017



# Décès prématurés – incidence et coûts en 2016

| Région | Polluant | | | | | / 100 000 | M$ (2016) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $NO_2$ | $PM_{2,5}$ | $O_3$ annuel | $O_3$ été | Tous | Tous | Tous |
| **Canada** | **1 300** | **10 000** | **2 800** | **1 300** | **15 300** | **42** | **114 000** |
| Alberta | 120 | 850 | 290 | 140 | 1 400 | 33 | 10 400 |
| C-B | 170 | 1 200 | 310 | 160 | 1 900 | 40 | 13 900 |
| IPE | 3 | 10 | 12 | 4 | 30 | 20 | 220 |
| Manitoba | 35 | 300 | 72 | 28 | 430 | 33 | 3 300 |
| N-Brunswick | 14 | 110 | 52 | 14 | 190 | 25 | 1 400 |
| Nouvelle-Écosse | 20 | 150 | 74 | 24 | 270 | 29 | 2 000 |
| Nunavut | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 3 | 6 |
| Ontario | 570 | 4 200 | 1 200 | 580 | 6 600 | 47 | 49 200 |
| **Québec** | **330** | **2 800** | **640** | **280** | **4 000** | **48** | **30 200** |
| Saskatchewan | 29 | 280 | 67 | 30 | 410 | 36 | 3 000 |
| TN & Labrador | 10 | 35 | 37 | 9 | 92 | 18 | 690 |
| TNO | 0 | 3 | 1 | 0 | 4 | 9 | 32 |
| Yukon | 0 | 3 | 1 | 0 | 4 | 11 | 31 |

# Décès par 100 000 personnes liés à l'exposition aux $PM_{2,5}$ en 2016




Moyenne nationale = 27/100,000

# Décès prématurés liés à la PACA– incidence en 2015

| Région | Polluant | | | | /100 000 |
|---|---|---|---|---|---|
| | $NO_2$ | $PM_{2,5}$ | $O_3$ | Tous | Tous |
| **Canada** 35 852 000 | 340 | 800 | 85 | **1200** | **3.4** |
| **Québec** 8 349 000 | 120 | 260 | 28 | **410** | **5.0** |
| **Ville de Québec** 581 000 | 13 | 25 | 0 | **38** | **6.5** |
| **Lévis** 144 000 | 2 | 4 | 1 | **7** | **4.9** |

*Source:* Santé Canada. 2022. Impacts sanitaires de la pollution atmosphérique liée à la circulation automobile au Canada; https://publications.gc.ca/site/fra/9.904975/publication.html

# Proximité des populations aux routes

| % de la population dans un rayon d'une route à circulation élevée | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **50 m** | **100 m** | **250 m** | **500 m** | **1 km** |
| **Canada** | 5 | 16 | 43 | 68 | 87 |
| **Québec** | 7 | 18 | 47 | 71 | 87 |
| **Ville de Québec (DR 2423)** | 9 | 24 | 59 | 85 | 97 |
| **Lévis (DR 2425)** | 5 | 15 | 44 | 71 | 93 |

| % des écoles dans un rayon d'une route à circulation élevée | | |
|---|---|---|
| | **100 m** | **200 m** |
| **Canada** | 5 | 16 |
| **Québec** | 7 | 18 |
| **Ville de Québec (DR 2423)** | 22 | 37 |
| **Lévis (DR 2425)** | 35 | 45 |

*Source:* Santé Canada. 2022. Exposition à la pollution liée à la circulation automobile au Canada : une évaluation de la proximité des populations aux routes; https://publications.gc.ca/site/fra/9.907082/publication.html

CanCOLD

UNE RESSOURCE POUR UN NOUVEAU SOUFFLE

MORE BREADTH FOR A NEW BREATH

# Air pollution and COPD :
## Literature review and
## CanCOLD as a national resource in COPD

Jean Bourbeau MD
Professor, RIMUHC and McGill University
Dany Doiron PhD
Research Associate, RIMUHC

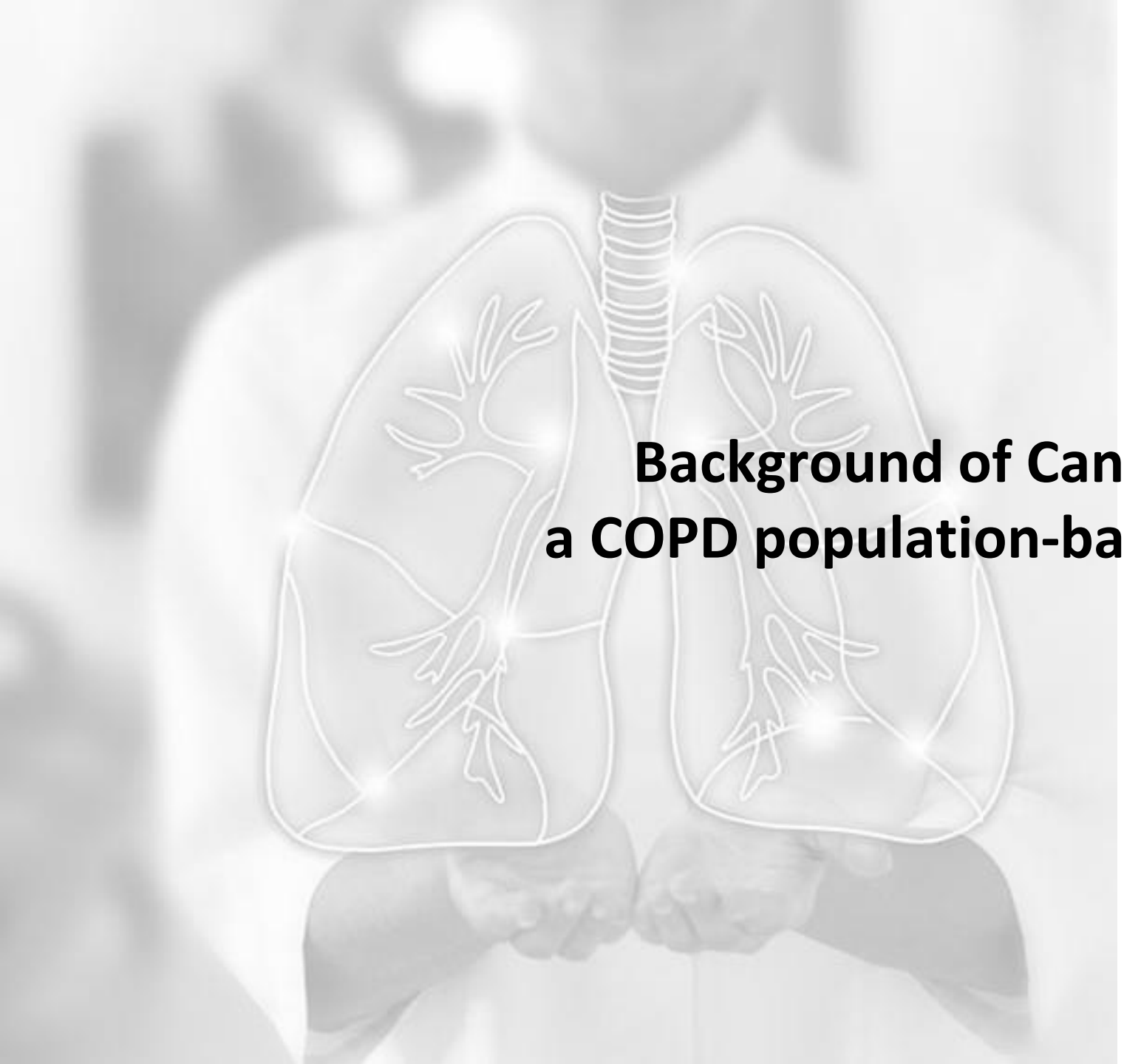
**Réunion GTCA**

30 aout 2022

# Presentation outline

- Background of CanCOLD: a COPD population-based study
- New knowledge on COPD, risk factors (traditional and novel)
- Air pollution
  - ✓ COPD
  - ✓ AECOPD
  - ✓ Mortality
- Conclusion

CanCOLD

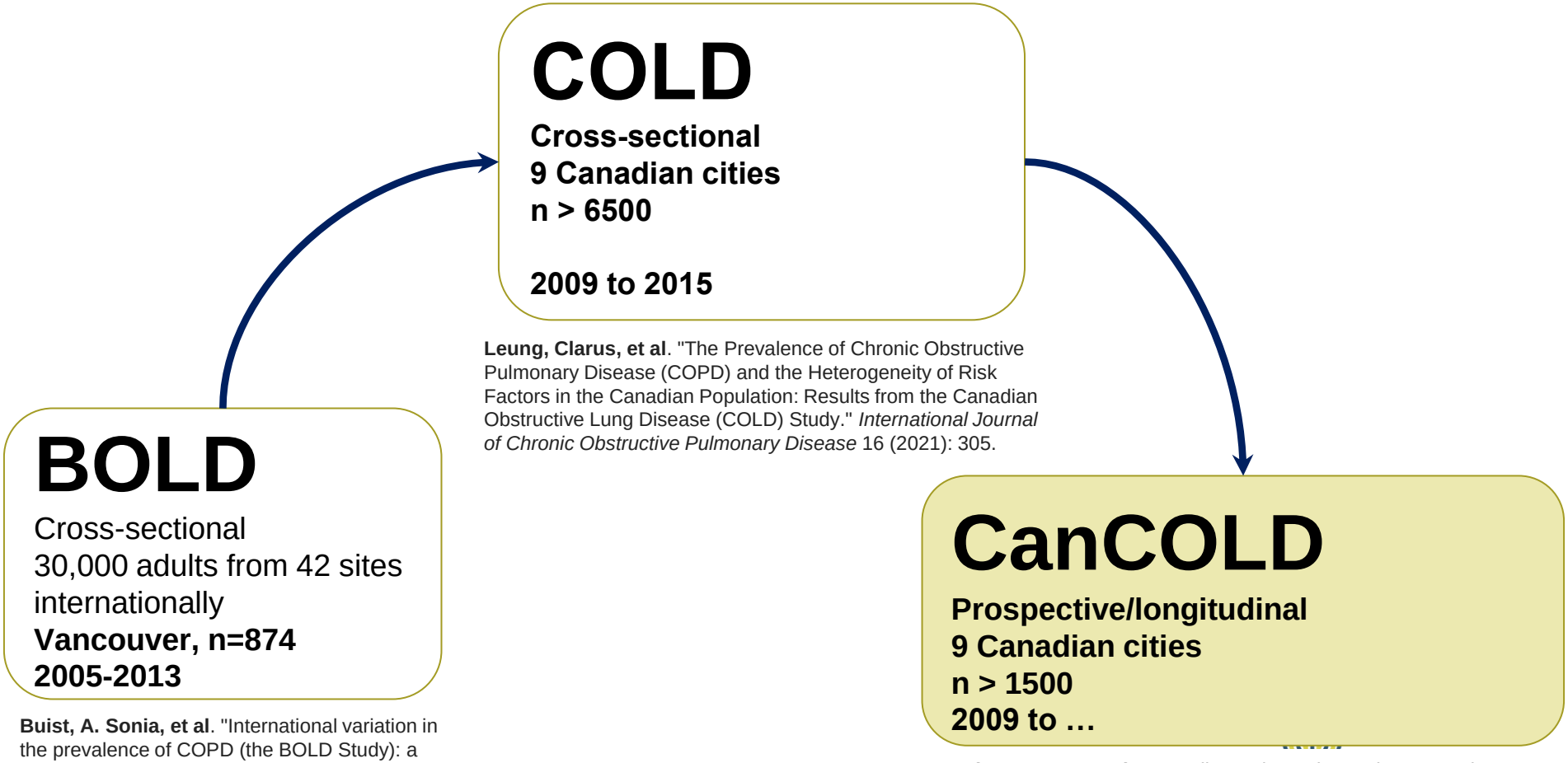


# Background of CanCOLD: a COPD population-based study

CanCOLD

# A Journey to Canadian Obstructive Cohort Obstructive Lung Disease (CanCOLD)

## (Population-based, real-life sample, longitudinal study)




**Leung, Clarus, et al**. "The Prevalence of Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) and the Heterogeneity of Risk Factors in the Canadian Population: Results from the Canadian Obstructive Lung Disease (COLD) Study." *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease* 16 (2021): 305.

**Buist, A. Sonia, et al**. "International variation in the prevalence of COPD (the BOLD Study): a population-based prevalence study." *The Lancet* 370.9589 (2007): 741-750.

**Bourbeau, Jean, et al.** "Canadian Cohort Obstructive Lung Disease (CanCOLD): fulfilling the need for longitudinal observational studies in COPD." *COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease* 11.2 (2014): 125-132.

# CanCOLD study background

## What is CanCOLD ?

### Population-based study:

- multi-center (x9) study involving subjects with **COPD sampled from the general population**
- non-institutionalized adults recruited through **random digit dialling** (land line) from nine Canadian cities
- **COPD diagnosed according to GOLD** criteria using post-BD spirometry.
- **matched (sex and age) individuals in the population without COPD** were also recruited

### Longitudinal evaluation

- **Assessments performed 18 months, 3 yrs and beyond:** questionnaires, CTScan, PFTs, CPET, blood, sputum
- **Exacerbations :** questionnaire administered by telephone interview or online **every three months**
- **Health administrative databases linkage**
- **Environmental exposure (e.g., ambient air pollution) linkage**

CanCOLD

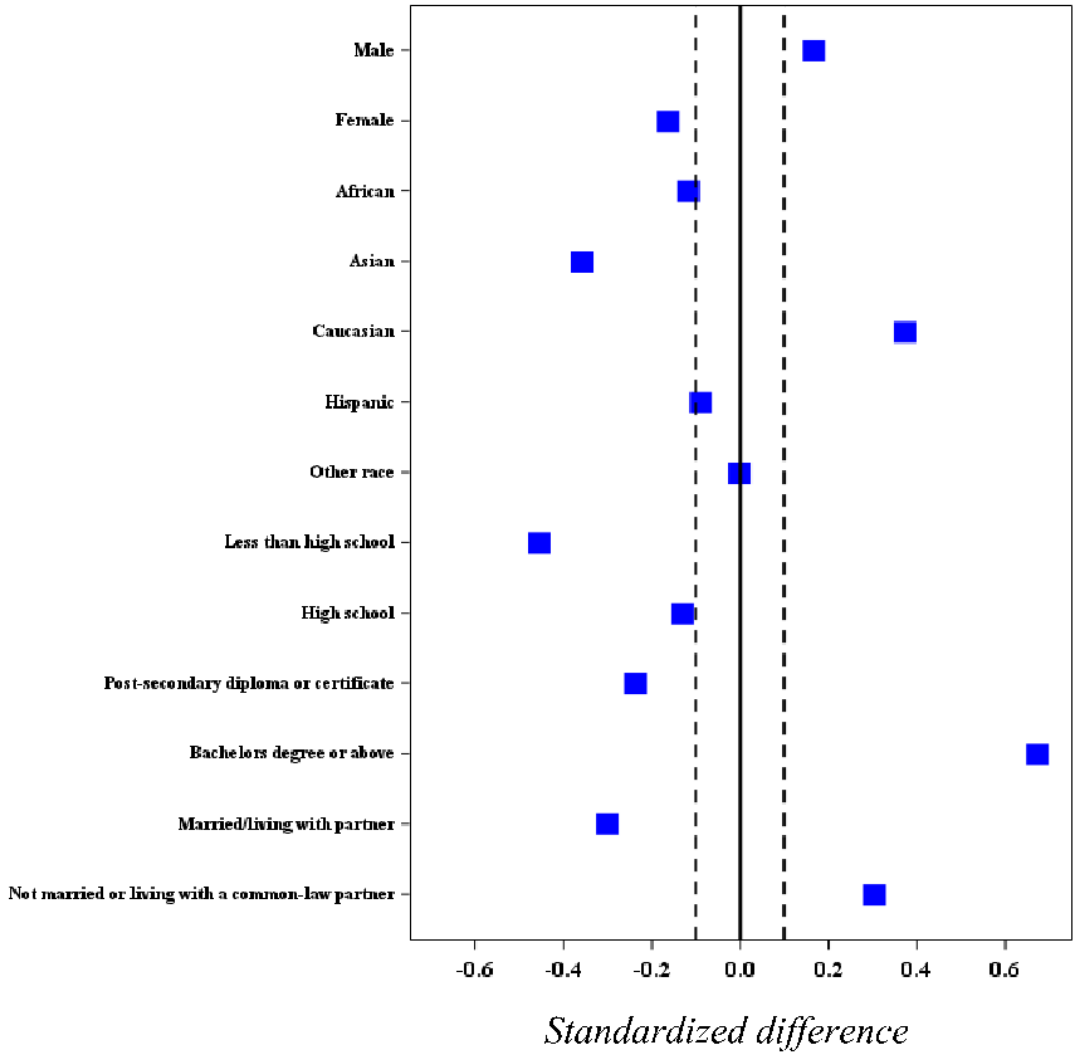
# CanCOLD study background

## Participants sampled from 9 large cities in Canada

| ***Participants recruited at baseline*** |
|---|
| *Vancouver* n = 435 |
| *Montreal* n = 355 |
| *Calgary* n = 129 |
| *Kingston* n = 136 |
| *Halifax* n = 127 |
| *Ottawa* n = 116 |
| *Saskatoon* n = 104 |
| *Quebec* n = 85 |
| *Toronto* n = 74 |

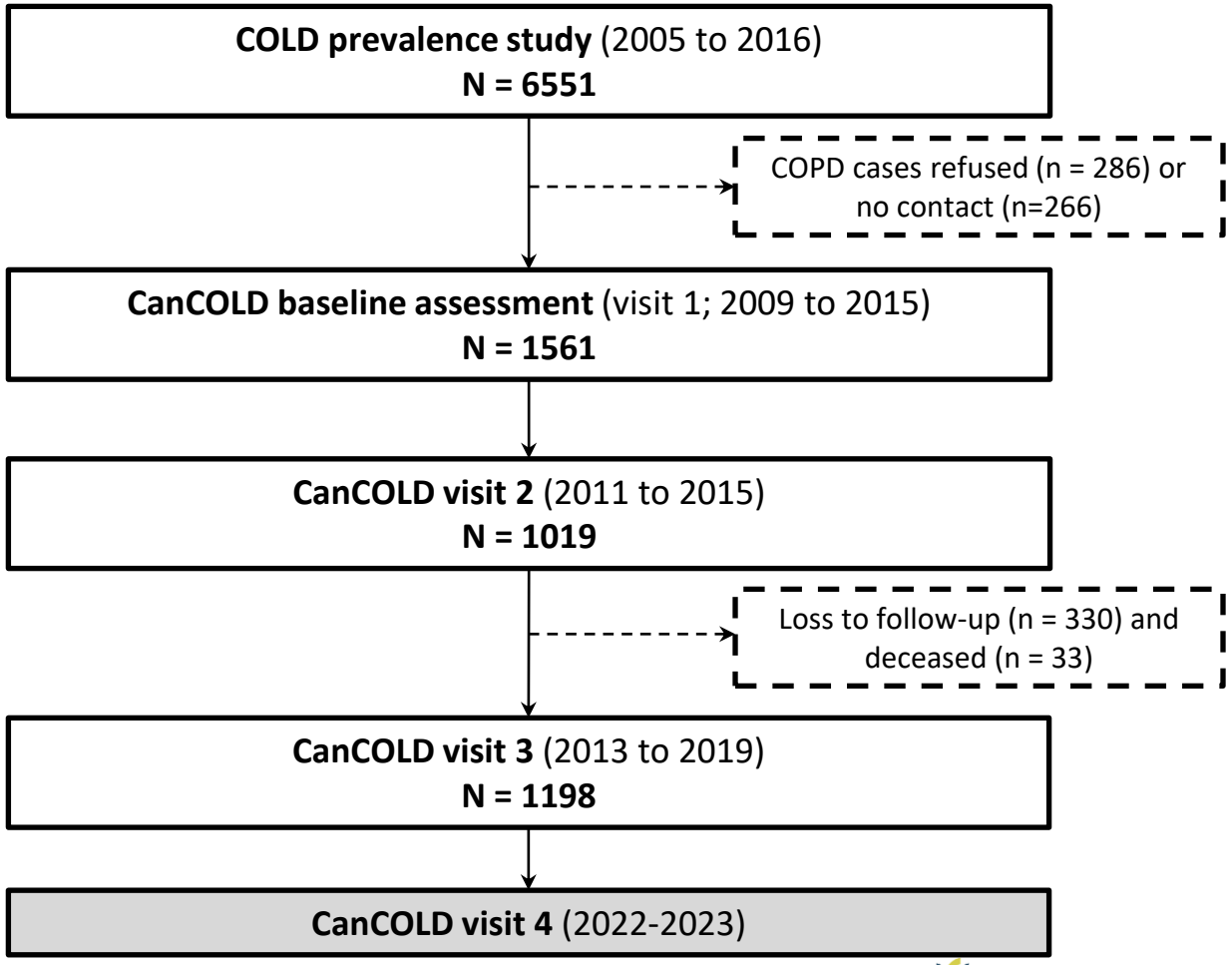
# CanCOLD study background

## Representativeness of CanCOLD participants



# CanCOLD study background

## Population flowchart




*Time lags between assessments*

| | Median | Minimum | Maximum |
|---|---|---|---|
| **CanCOLD v1 to v2** | 19 months | 6 months | 31 months |
| **CanCOLD v2 to v3** | 18 months | 3 months | 50 months |
| **CanCOLD v1 to v3** | 37 months | 24 months | 84 months |
| **COLD to CanCOLD v3** | 6 years | 3 years | 14 years |

78% remain in the cohort at visit 3

- 33 deaths and 330 participants lost to follow-up.

# CanCOLD study background

## Overview of data collected

| Data collection wave | Measurements |
|---|---|
| Visit 1 (Baseline) | Informed consent, Questionnaires (socio-demographics, comorbidities, lifestyle and risk factors, health status and quality-of-life, respiratory health, psychological health, signs and symptoms, occupation and health, sleep quality, medication intake), blood samples, spirometry tests, PFT, CPET, CT Scan |
| Visit 2 (18 months) | Same questionnaires as Visit 1, blood samples, spirometry, 6MWT |
| Visit 3* (3-years) | Same questionnaires as Visit 1, blood samples, spirometry, CPET, CT Scan |
| Visit 4 (10-years) | Same questionnaires as Visit 1, blood samples, spirometry, CPET, CT Scan |
| Every 3 months | COPD exacerbation questionnaire (telephone/online) |

*PFT = pulmonary function test, CPET = cardiopulmonary exercise test, CTScan = multidetector computerized tomography scan, 6MWT = 6-minute walking test*

**Visit 3 PFT, CPET, CTScan done on at-risk and COPD subjects only*

CanCOLD

# CanCOLD Biobank: Biological samples

**BLOOD COLLECTION (ALIQUOTED)**

| | |
|---|---|
| DNA | 1 x 10 ml EDTA tube for DNA preparation |
| RNA | 2 x 2.5 ml PaxGene Blood RNA tubes for RNA extraction |
| Biomarkers (plasma) | 1 x 10 ml EDTA tube for plasma preparation |
| Biomarkers (serum) | 1 x 10 ml Serum tube for serum preparation |

Starting sputum induction

**STORAGE**

- Storage -80°C; securized freezers
- 2 sites : Montreal / Vancouver
- Backup procedures in development
- Samples shipped at least on a quarterly basis

CanCOLD

# New knowledge on COPD and risk factors

Prevalence and traditional/novel risk factors

CanCOLD

# Prevalence and traditional risk factors

Risk factors for COPD by different severity

International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease Dovepress
open access to scientific and medical research
Open Access Full Text Article
ORIGINAL RESEARCH

The Prevalence of Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) and the Heterogeneity of Risk Factors in the Canadian Population: Results from the Canadian Obstructive Lung Disease (COLD) Study

This article was published in the following Dove Press journal:
*International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*

| | Mild COPD (GOLD Grade 1) aOR | Moderate-to-Severe COPD (GOLD Grade 2–4) aOR |
|---|---|---|
| Age, years | 1.99 (1.80, 2.20) | 2.22 (1.87, 2.63)* |
| Asthma (Y vs N) | 2.69 (2.01, 3.59) | 5.22 (3.54, 7.70)* |
| Childhood hospitalization (Y vs N) | 1.89 (1.21, 2.94) | 3.07 (2.02, 4.66) |
| Ever-smoker status (Y vs N) | 1.65 (1.33, 2.05) | 3.05 (2.24, 4.16) |
| Lifetime tobacco exposure, pack-years# | 1.18 (1.10, 1.28) | 1.36 (1.25, 1.48)* |
| Smoking status (current vs former) | 2.34 (1.67, 3.29) | 4.09 (2.78, 6.01) |

Overall Adjusted Odds Ratio (aOR) for the :

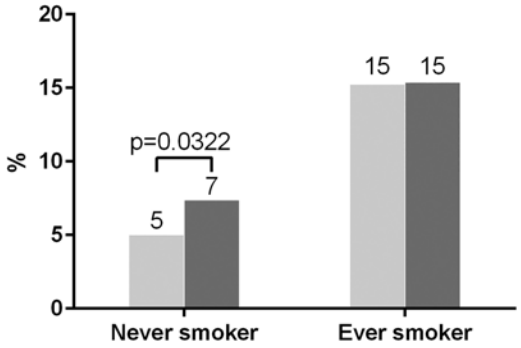
- Mild (GOLD Grade 1) and
- Moderate-Severe (GOLD Grade 2–4)

*Leung C, Bourbeau J., Sin DD., Int J Chron Obstruct Pulmon Dis. 2021;16:305-320*

CanCOLD

# Prevalence and traditional risk factors

## COPD in never- and ever-smokers in the general population




**Prevalence of COPD**
(FEV /FVC<lower limits of N)

- in **never-smokers** was 6.4%,
- constituting **27% of all COPD** subjects

Chronic obstructive pulmonary disease

ORIGINAL ARTICLE

**Characteristics of COPD in never-smokers and ever-smokers in the general population: results from the CanCOLD study**

W C Tan,[1] D D Sin,[1] J Bourbeau,[2] P Hernandez,[3] K R Chapman,[4] R Cowie,[5] J M FitzGerald,[6] D D Marciniuk,[7] F Maltais,[8] A S Buist,[9] J Road,[6] J C Hogg,[1] M Kirby,[1] H Coxson,[1] C Hague,[10] J Leipsic,[10] D E O'Donnell,[11] S D Aaron,[12] CanCOLD Collaborative Research Group

**Table 2** Adjusted OR (aOR) for independent predictors associated with risk of different severity of COPD defined by lower limits of normal in male and female never-smokers

| | COPD mild | | | COPD moderate-severe | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Variables** | **All** | **Men** | **Women** | **All** | **Men** | **Women** |
| Age, +70 years (vs 40–49 years) | 2.19* (1.15 to 4.16) | 2.50 (0.77 to 8.16) | 2.28* (1.02 to 5.06) | 4.46* (1.84 to 10.8) | 6.09* (1.14 to 35.4) | 3.54* (1.23 to 10.1) |
| Education (# years) | 0.98 (0.92 to 1.04) | 0.88* (0.78 to 0.99) | 1.02 (0.95 to 1.11) | 0.95 (0.88 to 1.02) | 0.96 (0.83 to 1.10) | 0.94 (0.86 to 1.03) |
| Biomass, ≥10 years heating (yes/no)† | 0.88 (0.39 to 1.96) | 2.09 (0.59 to 7.44) | 0.62 (0.21 to 1.82) | 2.26 (0.93 to 5.52) | 0.44 (0.08 to 2.42) | 3.58* (1.42 to 9.01) |
| Passive smoking (yes/no) | 2.18 (0.99 to 4.75) | 1.33 (0.26 to 6.72) | 2.60* (1.05 to 6.43) | 1.25 (0.42 to 3.73) | 0.69 (0.08 to 6.21) | 1.65 (0.46 to 5.88) |
| Childhood hospitalisation for respiratory illness (yes/no) | 1.57 (0.68 to 3.62) | 2.95 (0.84 to 10.4) | 1.18 (0.35 to 4.00) | 4.80* (2.43 to 9.46) | 10.1* (3.71 to 27.5) | 2.24 (0.73 to 6.84) |
| HD/HT/DM‡ (yes/no) | 0.72 (0.43 to 1.21) | 1.55 (0.61 to 3.95) | 0.51* (0.26 to 0.98) | 1.11 (0.63 to 1.94) | 1.48 (0.57 to 3.90) | 1.07 (0.53 to 2.16) |
| Asthma (yes/no) | 2.23* (1.36 to 3.66) | 3.39* (1.25 to 9.21) | 2.14* (1.20 to 3.82) | 4.94* (2.94 to 8.30) | 7.34* (3.01 to 17.9) | 3.89* (2.02 to 7.50) |

Data are aORs and 95% CI. Adjustment made for all other covariates in model: BMI, exposure to organic dust, inorganic dust, gases/vapours, biomass cooking ≥10 years and TB. Plus sex (for 'all' cohorts).
*Significant at 5% level (all variables shown in online supplementary table X2).
†Calculated based on six sites with available biomass data.
‡Heart disease, systemic hypertension or diabetes.
BMI, body mass index; HD/HT/DM, heart disease/ systemic hypertension/diabetes mellitus.

*Tan WC, Sin Dd., Bourbeau J., et al. Thorax 2015;70:822–829. doi:10.1136/thoraxjnl-2015-206938*

# Novel risk factors

Only a **minority of life-time smokers develop COPD**,
and **up to 30% occurred among people who never smoked** in population-based observational samples

**Other factors that smoking** have been linked to COPD

- environmental or occupational pollutants, asthma

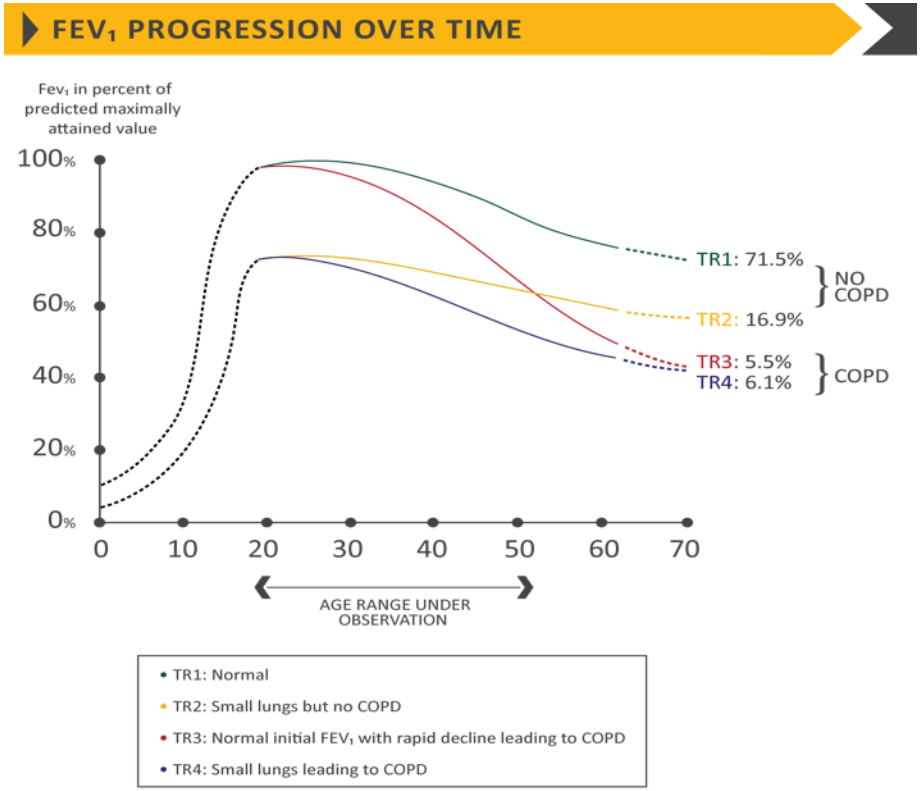



FIGURE 1.2

50% of COPD among older adults arises from low baseline lung function, rather than from accelerated lung function decline.

*Lange P,Celli B,Agustí A.Lung-function trajectories and chronic obstructive pulmonary disease. N Engl J Med. 2015;373(16):1575. doi:10. 1056/NEJMoa1411532*

CanCOLD

# Novel risk factors

Marijuana smoking

ORIGINAL ARTICLE
COPD AND SMOKING

**The effects of marijuana smoking on lung function in older people**

Wan C. Tan[1], Jean Bourbeau[2], Shawn D. Aaron[3], James C. Hogg[1], François Maltais[4], Paul Hernandez[5], Darcy D. Marciniuk[6], Kenneth R. Chapman[7], Teresa To[8], J. Mark FitzGerald[9], Brandie L. Walker[10], Jeremy Road[9], Liyun Zheng[1], Guohai Zhou[1], Trevor Yau[1], Andrea Benedetti[2], Denis O'Donnell[11] and Don D. Sin[1], on behalf of the CanCOLD Collaborative Research Group[12]

Epidemiological studies support an association between marijuana smoking and chronic respiratory symptoms, but **the effects on lung function remain unclear.**

Association of marijuana smoking with:

- the risk of COPD and
- decline in lung function over time.

This is the **first longitudinal study of marijuana smoking in older individuals** in a general population whose median age was 65 years.

*Tan WC, Bourbeau J, Aaron SD, et al. The effects of marijuana smoking on lung function in older people. Eur Respir J 2019; 54: 1900826 [https://doi.org/10.1183/13993003.00826-2019].*

CanCOLD

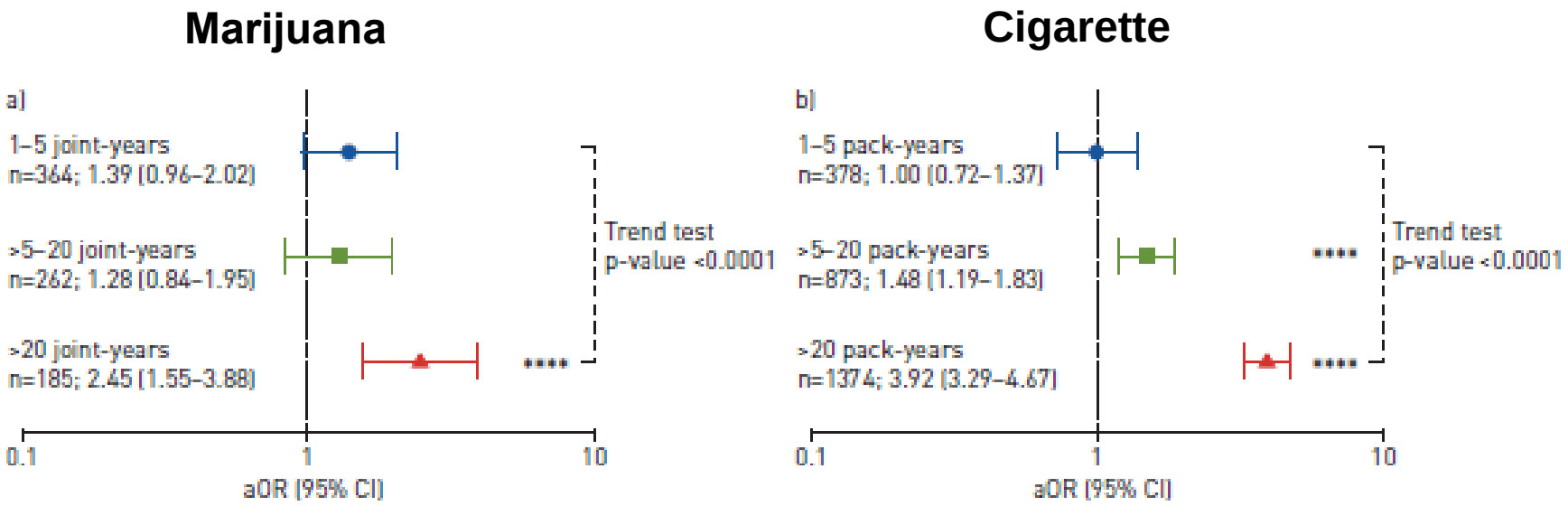
# Novel risk factors

## Marijuana smoking

ORIGINAL ARTICLE
COPD AND SMOKING

### The effects of marijuana smoking on lung function in older people

Wan C. Tan[1], Jean Bourbeau[2], Shawn D. Aaron[3], James C. Hogg[1], François Maltais[4], Paul Hernandez[5], Darcy D. Marciniuk[6], Kenneth R. Chapman[7], Teresa To[8], J. Mark FitzGerald[9], Brandie L. Walker[10], Jeremy Road[9], Liyun Zheng[1], Guohai Zhou[1], Trevor Yau[1], Andrea Benedetti[2], Denis O'Donnell[11] and Don D. Sin[1], on behalf of the CanCOLD Collaborative Research Group[12]



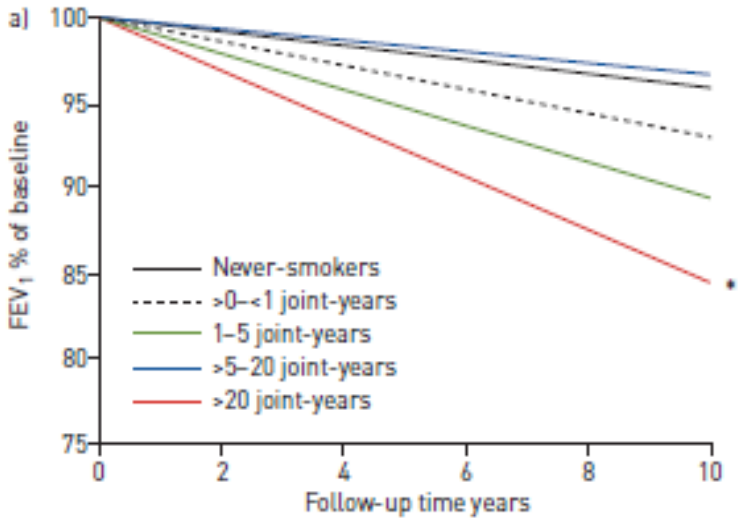

a) ORs were adjusted for a) age, sex, body mass index and pack-years or b) joint-years.

*Tan WC, Bourbeau J, Aaron SD, et al. The effects of marijuana smoking on lung function in older people. Eur Respir J 2019; 54: 1900826 [https://doi.org/10.1183/13993003.00826-2019].*

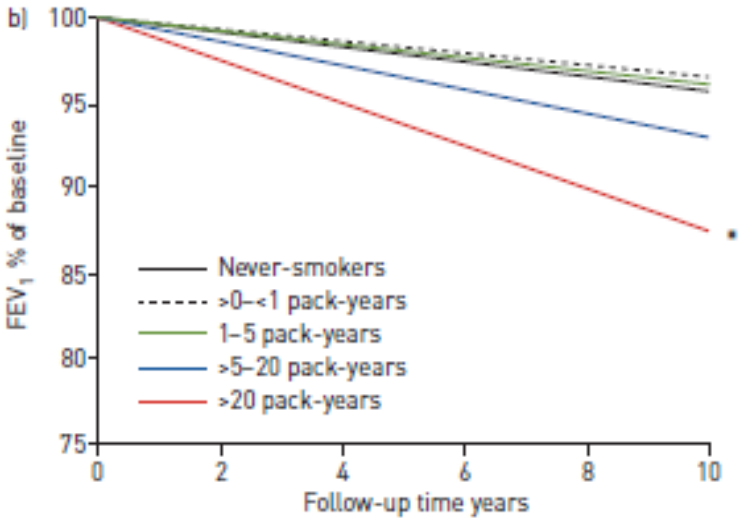
# Novel risk factors

Decline in lung function over time for cumulative exposure

**Marijuana**




**Cigarette**




a) cumulative exposure to marijuana smoke controlled for pack-years; b) and to tobacco smoke, controlled for joint-years. Other covariates controlled for: sex, body mass index, baseline age, baseline

| Tobacco-smoking groups by pack-years | Rate of change in $FEV_1$ mL·year$^{-1}$ | |
|---|---|---|
| | β-coefficient (95% CI) | p-value |
| **0–1 (T)** | Reference | |
| **>1–5 (T)** | 12.59 [−2.22–27.40] | 0.0955 |
| **>1–5 (MT)** | −4.74 [−16.08–6.60] | 0.412 |
| **>5–20 (T)** | 7.05 [−4.52–18.61] | 0.232 |
| **>5–20 (MT)** | −2.392 [−12.51–7.72] | 0.6428 |
| **>20 (T)** | −23.66# [−34.52– −12.79] | <0.0001 |
| **>20 (MT)** | −32.31# [−42.02– −22.6] | <0.0001 |

T: tobacco smoking only; MT: smokers of both marijuana and tobacco. #: significantly different from each other; p=0.019 [F-test].

CanCOLD

# Novel risk factors

## Dysanapsis

- Mismatch of airway tree caliber to lung size and was initially inferred from variation in spirometry among healthy adults;
- Believed to arise early in life, has been implicated in OLD susceptibility, and
- Can be quantified directly using computed tomography (CT)

Representative CT Images Depicting the Spectrum of Dysanapsis Quantified as the Airway to Lung Ratio Among Older Adults Free of Standard COPD Risk Factors

*Smith BM, et al. JAMA. 2020 Jun 9;323(22):2268-2280*

CanCOLD

# Novel risk factors

## Dysanapsis

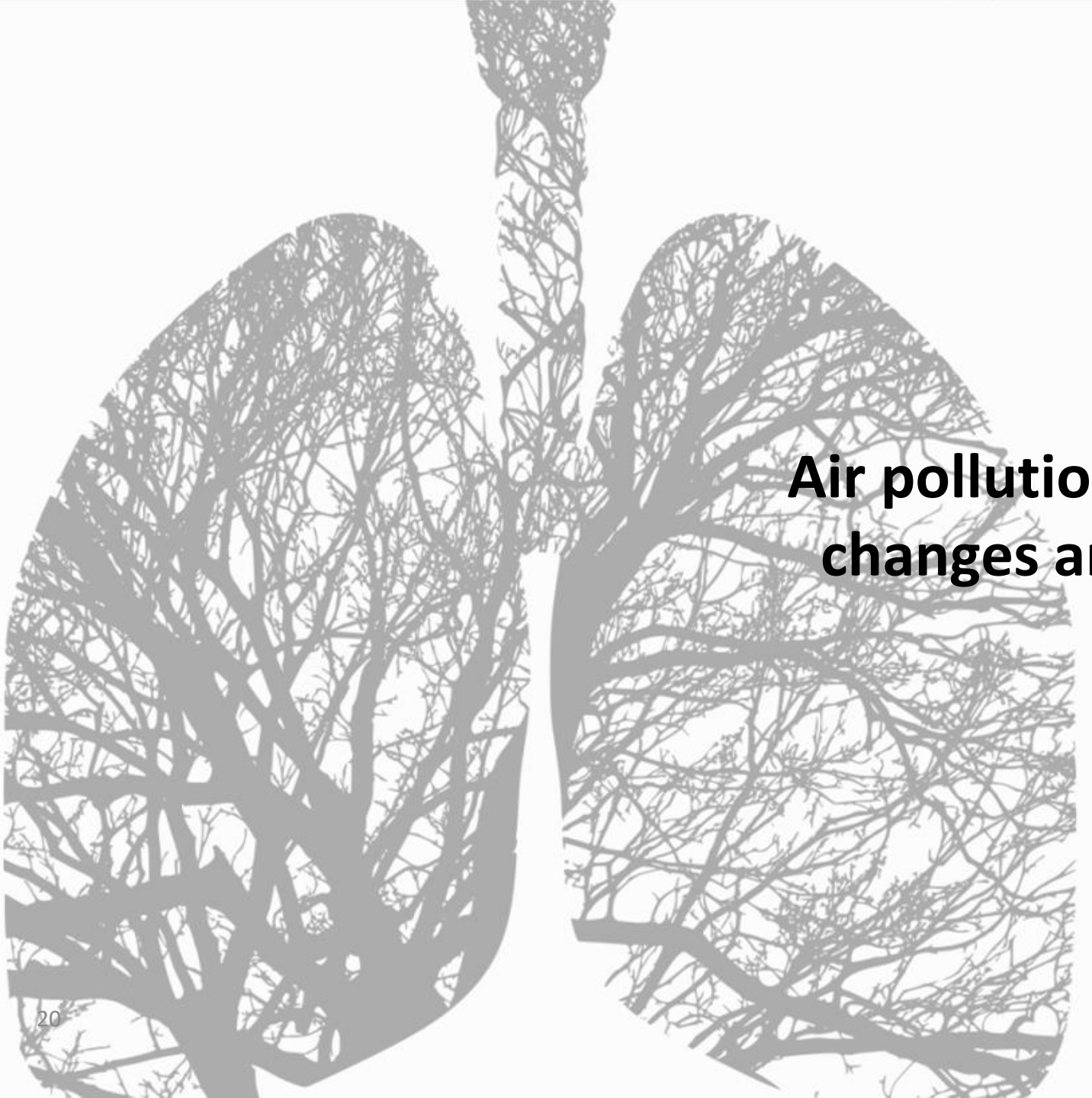
In the **CanCOLD study**, participants in the lowest airway to lung ratio quartile compared to those in the highest quartile had

- lower FEV1:FVC ratio (**0.61 vs 0.72**; adjusted mean difference, −0.09; *P* < .001), and
- higher COPD prevalence (**18.4% vs 6.5%;** adjusted prevalence ratio, 2.83; *P* < .001;
- adjusted prevalence difference, **11.9%;** 95% CI, 8.6%- 14.1%)

**These observations suggest that dysanapsis quantified as the airway to lung ratio on CT is a risk factor for COPD among older adults.**

*Smith BM, et al. JAMA. 2020 Jun 9;323(22):2268-2280*

CanCOLD



# Air pollution, climate changes and COPD



CanCOLD

# Definition

The World Health Organization (WHO) defines air pollution as "contamination of the indoor or outdoor environment by any chemical, physical or biological agent that modifies the natural characteristics of the atmosphere".

Air pollution is a mixture of suspended particles and gases in the air. The major classes of air pollution include particulate matter (PM), ozone, sulfur and nitrogen oxides, heavy metals, and other chemicals and gases.

*World Health Organization. Air Pollution Overview. Available at https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_1 (date accessed, August 16, 2022).*

CanCOLD

# Sources of air pollution

Major sources of ambient air pollution include suspended dusts, material abrasion, fossil fuel and biofuel combustion.

**Fuel combustion** generates **fine and ultrafine particulates**, greenhouse gases (e.g. **nitrogen oxides**, methane, carbon dioxide), and **other pollutants including black carbon, sulfur dioxide, and hydrofluorocarbons.**

**Photochemical reactions between sunlight and nitrogen oxides** (NOx) and volatile organic compounds (VOCs) also produce **ozone (O3)** in air pollution.

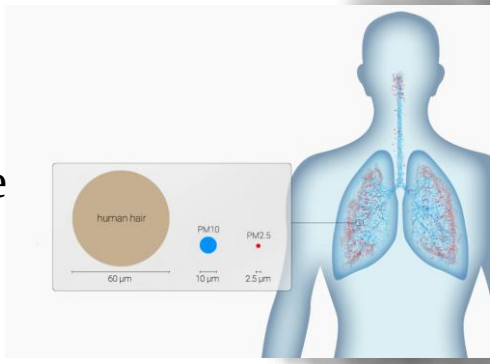
*The Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2021: the physical science basis: contribution of working group I to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press. 2021. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/#FullReport (accessed March 17, 2022).*

CanCOLD

# Sources of air pollution

## Largest share of air ambient pollution:

HICs :vehicle emissions,
LMICs, chemical manufacturing factories and other industries.




## Fine particulate matter, or $PM_{2.5}$

- Sources: industry, fires, agriculture, construction sites, vehicle exhaust
- Long range transport: can come from thousands of kilometers away

## Nitrogen dioxide ($NO_2$) results from burning of fossil fuels

- Sources: vehicle exhaust (cars, trucks, buses)
- Higher in proximity to major transportation corridors

# PM 2.5

**Adverse effects of air pollution on the airways**

- are log-linear with no "safe" thresholds, contrary to prior beliefs.
- even background levels of 2 to 3 mg/m$^3$ in PM2.5 (fine or ultrafine particles suspended in air that are 2.5 μm or less in width) **is associated with higher mortality than regions that have even lower levels**

While these data reflect "chronic" or "long-term" levels of fine and ultrafine particles in the atmosphere, significant variations can occur throughout the year, especially during periods of extreme weather.

*Burnett R, Chen H, Szyszkowicz M, et al. Global estimates of mortality associated with long-term exposure to outdoor fine particulate matter. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 2018;* ***115****(38): 9592-7.*

# Climate change and Air pollution

**Climate change, defined** as long-term shift in worldwide or regional climate patterns, is another major contributor to poor air quality.

**Climate change leads** to not only poor mean air quality over time but also to extreme weather events such as heat waves and atmospheric stagnation that can result in dramatic (but usually short-lived) reductions in air quality.

**For example, in one modeling study**, Hong et al showed that the projected climate change over the next 30 years will increase the levels of particulate matter and ozone in the atmosphere by 3-4% in China, even if there is no increase in the size of the population or any meaningful changes in air pollutants that are produced.

*Hong C, Zhang Q, Zhang Y, et al. Impacts of climate change on future air quality and human health in China. Proceedings of the National Academy of Sciences 2019; **116**(35): 17193-200.*

# Air pollution and COPD

Air pollution is a leading risk factor for COPD.

- UK Biobank database
- a cross-sectional study of 303,887 individuals aged 40 to 69 years increased the risk of COPD
  - OR 1.52 per 5 mg/$m^3$ increments in PM2.5; and
  - OR 1.12 per 10 mg/$m^3$ increments in NO2.

*Doiron D, de Hoogh K, Probst-Hensch N, et al. Air pollution, lung function and COPD: results from the population-based UK Biobank study. The European respiratory journal 2019; **54**(1).*

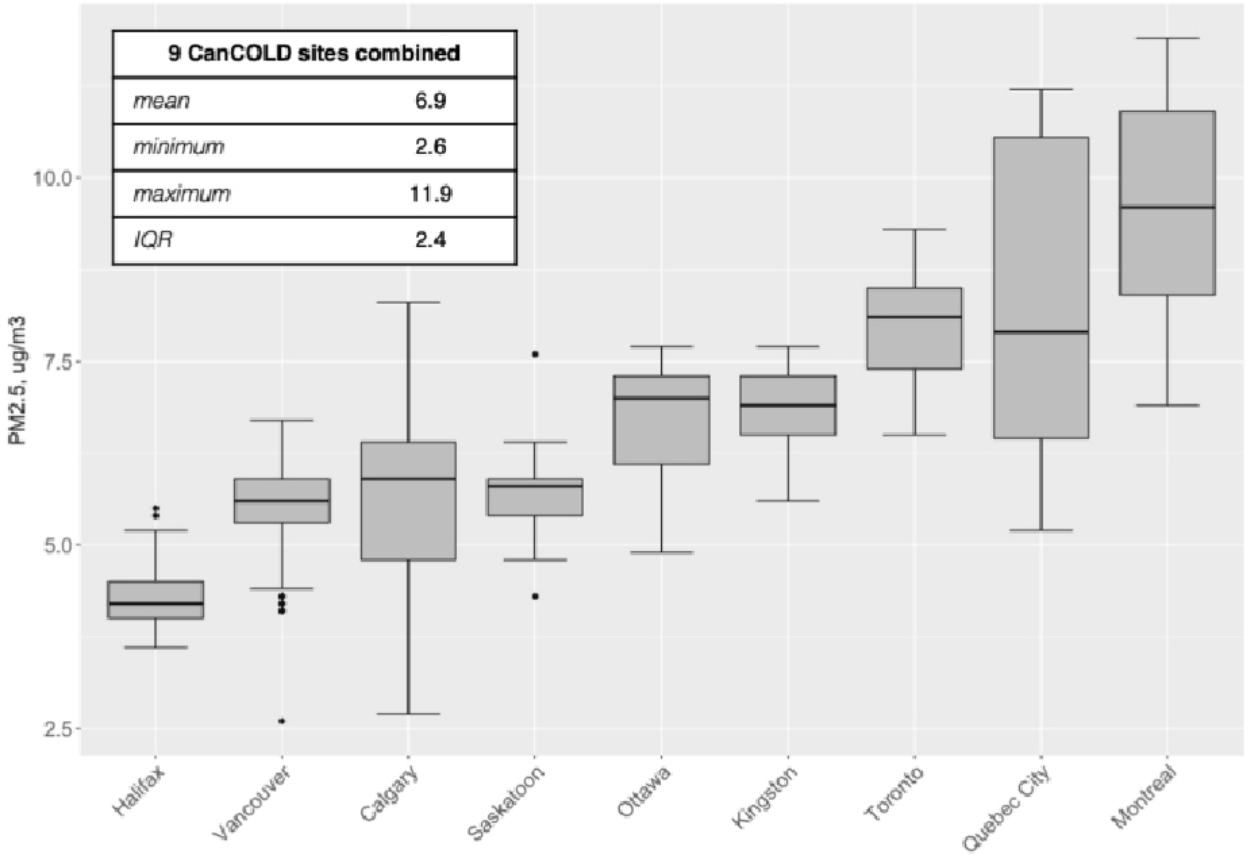
# Air pollution and COPD

Even in countries with low ambient air pollution levels such as Canada, chronic exposure to PM2.5 and NO2

- significantly accelerates lung function decline and
- increases the risk for COPD,
- especially among those with additional risk factors such as dysanapsis

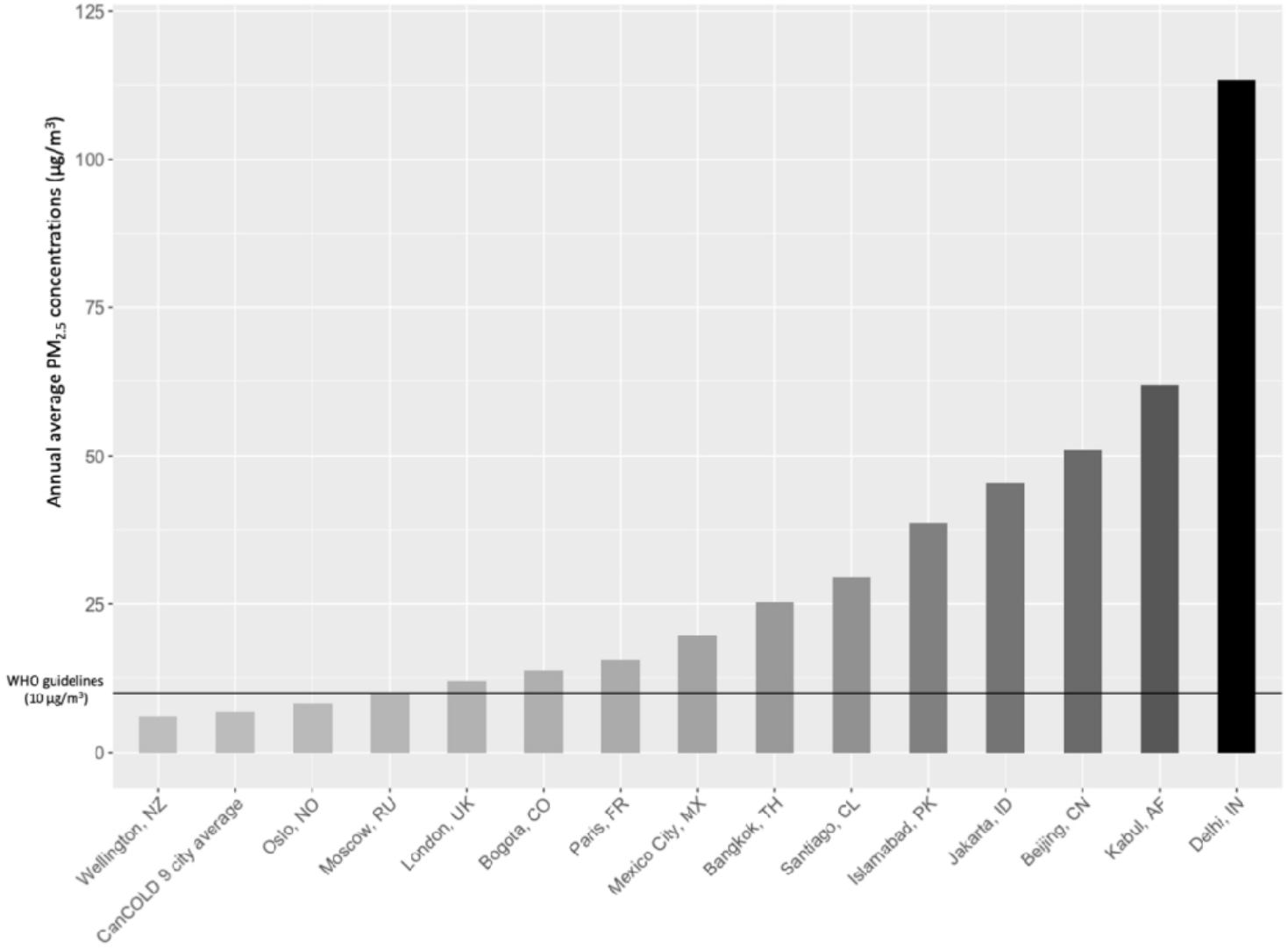
*Bourbeau J, Doiron D, Biswas S, et al. Ambient Air Pollution and Dysanapsis: Associations with Lung Function and Chronic Obstructive Pulmonary Disease in the Canadian Cohort Obstructive Lung Disease Study. American journal of respiratory and critical care medicine 2022;* ***206****(1): 44-55.*

## (A) $PM_{2.5}$ concentrations



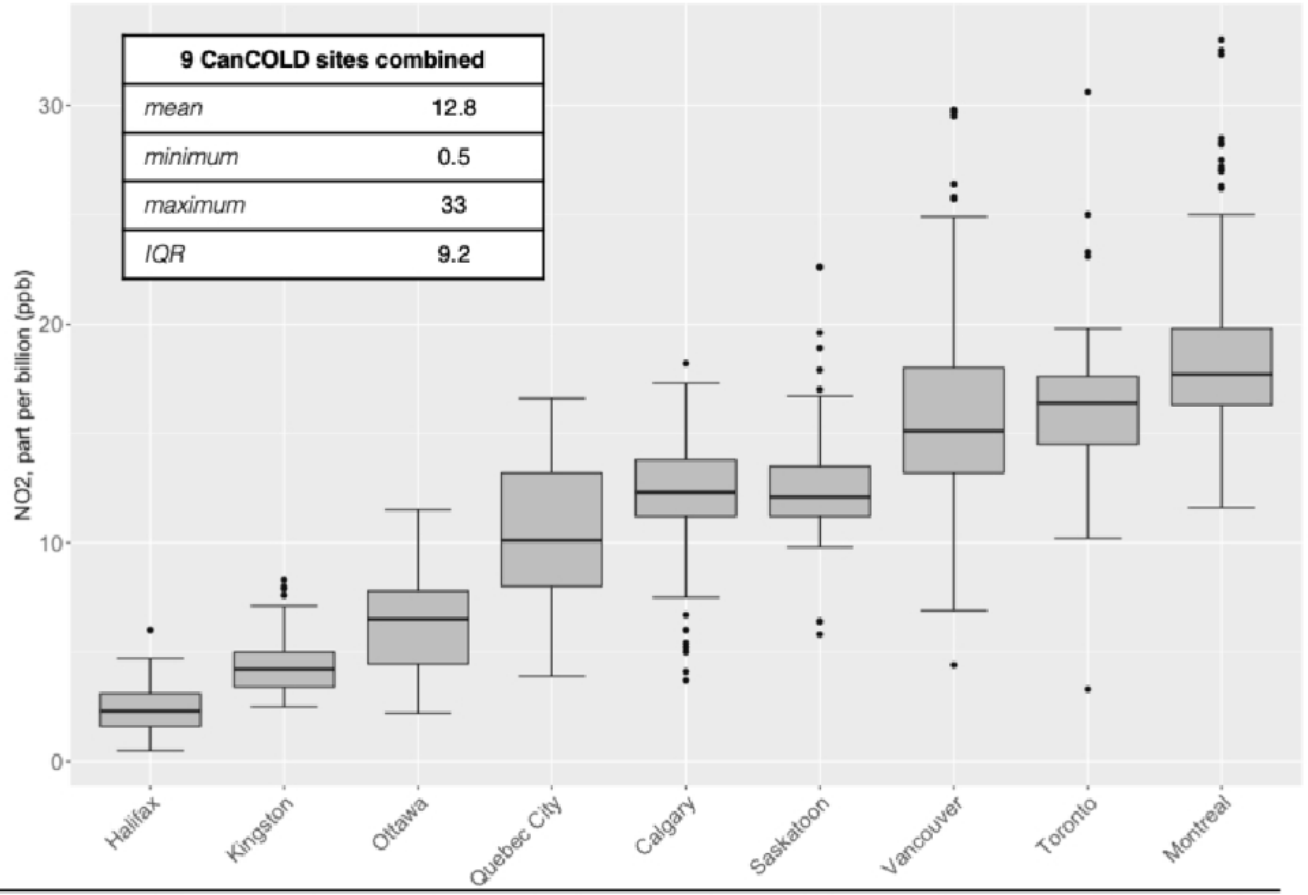

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *mean* | 4. 3 | 5.6 | 5.6 | 5.7 | 6.7 | 6.9 | 8.0 | 8.4 | 9.6 |
| *minimum* | 3.6 | 2.6 | 2.7 | 4.3 | 4.9 | 5.6 | 6.5 | 5.2 | 6.9 |
| *maximum* | 5.5 | 6.7 | 8.3 | 7.6 | 7.7 | 7.7 | 9.3 | 11.2 | 11.9 |
| *IQR* | 1.6 | 0.6 | 1.6 | 0.5 | 1.2 | 0.8 | 1.1 | 4.1 | 2.5 |

*Bourbeau J, Doiron D, Biswas S, et al. Ambient Air Pollution and Dysanapsis: Associations with Lung Function and Chronic Obstructive Pulmonary Disease in the Canadian Cohort Obstructive Lung Disease Study. American journal of respiratory and critical care medicine 2022;* ***206****(1): 44-55.*




*Bourbeau J, Doiron D, Biswas S, et al. Ambient Air Pollution and Dysanapsis: Associations with Lung Function and Chronic Obstructive Pulmonary Disease in the Canadian Cohort Obstructive Lung Disease Study. American journal of respiratory and critical care medicine 2022;* ***206****(1): 44-55.*

## (B) $NO_2$ concentrations




| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *mean* | 2.4 | 4.4 | 6.2 | 10.4 | 12.2 | 12.7 | 15.8 | 16.2 | 18.2 |
| *minimum* | 0.5 | 2.5 | 2.2 | 3.9 | 3.7 | 5.8 | 4.4 | 3.3 | 11.6 |
| *maximum* | 6.0 | 8.3 | 11.5 | 16.6 | 18.2 | 22.6 | 29.8 | 30.6 | 33.0 |
| *IQR* | 1.5 | 1.6 | 3.4 | 5.2 | 2.6 | 2.3 | 4.8 | 3.1 | 3.5 |

*Bourbeau J, Doiron D, Biswas S, et al. Ambient Air Pollution and Dysanapsis: Associations with Lung Function and Chronic Obstructive Pulmonary Disease in the Canadian Cohort Obstructive Lung Disease Study. American journal of respiratory and critical care medicine 2022;* ***206****(1): 44-55.*

# Air pollution with lung function and COPD

| Exposure | n | Lung function | | COPD | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | $FEV_1$ (mL) Beta [95% CI] | $FEV_1/FVC$ (%) Beta [95% CI] | Cases / Non-cases | OR [95% CI] |
| **$PM_{2.5}$ (continuous)** (per IQR increase = 2.4 µg/m³) | 1451 | **-101.7 [-166.2, -37.2]** | -0.6 [-1.7, 0.5] | 691 / 760 | 1.17 [0.89, 1.54] |
| **$PM_{2.5}$ (categorical)** | | | | | |
| **Low** (2.6 to 5.6 µg/m³) | 404 | *Reference* | *Reference* | 199 / 205 | *Reference* |
| **Medium** (5.7 to 8.7 µg/m³) | 768 | **-108.0 [-188.8, -27.3]** | -1.1 [-2.4, 0.3] | 361 / 407 | 1.13 [0.80, 1.59] |
| **High** (8.8 to 11.9 µg/m³) | 279 | **-261.9 [-391.7, -132.1]** | **-2.3 [-4.5, -0.1]** | 131 / 148 | 1.57 [0.90, 2.73] |
| **$NO_2$** (per IQR increase = 9.2 ppb) | 1452 | **-115.0 [-196.5, -33.4]** | -1.1 [-2.5, 0.3] | 691 / 761 | 1.19 [0.84, 1.68] |
| **$NO_2$ (categorical)** | | | | | |
| **Low** (0.5 to 11.3 ppb) | 507 | *Reference* | *Reference* | 227 / 280 | *Reference* |
| **Medium** (11.4 to 22.1 ppb) | 881 | -87.1 [-190.9, 16.8] | -0.8 [-2.5, 1.0] | 431 / 450 | 1.30 [0.84, 2.03] |
| **High** (22.2 to 33 ppb) | 64 | **-268.84 [-434.21, -103.47]** | -2.6 [-5.4, 0.2] | 33 / 31 | 1.58 [0.78, 3.18] |

* All models are adjusted for age, sex, body mass index (BMI), educational level (high school or lower vs. post-secondary education), tobacco status (never smoker / former smoker / current smoker), pack-years smoking, environmental tobacco smoke at home, biomass fuel exposure, respiratory medication intake, and CanCOLD site. Statistically significant results are shown in bold.

*Bourbeau J, Doiron D, Biswas S, et al. Ambient Air Pollution and Dysanapsis: Associations with Lung Function and Chronic Obstructive Pulmonary Disease in the Canadian Cohort Obstructive Lung Disease Study. American journal of respiratory and critical care medicine 2022; **206**(1): 44-55.*

# Interaction to air pollution and airway to lung ratio (highest vs lowest quartiles) on FEV1 and COPD

| | Difference in FEV1 (mL) Beta [95% CI] | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **All participants** | **Highest quartile of airway-to-lung ratio** | **Lowest quartile of airway-to-lung ratio** | **Difference between highest and lowest quartile** | **p-value interaction†** |
| **$PM_{2.5}$** (per IQR increase = 2.4 µg/m³) | **-107.0 [-175.9, -38.0]** | -70.8 [-160.5, 18.9] | **-180.5 [-273.9, -87.2]** | **-109.8 [-209.0, -10.5]** | **0.030** |
| **$NO_2$** (per IQR increase = 9.2 ppb) | **-149.5 [-234.7, -64.2]** | **-185.0 [-306.5, -63.4]** | **-145.3 [-254.8, -35.7]** | 39.7 [-89.9, 169.4] | 0.548 |
| | **Difference in COPD odds OR [95% CI]** | | | | |
| | **All participants** | **Highest quartile of airway-to-lung ratio** | **Lowest quartile of airway-to-lung ratio** | **Relative difference between highest and lowest quartile** | **p-value interaction†** |
| **$PM_{2.5}$** (per IQR increase = 2.4 µg/m³) | 1.22 [0.89, 1.69] | 0.96 [0.62, 1.48] | **1.79 [1.11, 2.88]** | **1.87 [1.12, 3.13]** | **0.015** |
| **$NO_2$** (per IQR increase = 9.2 ppb) | 1.18 [ 0.8, 1.75] | 1.04 [0.58, 1.89] | 1.55 [0.90, 2.65] | 1.48 [0.78, 2.81] | 0.220 |

* All models are adjusted for age, sex, body mass index (BMI), educational level (high school or lower vs. post-secondary education), tobacco status (never smoker / former smoker / current smoker), pack-years smoking, environmental tobacco smoke at home, biomass fuel exposure, respiratory medication intake, dysanapsis (quartiles), and CanCOLD site. Statistically significant results are shown in bold.

†To test for interactions, a product term was included between air pollution and airway-to-lung ratio quartiles.

*Bourbeau J, Doiron D, Biswas S, et al. Ambient Air Pollution and Dysanapsis: Associations with Lung Function and Chronic Obstructive Pulmonary Disease in the Canadian Cohort Obstructive Lung Disease Study. American journal of respiratory and critical care medicine 2022;* ***206****(1): 44-55.*

# Air pollution and AECOPD

Air pollution is likely a major contributor to acute exacerbations of COPD (AECOPD).

A systematic review in 2016 identified 59 primary studies on this topic and in aggregate found that
acute reductions in air quality were associated with increased risk of AECOPD:

- gas constituents of air pollution, strongest relationship in the first day of exposure;
- particulate matters, strongest relationship at day 3 post-peak exposure.

*Li J, Sun S, Tang R, et al. Major air pollutants and risk of COPD exacerbations: a systematic review and meta-analysis. International journal of chronic obstructive pulmonary disease 2016; **11**: 3079-91.*

# Air pollution, climate and AECOPD

**S**hort-term $PM_{2.5}$ and $NO_2$ associations with acute exacerbations of COPD

**Increased ambient concentration of**

- $NO_2$ was associated with symptom-based exacerbations on Lag-3 (1.08 [1.00,1.17], per IQR) in the warm season, and
- $PM_{2.5}$ was associated with symptom-based exacerbations on Lag-1 (1.09 [1.02,1.16], per IQR) in the cool season.
- There was a negative association between $O_3$ and symptom-based events on Lag-3 of the warm season (0.81 [0.66,0.99], per IQR).

*Ross et al. Short-term air pollution exposure and exacerbation events in mild to moderate COPD: A case-crossover study within the CanCOLD cohort . Submitted to Thorax 2022*

CanCOLD

# Air pollution and AECOPD

East London COPD cohort

- followed patients from 1996 to 2015,
- 2-4 days post-peak exposure.
- significant association between ambient concentrations of NOx and increased risk of viral-type but not bacterial-type AECOPDs

*Pfeffer PE, Donaldson GC, Mackay AJ, Wedzicha JA. Increased Chronic Obstructive Pulmonary Disease Exacerbations of Likely Viral Etiology Follow Elevated Ambient Nitrogen Oxides. American journal of respiratory and critical care medicine 2019; **199**(5): 581-91.*

# Air pollution and AECOPD/hospitalisation

In a study in China

- data from 35 monitoring stations across Beijing to determine the relationship between air pollution and risk of hospitalizations related to an AECOPD;
- the relationship was positive such that the highest risk of hospitalization occurred on days with the highest ambient concentrations of PM10, PM2.5 and gases such as SO2;
- these relationships were only statistically significant during the warm season (May to October) and particularly notable in those over 65 years of age and among women

*Liang L, Cai Y, Barratt B, et al. Associations between daily air quality and hospitalisations for acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease in Beijing, 2013–17: an ecological analysis. The Lancet Planetary Health 2019; **3**(6): e270-e9.*

# Air pollution and mortality

$PM_{2·5}$

- the fifth-ranking mortality risk factor in 2015.
- deaths attributable to ambient $PM_{2·5}$ increased from 3·5 million in 1990 to 4·2 million in 2015
- 8% of global COPD deaths were attributed to air pollution
- over 50% of excess mortality related to PM2.5 exposure is cardiovascular in nature

Ozone caused an additional 254 000 (95% UI 97 000–422 000) deaths

*Cohen AJ, Brauer M, Burnett R, et al. Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015. Lancet 2017; **389**(10082): 1907-18.*

# Air pollution and mortality

Modeling study in China
an average 10 mg/m$^3$ increase in ambient PM2.5 levels is associated with ~1% increase in mortality in Beijing and surrounding regions[1]

US study showed that during wildfire smoke filled days, the risk of COPD mortality increases by 14%[2]

*1.Xu M, Sbihi H, Pan X, Brauer M. Modifiers of the effect of short-term variation in PM2.5 on mortality in Beijing, China. Environ Res 2020; **183**: 109066.*
*2.Doubleday A, Schulte J, Sheppard L, et al. Mortality associated with wildfire smoke exposure in Washington state, 2006-2017: a case-crossover study. Environ Health 2020; **19**(1): 4.*

# Conclusion

**Mounting body of evidence to link air pollution with COPD and AECOPDs**

- substantial variability in risk across patients certain anti-oxidant genes and
- airway anatomy may account for individual susceptibility.

Evidence showing that **reduction in air pollution leads to improvements in symptoms and lung function.**

**Best preventive strategy** is to institute policies to lower ambient air pollution levels although during poor air quality episodes, patients with COPD should avoid going outdoors and use indoor air cleaners (with HEPA and carbon filters) to reduce their overall exposure to air pollution particles.

# *Niveaux de polluants de l'air ambient de sources variées au Québec et effets de ceux issus du trafic routier*

Audrey Smargiassi

Professeur, Département de santé environnementale et santé au travail

École de Santé Publique, Centre de Recherche en Santé Publique, Université de Montréal

Chercheure associée, Institut National de Santé Publique du Québec

Chercheure associée, Centre d'Étude de la Forêt

# Plan

- Résultats du rapport international du HEI sur les impacts des polluants du transport sur la santé;

- Concentrations préliminaires en 2015 basées sur un CTM* :
  - PM2.5 de toutes sources et de sources industrielles;
  - NO2 issus du trafic routier et des industries;

- Résultats préliminaires sur la combustion du bois;

* CTM POLAIR3D; Les concentrations ne sont pas basées sur des mesures; aucune donnée de mesures de Réseaux de surveillance ou de modèles LUR sera présentée (certaines informations complémentaires proviendront de MEMS).

# Effets des faibles niveaux de polluants de l'air basés sur des études épidémiologiques selon OMS, US EPA

| Polluants | Problème de santé | Exposition à court terme (journalière) | Exposition à long terme (années) |
|---|---|---|---|
| PM2.5 | Respiratoires | Probablement causale | Probablement causale |
| | Cardiovasculaires | Causale | Causale |
| | Mortalité totale | Causale | Causale |
| | Cancer | NA | Probablement causale |
| NO2 | Respiratoires | Causale | Probablement causale |
| SO2 | Respiratoires | Causale | Preuves insuffisantes |
| O3 | Respiratoires | Causale | Probablement causale |

Huangfu et Atkinson Environ Int 2020; Chen et Hoek, Environ Int 2020; US EPA 2016, 2019, 2020;

# Effets des faibles niveaux de polluants de l'air basés sur des études épidémiologiques selon OMS, US EPA

| Polluants | Problème de santé | Exposition à court terme (journalière) | Exposition à long terme (années) |
|---|---|---|---|
| PM2.5 | Respiratoires | Probablement causale | Probablement causale |
| | Cardiovasculaires | Causale | Causale |
| | Mortalité totale | Causale | Causale |
| | Cancer | NA | Probablement causale |
| NO2 | Respiratoires | Causale | Probablement causale |
| SO2 | Respiratoires | Causale | Preuves insuffisantes |
| O3 | Respiratoires | Causale | Probablement causale |

Huangfu et Atkinson Environ Int 2020; Chen et Hoek, Environ Int 2020; US EPA 2016, 2019, 2020;

# Introduction

- Est-ce que les PM2.5, le NO2 provenant de différentes sources (ex. trafic routier, industries) ont les mêmes effets?
- Comment considérer les effets des mélanges de polluants de l'air issus de différentes sources?
- Comment caractériser les risques associés à des sources spécifiques ?

## HEI PANEL ON THE HEALTH EFFECTS OF LONG-TERM EXPOSURE TO TRAFFIC-RELATED AIR POLLUTION

**Francesco Forastiere (co-chair)** *Visiting Professor, Environmental Research Group, School of Public Health, Faculty of Medicine, Imperial College London, United Kingdom*

**Frederick Lurmann (co-chair)** *Manager of Exposure Assessment Studies, Sonoma Technology, Inc., Petaluma, California*

**Richard Atkinson** *Professor of Epidemiology, Population Health Research Institute, St. George's, University of London, United Kingdom*

**Jeffrey Brook** *Assistant Professor, Occupational and Environmental Health Division, Dalla Lana School of Public Health, University of Toronto, Canada; HEI Research Committee*

**Howard Chang** *Professor, Department of Biostatistics and Bioinformatics, Rollins School of Public Health, Emory University, Atlanta, Georgia*

**Gerard Hoek** *Associate Professor, Institute for Risk Assessment Sciences, Environmental Epidemiology, Utrecht University, the Netherlands*

**Barbara Hoffmann** *Professor of Environmental Epidemiology, Institute of Occupational, Social, and Environmental Medicine, Heinrich Heine University Düsseldorf, Germany; HEI Research Committee*

**Sharon Sagiv** *Associate Adjunct Professor of Epidemiology, Center for Environmental Research and Children's Health, Division of Epidemiology, University of California, Berkeley School of Public Health, Berkeley, California*

**Evangelia Samoli** *Associate Professor of Epidemiology and Medical Statistics, Department of Hygiene, Epidemiology and Medical Statistics, School of Medicine, National and Kapodistrian University of Athens, Greece; HEI Research Committee*

**Audrey Smargiassi** *Associate Professor, Department of Environmental and Occupational Health, School of Public Health, University of Montreal, Quebec, Canada*

**Adam Szpiro** *Associate Professor of Biostatistics, Department of Biostatistics, University of Washington, Seattle*

**Danielle Vienneau** *Assistant Professor (Habilitation), Department of Epidemiology and Public Health, Swiss Tropical and Public Health Institute, Switzerland; and University of Basel, Switzerland*

**Jennifer Weuve** *Associate Professor, Department of Epidemiology, Boston University School of Public Health, Massachusetts*

https://www.healtheffects.org/publication/systematic-review-and-meta-analysis-selected-health-effects-long-term-exposure-traffic

*Trusted Science • Cleaner Air • Better Health*

# Rapport du HEI sur les impacts des polluants du transport sur la santé

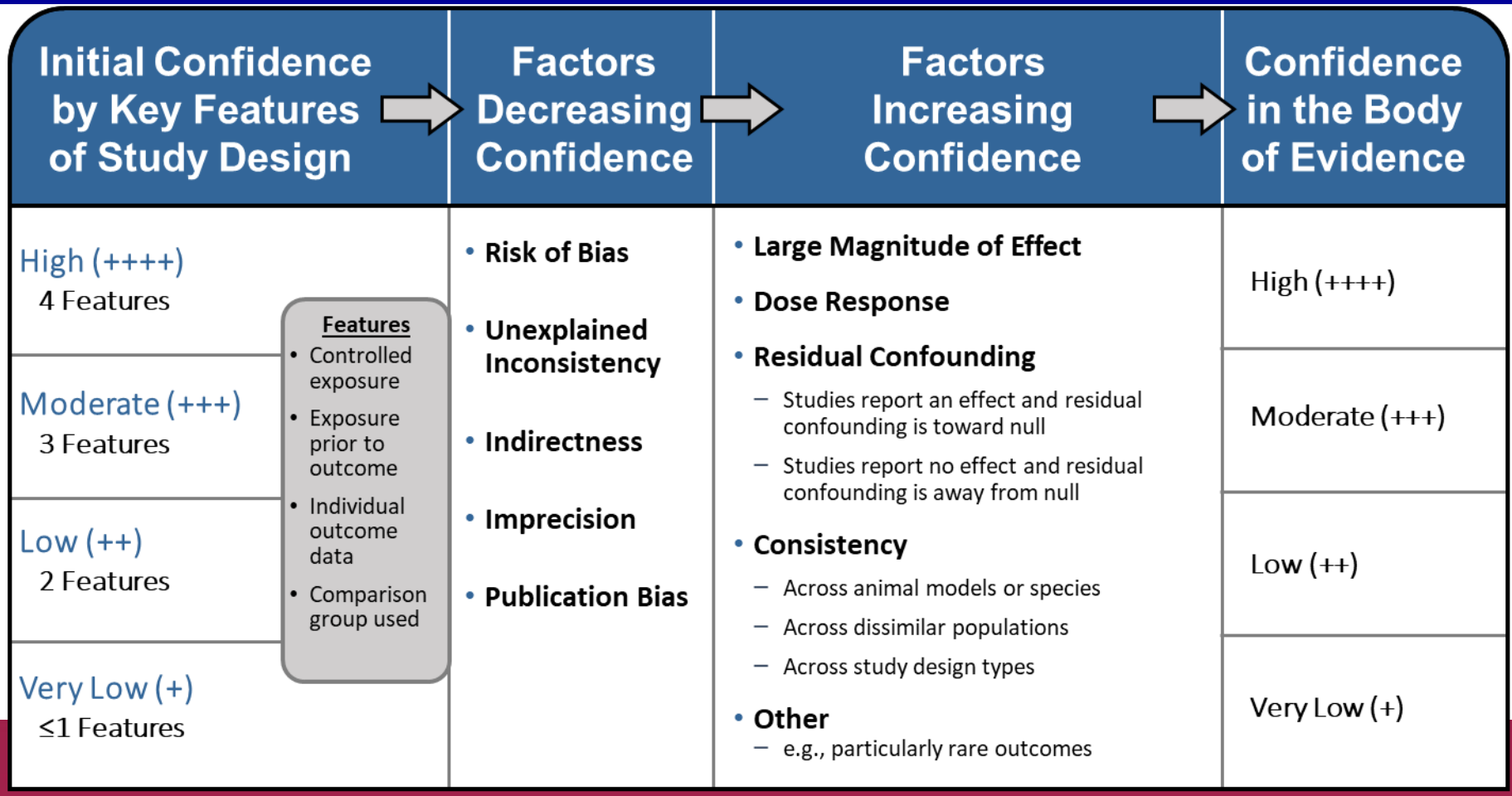
- Revue systématique des études épidémiologiques sur les effets des expositions de longue durée aux polluants du trafic routier; issues de santé (cliniques) avec +++ publications;
- Développement d'un « framework » pour identifier les études spécifiques aux effets des polluants du transport routier;
- Méta-analyses résumant les résultats des études;
- Évaluation du RoB (outil de l'OMS);
- Évaluation de la confiance dans la présence d'une association (outil OHAT/GRADE et évaluation narrative);

**Table 6.4.** Combination of Criteria for All Accepted Combinations

| Exposure Metric | Exposure Assessment Methods | Spatial Resolution "Pollution Surface" | Spatial Resolution "Address" | Spatial Resolution "Address" for Study Identification | Traffic Contribution to Exposure and Other Considerations[a] |
|---|---|---|---|---|---|
| All pollutants from Table 6.1 | Dispersion models or CTMs of traffic emissions or traffic-specific source-tracking/ apportionment | ≤5 km | ≤5 km | Residential address as exact address, neighborhood, census tract or block, or postal code (but not city or county) | Assumed by method |
| All pollutants from Table 6.1 | Dispersion models or CTMs of all sources | ≤5 km | ≤5 km | Residential address as exact address, neighborhood, census tract or block, or postal code (but not city or county) | Judgement needed (e.g., required area adjustment in epidemiological analysis if spatial extent of the study area was >10,000 km², determination of whether exposures met long-term criteria) |
| All pollutants from Table 6.1 | LUR models that contain at least one traffic predictor (e.g., traffic intensity or road density) or broader surrogate of traffic (e.g., address density, household density, population density, impervious surface) | ≤5 km | ≤5 km | Residential address as exact address, neighborhood, census tract or block, or postal code (but not city or county) | Judgement needed (e.g., required area adjustment if spatial extent of the study area was >10,000 km², determining whether exposures met long-term criteria) |
| All pollutants from Table 6.1 except $PM_{10}$, $PM_{coarse}$, and $PM_{2.5}$ | Surface, satellite, and personal monitoring | ≤5 km; operationalized as up to 5 km between the residence and the monitor, or up to 10 km between monitors, or at least one site per 50 km² | ≤5 km | Residential address as exact address, neighborhood, census tract or block, or postal code (but not city or county) | Judgement needed (e.g., unclear monitor density, determination of whether exposures met long-term criteria) |
| $PM_{10}$, $PM_{coarse}$, $PM_{2.5}$ | Surface, satellite, and personal monitoring | Excluded | Excluded | Excluded | Excluded |
| Indirect traffic measures (metrics based on distance or traffic density) | Objective | ≤1,000 m from a highway or a major road | ≤100 m | Residential address as exact address or detailed postal code (i.e., street segment) | Assumed by method |

NO2, NOx, PM2.5, UFP, EC, CO, HAP, benzène et quelques autres

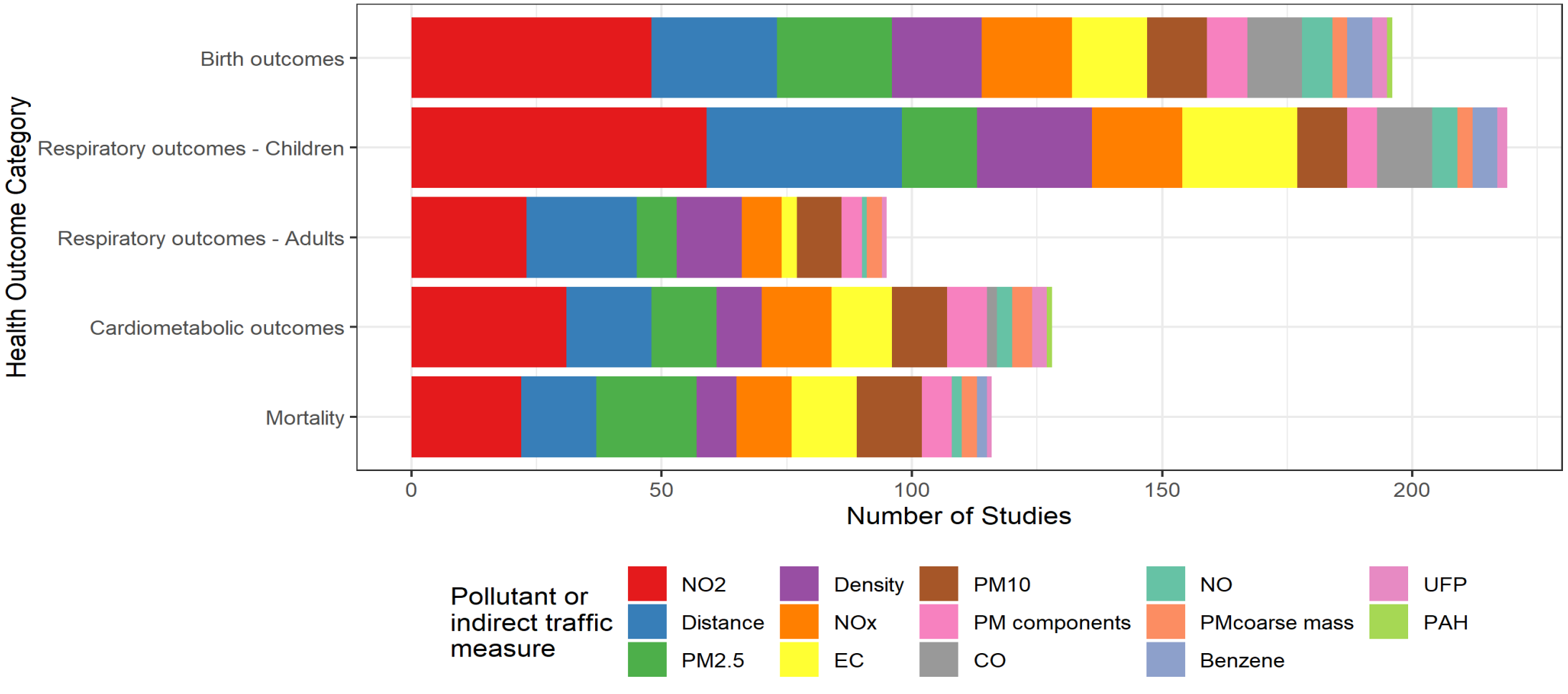
# Confiance dans la qualité des preuves (OHAT 2019 modifié* – approche GRADE**-)

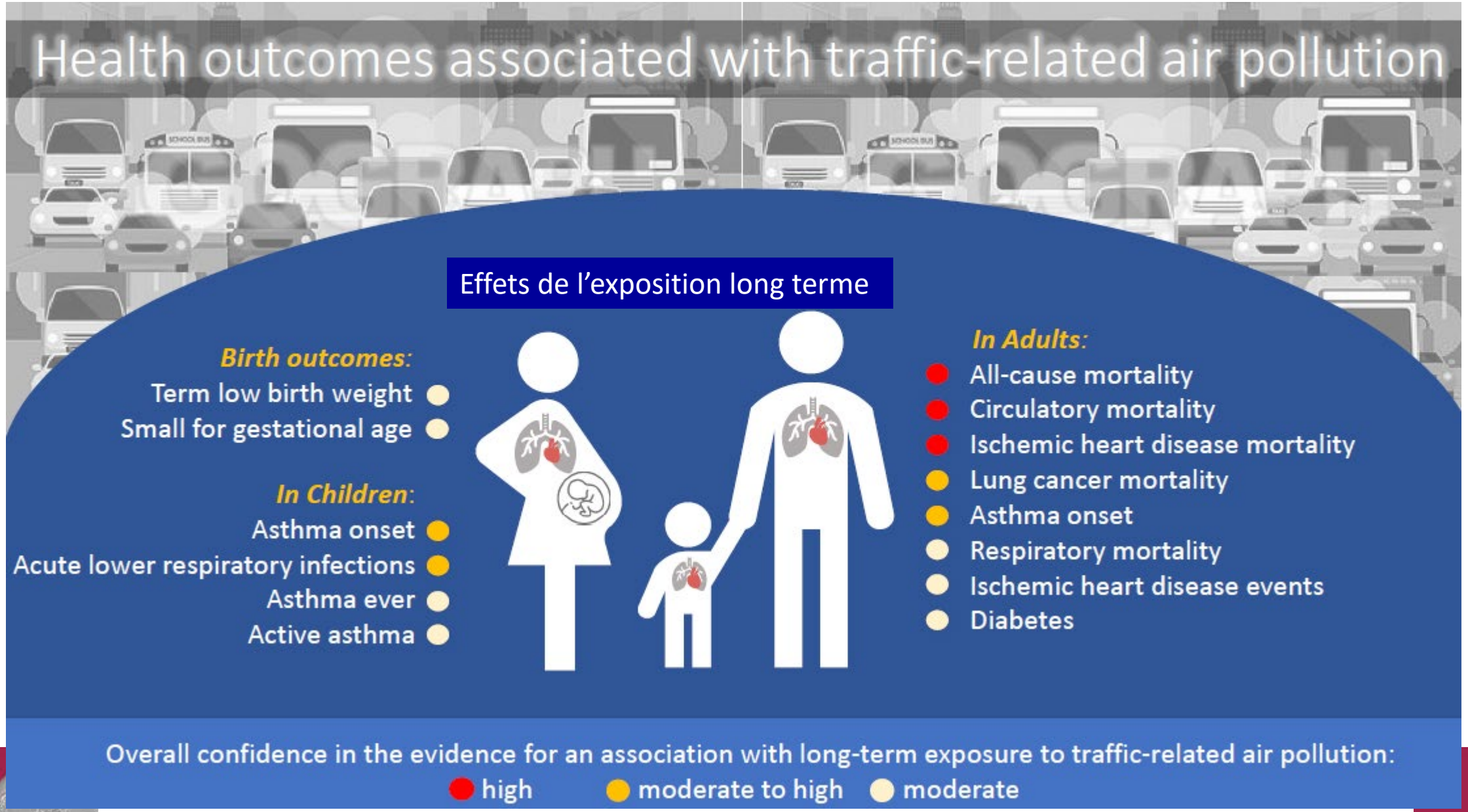



*Office of Health Assessment and Translation (OHAT), 2019. Handbook. National Toxicology Program, National Institute of Environmental Health Sciences, U.S. Dept of Health and Human Services.

**Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation (GRADE). 2013. Handbook

# Nombre d’études par issue de santé et polluant






Footnote: health outcomes for which the overall confidence in the evidence was low-to-moderate, low or very low are not in the picture

.

# Quels sont les impacts des polluants pour les populations locales?

Fonction Concentration(expositions)-Réponse

(RR-1/RR)

×

Nombre de cas d'asthme

=

Nombre de cas attribuables

Fraction d'événements de santé attribuables à l'exposition:
(RR-1)/RR:
eInRR*(exposition1-exposition2)-1)/eInRR*(exposition1-exposition2)

# Quelles fonctions Concentration-Réponse (i.e. RR) choisir pour les polluants du trafic routier et des industries?

Research | Children's Health

A Section 508–conformant HTML version of this article is available at http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1509838.

## Childhood Exposure to Ambient Air Pollutants and the Onset of Asthma: An Administrative Cohort Study in Québec

*Louis-Francois Tétreault,[1,2] Marieve Doucet,[3,4] Philippe Gamache,[3] Michel Fournier,[2] Allan Brand,[3] Tom Kosatsky,[5] and Audrey Smargiassi[1,3,6]*

[1]Department of Environmental and Occupational Health, School of Public Health University of Montreal, Montréal, Québec, Canada; [2]Direction de santé publique, Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux (CIUSSS) Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal, Montréal, Québec, Canada; [3]Institut national de la santé publique du Québec, Québec, Québec, Canada; [4]Department of Medicine, Laval University, Québec, Québec, Canada; [5]British Columbia Centre for Disease Control, Vancouver, British Columbia, Canada; [6]Université de Montréal Public Health Research Institute, Montréal, Québec, Canada

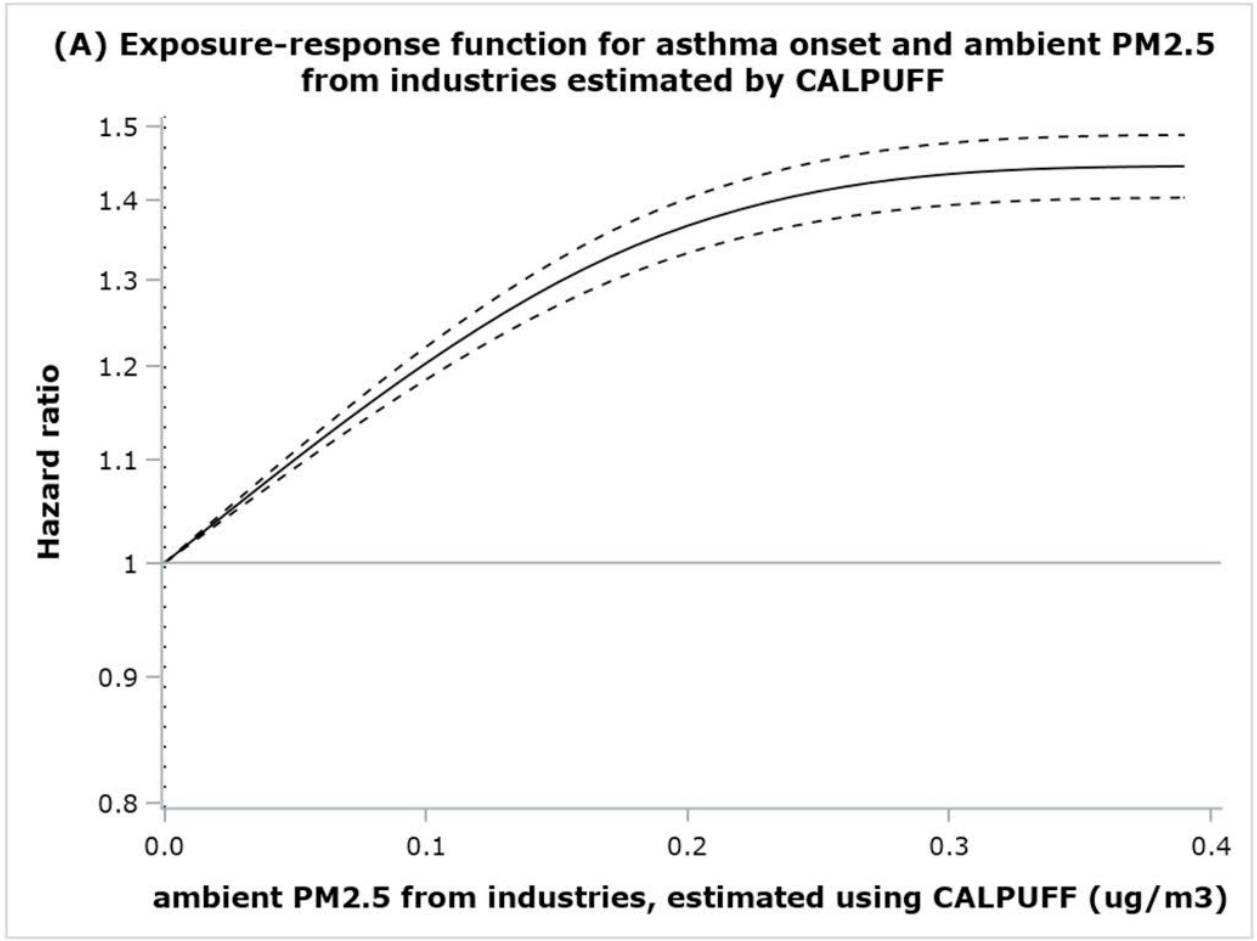
**Table 5.** Associations between asthma onset and time-varying air pollutant levels, per interquartile range increase in pollutant levels at the residential address.[a]

| Pollutant | Sample size | Interquartile range | Hazard ratios (9 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Crude | Model 1[b] | Model 2[c] |
| $NO_2$[d] | 216,746 | 5.27 ppb | 1.10 (1.08–1.12)* | 1.07 (1.05–1.09)* | 1.04 (1.03–1.06)* |
| $O_3$[e] | 829,277 | 3.26 ppb | 1.10 (1.09–1.11)* | 1.13 (1.11–1.14)* | 1.07 (1.06–1.08)* |
| $PM_{2.5}$[f] | 1,133,938 | 6.53 µg/m$^3$ | 1.31 (1.30–1.33)* | 1.32 (1.31–1.33)* | 1.33 (1.31–1.34)* |

[a]Exposures based on annual levels. [b]Associations adjusted for sex and indexes of social and material deprivation. [c]Associations adjusted for year of birth, sex, indices of social and material deprivation. [d]Restricted to the Montreal subcohort, 1996 to 2006. [e]For the years 1999–2010. [f]For the years 1996–2011. *$p < 0.001$.

# Association entre les niveaux de PM2.5 des industries du Québec (CALPUFF) et le développement de l'asthme infantile

Buteau et al, Environ Res 2020




(µg/m3)

* Inclut des splines pour PM2.5, l'année à l'entrée, le sexe et l'indice de Pampalon; l'âge est l'axe de temps du modèle Cox.

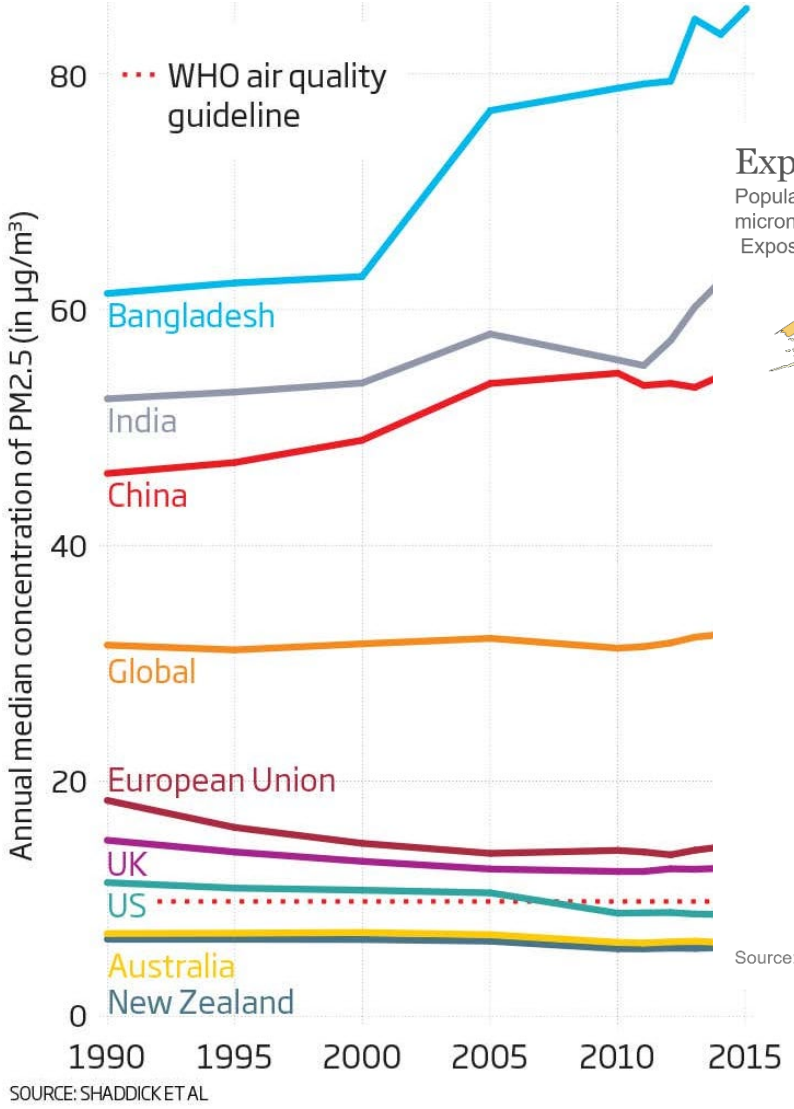
# Quelles fonctions Concentration-Réponse (i.e. RR) choisir pour les polluants du trafic routier et des industries?

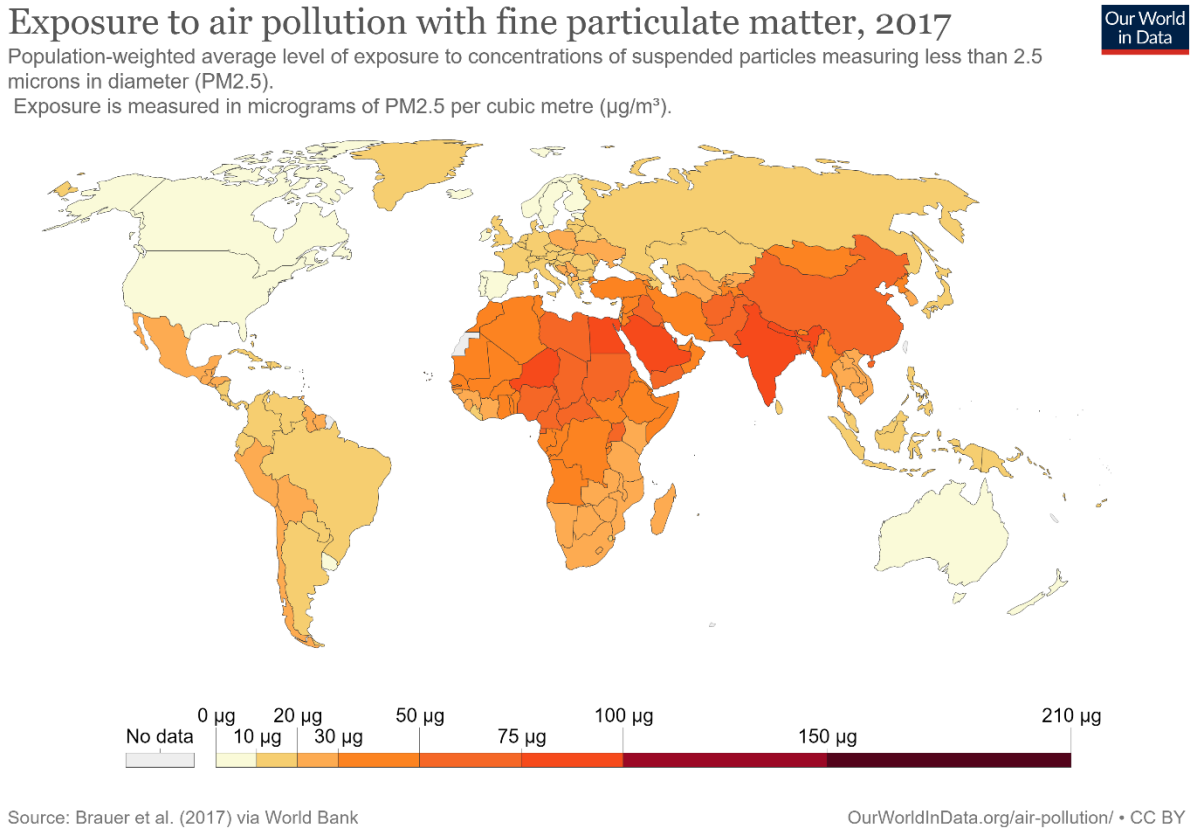
- Les estimés d'association (RR) ne considèrent pas la composition des particules; Certaines particules (ex.%> As, Ni) pourraient être plus ou moins toxiques;

- L'effet du mélange de polluants n'est pas non plus considéré.*

*Dans le rapport du HEI nous avons évalué l'effet du trafic routier en considérant que chaque polluant comme le NO2 ne représentait pas uniquement les effets de ce polluant mais bien l'effet du mélange.

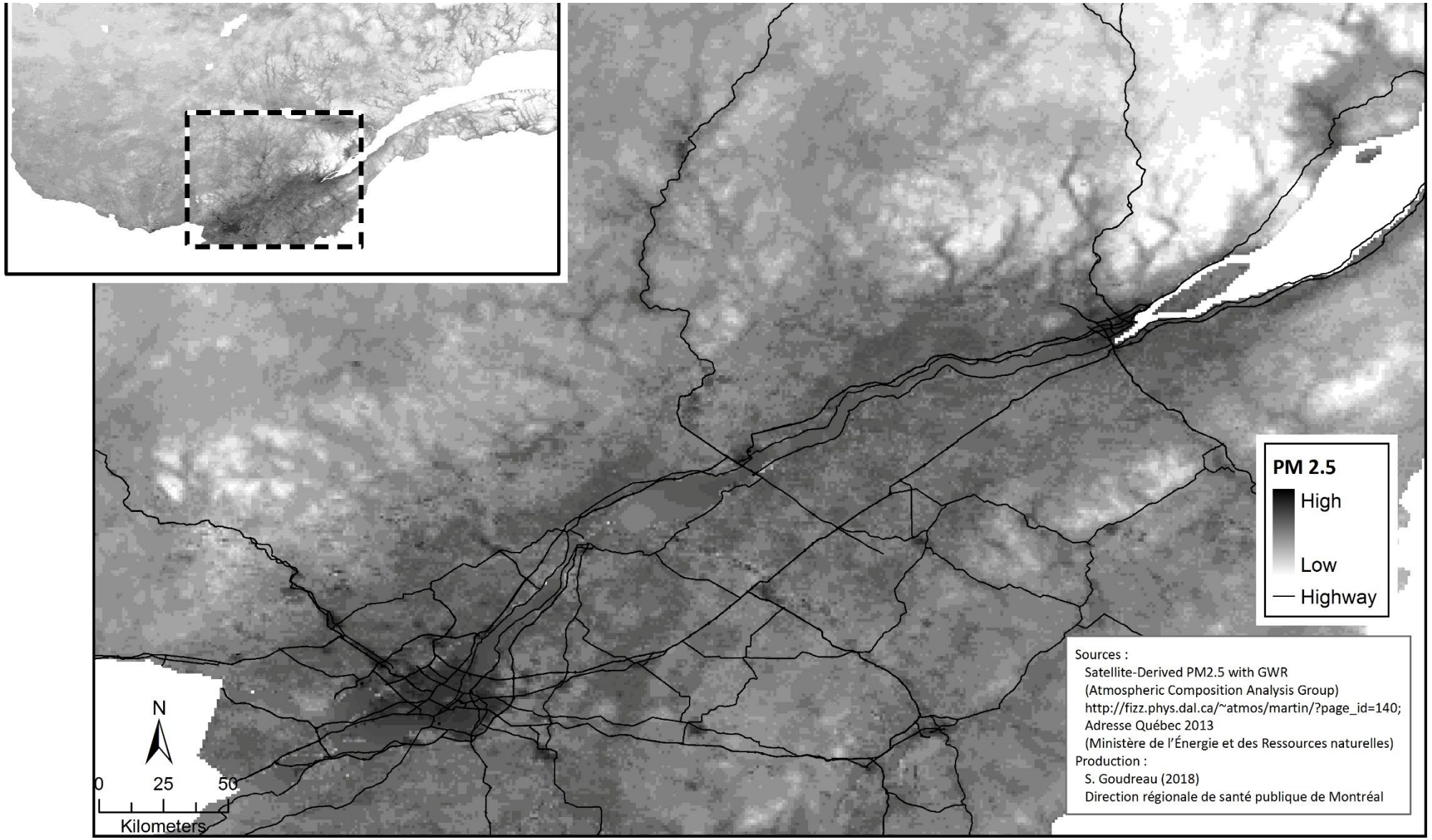
# Concentrations mondiales de PM2.5



# Global Estimates of Ambient Fine Particulate Matter Concentrations from Satellite-Based Aerosol Optical Depth: Development and Application

*Aaron van Donkelaar,[1] Randall V. Martin,[1,2] Michael Brauer,[3] Ralph Kahn,[4] Robert Levy,[4] Carolyn Verduzco,[1] and Paul J. Villeneuve[5,6]*



# Conclusions

- Il existent différentes sources de polluants communs (i.e. PM2.5, NO2, SO2) à Québec, incluant les industries, le trafic routier et les sources lointaines.
- La composition des particules et les niveaux d'exposition de la population à certains toxiques (ex. métaux) sont mal documentés au Québec.
- Contrairement aux risques pour la santé associés aux polluants du transport routier, ceux associés à des toxiques, de même qu'aux polluants de sources spécifiques (ex. Combustion du bois, sources industrielles) sont aussi mal documentés.

# Considérations de santé publique pour éclairer la réflexion sur les recommandations et la communication

Philippe Robert, MD, MSc
Médecin spécialiste en santé publique et médecine préventive
Direction de santé publique du CIUSSS de la Capitale-Nationale
30 août 2022

# Plan

01 **Acceptabilité et perception des risques**

02 **Politiques publiques**

03 **Équité**

Présentation réalisée à la demande des coprésidents du GTCA, sur les thèmes des politiques publiques et des communications

# 01
# Perception et acceptabilité

# Comment déterminer si le risque pour la santé est « acceptable » ? Ou quelles mesures sont justifiées ?

- Normes réglementaires québécoises ?
- Lignes directrices de l'OMS ?
- Pour les organismes réglementaires : > 1/1 000 000 à 1/10 000 ?
- Comparaisons avec d'autres quartiers/villes ?
- Acceptabilité pour le public et les parties prenantes ?

# Comment déterminer si le risque pour la santé est « acceptable » ? Ou quelles mesures sont justifiées ?

L'acceptabilité du risque est un « jugement de valeur résultant d'une démarche scientifique et sociale au terme de laquelle est prise une décision relative à un risque supplémentaire imposé à un groupe dûment informé et impliqué »

« L'acceptabilité face à un risque peut varier significativement d'un individu à l'autre et d'un groupe d'individus à l'autre. Ce jugement doit donc tenir compte notamment de la perception du risque par les parties prenantes concernées, du contexte (social, économique, etc.) et des valeurs en présence. »

INSPQ. 2012. La gestion des risques en santé publique au Québec : cadre de référence. https://www.inspq.qc.ca/evaluation-et-gestion-des-risques

# Perception du risque par le public

**Certains facteurs font que les risques sont perçus comme plus graves :**

- Peu de bénéfices pour les personnes elles-mêmes
- Involontaires
- Contrôlés par d'autres
- Perçus comme injustes
- D'origine humaine (plutôt que naturelle)
- Manque de confiance envers les sources/responsables
- Affectent les enfants
- Etc.

Covello V., et Milligan P. *Risk Communication Risk Communication – Principles, Tools, & Techniques*. Center for Change/Risk Communication, March, 11, 2010. https://www.nrc.gov/docs/ML1015/ML101590283.pdf

# Perception du risque à la santé

Ces facteurs peuvent faire en sorte que les risques sont perçus de manière plus grande pour la pollution issue de sources industrielles, que pour la pollution issue des transports ou du chauffage au bois.

# Mise en perspective

Sous réserve de méthodologies et populations différentes ; seulement pour donner un ordre de grandeur.

| Taux de mortalité par 100 000 habitants | Facteur de risque ou condition |
|---|---|
| 82 | Obésité au Canada (GBD 2019) |
| 56 | Cholestérol LDL élevé au Canada (GBD 2019) |
| 47 | Particules fines à Québec (Santé Canada 2021) |
| 37 | Consommation d'alcool au Canada (GBD 2019) |
| 31 | Cancer du sein au Québec, chez les femmes (SCC 2017) |
| 30 | Cancer colorectal au Québec (SCC 2017) |
| 16 | Faible activité physique au Canada (GBD 2019) |
| 4 | Dioxyde d'azote à Québec |

Santé Canada. 2021. Les impacts sur la santé de la pollution de l'air au Canada : Estimation de la morbidité et des décès prématurés – rapport 2021
Société canadienne du cancer (SCC). 2017. Statistiques canadiennes sur le cancer 2017.
IHME. 2019. Global Burden of Disease Study (GBD)

# Une bonne communication pour une bonne compréhension

**Permettre aux citoyens de se faire leur propre idée du risque**, mais traduire les probabilités d'une manière compréhensible (éviter les probabilités du type 1/100 000)

- « Dans la ville X, 150 personnes décèdent chaque année du cancer. Si la qualité de l'air reste la même durant toute la vie des citoyens, un décès de plus surviendra tous les X ans »

**Proposer des comparaisons** pertinentes :

- Les mêmes effets sur la santé (ex: décès par cancer ou maladies cardiovasculaires)
- Une autre exposition involontaire et de même nature (ex: les contaminants entre eux)

Cortin, V. et al. 2018. *La communication des risques à la santé*. INSPQ. https://www.inspq.qc.ca/publications/2406

# 02
# Politiques publiques

# L’importance du « cadrage »

La manière dont la problématique est présentée influencera les solutions proposées :

- Un problème local, spécifique à Limoilou, ou l’illustration d’une problématique plus large au Québec grâce à la mobilisation des citoyens?
- Un problème environnemental, une problématique de santé, ou une opportunité d’améliorer la santé des citoyens tout en atteignant nos cibles de réduction des GES ?

# Agir à la source passe par des actions collectives intersectorielles

Par exemple :

- Réglementation du chauffage au bois et subvention pour les poêles à faibles émissions
- Aménagement du territoire (quartiers plus denses et complets, réallocation de l'espace routier)
- Investissements pour une mobilité durable
- Optimiser les mécanismes de régulation des émissions des industries

Synergie avec :

- Réduction des GES
- Politique de mobilité durable
- Politique nationale d'architecture et d'aménagement du territoire

# Processus d’élaboration des politiques publiques

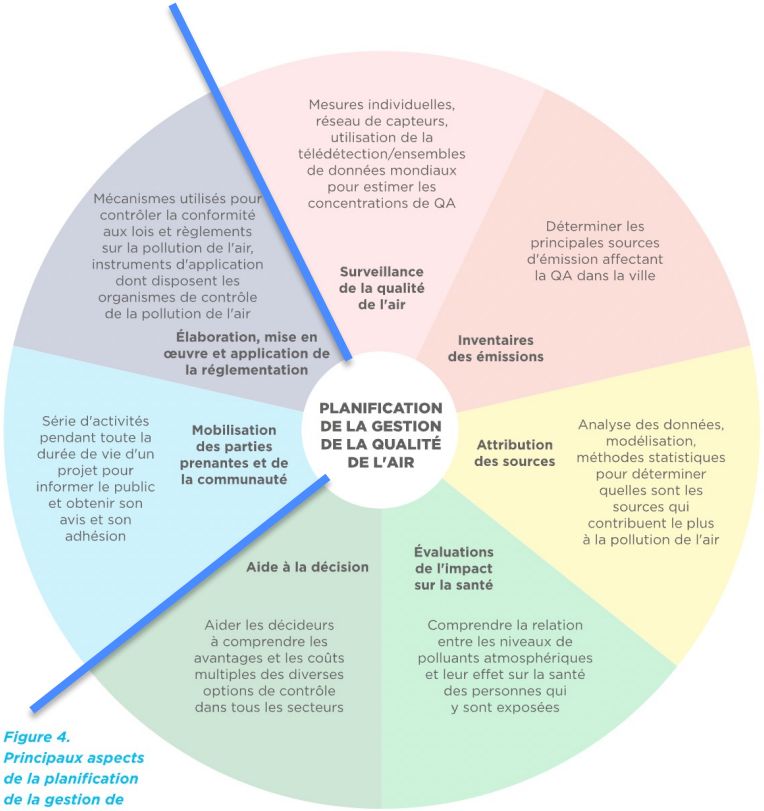



***Figure 4. Principaux aspects de la planification de la gestion de la qualité de l’air[d]***

[d] Veuillez noter que la figure n’explique pas le processus de planification de la gestion de la qualité de l’air dans son intégralité, car il existe d’autres aspects de la planification de la gestion de la qualité de l’air qui ne sont pas détaillés dans ce cadre.

C40. 2022. Cadre pour l'intégration de la gestion de la qualité de l'air et de la planification des actions pour le climat.

# Analyses des options de politiques publiques

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Effets** | Efficacité | Quels sont les effets de la politique étudiée sur le problème de santé visé? | Pérennité |
| | Effets non recherchés | Quels sont les effets non recherchés de cette politique? | |
| | Équité | Quels sont les effets de cette politique pour différents groupes? | |
| **Application** | Coûts | Quels sont les coûts financiers de cette politique? | |
| | Faisabilité | Cette politique est-elle techniquement faisable? | |
| | Acceptabilité | Les parties prenantes acceptent-elles cette politique? | |

Morestin, F. 2012. Un cadre d'analyse de politique publique : guide pratique. Centre de collaboration nationale sur les politiques publiques et la santé. https://www.inspq.qc.ca/publications/1635

# Analyses des options de politiques publiques

- Comment le comité abordera-t-il les options de politiques qui sont par nature complexes, intersectorielles et à long terme ?
- Quelles dimensions seront considérées (coûts, faisabilité technique, acceptabilité pour le public, équité, éthique …) ?
- Sur quelle base sera jugée la faisabilité ?
- Le comité pourra-t-il estimer l'impact des mesures qu'il recommandera ? Le comité peut-il proposer des scénarios qui permettraient différentes réductions du fardeau sanitaire de la pollution de l'air ? (ex: Pathways-AQ)
- Les mesures proposées protègent-elles les personnes les plus exposées ou vulnérables ?
- Les coûts et autres effets des mesures seront-ils répartis équitablement ?

# Principe de précaution

*Advenant qu'il persiste des incertitudes :*

« lorsqu'il y a un risque de **dommage grave ou irréversible**,

l'**absence de certitude scientifique** complète ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard

l'adoption de **mesures effectives** visant à prévenir une dégradation de l'environnement »

[Loi sur le développement durable]

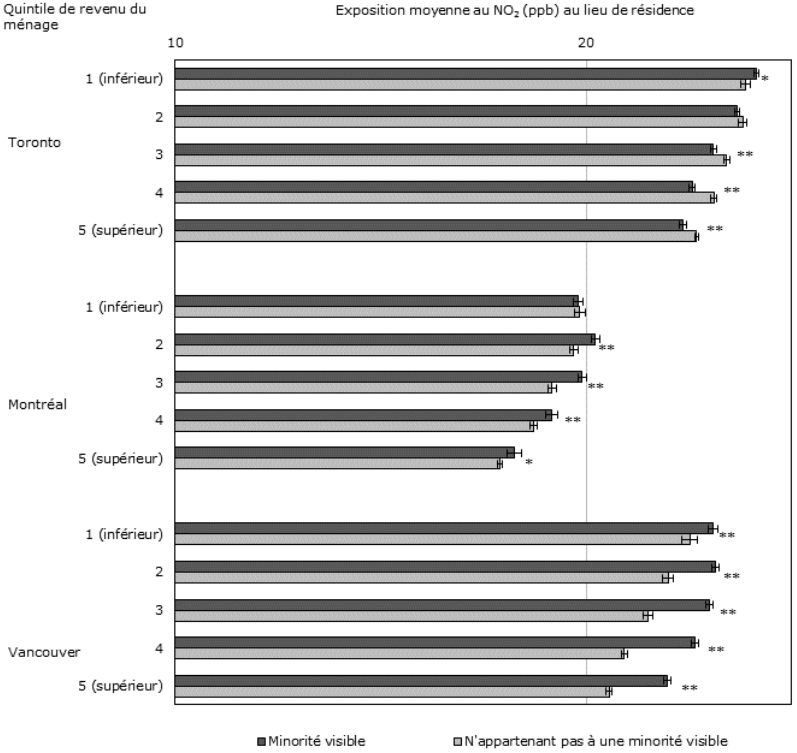
03

# Pour une réponse équitable

Les personnes moins nanties sont généralement :

- plus exposées à la pollution de l'air
- plus susceptibles de présenter des maladies chroniques
- moins en mesure d'accéder aux services de santé lorsqu'elles sont malades
- plus susceptibles d'être malades ou de décéder prématurément

**Figure 1**
**Exposition moyenne à la pollution de l'air par le dioxyde d'azote ($NO_2$) en milieu résidentiel, selon le quintile de revenu du ménage et l'appartenance à une minorité visible, population de 0 à 17 ans, Toronto, Vancouver et Montréal, 2006**




* différence significative entre les enfants appartenant à une minorité visible et les enfants n'appartenant pas à une minorité visible ($p < 0,05$)

** différence significative entre les enfants appartenant à une minorité visible et les enfants n'appartenant pas à une minorité visible ($p < 0,001$)

I = Intervalle de confiance de 95 %

**Note :** Les résultats du test post-hoc de Tukey-Kramer sont fournis pour l'écart d'exposition entre les enfants appartenant à une minorité visible et les enfants de race blanche dans chaque quintile de revenu pour chaque ville.

**Sources :** Recensement du Canada de 2006; Environnement Canada, Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique.

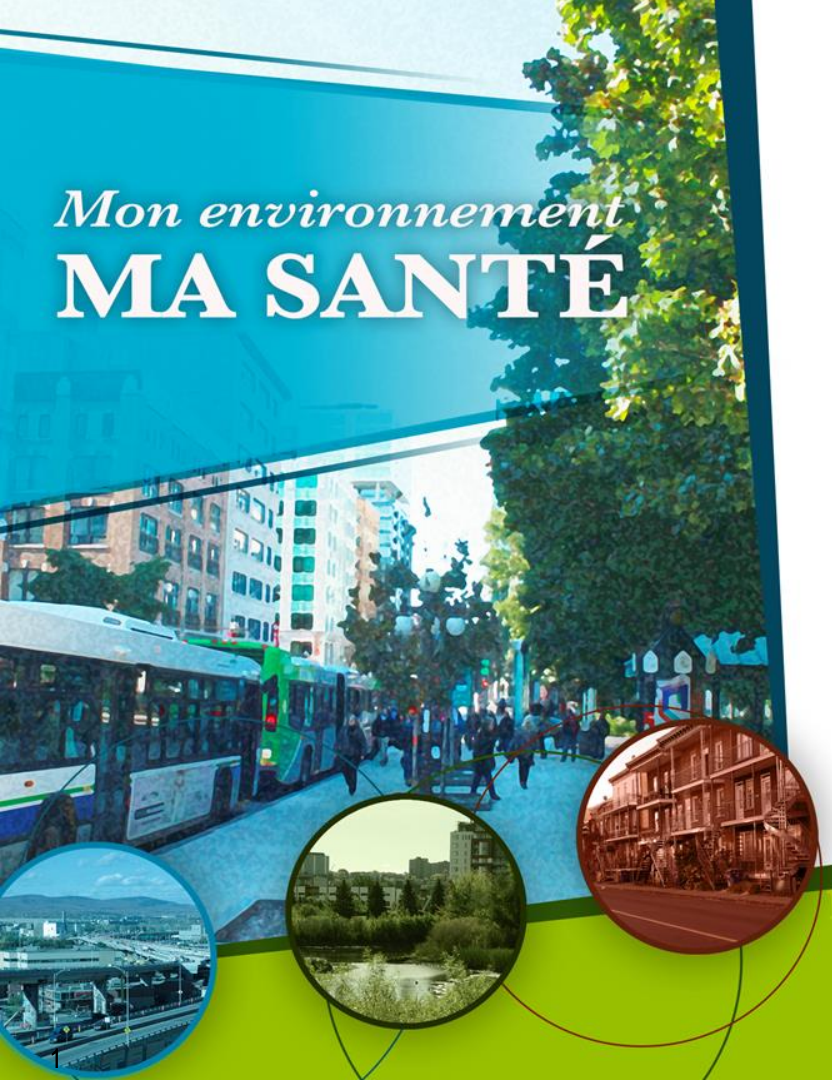

Pinault et al. 2016. *Différences d'ordre socioéconomique dans l'exposition à la pollution de l'air ambiant par le dioxyde d'azote chez les enfants des trois plus grandes villes canadiennes.* Statistique Canada. https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/82-003-x/2016007/article/14644-fra.htm

# Justice environnementale

« traitement juste des personnes de toutes races, cultures et revenus, lors du développement, de l'implantation et du contrôle des lois, réglementations et politiques environnementales »

[CalEPA, traduction libre]

California Environmental Protection Agency. https://calepa.ca.gov/envjustice/




# PROJET
# « MON ENVIRONNEMENT, MA SANTÉ »

Direction de santé publique
de la Capitale-Nationale
7 septembre 2022

LIMOILOU • VANIER • BASSE-VILLE

Centre intégré
universitaire de santé
et de services sociaux
de la Capitale-Nationale

Québec

Mon environnement
MA SANTÉ

# Objectif de MEMS

*« Le projet MEMS a été mis sur pied afin de documenter la situation et intervenir de façon globale et concertée pour améliorer la santé dans ces quartiers en agissant sur les facteurs environnementaux. »*

*La question de recherche : « Quelle est la part des problèmes de santé respiratoire et cardiovasculaire des citoyens des secteurs de Limoilou, Vanier et Basse-Ville attribuable à la qualité de l'air extérieur? »*

© Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale

# Structure du projet

**Comité-conseil**

- Décisions sur les orientations
- Recommandations à la Ville de Québec
- Recommandations aux parties prenantes

**Comité-scientifique**

- Soutien scientifique à la réalisation de la recherche

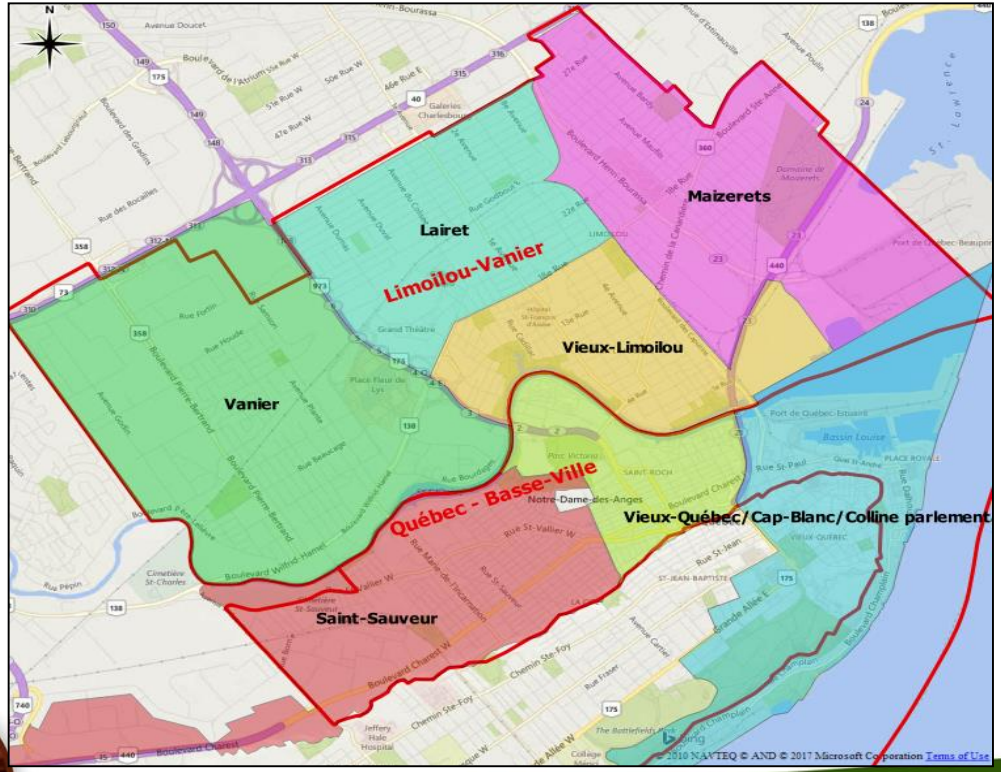
**Équipe de projet**
DSPublique et Chercheurs

- Réalisation de la recherche
- Rapports d'avancements des travaux
- Rapport de recherche final

© Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale

Mon environnement
MA SANTÉ

# Zone à l'étude






© Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale

Mon environnement
MA SANTÉ

# Activités scientifiques

**Population et territoire**

**1** ISS dans LVBV

**Poussières**

**4** PST et métaux

**5** $PM_{2,5}$

**Contaminants de l'air**

**2** La modélisation des rejets de polluants industriels

**3** Modélisation de l'air et du bruit par LUR

**6** Estimation du fardeau de l'asthme et des maladies cardiaques attribuable aux contaminants atmosphériques

**7** Comparer avec le fardeau du tabac

© Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale

Mon environnement MA SANTÉ

# Livrables

1. Portrait des inégalités sociales de santé dans la Basse-Ville et Limoilou-Vanier (Mars 2018)
2. Cadrage du projet (Juin 2018)
3. Activités scientifiques (Février 2019)
4. Bilan initial de la qualité de l'air extérieur et de ses effets sur la santé (Février 2019)
5. Portrait des particules en suspension et des métaux dans l'air de la Ville de Québec
6. Portrait de la pollution de l'air à Québec et de certains de ses impacts sur la santé des résidents des territoires des CLSC Limoilou–Vanier et Québec–Basse-Ville

© Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale

Mon environnement MA SANTÉ

# Partenaires

- Ville de Québec (appui financier et technique)
- MELCC (contribution équipement, partage de données et ressources humaines)
- INSPQ (expertise; Audrey Smargiassi et Stéphane Buteau [chercheurs principaux])
- DSPublique Montréal (expertise)
- Santé Canada (projet, appui financier, expertise et technique)
- Industries (expertise, partage de données et prêt d'équipement)
- Comités de vigilance (CVI et CVAP)
- Conseils de quartier de la Ville de Québec
- Conseil régional de l'environnement de la Capitale-Nationale
- Vivre en Ville

© Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale

# Inégalités sociales de santé dans Basse-Ville et Limoilou-Vanier et Bilan initial de la qualité de l'air extérieur

**Groupe de travail sur les contaminants atmosphériques (GTCA)**

Christian Riel-Roberge, conseiller en santé environnementale
Direction de santé publique (DSPublique) du CIUSSS de la Capitale-Nationale

Le 7 septembre 2022 (4e rencontre)

Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale
Québec

# INÉGALITÉS SOCIALES DE SANTÉ DANS BASSE-VILLE ET LIMOILOU-VANIER (2018)

Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale
Québec

https://www.ciusss-capitalenationale.gouv.qc.ca/sites/d8/files/docs/SantePublique/fas_iss_basse-ville-limoilou-vanier_2018-04-06.pdf

# Inégalités sociales de santé (ISS)

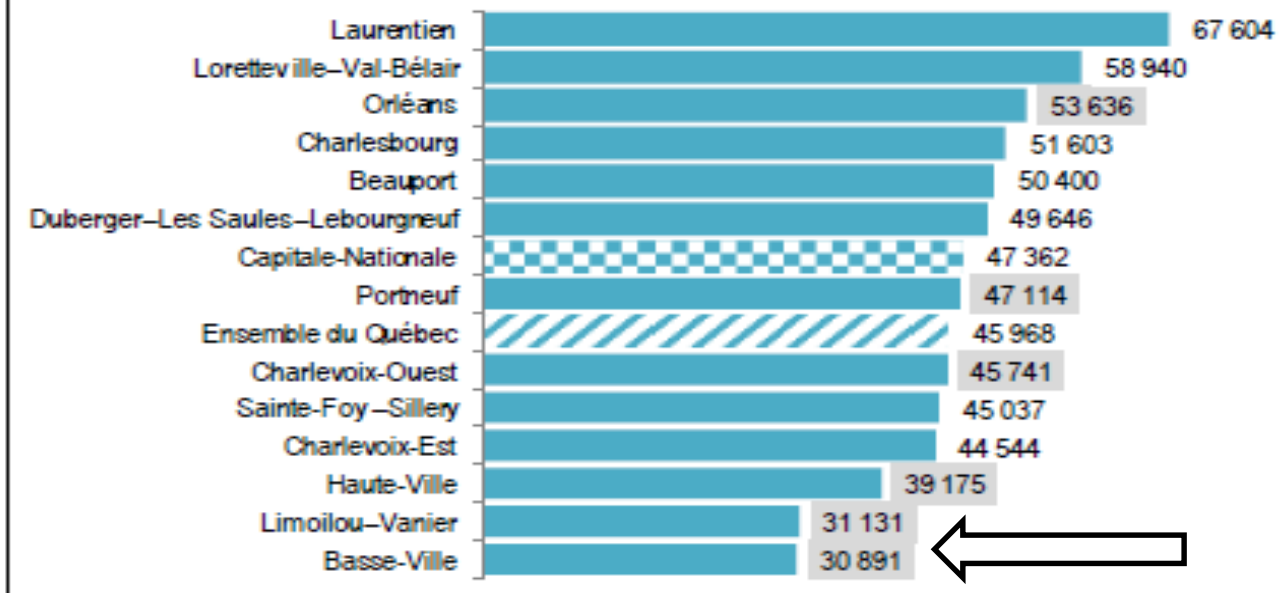
Les inégalités sociales de santé (ISS) sont des écarts ou différences dans l'état de santé, dans l'accès aux ressources ou dans les habitudes de vie entre des groupes sociaux. Ces groupes sont définis soit par le territoire de résidence, la catégorie socioéconomique comme le revenu ou la scolarité, la communauté culturelle, le genre, la structure du ménage, un indice écologique, etc.

Les ISS sont pour la plupart évitables et injustes, car elles sont provoquées par une redistribution inéquitable des ressources. Elles ne sont pas le fruit du hasard ni du choix personnel des individus.

Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale
Québec

# Inégalités dans l'accès au revenu

Figure 1.
Revenu médian ($) des ménages après impôt en 2010




Dans Basse-Ville et Limoilou–Vanier, le revenu médian des ménages est très inférieur à celui de l'ensemble du Québec.

- Par rapport à l'ensemble des ménages de la Capitale-Nationale, le revenu médian est :
  - **35 % plus bas** dans Basse-Ville;
  - **34 % plus bas** dans Limoilou–Vanier.

- La tendance temporelle ne peut être établie parce que le revenu est exprimé en dollars courants. Les comparaisons temporelles doivent se faire avec des dollars constants. De plus, il n'est pas recommandé de comparer les données de l'ENM 2011 aux données antérieures du Recensement canadien.

# Espérance de vie

Figure 14.
Espérance de vie à la naissance,
nombre moyen d'années, 2010 à 2014

Comparaison par test au seuil 0,05 avec le reste du Québec
Position avantageuse | Position comparable | Position désavantageuse

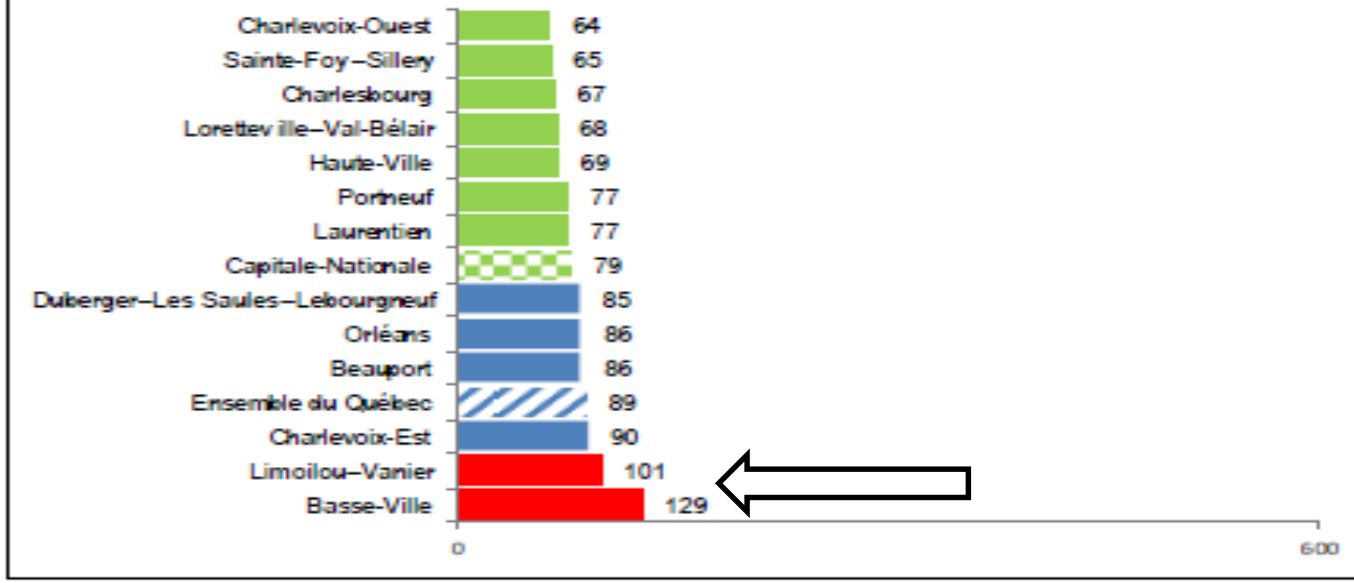
Dans Basse-Ville et Limoilou–Vanier, l'espérance de vie à la naissance est significativement plus courte que celle du reste du Québec.

- Par rapport à l'espérance de vie dans la Capitale-Nationale, on projette que les personnes nées durant la période 2010-2014 vivront :
  - **6 années de moins** dans Basse-Ville;
  - **2,8 années de moins** dans Limoilou–Vanier.

- Dans ces deux territoires comme ailleurs, l'espérance de vie s'allonge continuellement. Pour la période 1989 à 1993, l'espérance de vie était de 72 ans dans Basse-Ville et de 75,7 ans dans Limoilou–Vanier.

# Mortalité par maladie coronarienne

Figure 17.
Mortalité par cardiopathies ischémiques,
taux annuel moyen ajusté pour 100 000 personnes, 2010 à 2014




Comparaison par test au seuil 0,05 avec le reste du Québec
Position avantageuse Position comparable Position désavantageuse

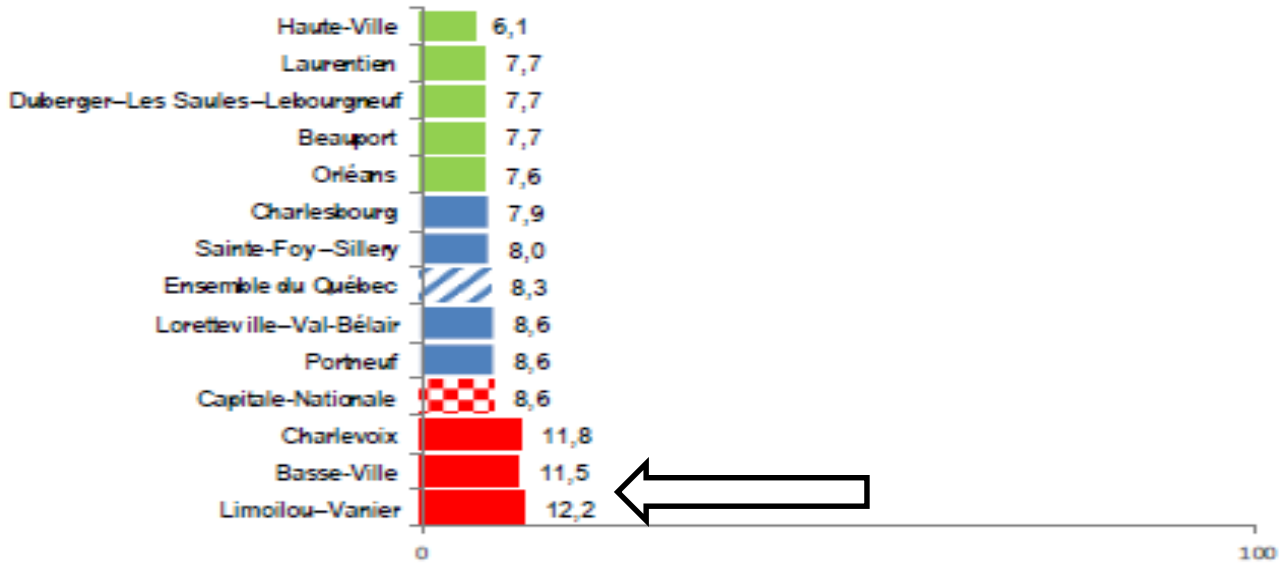
Dans Basse-Ville et Limoilou–Vanier, le taux de mortalité par cardiopathies ischémiques est significativement plus élevé que celui du reste du Québec.

- Par rapport à l'ensemble de la Capitale-Nationale, le taux de mortalité par cardiopathies ischémiques est :
  - **1,6 fois plus élevé** dans Basse-Ville;
  - **1,3 fois plus élevé** dans Limoilou–Vanier.

- Dans ces deux territoires comme ailleurs, il y a une tendance à la baisse de cette cause de mortalité. Le taux était de 195 p.100 000 dans Basse-Ville et de 143 p.100 000 dans Limoilou–Vanier pour la période 2000 à 2004.

# Maladie pulmonaire obstructive chronique (MPOC)

Figure 9.
Prévalence des diagnostics de MPOC chez les 35 ans et plus, taux annuel ajusté pour 100 personnes, 2015-2016




Comparaison par IC au seuil 0,01 avec le reste du Québec
Position avantageuse | Position comparable | Position désavantageuse

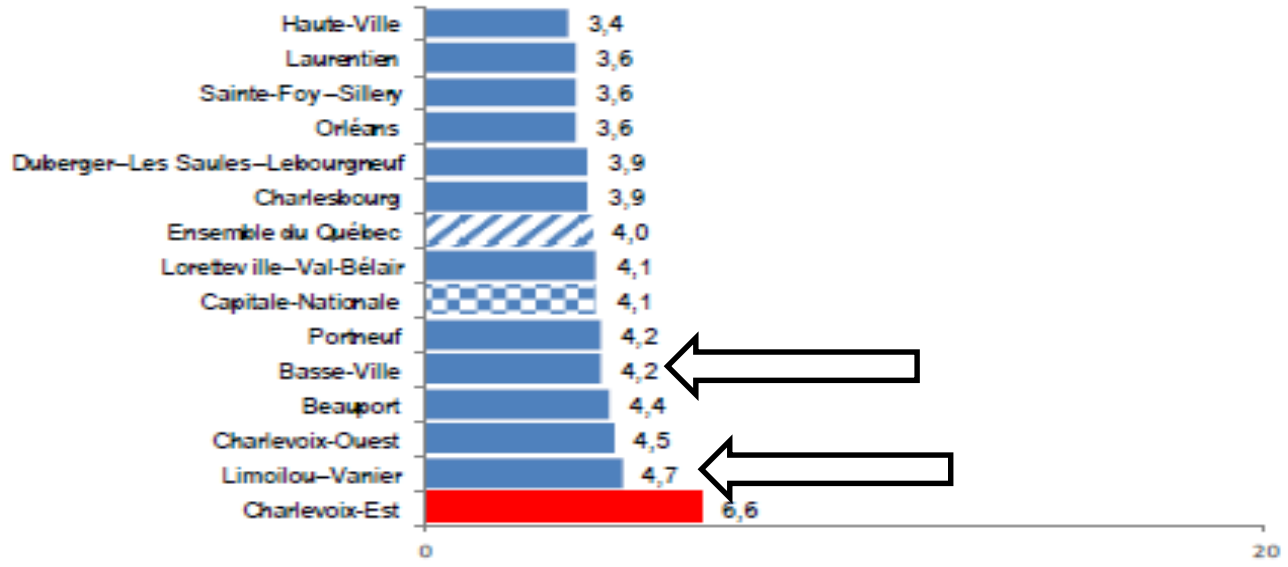
Dans Basse-Ville et Limoilou–Vanier, le taux de prévalence des diagnostics MPOC chez les 35 ans et plus est significativement plus élevé que celui du reste du Québec.

- Par rapport à l'ensemble de la Capitale-Nationale, le taux de prévalence des diagnostics MPOC chez les 35 ans et plus est :
  - **1,3 fois plus élevé** dans Basse-Ville.
  - **1,4 fois plus élevé** dans Limoilou–Vanier.

- Dans ces deux territoires comme ailleurs, il y a une légère diminution de la prévalence des MPOC depuis 2011-2012, conséquence directe de la diminution du tabagisme.

# Asthme

Figure 10.
Incidence des diagnostics d'asthme chez les 1 an et plus, taux annuel ajusté pour 1 000 personnes, 2015-2016




Comparaison par IC au seuil 0,01 avec le reste du Québec
Position avantageuse Position comparable Position désavantageuse

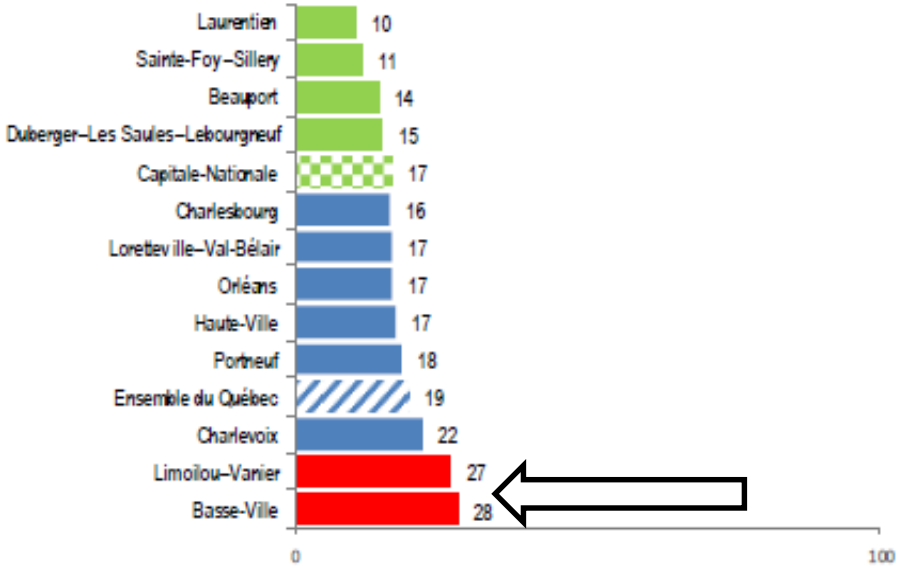
Dans Basse-Ville et Limoilou–Vanier, le taux d'incidence (nouveaux cas) des diagnostics d'asthme chez les 1 an et plus est comparable à celui du reste du Québec.

- Par rapport à l'ensemble des 1 an et plus de la Capitale-Nationale, le taux des nouveaux diagnostics d'asthme est :
  - **sans différence significative** dans Basse-Ville;
  - **sans différence significative** dans Limoilou–Vanier.

- Dans ces deux territoires comme ailleurs, il y a une tendance à la diminution des nouveaux diagnostics d'asthme. Le taux était de 8,2 p.1 000 dans Basse-Ville et de 8,0 p.1 000 dans Limoilou–Vanier en 2001-2002.

# Habitudes de vie : tabagisme

Figure 8.
Fumeurs de cigarettes, proportion ajustée (%) chez les 15 ans et plus, Capitale-Nationale, 2014-2015




Comparaison par test au seuil 0,05 avec le reste du Québec

Position avantageuse | Position comparable | Position désavantageuse

Dans Basse-Ville et Limoilou–Vanier, la proportion de fumeurs de cigarettes chez les 15 ans et plus est significativement plus élevée que celle du reste du Québec.

- Par rapport à l'ensemble des 15 ans et plus de la Capitale-Nationale, la proportion de fumeurs est :
  - **1,7 fois plus élevée** dans Basse-Ville;
  - **1,6 fois plus élevée** dans Limoilou–Vanier.

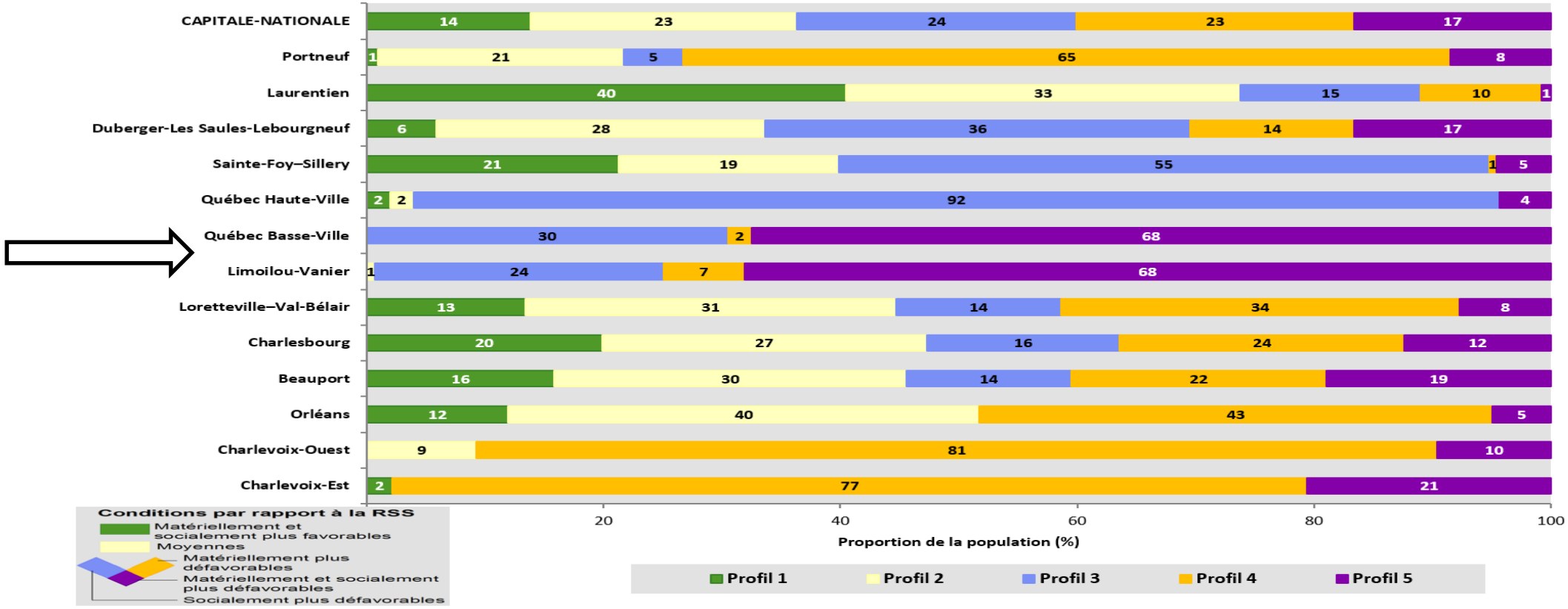
- Dans ces deux territoires comme ailleurs, l'usage de la cigarette a diminué de manière importante. La proportion de fumeurs était de 37 % en 2007-2008 .

*Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale*

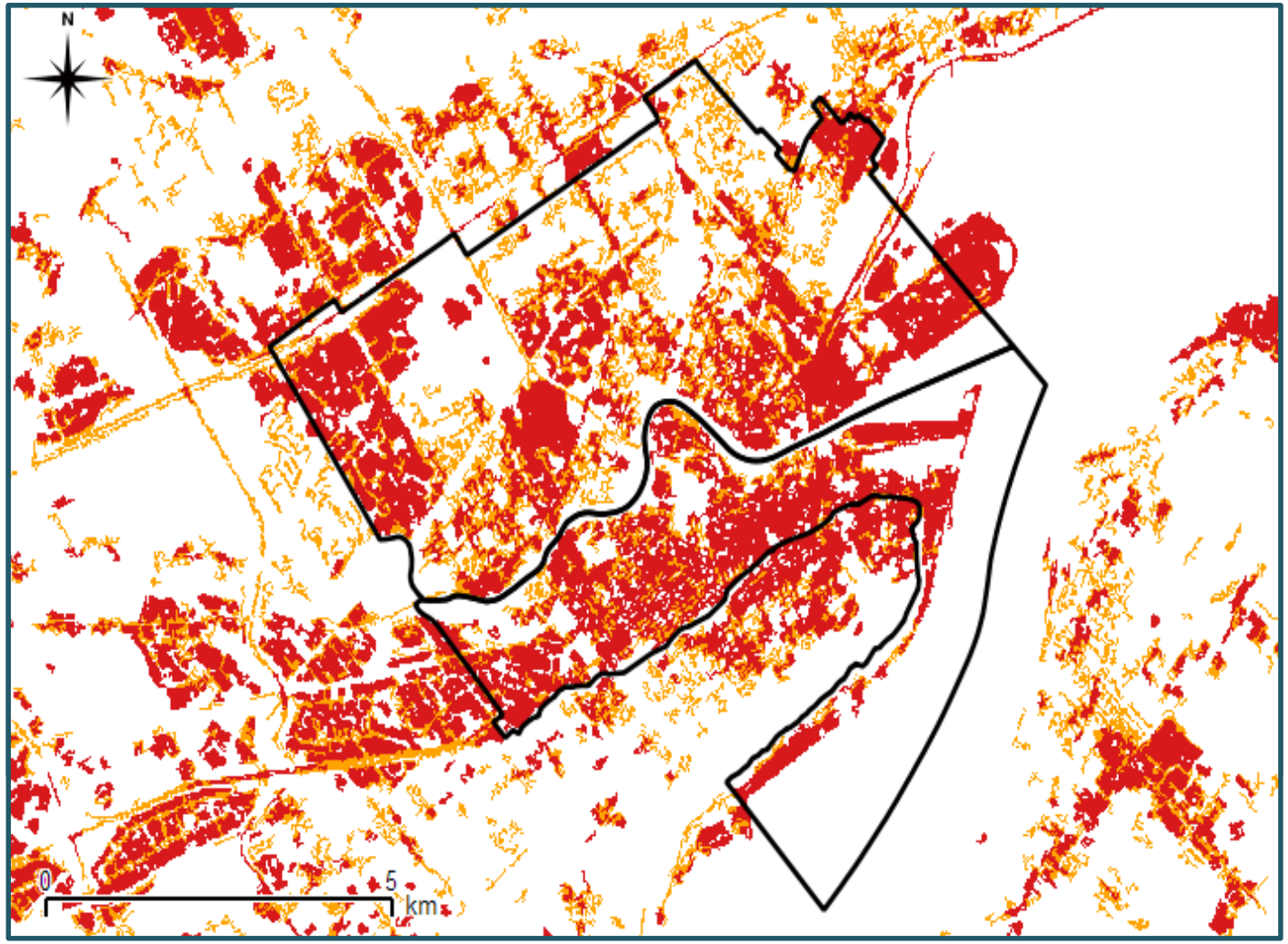
Québec

# Cumul de risque

Cumul des facteurs défavorables et manque de ressources chez les individus pour en atténuer les effets, sur le plan des grands déterminants et sur le plan de la santé.



# Cumul de risque - Exemples




Îlots de chaleur urbains dans les territoires de CLSC Limoilou-Vanier et Québec-Basse-Ville.

Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale

Québec

# BILAN INITIAL DE LA QUALITÉ DE L'AIR EXTÉRIEUR (2019)

Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale
Québec



https://www.ciusss-capitalenationale.gouv.qc.ca/sites/d8/files/docs/ProfSante/SPU/bilan_initial_qae_2019-09-06_table_matieres_corrigee.pdf

# Particules en suspension totales (PST)

- Diminution des concentrations moyennes pour Vieux-Limoilou et Vanier (Parc Victorin-Beaucage).
- Dépassements de la norme à 16 et 8 reprises pour ces stations.

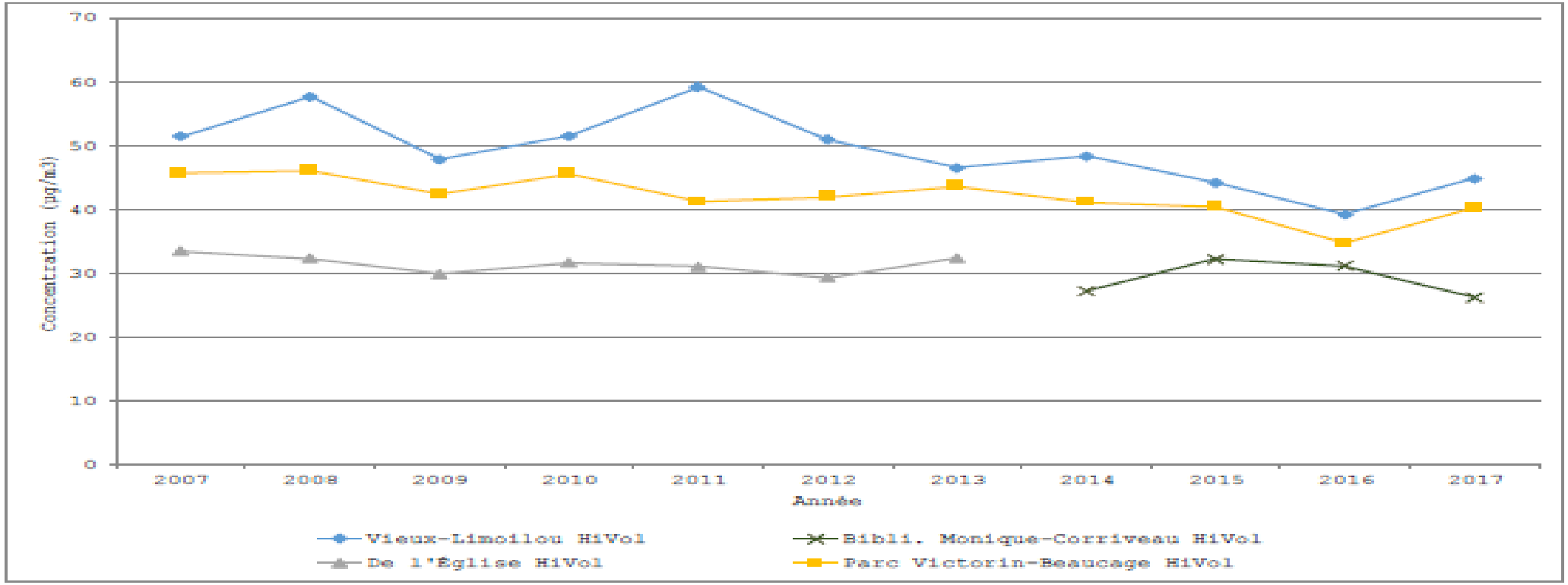



*Fig. 4 - Concentrations moyennes annuelles de PST, 2007 à 2017, région de la Capitale-Nationale, stations Vieux-Limoilou, De l'Église, Bibliothèque Monique-Corriveau et Parc Victorin-Beaucage*

# $PM_{10}$

Concentration annuelle : dépasse la recommandation actuelle de l'OMS (15 µg/m$^3$), mais en diminution.

Concentrations quotidiennes : 24 dépassements de l'ancienne recommandation de l'OMS (50 µg/m$^3$).

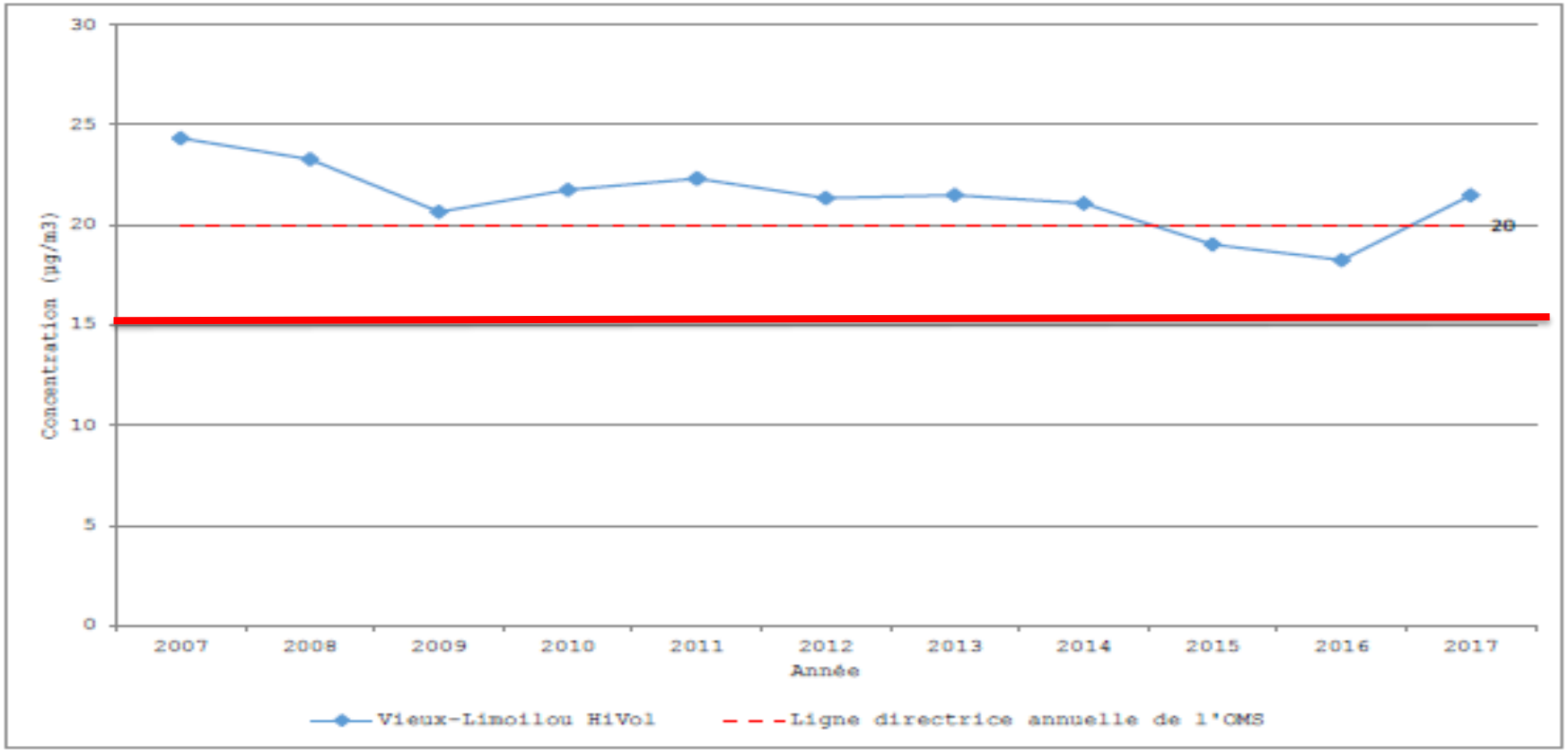



*Fig. 5 - Concentrations moyennes annuelles de $PM_{10}$, 2007 à 2017, région de la Capitale-Nationale, station Vieux-Limoilou*

# Particules fines ($PM_{2,5}$)

Concentration annuelle : dépasse la recommandation actuelle de l'OMS (5 µg/m³) , mais en diminution pour Vieux-Limoilou.

Concentrations quotidiennes : 63 dépassements de l' ancienne recommandation de l'OMS (25 µg/m³).

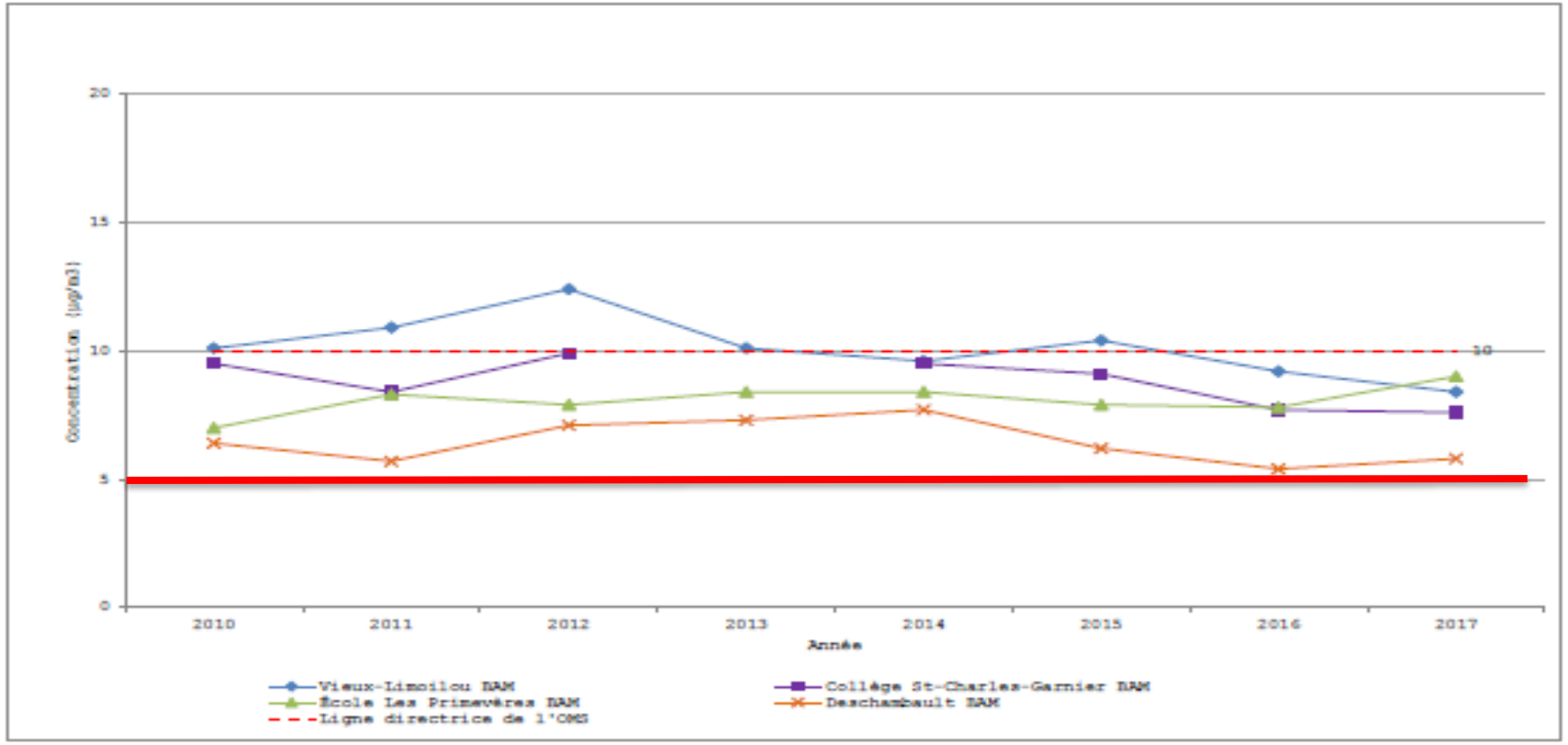



*Fig. 6 - Concentrations moyennes annuelles de $PM_{2,5}$, 2010 à 2017, région de la Capitale-Nationale, stations Vieux-Limoilou, St-Charles Garnier, École Les Primevères et Deschambault*

# Dioxyde d'azote ($NO_2$)

Diminution et stabilité des concentrations moyennes pour certaines stations selon la période.

Atteint la recommandation actuelle de l'OMS (10 µg/m$^3$).

Variable selon la proximité de la circulation routière.

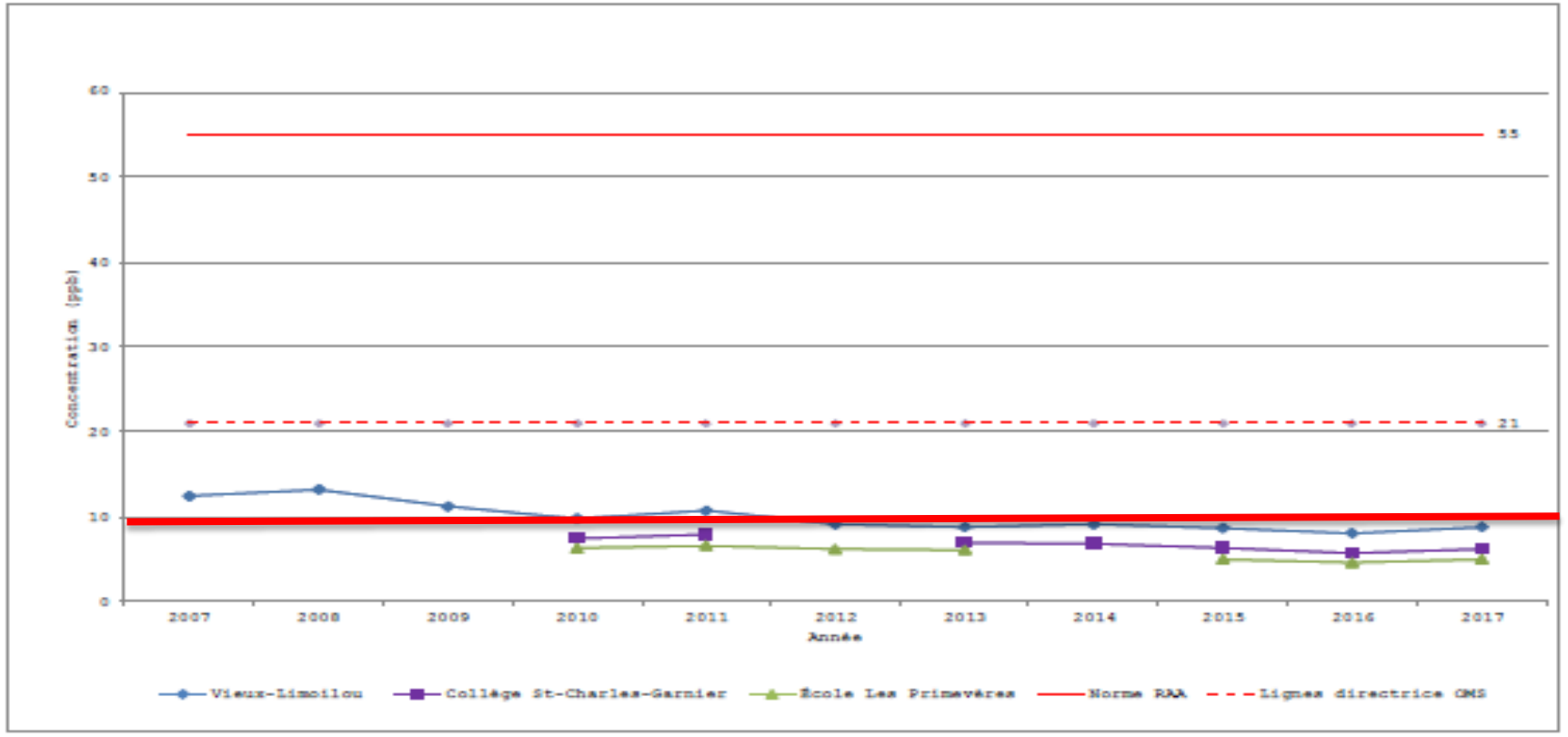



*Fig. 7 - Concentrations moyennes annuelles de $NO_2$, 2007 à 2017, région de la Capitale-Nationale, stations Vieux-Limoilou, St-Charles Garnier et École Les Primevères*

# Ozone ($O_3$)

Augmentation des concentrations moyennes pour Vieux-Limoilou et Haute-Ville (Saint-Charles-Garnier).

Quelques jours de dépassements des normes du RAA pour l'ensemble des stations.

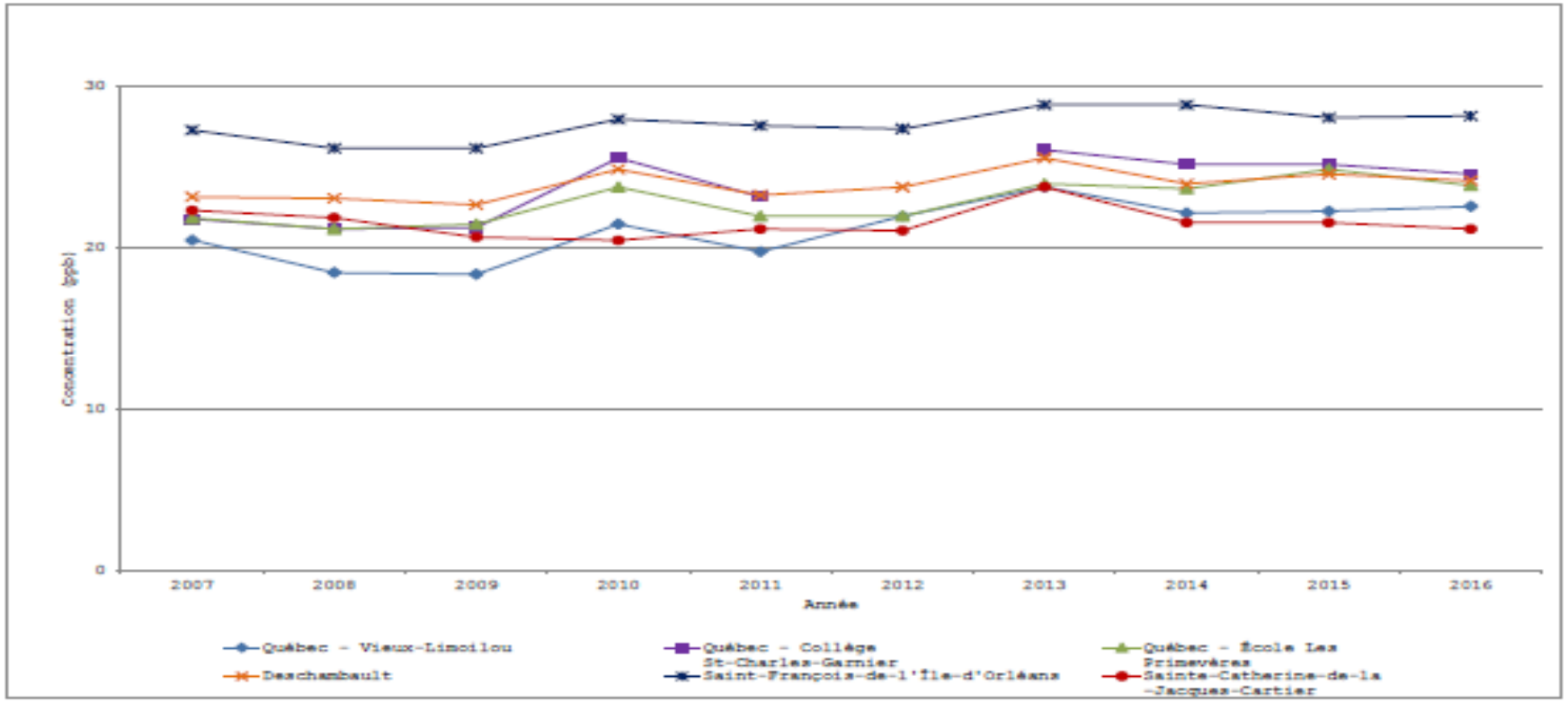



*Fig. 8 - Concentrations moyennes annuelles d'$O_3$, 2007 à 2017, région de la Capitale-Nationale, stations Deschambault, Saint-François-de-l'Île-d'Orléans, Sainte-Catherine-de-la-Jacques-Cartier, Vieux-Limoilou, St-Charles Garnier et École Les Primevères*

# Dioxyde de soufre ($SO_2$)

Diminution des concentrations moyennes dans Vieux-Limoilou.

4 jours de dépassements de l'ancienne ligne directrice 24 heures de l'OMS.

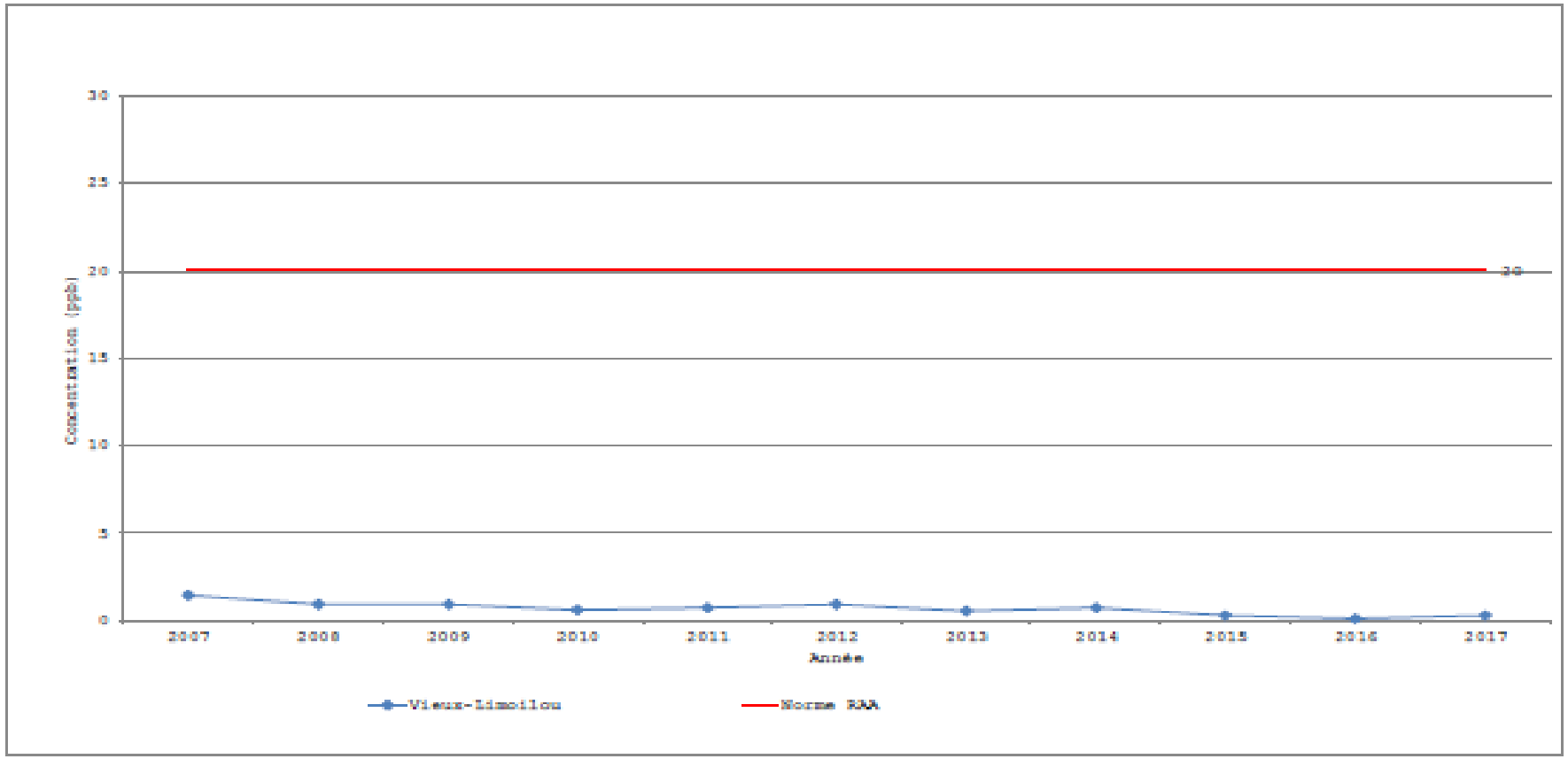



*Fig. 9 - Concentrations moyennes annuelles de $SO_2$, 2007 à 2017, région de la Capitale-Nationale, station Vieux-Limoilou*

# Nickel

- Risque de cancer du poumon : 4,6 à 14 cas de cancer par million de personnes exposées durant toute leur vie (70 ans).
- 8 à 21% des échantillons dépassent la norme quotidienne du RAA.
- Concentration moyenne a diminué de 2010-2015, stable depuis.

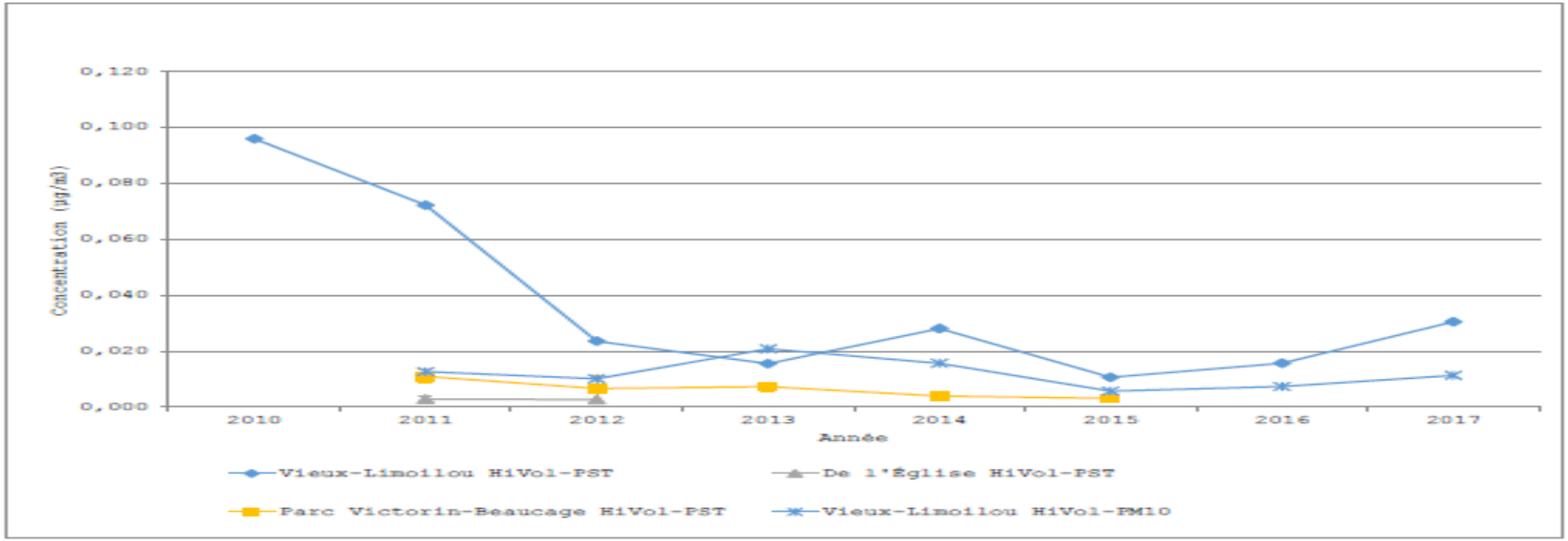



*Fig. 16 - Concentrations moyennes annuelles de nickel dans les PST et les $PM_{10}$, 2010 à 2017, région de la Capitale-Nationale, stations Vieux-Limoilou, Parc Victorin-Beaucage et De l'Église*

# Arsenic

- Risque de cancer : 3 à 6 cas de cancer par million de personnes exposées durant toute leur vie (70 ans).
- Dépassements fréquents de la norme annuelle du RAA.
- Pas de diminution significative.

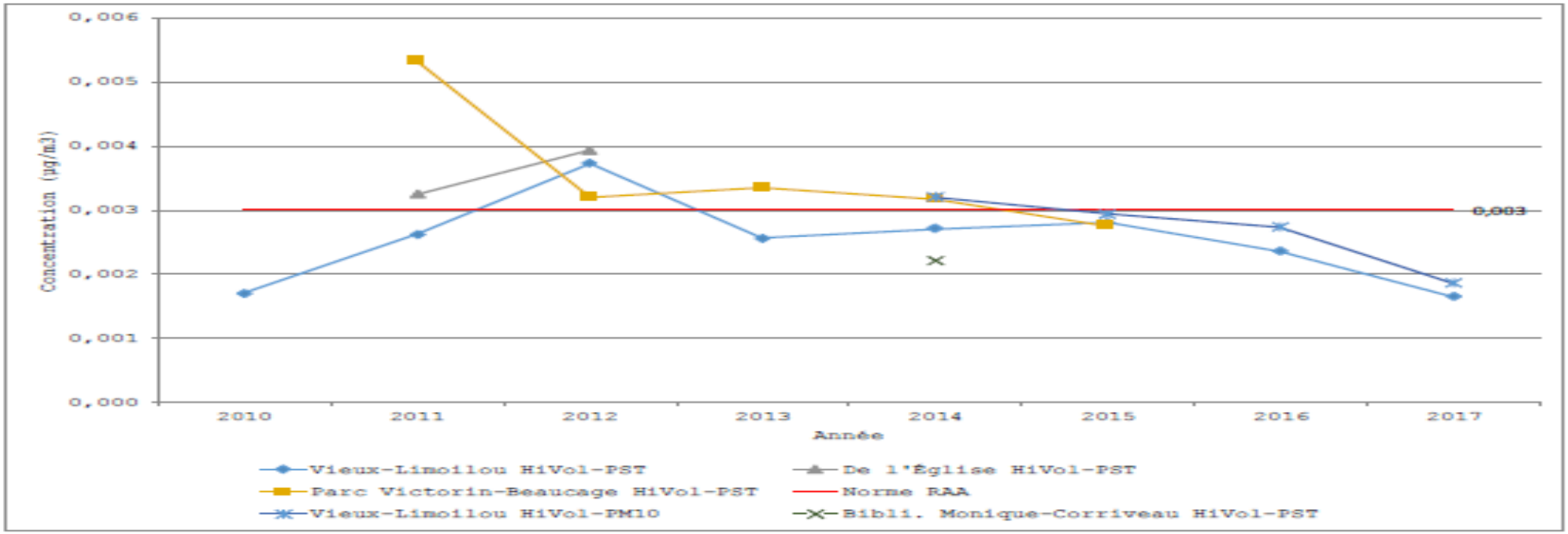



*Fig. 12 - Concentrations moyennes annuelles d'arsenic dans les PST et les $PM_{10}$, 2010 à 2017, région de la Capitale-Nationale, stations Vieux-Limoilou, Bibliothèque Monique-Corriveau, Parc Victorin-Beaucage et De l'Église*

# Autres métaux

Les autres métaux étudiés sont sous les valeurs de référence (pas de risque pour la santé) et sous la norme du RAA :

- Antimoine : stable
- Cadmium : stable
- Cobalt : stable, diminution à Vanier
- Manganèse : diminution à Limoilou entre 2010 et 2014
- Plomb : diminution à la Limoilou

Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale
Québec

# Composés organiques

- Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) : sous la norme
    - Benzo-a-pyrène : risque de cancer de 18 cas par million de personnes exposées durant toute leur vie
- Dioxines et furanes : sous la norme
- Benzène et dichlorobenzène (COV) : sous la norme
- Diphényles polychlorés (BPC) : sous le niveau d'action de l'OMS et comparables aux milieux ruraux ou urbains moyens

# Principales sources au Québec

| Contaminants | Principales sources |
|---|---|
| Particules fines ($PM_{2,5}$) | 1. Chauffage au bois<br>2. Transport<br>3. Industries<br>+ Contribution à longue distance |
| $NO_2$ | 1. Transport<br>2. Industrie<br>3. Chauffage au bois |
| Ozone ($O_3$) | Polluant secondaire formé à partir du $NO_2$ et des COV<br>+ Contribution à longue distance |

# Problèmes de qualité de l'air prioritaires

- Concentrations annuelles et quotidiennes de particules fines ($PM_{2,5}$)
- Dépassements de courtes durées pour les particules (PST, $PM_{10}$ et $PM_{2,5}$) et $O_3$
- Détection des contaminants cancérigènes et sans seuil jugé sécuritaire pour la santé
- Qualité de l'air dans Limoilou, dans le contexte des ISS et du cumul de risque

Centre intégré
universitaire de santé
et de services sociaux
de la Capitale-Nationale
Québec

# Questions/Commentaires/Discussion

Centre intégré
universitaire de santé
et de services sociaux
de la Capitale-Nationale
Québec

# Groupe de travail sur les contaminants atmosphériques

## Nature et évolution de la circulation automobile aux abords du quartier Limoilou

Votre gouvernement

Québec

# Collecte des données de circulation par le ministère des Transports du Québec



Le ministère des Transports du Québec collecte des données de circulation relativement à la sollicitation du réseau routier depuis les années 1960.

Les données compilées permettent notamment de suivre l'évolution des débits de circulation, d'associer des profils type de circulation à chaque tronçon et d'adapter la stratégie d'entretien et de développement du réseau routier.

# Collecte des données de circulation par le ministère des Transports du Québec



Au cours des années, différentes méthodes ont été utilisées pour obtenir les données requises au calcul des débits sur le réseau du Ministère.

Aujourd'hui, la méthode la plus commune consiste à capter le passage des véhicules à l'aide d'appareils automatisés qui, selon leur configuration et les accessoires disponibles, pourront déterminer le nombre et la nature des véhicules passant par un point précis de nos routes.

# Collecte des données de circulation par le ministère des Transports du Québec



C’est à partir des données obtenues que le débit journalier moyen annuel, le DJMA, est calculé. Cette valeur ne peut jamais être calculée comme une valeur précise sans erreur : elle est toujours une estimation.

De la même façon, nous déterminons un pourcentage de véhicules lourds circulant sur les différents tronçons de route. Ce pourcentage représente le nombre de véhicules lourds transitant sur une route lors d’une journée moyenne de semaine[1].



[1] Est défini comme un véhicule lourd, tout véhicule dont la longueur mesurée par les appareils de collecte est de 6,70 mètres et plus

# Quelques éléments de comparaison

| | |
|---|---|
| Autoroute 401, Toronto, Ontario | > 400 000 véhicules / jour[1] |
| Autoroute Métropolitaine, Montréal | 147 000 véhicules / jour |
| Pont Gédéon-Ouimet (A-15), Laval | 129 000 véhicules / jour |
| Pont Champlain, Brossard | 128 000 véhicules / jour |
| Pont Pierre-Laporte, Québec | 102 000 véhicules / jour |
| Autoroute Henri-IV (A-73), Québec | 102 000 véhicules / jour |
| Pont des Draveurs (A-50), Gatineau | 93 000 véhicules / jour |
| Autoroute 5, Gatineau | 57 000 véhicules / jour |
| Pont Laviolette, Trois-Rivières | 40 000 véhicules / jour |
| Pont Émile-Laurence (R-138), Baie-Comeau | 10 800 véhicules / jour |



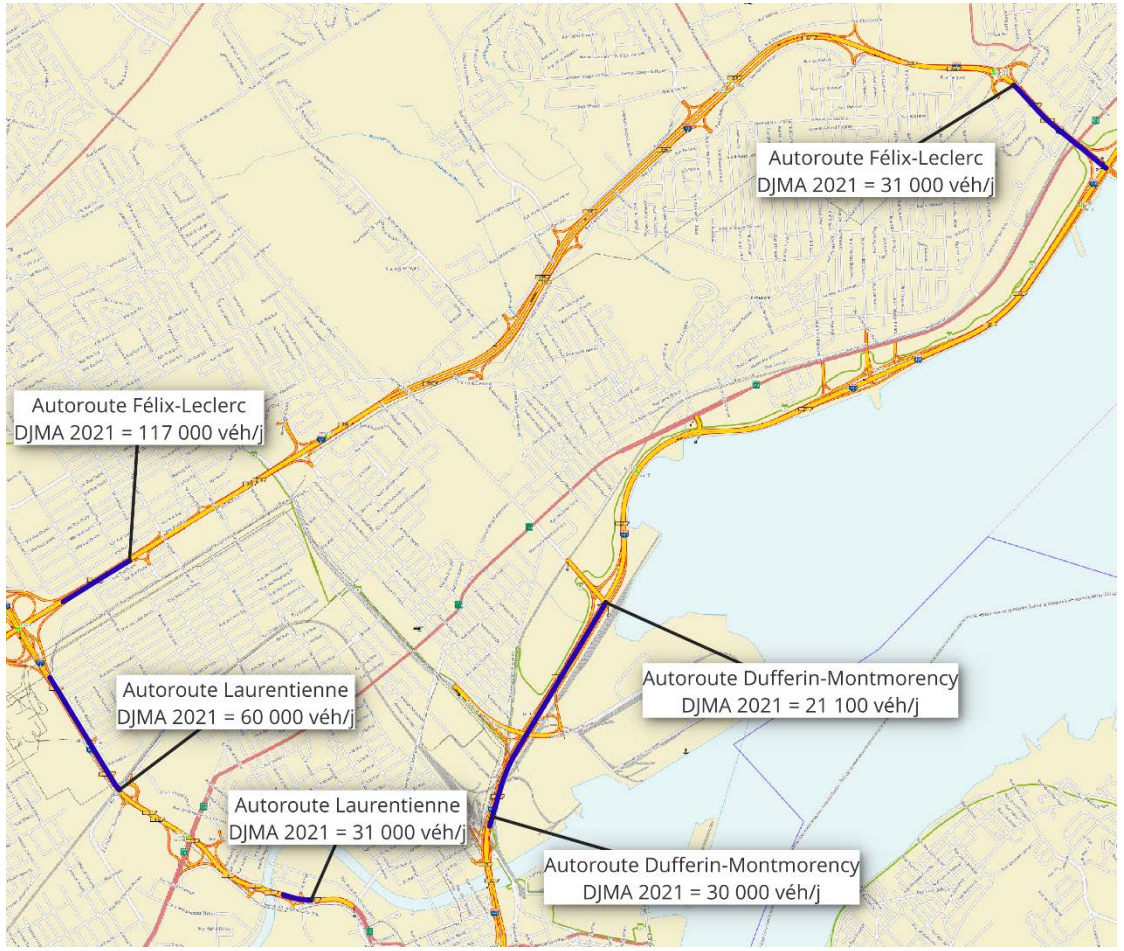
[1] Provincial Highways Traffic Volumes, 1988-2016. Ontario Ministry of Transportation, https://www.library.mto.gov.on.ca/SydneyPLUS/TechPubs/Theme.aspx?r=702797&f=files%2FProvincial+Highways+traffic+Volumes+1988-2016.pdf&m=resource

# Réseau ceinturant le quartier Limoilou

Le Ministère est gestionnaire des autoroutes ainsi que de certaines autres voies de circulation stratégique.

Les principales routes ceinturant le quartier Limoilou sont :

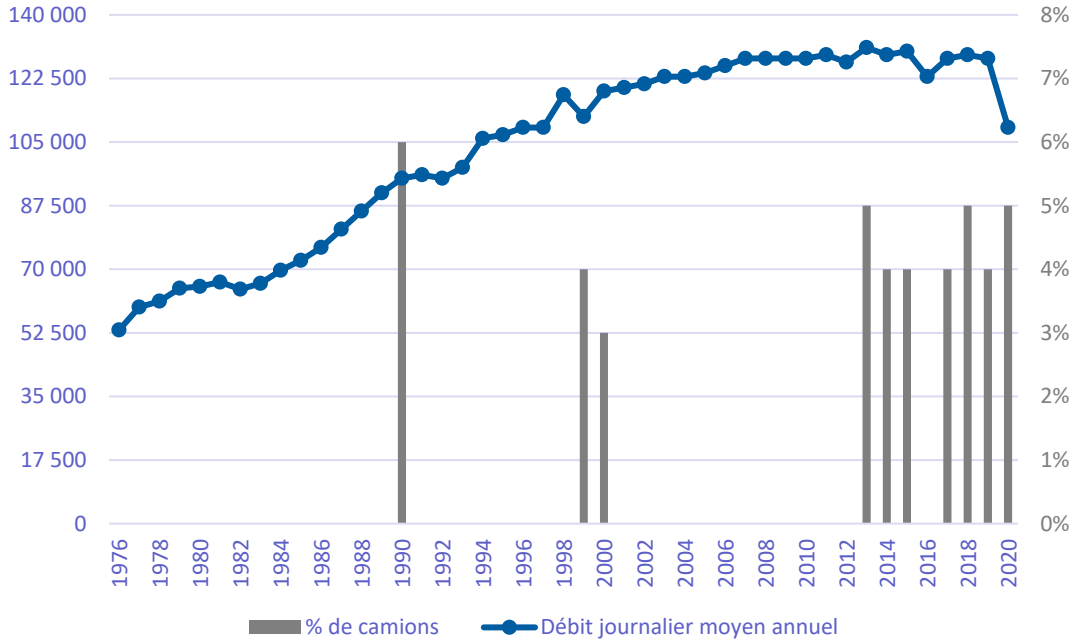
- L'autoroute Félix-Leclerc (A-40);
- L'autoroute Laurentienne (A-973);
- L'autoroute Dufferin-Montmorency (A-440).

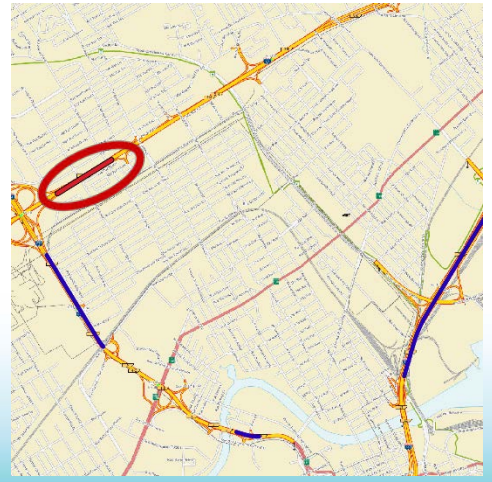


# Autoroute Félix-Leclerc (A-40)

Construit aux environs de 1968, le tronçon allant de l'autoroute Laurentienne à l'autoroute Dufferin-Montmorency sert principalement de voie de transit pour la population et les travailleurs.

- Dans sa portion située entre l'autoroute Laurentienne et la 1ère Avenue, les débits moyens étaient de près de 130 000 véhicules par jour avant la pandémie.
- Les débits de circulation ont augmenté à un rythme moyen de 2,3 % par année de 1976 à 2000. Depuis, l'augmentation moyenne se situe à 0,4 % annuellement.

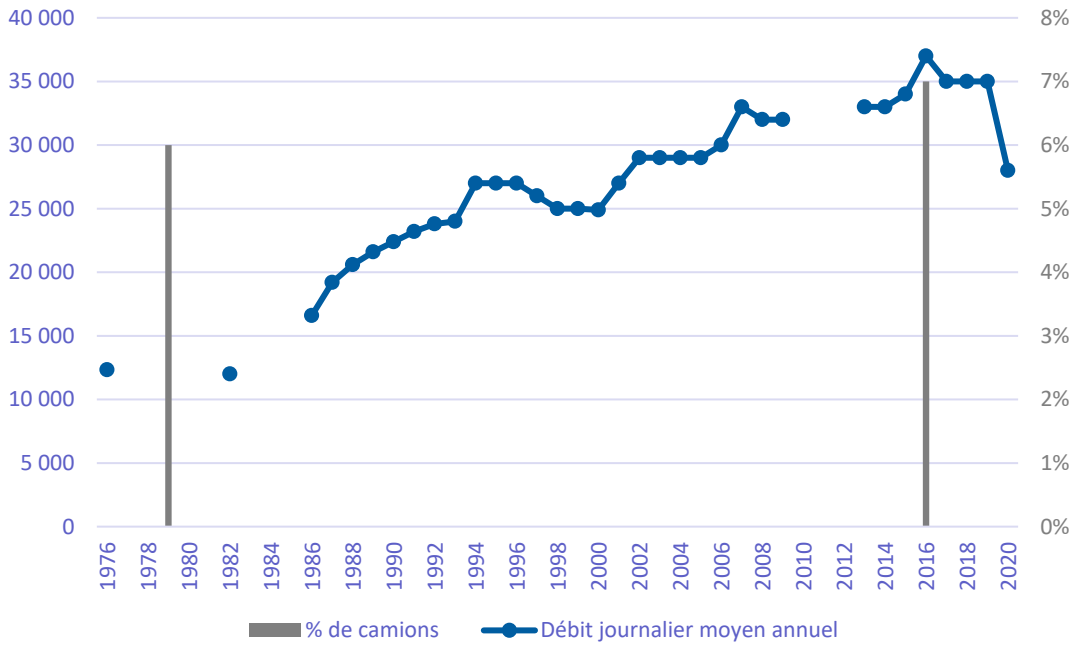


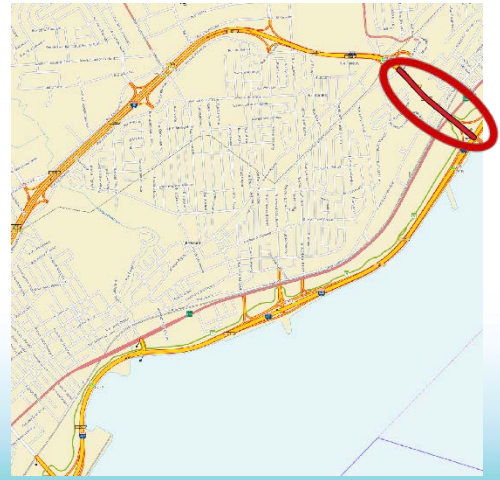



Votre gouvernement

Québec

- Dans sa portion située entre le boulevard des Chutes et l'autoroute Dufferin-Montmorency, les débits moyens étaient de près de 35 000 véhicules par jour avant la pandémie.
- Les débits de circulation ont augmenté à un rythme moyen de 2,1 % par année de 1976 à 2000. Depuis, l'augmentation moyenne se situe à 1,5 % annuellement.



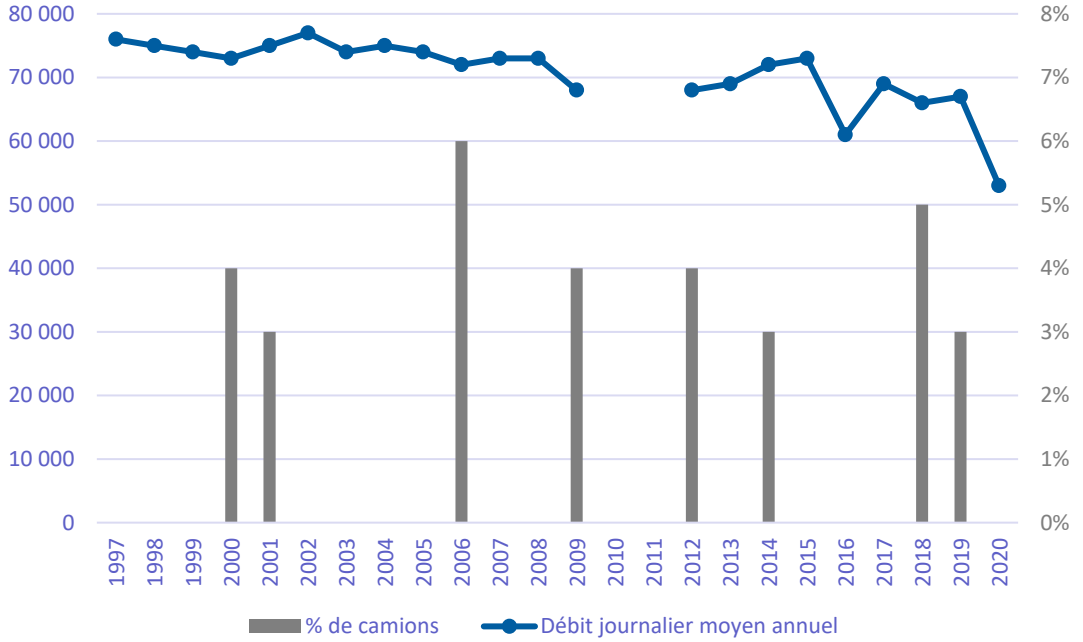



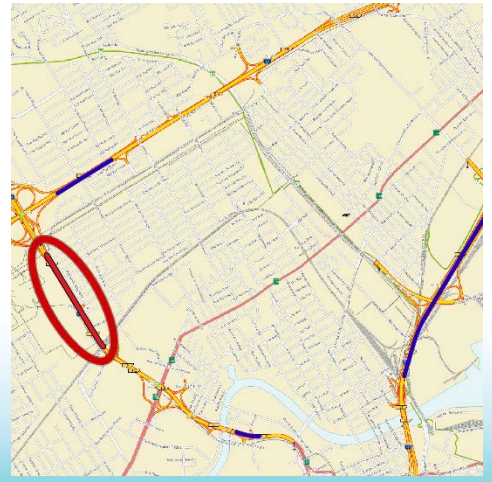
# Autoroute Laurentienne (A-973)



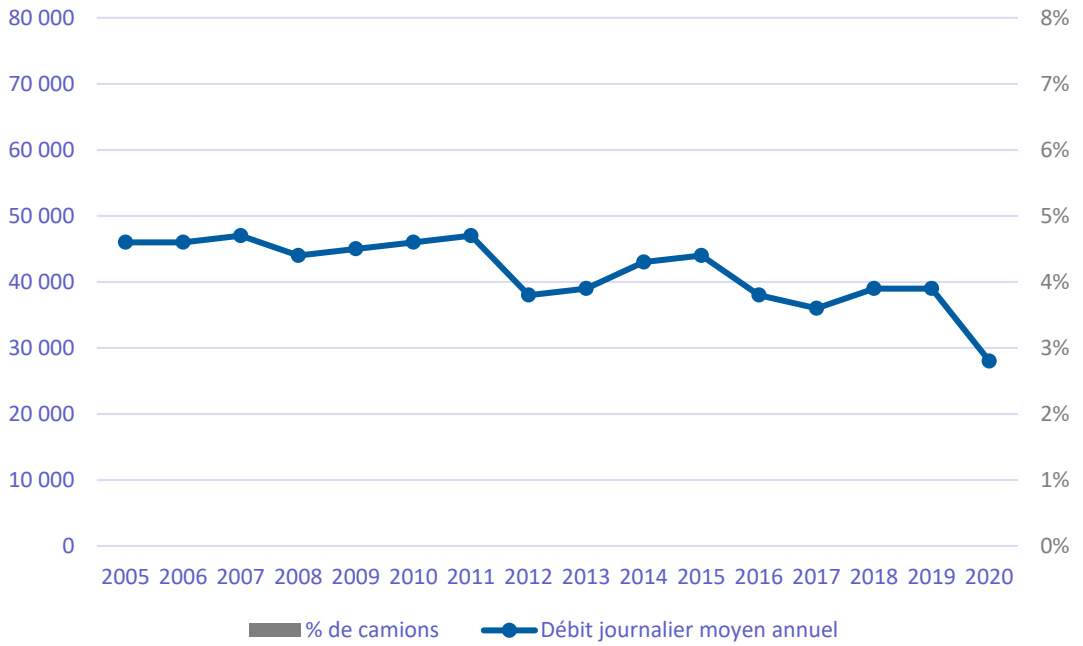
Construit aux environs de 1984, le tronçon allant de l'autoroute Félix-Leclerc à la rue de la Croix-Rouge sert principalement de voie de transit pour atteindre le centre-ville de Québec.

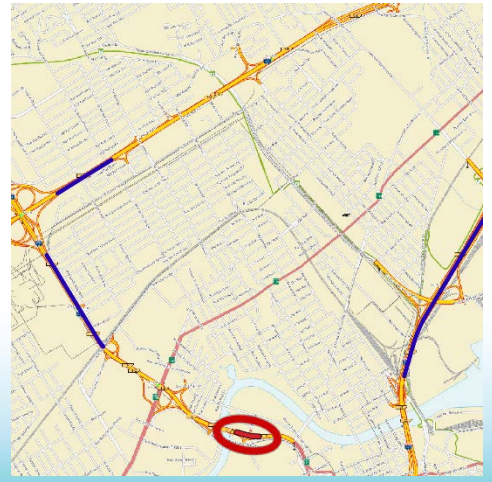
- Dans sa portion située entre l'autoroute Félix-Leclerc et la rue Soumande, les débits moyens étaient de près de 65 000 véhicules par jour avant la pandémie.
- Les débits de circulation ont enregistré un recul d'environ 0,5 % par année depuis 2000.



- Dans sa portion située à la hauteur de la Pointe-aux-Lièvres, les débits moyens étaient de près de 39 000 véhicules par jour avant la pandémie.
- Pour ce tronçon, les débits de circulation ont enregistré un recul d'environ 1,3 % par année depuis 2005.



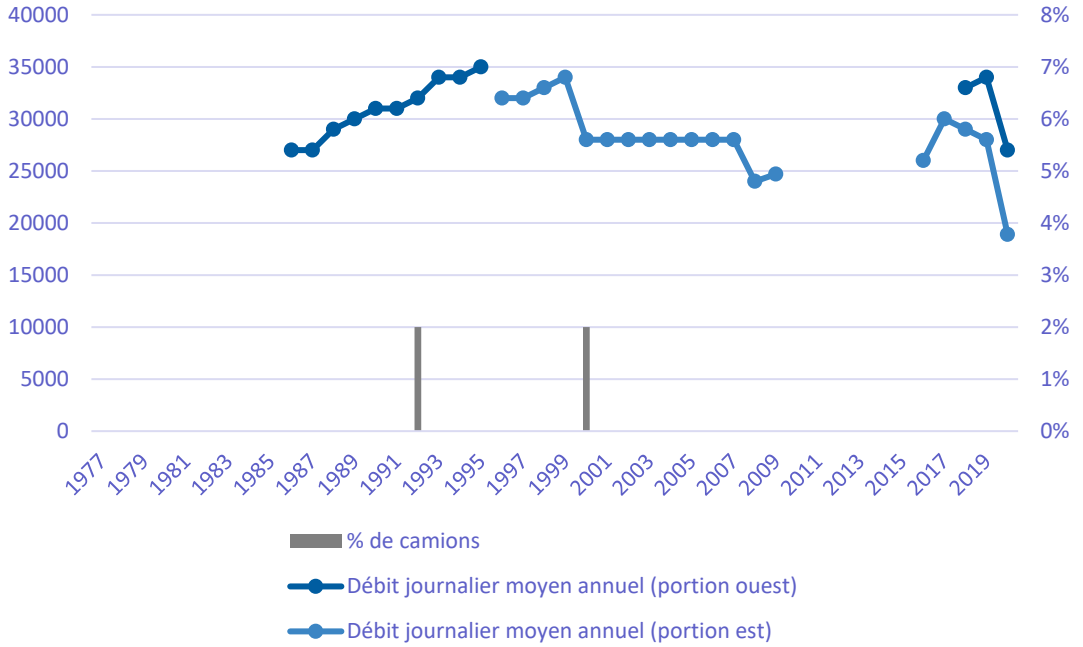



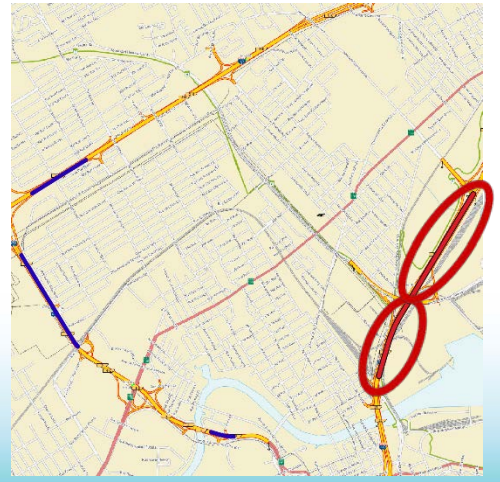
# Autoroute Dufferin-Montmorency (A-440)



Construit aux environs de 1983, le tronçon allant de l'avenue Honoré-Mercier à l'autoroute Félix-Leclerc sert principalement de voie de transit pour atteindre le centre-ville de Québec.

- Dans sa portion située entre le boulevard Henri-Bourassa et le boulevard des Capucins, les débits moyens étaient de près de 35 000 véhicules par jour avant la pandémie.
- Les débits de circulation ont augmenté d'environ 2,5 % par année de 1986 à 1995 et se sont maintenus à des niveaux comparables depuis.

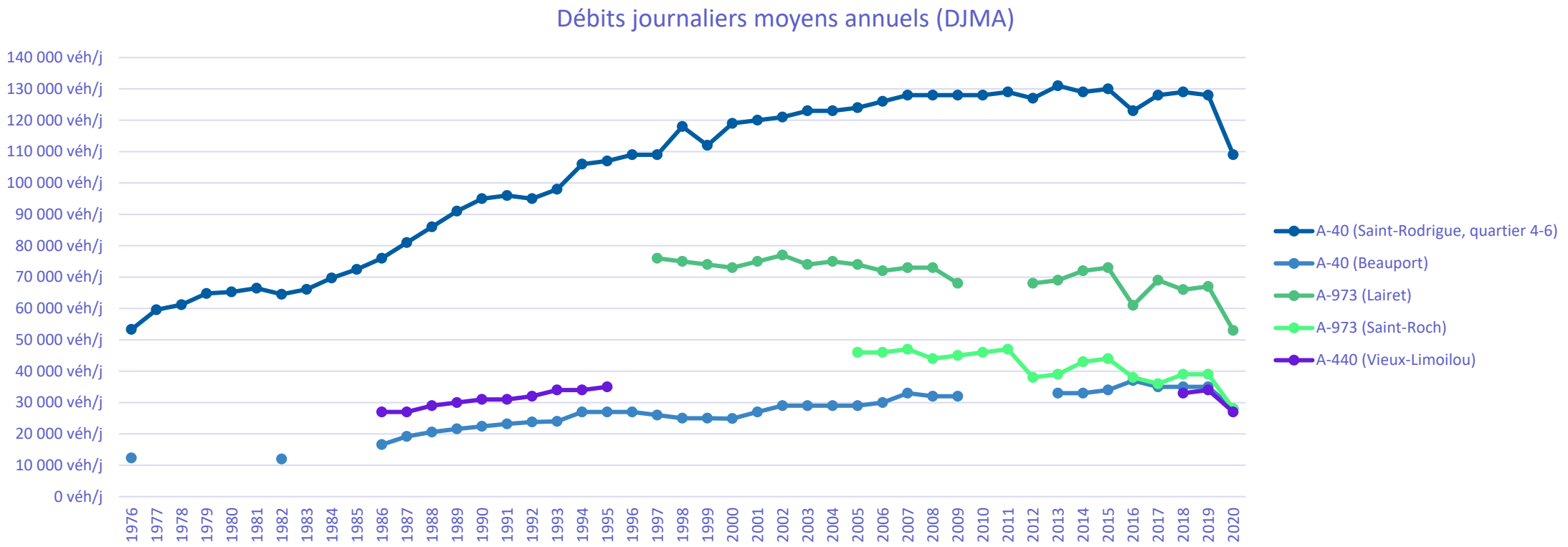



Votre gouvernement

Québec

# Tendance historique (Secteur de Limoilou[1])

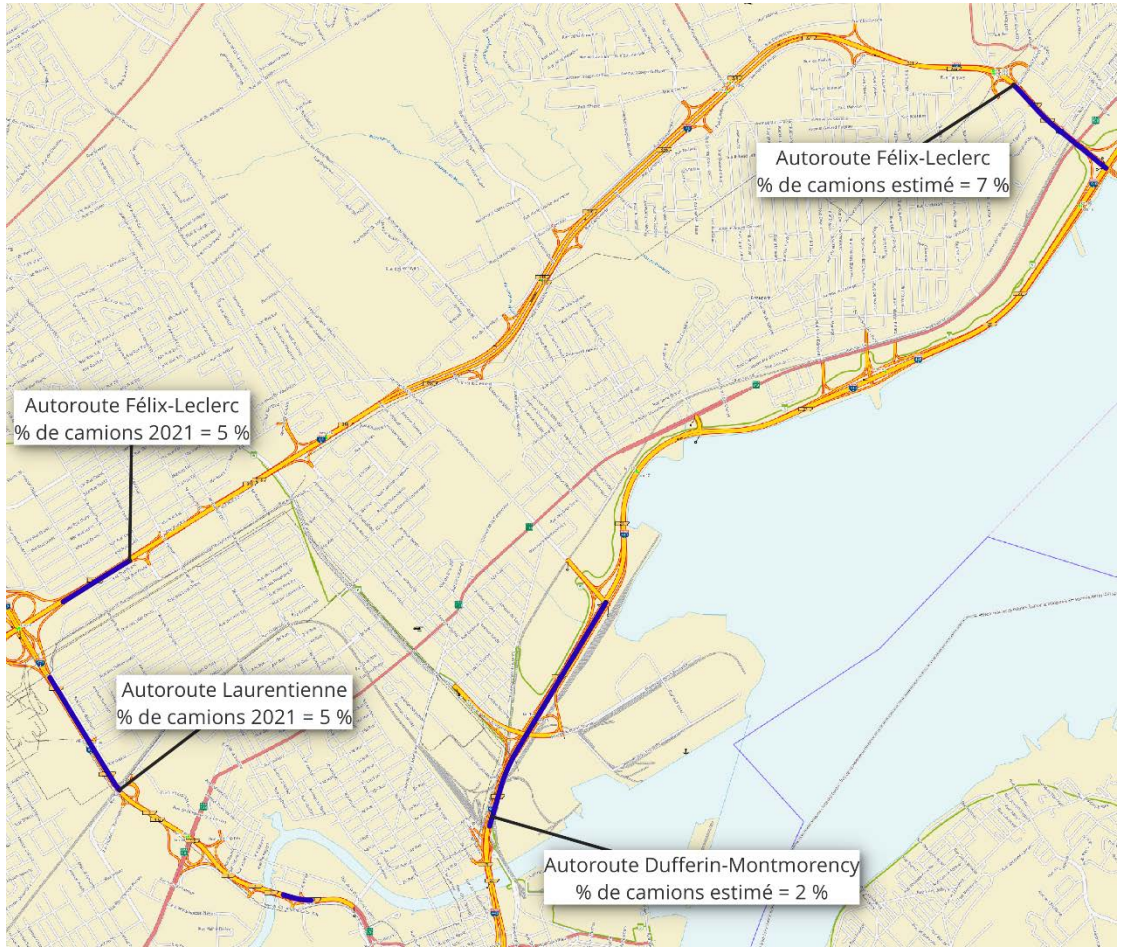


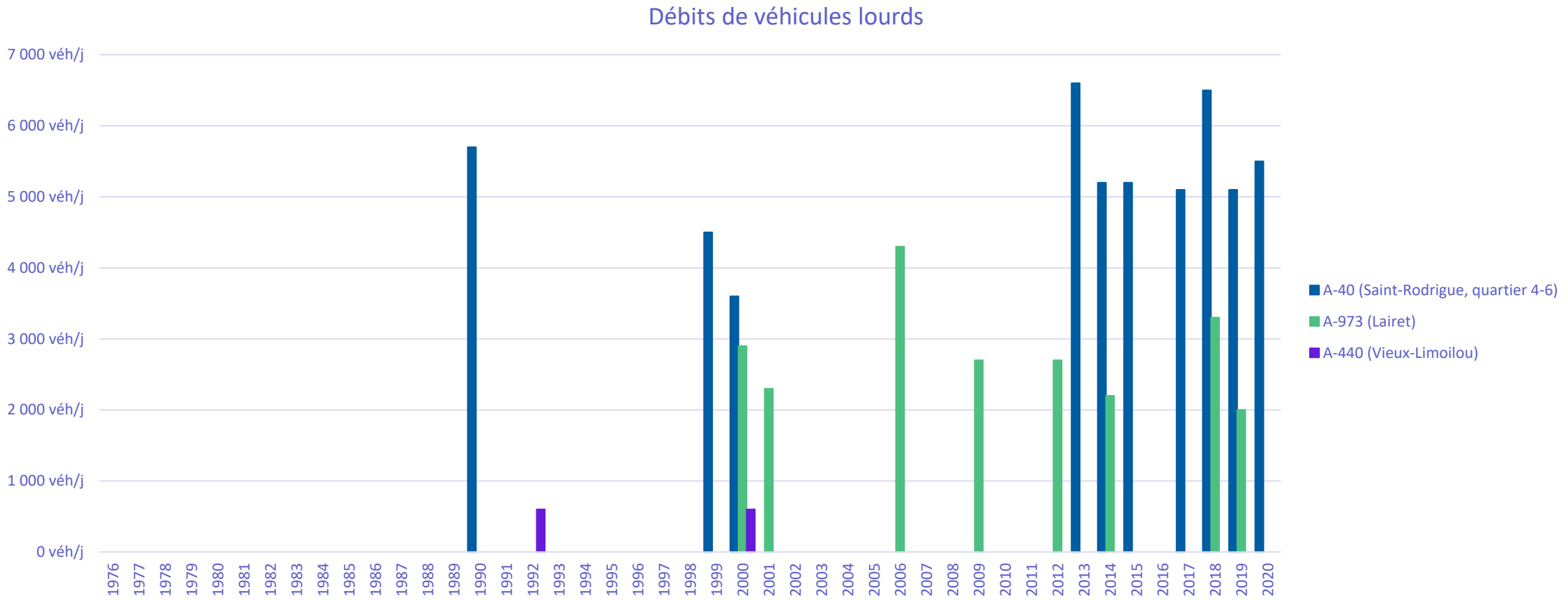

[1] Carte interactive, ville de Québec, http://carte.ville.quebec.qc.ca/carteinteractive/
Portrait des quartiers, ville de Québec, https://www.ville.quebec.qc.ca/apropos/portrait/quelques_chiffres/quartiers/index.aspx

# Camionnage

Sur les différents tronçons autoroutiers situés au pourtour du quartier Limoilou, les débits de camionnage sont en moyenne de 4,2 %. En règle générale, ces valeurs sont stables dans le temps.

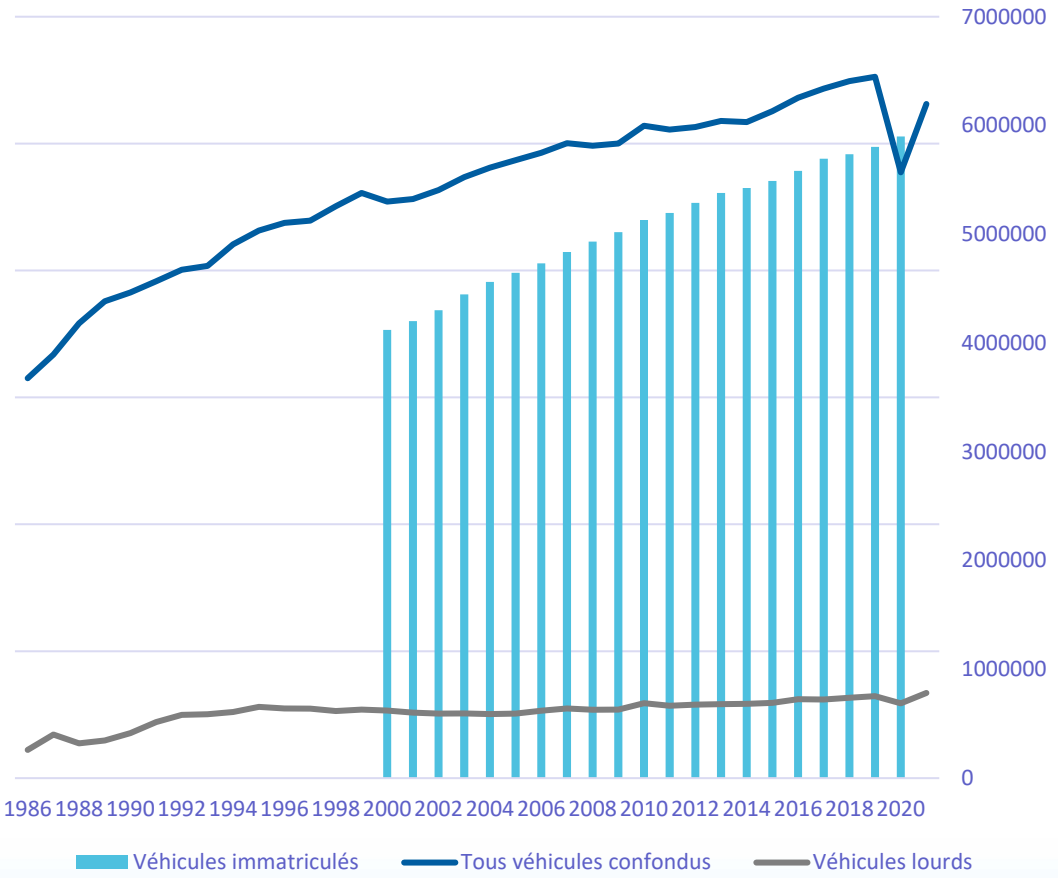
On constate que les secteurs où l'on trouve la plus forte concentration de véhicules est également celle où le nombre de camions est le plus élevé, soit l'autoroute Félix-Leclerc avec plus de 5 000 camions par jour.




Débits de véhicules lourds
7 000 véh/j
6 000 véh/j
5 000 véh/j
4 000 véh/j
3 000 véh/j
2 000 véh/j
1 000 véh/j
0 véh/j
1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020
A-40 (Saint-Rodrigue, quartier 4-6)
A-973 (Lairet)
A-440 (Vieux-Limoilou)

# Tendance provinciale

- De 1988 à 2019, les débits observés sur l'ensemble du réseau routier sous la juridiction du MTQ ont augmenté en moyenne de 1,1 % par année. Sur la même période, le camionnage a pour sa part augmenté d'environ 1,8 %.
- De 2000 à 2019, le nombre de véhicules immatriculés au Québec a augmenté en moyenne de 1,5 % par année[1]. Cette donnée est comparable à l'évolution des débits observés par le Ministère.




[1] Véhicules immatriculés à des fins personnelles, institutionnelles, commerciales ou professionnelles
Source : Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ), 25 novembre 2021

Préparé par la Direction de la planification et de la gestion des infrastructures, Direction générale de la Capitale-Nationale, ministère des Transports du Québec, tous droits réservés.

Ce document est transmis dans le cadre des travaux du groupe de travail sur les contaminants atmosphériques et accompagne la présentation réalisée dans le cadre de ces travaux.

Les informations contenues dans ce document doivent être considérées dans leur contexte et dans le cadre pour lequel elles ont été soumises.

# CHAUFFAGE AU BOIS

RÈGLEMENT SUR LES APPAREILS DE CHAUFFAGE
PROGRAMME DE SUBVENTION

**Prévention et contrôle environnemental**
**12 septembre 2022**

VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# PLAN DE PRÉSENTATION

- Mise en contexte
- Résultat d'un sondage web
- Estimation du nombre d'appareils sur le territoire
- Contenu du règlement
- Contenu du programme de subvention
- Application réglementaire



VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# ÉTUDE SUR LA QUALITÉ DE L'AIR (2019)

Contaminant le plus préoccupant : **particules fines ($PM_{2.5}$)**

## Recommandation du directeur de santé publique* :

*« Utiliser des appareils de chauffage au bois certifiés plus performants et remplacer graduellement ce mode de chauffage par d'autres sources d'énergie moins polluantes »*

- Les concentrations de $PM_{2.5}$ peuvent doubler les soirées d'hiver

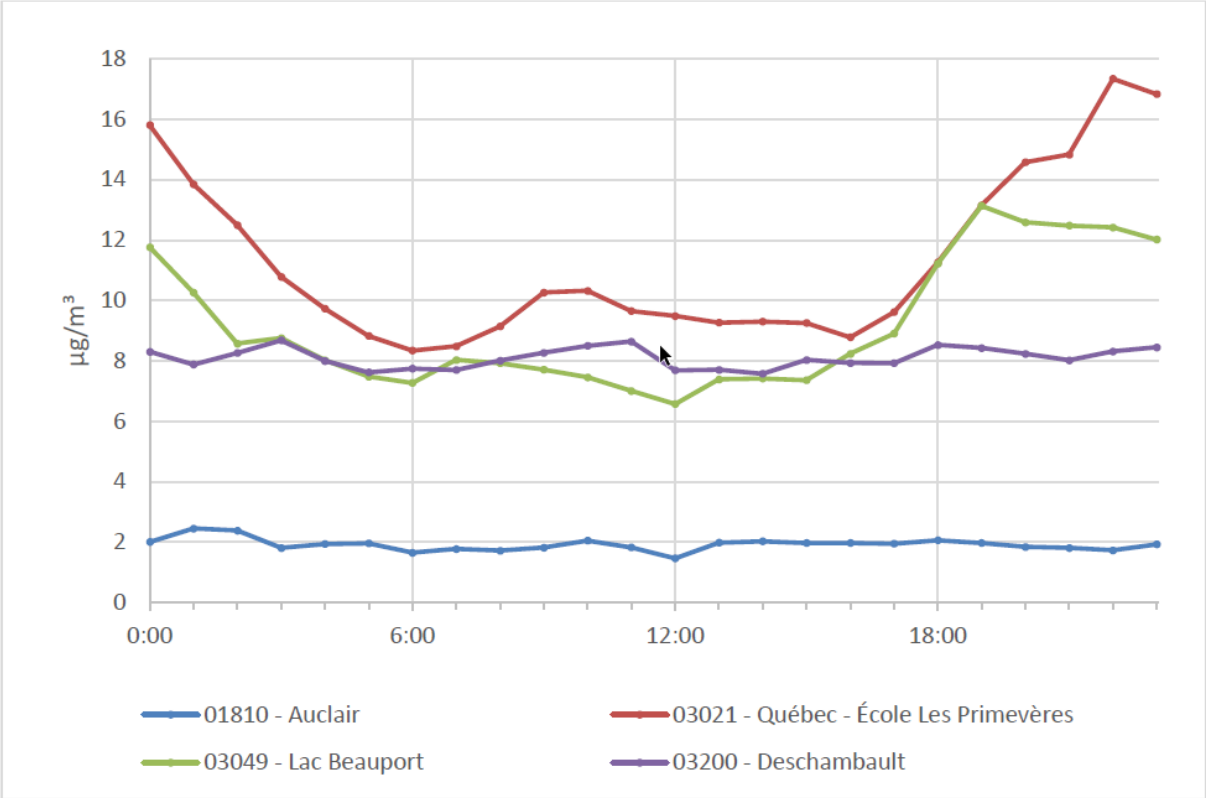
*Direction de santé publique, Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale, Projet « Mon environnement, ma santé », *Bilan initial de la qualité de l'air extérieur et ses effets sur la santé*, février 2019.



VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# EFFET DU CHAUFFAGE AU BOIS SUR LA QUALITÉ DE L'AIR

**Particules fines** : variation horaire type d'une journée hivernale



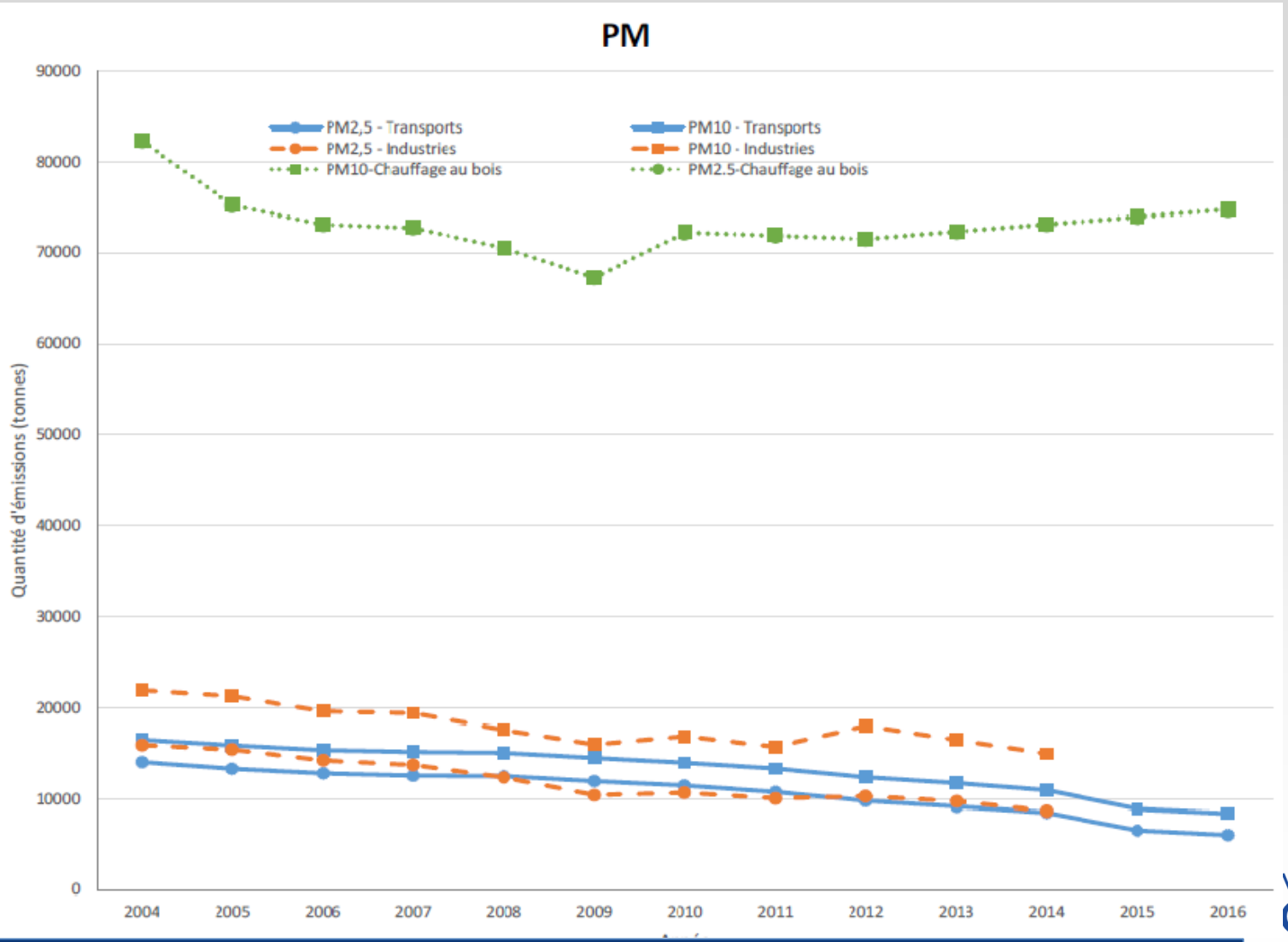

Profil type montrant l'influence du chauffage au bois à Québec en soirée (source : MELCC).



VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# CONTRIBUTION DES SOURCES D'ÉMISSIONS DE PARTICULES FINES - PROVINCE DE QUÉBEC

(SOURCE : Direction de santé publique, février 2019)






VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# AVERTISSEMENTS DE SMOG

**Moyenne de 15 avertissements/année pour la région de Québec** (programme info-smog) **:**

| Nombre de jours en avertissement de smog - Hiver | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Région** | Hiver 10 | Hiver 11 | Hiver 12 | Hiver 13 | Hiver 14 | Hiver 15 | Hiver 16 | Hiver 17 | Hiver 18 | Hiver 19 | Hiver 20 | **Moyenne 2010-19** |
| **Québec-Beauce - Montmagny-L'Islet** | **13** | **14** | **18** | **6** | **20** | **7** | **11** | **16** | **18** | **22** | **16** | **15** |

- Avertissements émis par Environnement et Changement climatique Canada (ECC);
- Bulletin publié sur la page des prévisions météorologiques d'ECC et rediffusé sur différents médias;
- Il est possible de recevoir des alertes sur Twitter en s'abonnant au compte ECAlertezQC133.



VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# TAUX D'ÉMISSION DE PARTICULES FINES

| **Appareils de chauffage** (poêles et foyers) | **Taux d'émission** (gramme/heure) |
|---|---|
| **Appareils non certifiés** | **60 à 100** |
| **Appareils certifiés** (progressivement dès 1988) | **7,5** |
| **Appareils certifiés** (2015) | **4,5** |
| **Appareils certifiés** (2020) | **2,5** |
| **Poêles à granules** | **1 à 2,5** |

VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# SONDAGE WEB (LÉGER)

**Mai 2020** (501 répondants)

| Arrondissement | Répartition répondants |
|---|---|
| La Cité-Limoilou | 20 % |
| Sainte-Foy-Sillery-Cap-Rouge | 19 % |
| Les Rivières | 14 % |
| Beauport | 15 % |
| Charlesbourg | 15 % |
| La Haute-Saint-Charles | 16 % |

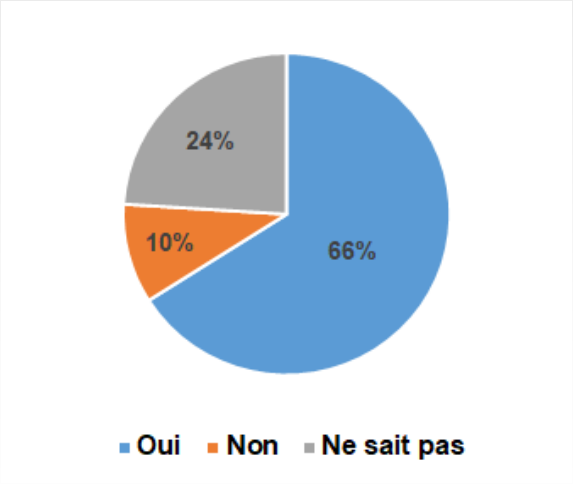
Marge d'erreur de ± 4,4 % dans un intervalle de confiance de 95 % (19 fois sur 20)

# SONDAGE WEB (MAI 2020)

## 1. Êtes-vous détenteur d'un appareil de chauffage au bois?

| | La Cité-Limoilou | Les Rivières | Ste-Foy-Sillery-Cap-Rouge | Beauport | Charlesbourg | La Haute-St-Charles | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **OUI** | 4 % | 13 % | 9 % | 11 % | 12 % | 15 % | **10 %** |
| **NON** | 96 % | 87 % | 91 % | 89 % | 88 % | 85 % | **90 %** |

## 1a. Votre appareil est-il certifié?



# ESTIMATION DU NOMBRE D'APPAREILS À QUÉBEC

## Selon le sondage web :

| | | |
|---|---|---|
| 25 000 appareils | Certifiés | Entre 16 500 et 22 500 (66 % à 90 %) |
| | Non certifiés | Entre 2 500 et 8 500 (10 % à 34 %) |

## Selon les données du Service de l'évaluation :

| | |
|---|---|
| 31 925 foyers intégrés | Peuvent être utilisés ou non |
| 29 895 cheminées indépendantes | Peuvent servir pour des poêles à bois, des annexes à l'huile ou être inutilisées |

# SONDAGE WEB (MAI 2020)

## 2. En période hivernale, vous arrive-t-il d'être incommodé par la fumée des appareils de chauffage au bois?

| | La Cité-Limoilou | Les Rivières | Ste-Foy-Sillery-Cap-Rouge | Beauport | Charlesbourg | La Haute-St-Charles | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **TOTAL incommodé** | 34 % | 41 % | 46 % | 30 % | 29 % | 33 % | **36 %** |
| **Très souvent** | 3 % | 9 % | 6 % | 1 % | 4 % | 1 % | **4 %** |
| **Souvent** | 14 % | 3 % | 6 % | 4 % | 4 % | 6 % | **7 %** |
| **Rarement** | 17 % | 29 % | 34 % | 25 % | 21 % | 26 % | **25 %** |
| **TOTAL non incommodé** | 66 % | 59 % | 54 % | 70 % | 71 % | 67 % | **64 %** |



VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# SONDAGE WEB (MAI 2020)

## 3. Seriez-vous d'accord ou non à ce que la VQ mette en place une réglementation visant à interdire l'utilisation de poêles à bois non certifiés ?

| | La Cité-Limoilou | Les Rivières | Ste-Foy-Sillery-Cap-Rouge | Beauport | Charlesbourg | La Haute-St-Charles | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ACCORD** | 80 % | 67 % | 83 % | 68 % | 63 % | 73 % | **73 %** |
| **DÉSACCORD** | 10 % | 26 % | 11 % | 24 % | 27 % | 18 % | **19 %** |
| **Ne sait pas / préfère ne pas répondre** | 10 % | 7 % | 6 % | 8 % | 10 % | 9 % | **8 %** |



VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# RÉGLEMENTATION PROVINCIALE ET AUTRES MUNICIPALITÉS

- **MELCC** (2009) : *Fabrication, vente et distribution.* Ne règle pas le problème des vieux appareils déjà en place.

- **Montréal et autres municipalités*** : interdiction d'utilisation des vieux appareils non certifiés (délai de 3 ans)

  - Référence à un taux d'émission (2,5 ou 4,5 g/h)

  ou

  - Référence à la certification CSA-EPA

*Dorval, Hampstead, Baie-d'Urfé, Kirkland, St-Bruno-de-Montarville, Ste-Anne-de-Bellevue, Beaconsfield, Dollard-des-Ormeaux, Ville Mont-Royal.
Laval : règlement en préparation (2020).



VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# RÈGLEMENT SUR LES APPAREILS DE CHAUFFAGE À COMBUSTIBLE SOLIDE (R.V.Q. 2954)

## Principales mesures du règlement :

- **Interdiction d'utiliser un appareil de chauffage à combustible solide, sauf s'il est certifié CSA ou EPA** (délai de 5 ans, application à partir du 1er septembre 2026)

  Équipements touchés :

  - Les poêles à bois
  - Les fournaises et chaudières au bois

- **Obligation pour les nouvelles constructions et ajouts :** l'appareil doit répondre à la plus récente certification (2.5 g/h)

- **Interdiction d'utiliser tout appareil au bois, certifiés ou non, lors d'avertissement de smog** (application à partir du 1er sept. 2021)

- **Exception lors de panne électrique de plus de 3 heures**



VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# PROGRAMME DE SUBVENTION

## OBJECTIFS :

- Aider les citoyens qui devront débourser un montant substantiel pour se conformer au règlement ;
- Améliorer la qualité de l'air bien avant l'entrée en vigueur du règlement en 2026.

VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# PROGRAMME DE SUBVENTION (R.V.Q. 2950)

Remplacement : 90 % du coût, maximum 1 000 $/appareil

Retrait uniquement : 100 $

| Appareil à retirer | Nouvel appareil de remplacement autorisé |
| --- | --- |
| • **Poêle à bois non certifié** | • **Poêle à bois certifié**<br>ou<br>• **Poêle aux granules** |

**Dépenses admissibles :** coût d'achat de l'appareil et de l'évent



VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# STATISTIQUES DU PROGRAMME

| Participants admis | 2021 | 2022 (au 9 septembre) | TOTAL |
|---|---|---|---|
| Remplacement | 168 | 137 | 305 |
| Retrait seulement | 17 | 8 | 25 |
| **Total** | **185** | **145** | **330** |



VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# APPLICATION RÉGLEMENTAIRE

**Dès l'automne 2021** :

- Plan de communication;
- Réponses aux plaintes lors de smog;
- Projet-pilote d'inspection (distribution d'accroche-portes).

**D'ici 2026** :

- Création d'une base de données sur les appareils (certifiés - non certifiés);
- Inspections à définir



VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# DES QUESTIONS?

Division prévention et contrôle environnemental

VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

Health Canada | Santé Canada

Canada

# TyNAQ | Train yard Neighbourhood Air Quality

## Study Summary

12 September 2022

**Angelos T. Anastasopolos**, PhD
**Ryan Kulka**, PEng
Air Pollution Exposure Science Section (APExSS)
Air Health Science Division | Water and Air Quality Bureau
Health Canada

**Keni Mallinen**, MASc, PEng
**Marianne Hatzopoulou**, PhD
Transportation & Air Quality Research Group
University of Toronto

YOUR HEALTH AND SAFETY... OUR PRIORITY.

# Outline

I. Rationale / relevance, Research Q
II. Study design
III. Sampling summary
IV. Initial results & key takeaways
V. Ongoing rail-related work

**PRELIMINARY RESULTS – DO NOT CITE OR QUOTE**

**Dr. Angelos T. Anastasopolos**
*Principal Investigator & Project Lead*

Ryan Kulka
*Field Sampling Lead*

Mathieu Rouleau
*Air Sectors Health Assessment*

Keith Van Ryswyk, Tim Shin
*Air Pollution Exposure Science*

Health Canada

**Local expertise**

- Dr. Marianne Hatzopoulou (U Toronto – Transportation Research Inst.)
- Dr. Tor Oiamo (Ryerson U – Geography & Enviro Studies)
- Dr. Uwayemi M. Sofowote (Ontario MECC)

**Additional expertise & Users**

- Kyle Beauliua (TC)
  & Ursula Green (TC – Rail Safety Ops)
- Paul Izdebski (ECCC – Integrated Transportation Policy)
- Jacinthe Racine (ECCC – Meteorological Services Canada)
- Dr. Philip K. Hopke (U Rochester School of Medicine)

University of Toronto

Ryerson University

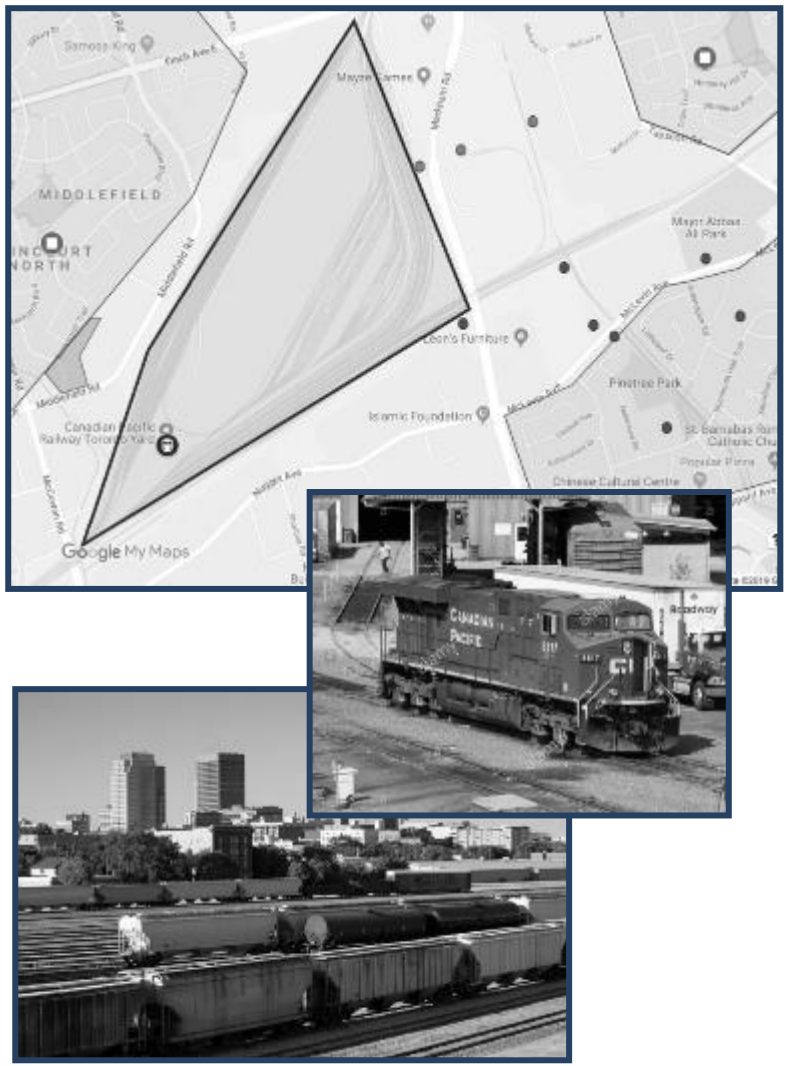
Ontario Ministry of the Environment and Climate Change

Transport Canada

University of Rochester Medical Center

Environment and Climate Change Canada

# Rationale for investigating train yard neighbourhood air quality

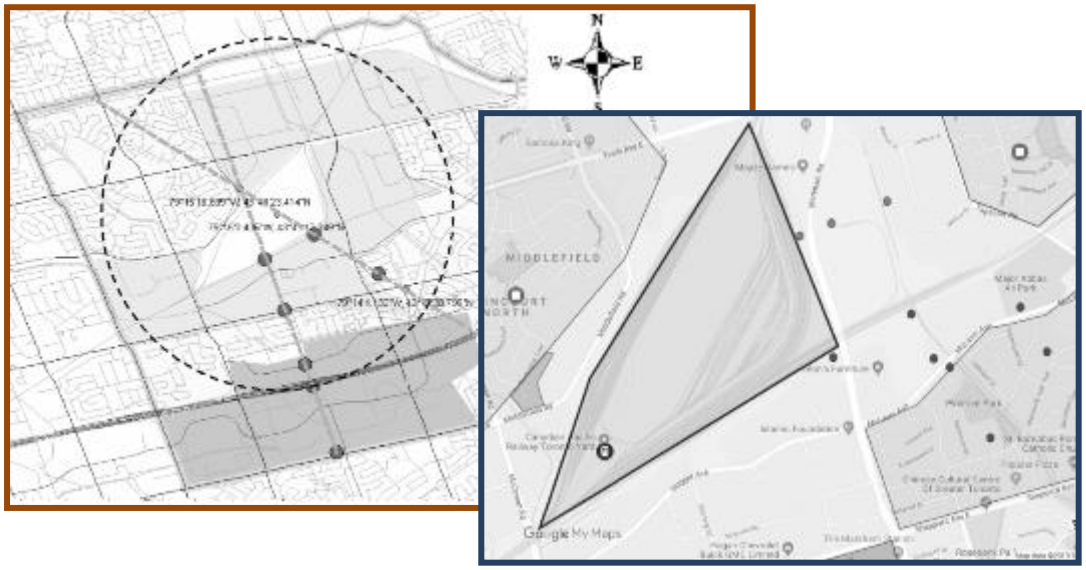



- **intensified source activity**
  - yard operations 24-7-365
  - idling emissions (especially winter)
  - long-life yard locomotives
    i.e., lower-tier emission regulation
- **complex emissions profile**
  - diesel exhaust + friction/wear (rail, brake) + dust re-suspension
  - multiple PM sizes, metals, PAH, NOx
  - noise as possible co-stressor
- **increasing relevance to neighbourhood exposures**
  - more goods/energy transport… more rail transport
  - land use trends : re-zoning (residential/mixed-use), proximity
  - expansion of commuter/passenger rail
  - inter-modal hubs (truck-rail, ship-rail)

***Characterize air quality for Canadians living near rail yards and other intensive transportation land uses.***

*Generate real-world data to inform*

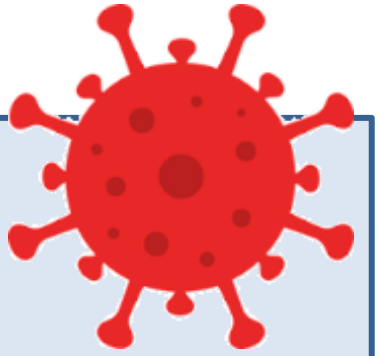
- *health risk assessments*
- *messaging*
- *practical policy instruments*
  *(e.g., source regulation, setback guidelines)*
- *other mitigation (e.g., barriers)*




# II. Study design

- fixed site sampling
- mobile sampling

- **marshalling yard**
  - one of largest in Canada
  - local switching assignments
  - main-track through-freight
  - transload shipping
  - on-site maintenance shop
- **yard operations 24-7-365**
- **rail traffic activity**
  - @ main line/Belleville subdivision
  - daytime, 7AM-11PM = 15-16 trains
  - overnight, 11PM-7AM = 7-8 trains



## Phase I
## – FIELD SAMPLING

### @ neighbourhood

- 2 stations via UW/DW design
- ~ 1yr
- $PM_{2.5}$, $PM_{10}$, UFP, BC + $NO_2$, $O_3$ + noise + $PM_{2.5}$ composition (elements, PAH/BaP-TEQ)

### @ near-source road network

- mobile monitoring, driving street network surrounding railyard
- winter + summer campaigns
- PM ($PM_{2.5}$, UFP, BC) + $NO_2$, O3

- **Phase II – ANALYSIS & MODELING**

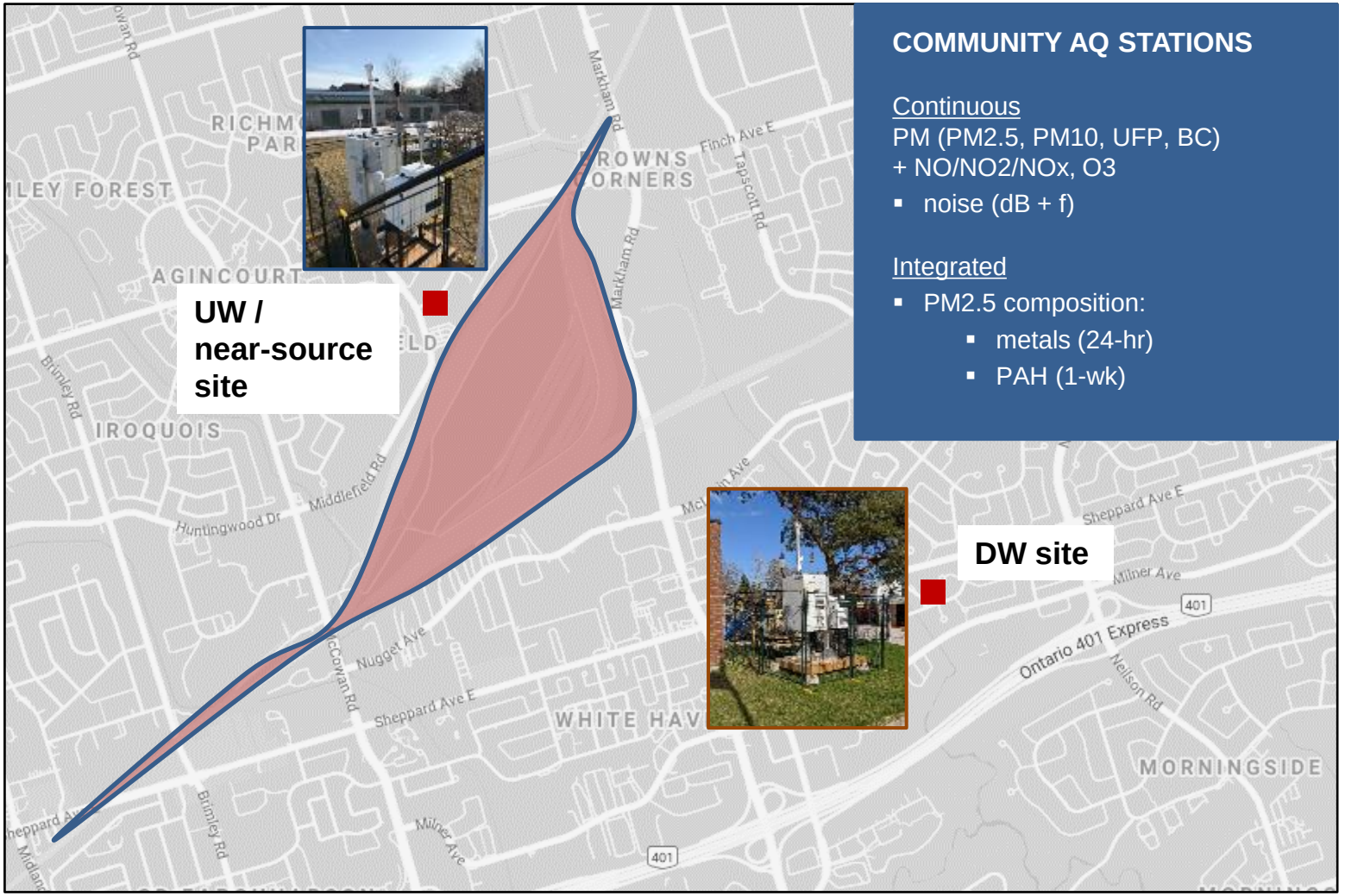
  - **Local exposure estimates**
    - data = n.hood stations + NAPS
  - **Source-to-receptor exposure change**
    - data = road network pollutant levels
  - **Rail yard to local $NO_x$, BC, UFP, $PM_{10}$, $PM_{2.5}$**
    - data = n.hood stations (continuous)
    - G_railyard ~ DW_level – UW_level
  - **Rail yard to local $PM_{2.5}$-toxic elements**
    - data = PM2.5-composition + BC + UFP @ n.hood stations (12-mo, 6 mo)
    - models = PCA & US EPA PMF 5
  - **Aggregate urban exposure reporting**
    - data = PM + dB

# III. Sampling summary

- ‘some good news in a very bad year’
- datasets collected

- **in spite of pandemic & lockdown challenges**
  - ✓ team remained motivated... safety protocols... pivoted sampling design... everyone stayed healthy

- **successes**
  - ✓ achieved siting partnerships with private and municipal stakeholders (church, City of Toronto)
  - ✓ sites set up well, excellent support from UoT team
    - THANK YOU to Dr. Marianne Hatzopoulou, Keni Mallinen, ++
    - UW/near-source 'church' March 2020
    - DW 'firehall' Dec 2020
  - ✓ samplers ran reliably
  - ✓ collected high quality pollutant datasets (minimal data loss)
  - ✓ 'pandemic pivot': fixed site transects → mobile
  - ✓ rich datasets to support multiple analyses
    - continuous hly : $NO/NO_2/NO_x$, $O_3$ + $PM_{2.5}$, $PM_{10}$, UFP, BC
    - 24-hr : PM2.5 + elemental composition
    - 7-d : PAHs (21 species, > std. suite)
    - continuous hly: noise (dB)




## COMMUNITY AQ STATIONS

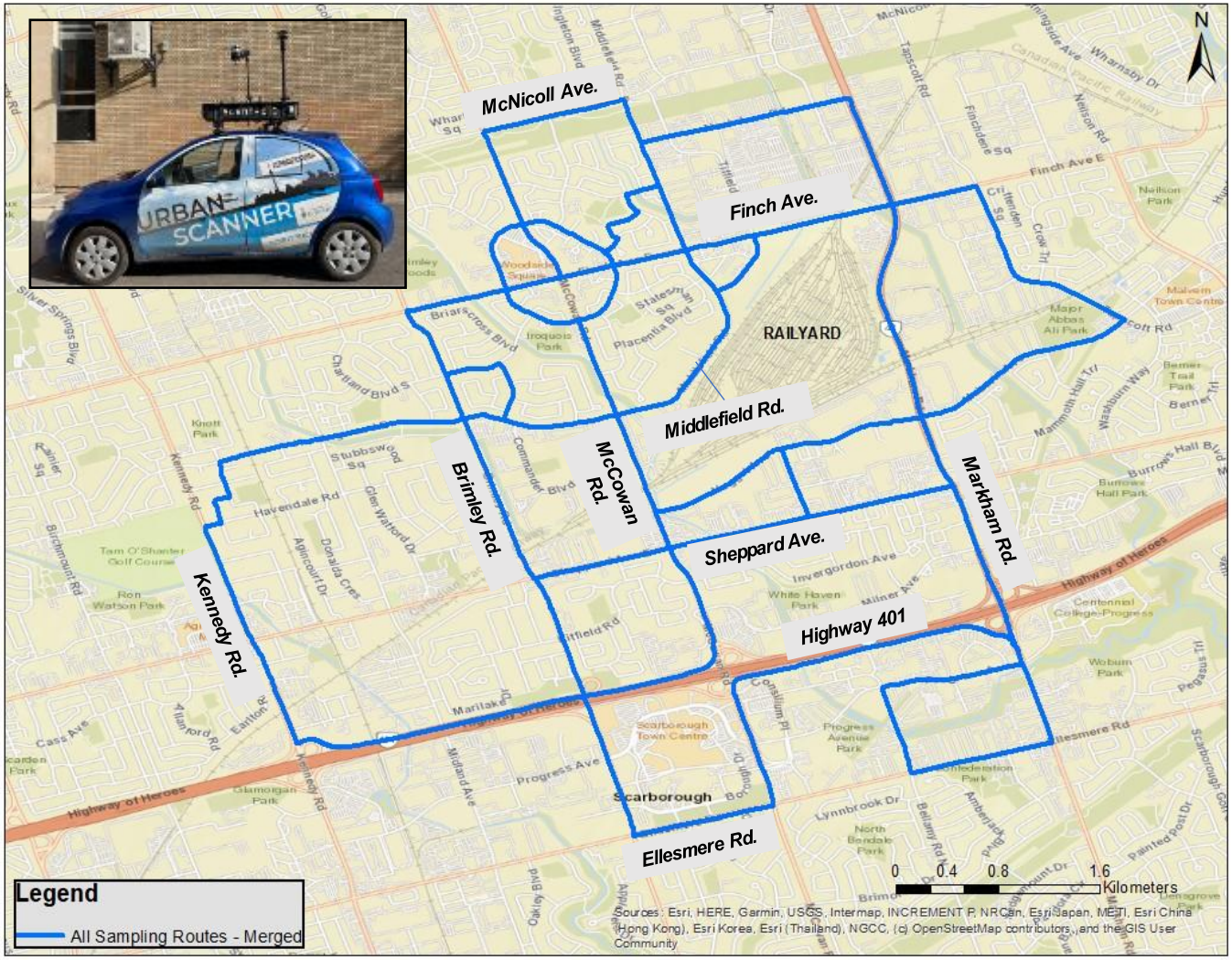
Continuous

PM (PM2.5, PM10, UFP, BC)
+ NO/NO2/NOx, O3

- noise (dB + f)

Integrated

- PM2.5 composition:
  - metals (24-hr)
  - PAH (1-wk)

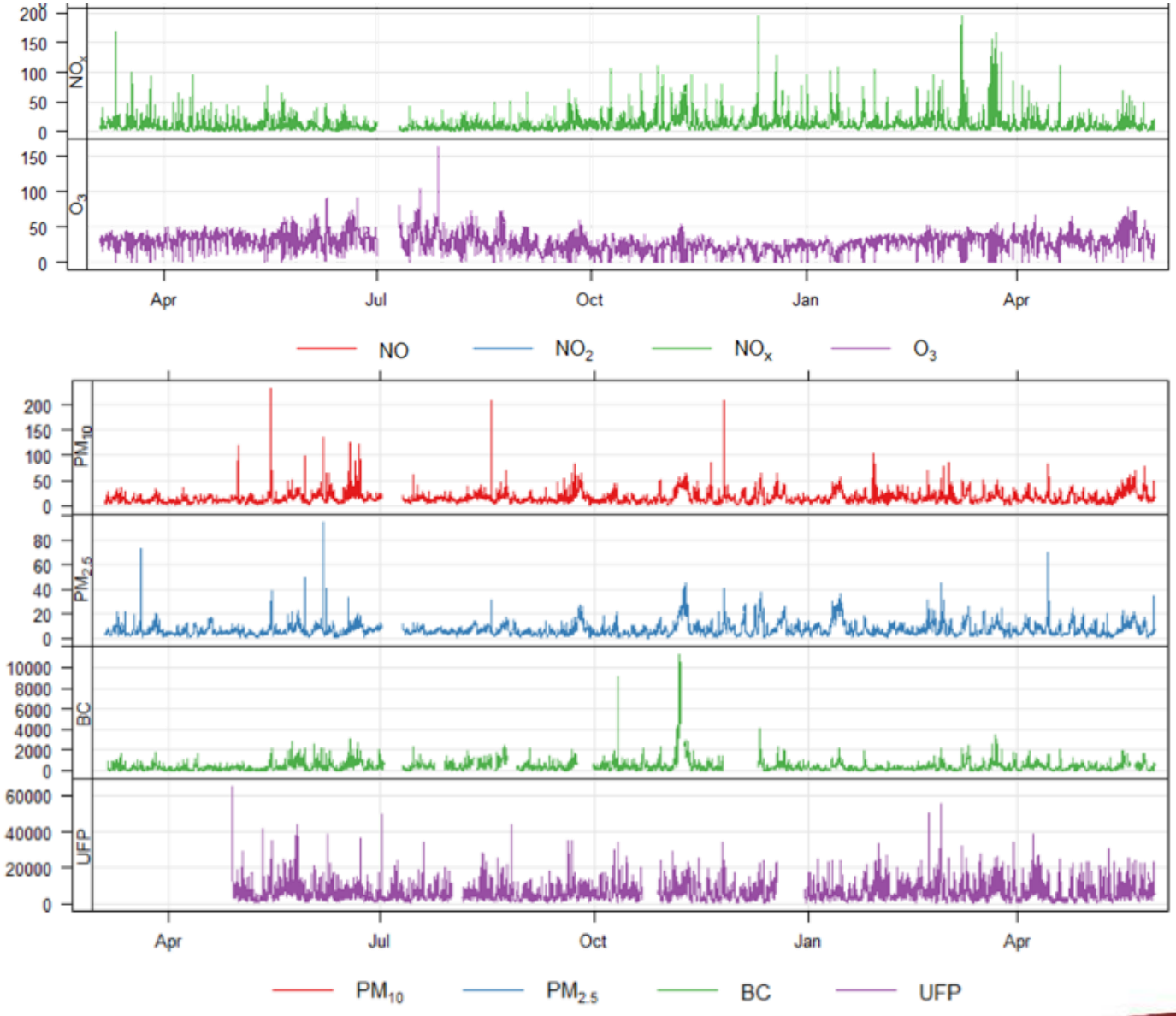


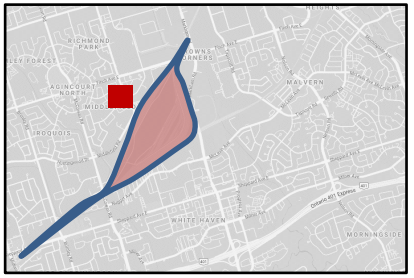

**'MOBILE TRANSECT' SAMPLING**

- continuous (min)
- PM (PM2.5, UFP, BC) + NO2, O3
- traffic/driving conditions (LIDAR, GPS, camera)
- local WS, T, RH
- driving routes
  + park
  @ fixed sites
  @ 'transect nodes'

# IV. Initial results & key takeaways

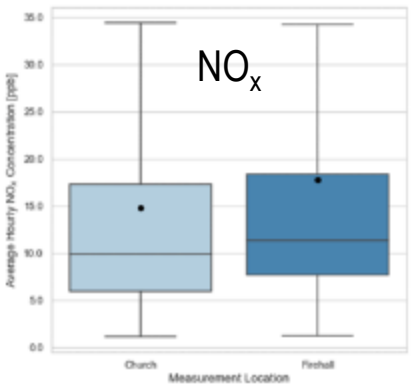
- continuous data

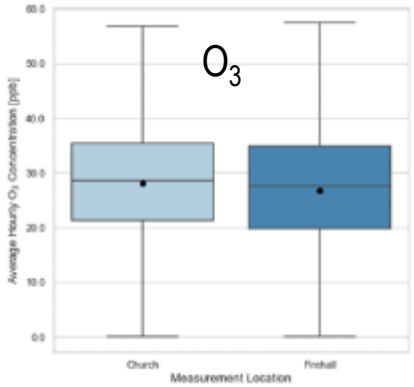


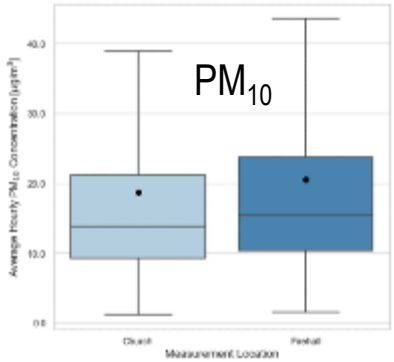



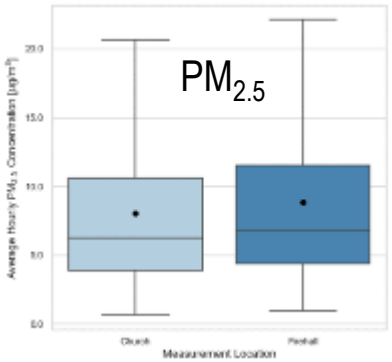
- **long t-series @ UW/near-source site**
  - 9K – 11K hr
  - gaseous, particle pollutants

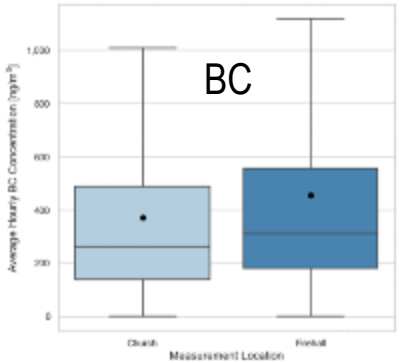
# TyNAQ| fixed station comparison

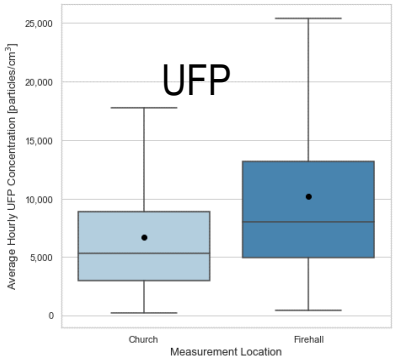


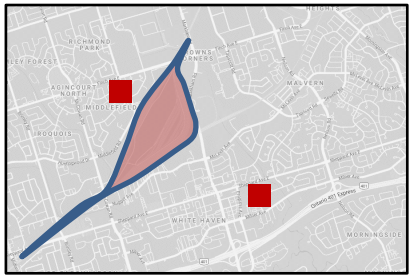



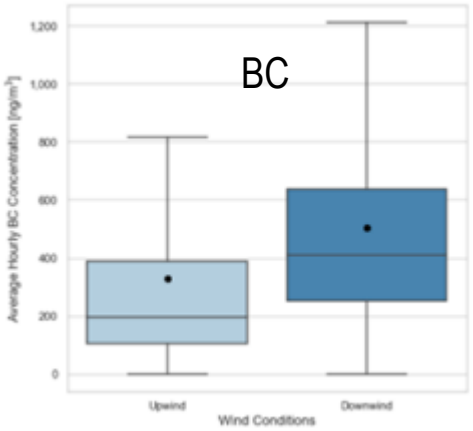



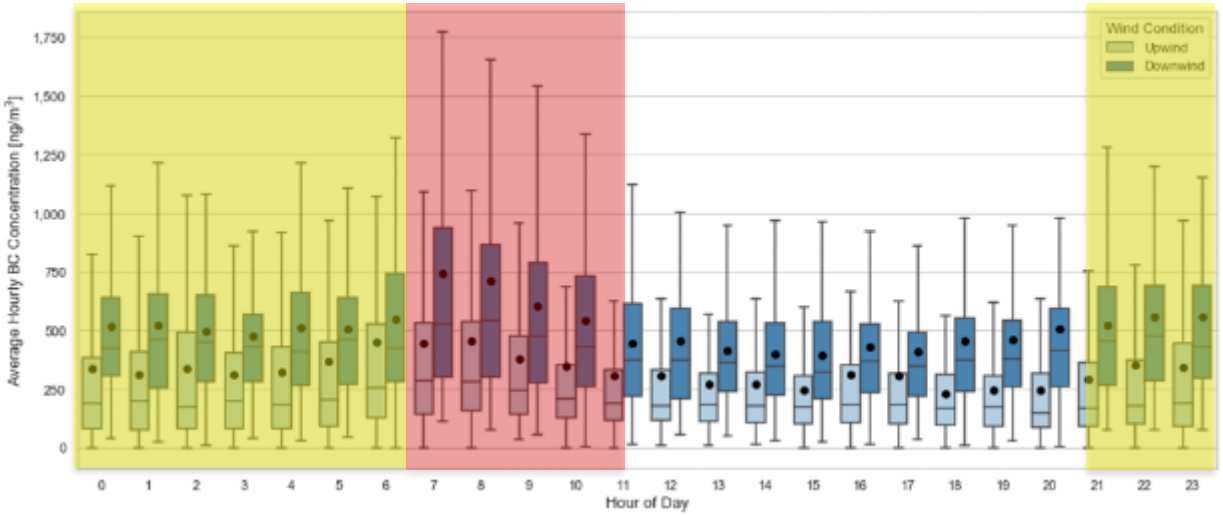



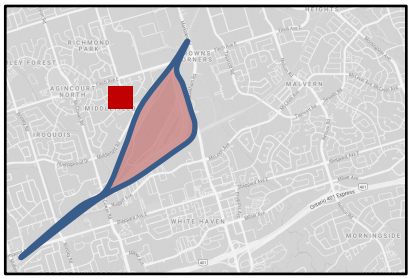
- **pollutant levels similar**
  - O3 (expected)
- **DW site higher**
  - $NO_x$, $PM_{10}$, $PM_{2.5}$, BC, UFP
  - cannot directly presume due to railyard!
- **overall datasets show very small differences (medians)**
- **need to stratify analyses (WD, time)**

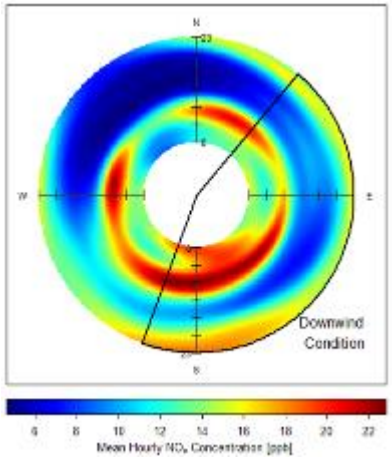
- **DW levels > UW levels**
  - NOx (1.3x)
  - BC (1.5x)
  - UFP (1.9x)
- ➢ ***ok, but DW is railyard + road/hwy traffic influence, so...***
- ✓ **time of day is revealing**
  - overnight hours have more DW-UW delta than afternoon period (but < 'morning rush')



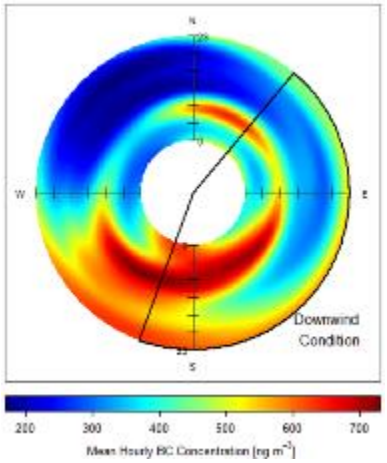



## Another stratification of the full dataset shows this well...

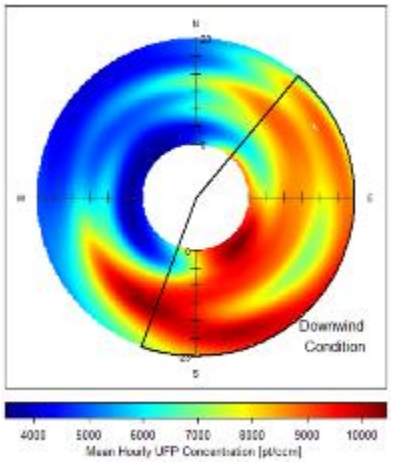





$NO_x$




BC




UFP

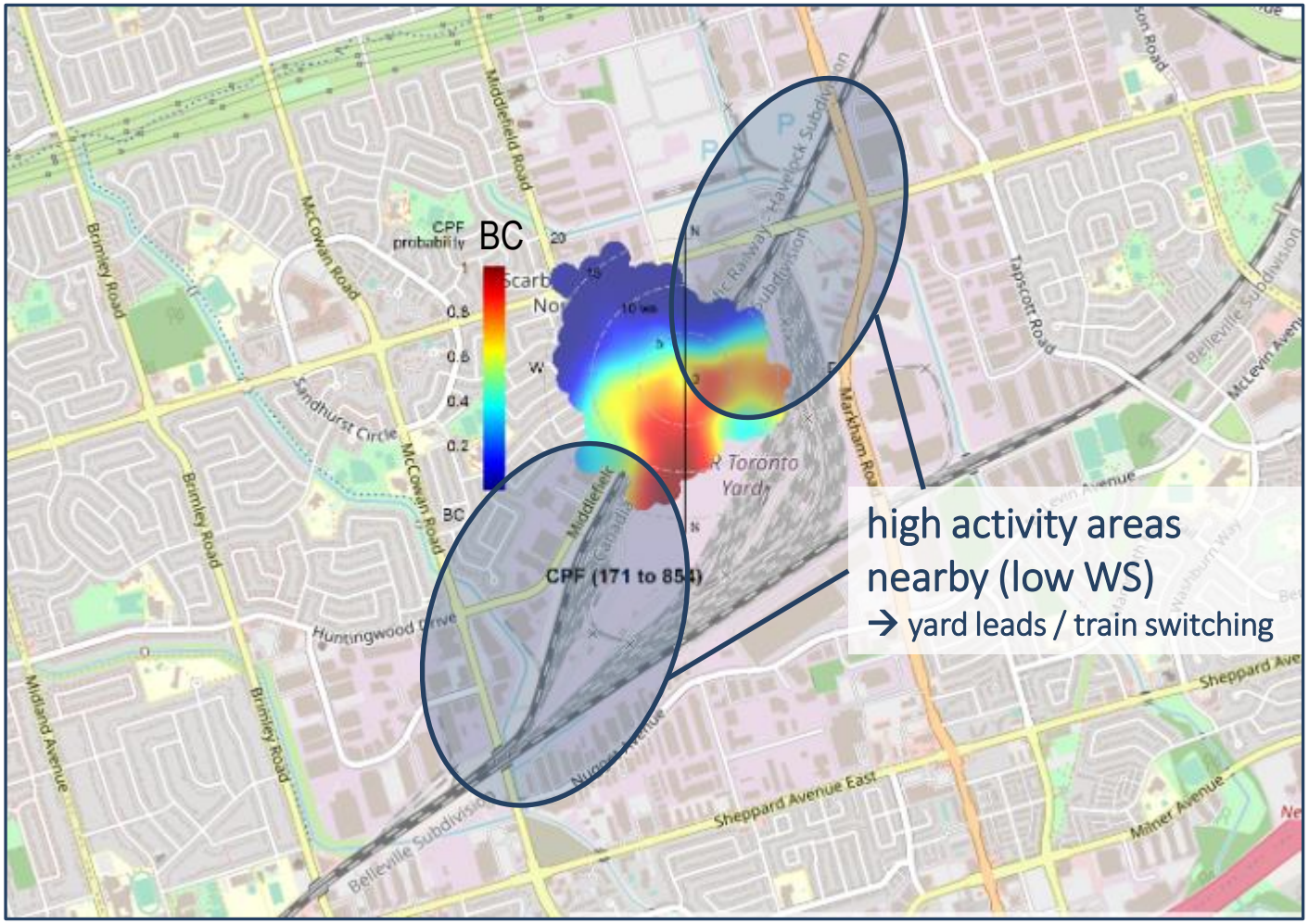
- **strong directionality with wind direction**
  - direction of high levels align with direction of railyard (and highway)
  - strongest trend for BC, UFP
- **time of day indicates likely railyard influence**
  - 'railyard-influenced direction' (SSW/S/SE), max peak @ morning 'rush hour' (7-11 AM)
    - NOx, BC (less so UFP)
  - **secondary peak @ overnight hours (11-7AM) → NOx, BC, UFP**
    - minimal on-road traffic on hwy 401, surrounding roads
    - railyard activity continues in overnight hours (24-hr/day)

- **railyard neighbourhood pollutant levels > nearest NAPS**
  - overall average levels higher near yard
    - difference suggests local source influence, but is necessarily 'railyard + hwy'

- **however, trend distinct in <u>overnight hours</u>**
  - $NO_2$: railyard levels most higher evening/overnight (6 PM – 5 AM); NAPS sites attenuate overnight
    - difference suggests <u>local source operating overnight</u>
    - → <u>rail yard activity</u> (on-road traffic activity is low)
  - $PM_{2.5}$: similar trend to $NO_2$ (but less delta)
  - BC, UFP: expect stronger trend... but not measured at NAPS

| Pollutant | Station Mean (Median) Hourly Pollutant Concentrations | | |
|---|---|---|---|
| | Church | Toronto East | Toronto North |
| $NO_2$ [ppb] | 9.6 (7.0) | 8.7 (6.4) | 9.1 (6.8) |
| $O_3$ [ppb] | 28.4 (28.4) | 27.1 (27.0) | 27.1 (27.0) |
| $PM_{2.5}$ [$\mu g \cdot m^{-3}$] | 7.2 (5.7) | 6.8 (5.0) | 6.6 (5.0) |

Toronto North @ 4905 Dufferin Street (~17.3 km NW) – LU I
Toronto East @ Kennedy/Lawrence (~6.7 km SW) – LU I
March 2020-May 2021, common dates



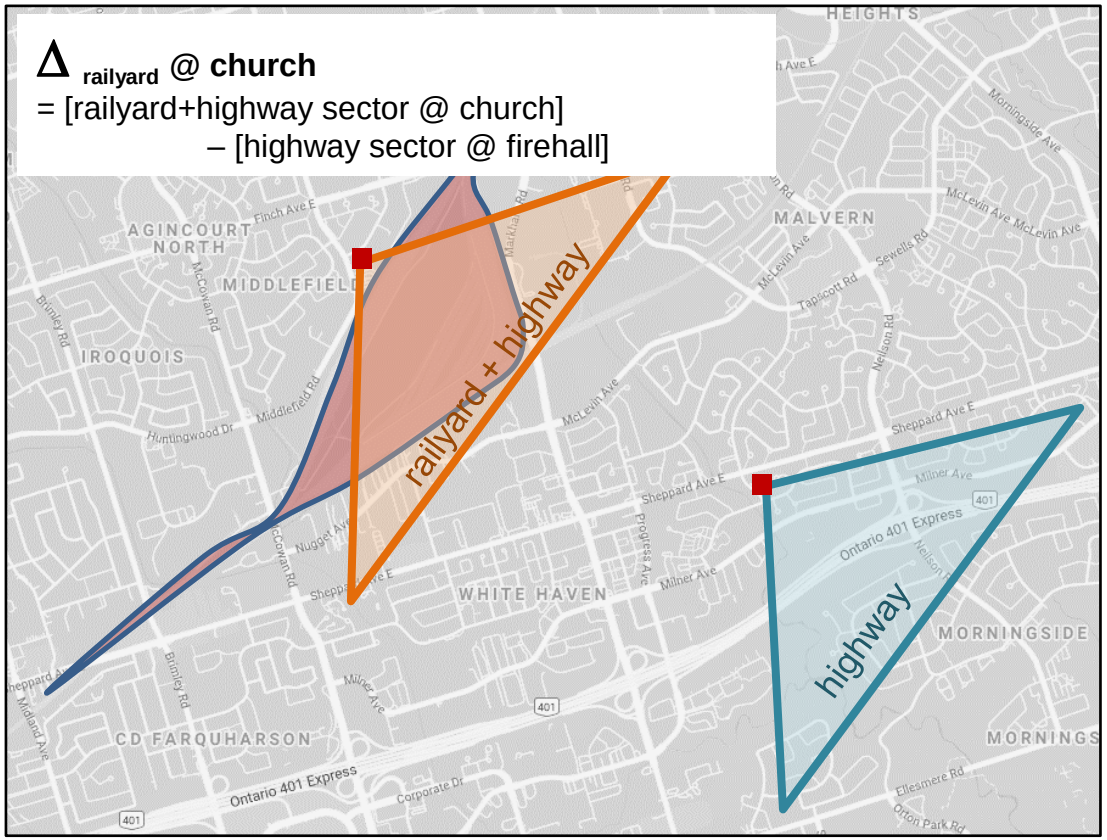

**CBPF (WD + WS) for BC, overlaid onto study area map**

- **Estimate of railyard contribution to local ambient AQ**
  - inter-site comparison (UW-DW paired sites)
  - @ church, subtracting 'highway source area' influence from 'railyard+highway' source area influence
  - @ firehall, analogous

- **Largest railyard contribution estimated for $NO_x$, BC, UFP (rail yard indicator pollutants)**
  - small $PM_{2.5}$, but even small contribution to urban $PM_{2.5}$ is a health risk increase

| | |
|---|---|
| **$NO_x$** | **1.5 - 6.0** ppb |
| **BC** | **16.0 - 125.2** ng·m$^{-3}$ |
| **UFP** | **-6 - 5644** particles·cm$^{-3}$ |
| $PM_{2.5}$ | -0.6 - 1.0 µg·m$^{-3}$ |

*mean of @ church, @ firehall estimates*




Δ railyard @ firehall
= [railyard+residential sector @ firehall]
– [residential sector @ church]

# V. Ongoing rail-related work

- analysis & KTE plans

**Phase II**
**– ANALYSIS & MODELLING**

- **$PM_{2.5}$ composition trends**
  - data = elements/metals & PAH
  - UW – DW comparison, NAPS comparison
- **Rail yard to local $PM_{2.5}$, $PM_{2.5}$-elements**
  - data = PM2.5-composition + BC @ n.hood stations (12-mo, 6 mo)
  - models = PCA, US EPA PMF 5
- **Aggregate urban exposures**
  - 'co-exposures'
  - data = PM + dB

**Phase III**
**– KTE**

- **journal paper(s)**
  - continuous pollutants
  - $PM_{2.5}$ composition
  - PAH, BaP-TEQ
  - PM2.5 source apportionment
  - noise
- **future webinar to interested stakeholders** (e.g., TC/ECCC/etc.)

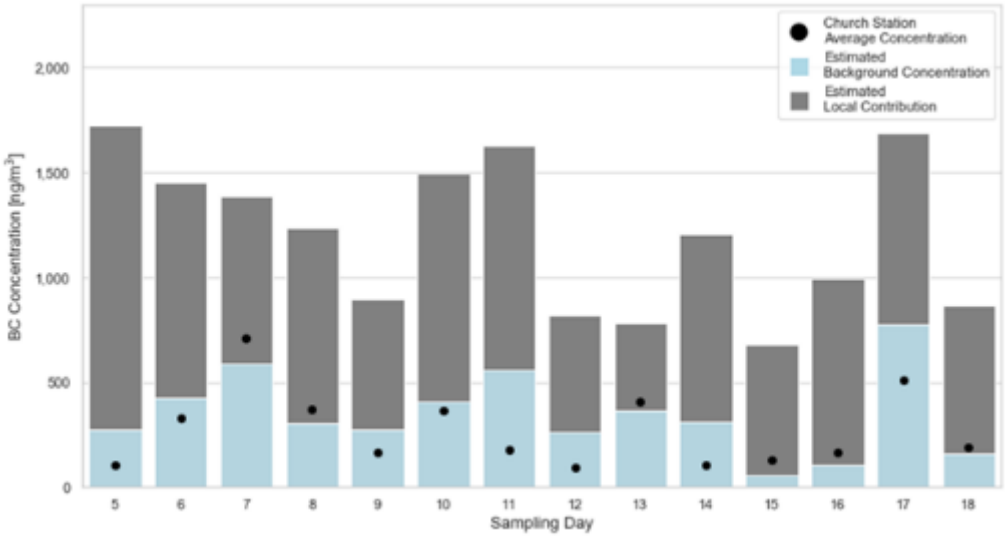
# *Thank you!*

**Angelos T. Anastasopolos,** PhD
Air Pollution Exposure Science Section (APExSS)

E| angelos.anastasopolos@canada.ca

Air Health Science Division
Healthy Environments and Consumer Safety Branch
Health Canada | Government of Canada

# TyNAQ| mobile sampling




- **BC, UFP levels ~ road classification (on-road traffic level)**
  - O3 (expected)
- **but mobile data permitted modelling to decompose 'local' and 'background' contribution**
  - BC: local contributions > background component (good diesel combustion marker)
  - UW/near-source site correlated strongly with background BC and UFP (UW by prevailing winds)

# La mobilité à Québec

# Étude d'impact du tramway sur les déplacements

## Nouvelle branche comprise entre le Pôle de Saint-Roch et le Pôle D'Estimauville

10 juin 2022

RTC
RÉSEAU DE TRANSPORT DE LA CAPITALE

VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# Plan de présentation

1. **Mise en contexte**
2. **Analyse macroscopique**
3. **Analyse microscopique**
   - 3.1 Performance du réseau routier
   - 3.2 Stationnement
   - 3.3 Transport en commun et déplacements actifs
4. **En résumé**

# Mise en contexte

RÉSEAU DE TRANSPORT DE LA CAPITALE

VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# Mise en contexte

## Modifications au tracé du tramway - Avril 2021

- Retrait de la branche allant vers Charlesbourg en passant dans la 1re Avenue
- Allongement du tracé vers l'est de la ville de Québec. La nouvelle branche du tracé part du pôle d'échanges de Saint-Roch et se destine au secteur D'Estimauville en passant par les liens routiers suivants : 4e Rue - 4e Avenue - Chemin de la Canardière - Boulevard Sainte-Anne
- Implantation d'un pôle d'échanges dans le secteur D'Estimauville

# Mise en contexte

## Pourquoi ajuster l'étude d'impact sur les déplacements

- **Actualisation de l'analyse macroscopique**
  - Comprendre les impacts de la nouvelle portion du tracé sur les grandes tendances de déplacement (comment les usagers se déplacent) dans la région de la Capitale-Nationale
- **Mise à jour de l'analyse microscopique**
  - Mettre en évidence les impacts de la nouvelle portion du tracé du tramway sur les déplacements dans les secteurs concernés (Vieux-Limoilou, Maizerets, et Lairet)

# Mise en contexte

## Démarche de l'étude

1. **Caractérisation de la situation actuelle**
2. **Présentation des situations futures**
    - Analyse macroscopique
        - Référence 2026 et 2041
        - Avec le projet 2026 et 2041
    - Analyse microscopique
        - Référence 2026
        - Avec le projet 2026
3. **Identification des impacts du projet**
4. **Proposition de mesures d'atténuation**

# Mise en contexte

## Démarche de l'étude

- Considération des mêmes **horizons de temps** que pour les études précédentes afin de maintenir une cohérence entre les différentes analyses.
- Les **effets de la pandémie** sur les déplacements ne sont pas considérés, car ils ne sont pas définitifs et pérennes.
- Le projet **Réseau express de la Capitale (REC)** n'est pas pris en compte dans la présente étude car le niveau d'avancement des analyses en lien avec ce projet ne permet pas d'avoir en main les données nécessaires pour sa prise en considération.
- Le projet **Tunnel Québec-Lévis** n'est pas pris en compte dans la présente étude, car le niveau d'avancement des analyses en lien avec ce projet ne le permet pas.

# Analyse macroscopique

RÉSEAU DE TRANSPORT DE LA CAPITALE

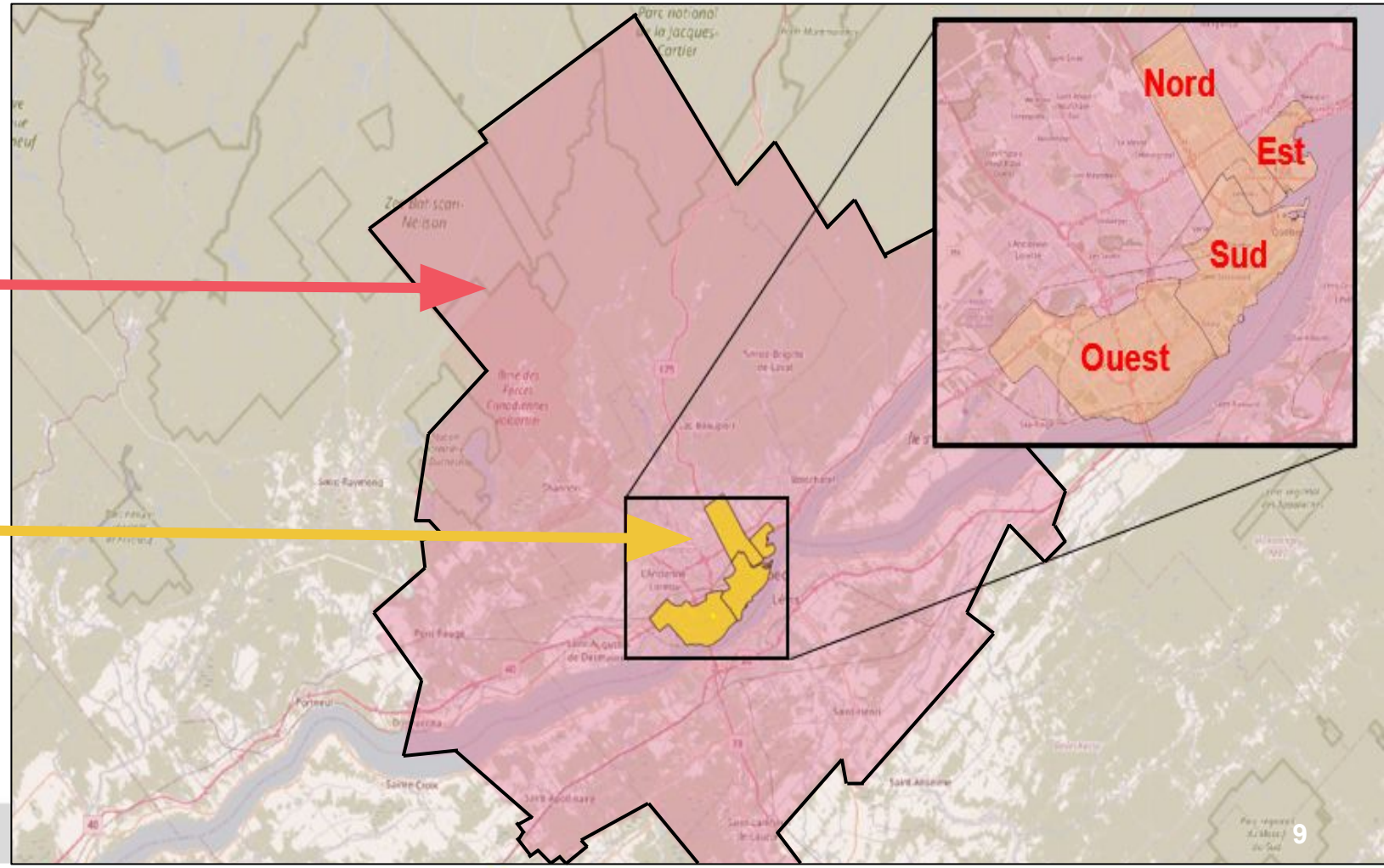
VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# Zone d’étude macroscopique

## Analyse macroscopique

La zone d’étude tient compte de l’ensemble du territoire de la Capitale-Nationale.

Une attention particulière est portée à la **zone d’influence directe du projet** (2 km de part et d’autre du tracé).



## Grands constats |

# Variation du nombre de déplacements

## Pour l'ensemble du territoire

- Le **nombre total des déplacements** dans le territoire de la Capitale-Nationale augmentera de **3 % en 2026** et de **5 % à l'horizon 2041**.

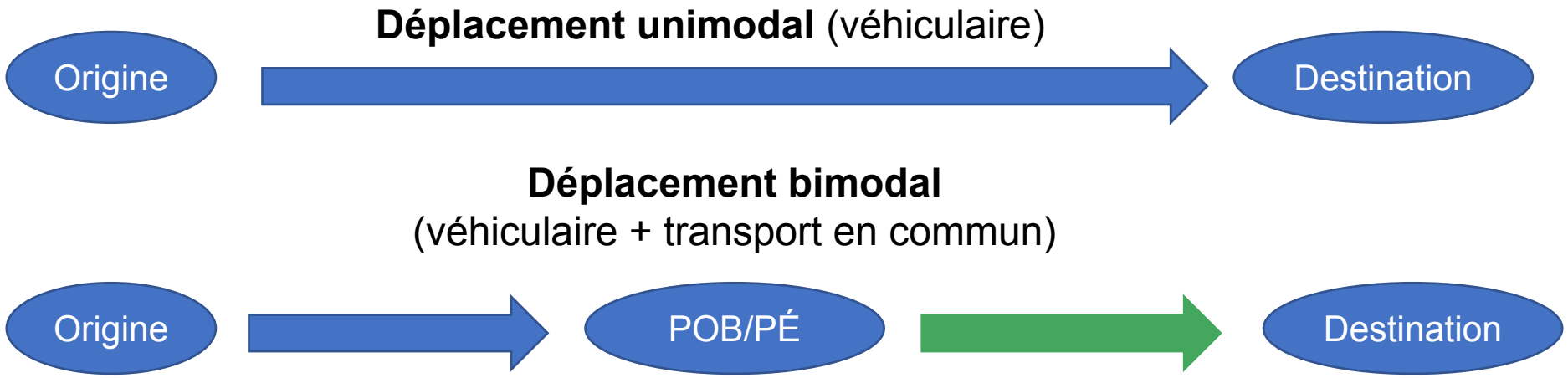
| Secteur | Situation | 2017 | 2026 | 2041 |
|---|---|---|---|---|
| **Capitale-Nationale** | Sans le tramway | **1 979 834** | **2 034 762** | **2 074 273** |
| | Avec le tramway | – | **2 043 751** | **2 082 959** |
| **Zone d'influence** | Sans le tramway | **1 132 988** | **1 185 119** | **1 204 319** |
| | Avec le tramway | – | **1 185 119** | **1 204 319** |

## Grands constats |

# Variation du nombre de déplacements

## Pour l'ensemble du territoire

- La différence entre le nombre total des déplacements avec et sans le tramway pour les horizons 2026 et 2041 s'explique par les déplacements bimodaux induits par l'implantation du tramway : Parc-O-Bus (POB) et pôles d'échanges (PÉ).



# Variation du nombre de déplacements

## Par mode de transport dans la Capitale-Nationale

- L'implantation du tramway permet de **réduire la croissance** du nombre de déplacements motorisés.

| Type de déplacement | Variation 2017-2026 | | Variation 2017-2041 | |
|---|---|---|---|---|
| | Sans tramway | Avec tramway | Sans tramway | Avec tramway |
| **Automobile** | + 30 338 | + 14 124 | **+ 68 140** | **+ 51 011** |
| **Transport en commun** | + 6 666 | + 39 494 | + 11 251 | + 45 704 |
| **Actif** | + 17 925 | +10 298 | + 15 047 | + 6 411 |
| **Total** | **+ 54 928** | **+ 63 917** | **+ 94 438** | **+ 103 125** |

## Grands constats |

# Variation du nombre de déplacements

## Par mode de transport dans la zone d'influence

- L'implantation du tramway permet de **capter 74 % en 2026** et **60 % en 2041 des nouveaux déplacements** dans la zone d'influence du tramway. Sans le tramway, l'automobile aurait capté 74 % en 2026 et 81 % des nouveaux déplacements dans la zone d'influence du tramway.

| Type de déplacement | Variation 2017-2026 | | Variation 2017-2041 | |
|---|---|---|---|---|
| | Sans tramway | Avec tramway | Sans tramway | Avec tramway |
| **Automobile** | **+ 38 952** | **+ 15 247** | **+ 57 928** | **+ 33 623** |
| **Transport en commun** | + 7 426 | + 38 363 | + 10 967 | + 43 329 |
| **Actif** | + 5 753 | -1 479 | + 2 437 | - 5 621 |
| **Total** | **+ 52 131** | **+ 52 131** | **+ 71 331** | **+ 71 331** |

# Variation du nombre de déplacements

## Variation des parts modales dans la zone d'influence

- L'implantation du tramway permet un meilleur transfert modal vers le transport en commun dans la zone d'influence du tramway.

| Type de déplacement | Actuel (2017) | Horizon 2026 | | Horizon 2041 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Sans tramway | Avec tramway | Sans tramway | Avec tramway |
| Automobile | 78,1 % | 77,9 % | 75,9 % | 78,3 % | 76,2 % |
| Transport en commun | 8,6 % | 8,8 % | 11,5 % | 9,0 % | 11,7 % |
| Actif | 13,3 % | 13,3 % | 12,6 % | 12,7 % | 12,1 % |
| Total | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % |

## Grands constats |

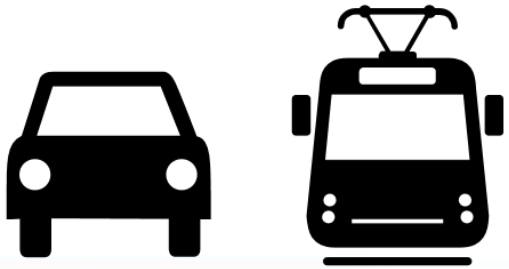
# Variation du nombre de déplacements

### Augmentation des déplacements dans la région de la Capitale-Nationale au cours des 15 prochaines années :

- 65 000 déplacements supplémentaires à l'horizon 2026
- 103 000 déplacements supplémentaires à l'horizon 2041

### Le tramway permettra de capter :

- 63 % des déplacements supplémentaires dans la Capitale-Nationale en 2026 et 45 % à l'horizon 2041
- 74 % en 2026 et 60 % en 2041 des nouveaux déplacements dans la zone d'influence du tramway



## Grands constats |

# Variation du nombre de déplacements

- Le **transfert modal vers le transport en commun** est plus important dans le territoire de la ville de Québec (zone d'influence du tramway) que dans la région de la Capitale-Nationale.

- Le **mode actif connaîtra une baisse** de sa part modale à l'horizon 2041. Cette baisse peut s'expliquer par :

    - L'augmentation de l'âge moyen de la population

    - L'implantation d'un mode attractif (tramway) qui peut attirer des usagers qui ont l'habitude des parcours de moyenne distance

# Analyse microscopique

RÉSEAU DE TRANSPORT DE LA CAPITALE

VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# Zone d’analyse macroscopique

## Analyse microscopique

Évalue l’**impact de la nouvelle branche** sur tous les déplacements dans le territoire touché par l’ajustement du tracé.

Ce territoire inclut les secteurs suivants :

- Vieux-Limoilou
- Lairet
- Maizerets
- Charlesbourg

# Analyse macroscopique

## Méthodologie de l'étude

- **Trois scénarios analysés**
  - Situation actuelle - 2017
  - Scénario de référence - Situation future en 2026 sans le tramway
  - Scénario futur - Situation future en 2026 avec le tramway

- **L'analyse considère les impacts sur les éléments suivants**
  - Performance du réseau routier
  - Transport en commun
  - Stationnement
  - Déplacements actifs

# Performance du réseau routier

RÉSEAU DE TRANSPORT DE LA CAPITALE

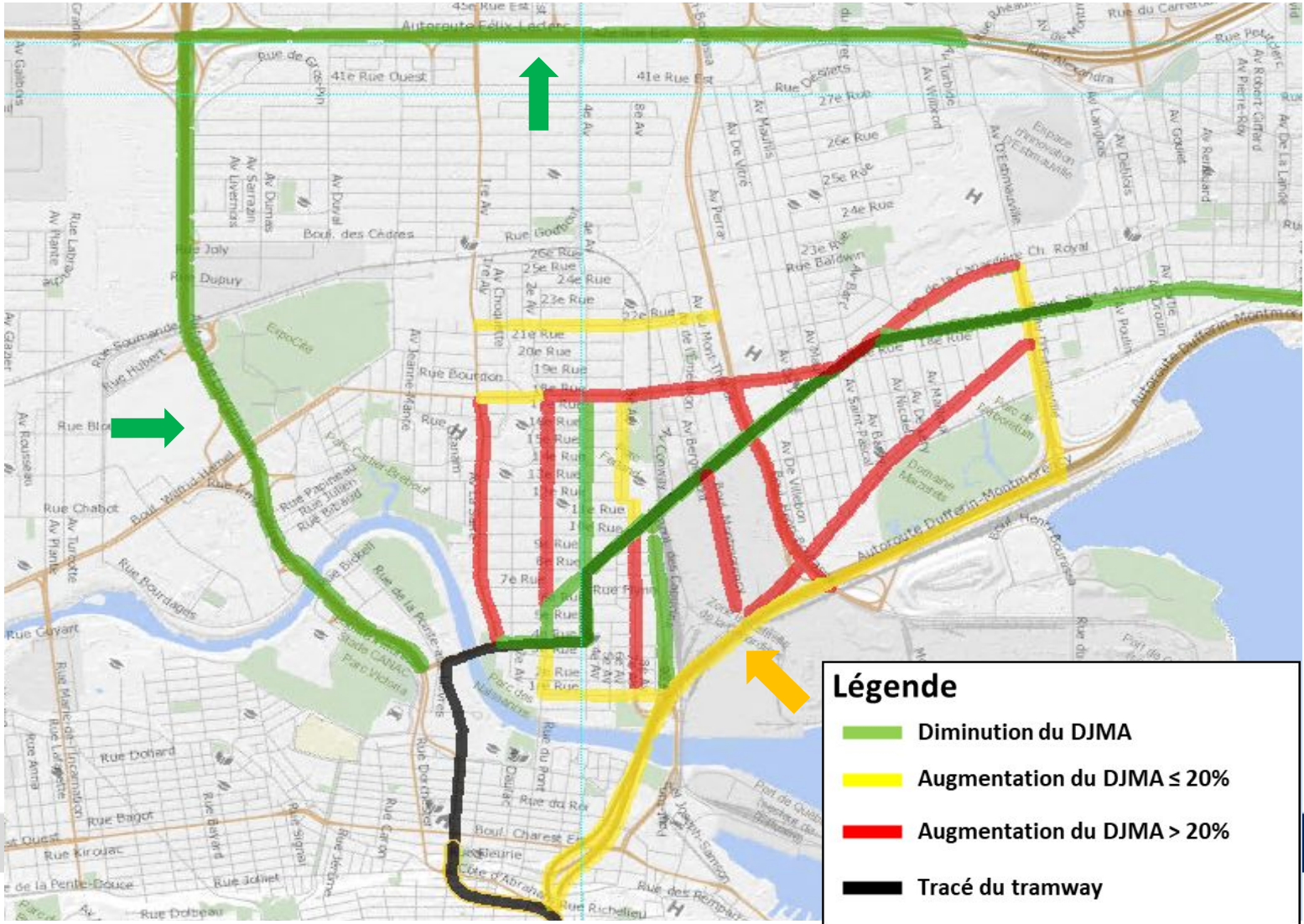
VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# Performance du réseau routier |
# Autoroutes

## Évolution des volumes de circulation (DJMA)

Baisse des DJMA sur la majorité des axes autoroutiers de la zone

Augmentation des DJMA sur l'autoroute limitrophe à la nouvelle branche



# Performance du réseau routier |

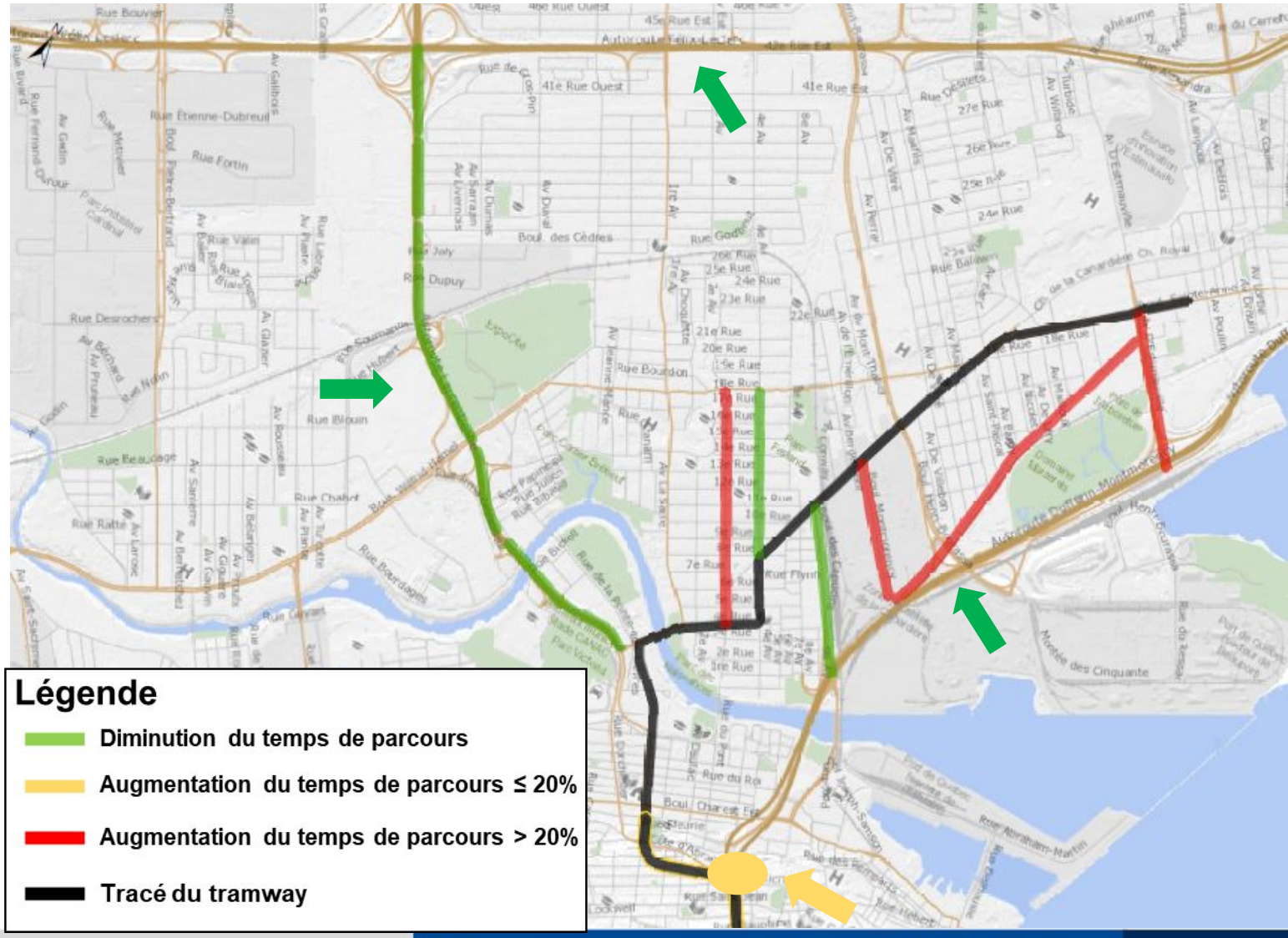
# Autoroutes

## Temps de parcours

La variation des DJMA n'a **aucun impact sur les temps de parcours** des usagers sur les axes autoroutiers, et ce, pour les deux périodes de pointe.

On note une amélioration du temps de parcours sur l'autoroute Laurentienne

Refoulement possible au carrefour Honoré-Mercier/Dufferin



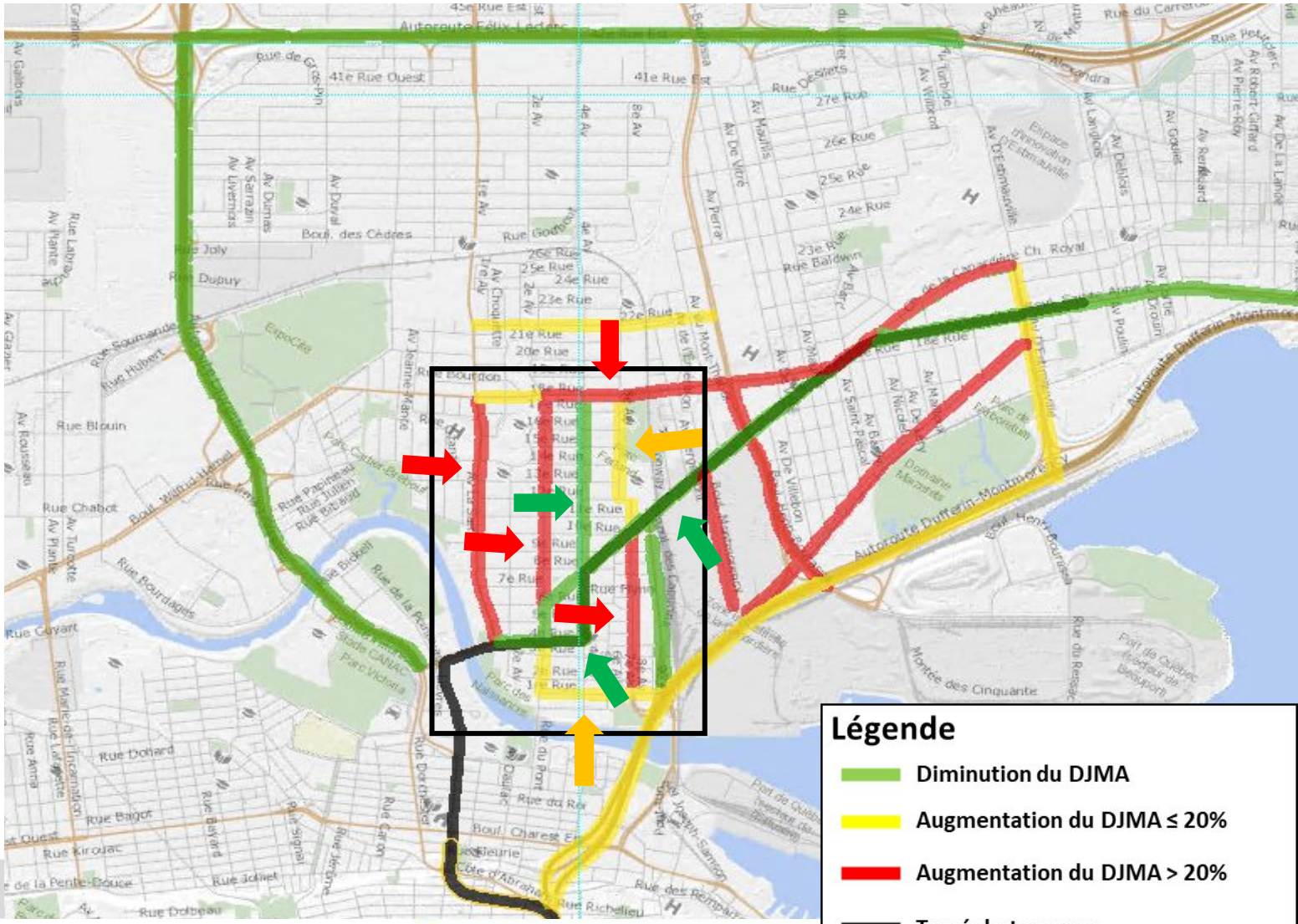
# Performance du réseau routier | Vieux-Limoilou

## Évolution des volumes de circulation (DJMA)

Légère augmentation des DJMA dans la 8e Avenue au nord de la Canardière et dans la 3e Avenue et la 1re Rue au sud de la Canardière

Baisse des volumes sur Canardière, des Capucins, 4e Rue et la 4e Avenue ainsi que la 3e Avenue au sud de la Canardière

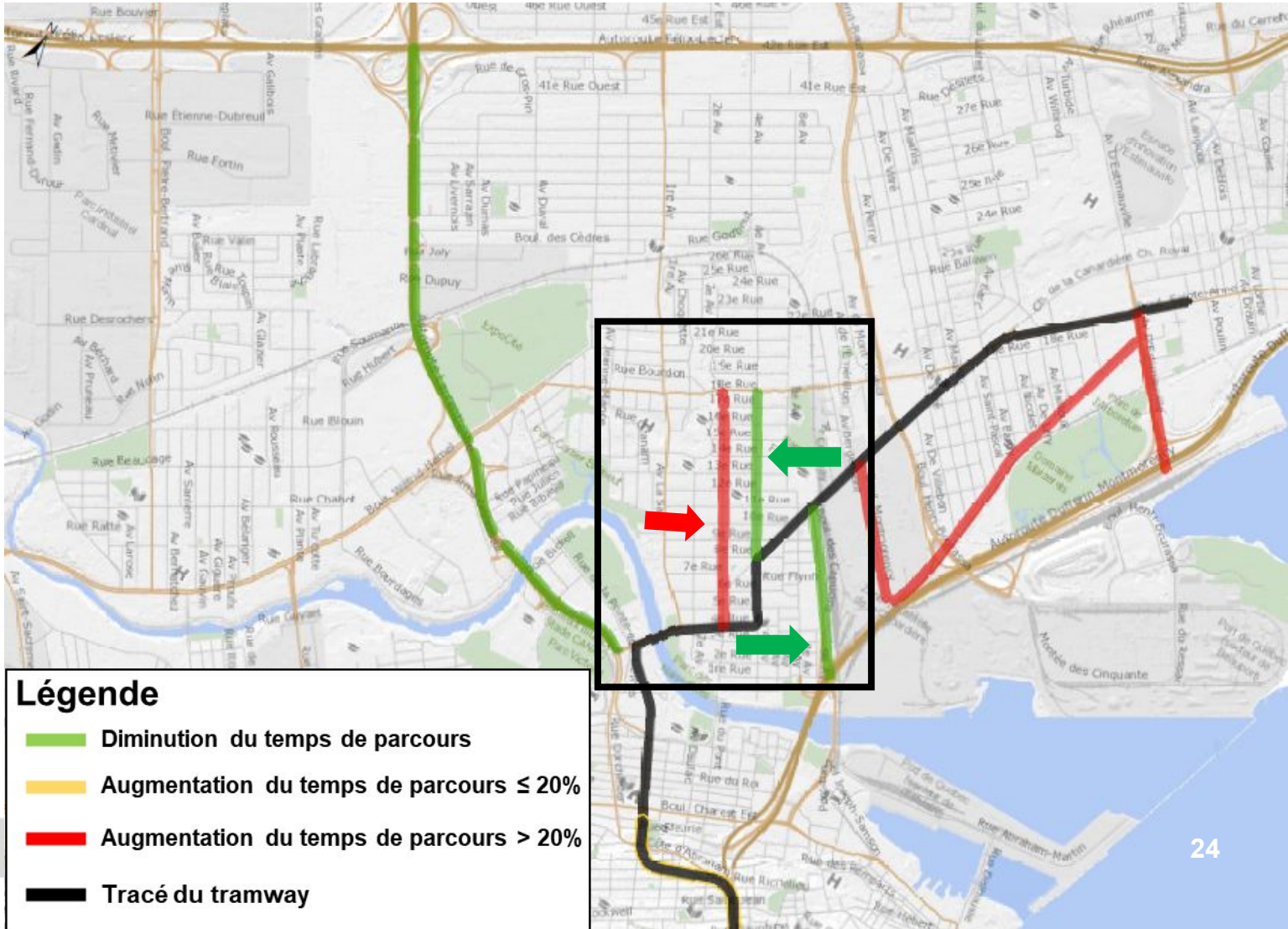
Augmentation des DJMA dans la 18e Rue, la 1re Avenue, la 3e Avenue au nord de la Canardière et la 8e Avenue au sud de la Canardière



# Performance du réseau routier | Vieux-Limoilou

## Temps de parcours

Maintien des temps de parcours sur tous les axes nord-sud à l'exception de la 3e Avenue entre la 4e Rue et la 18e Rue



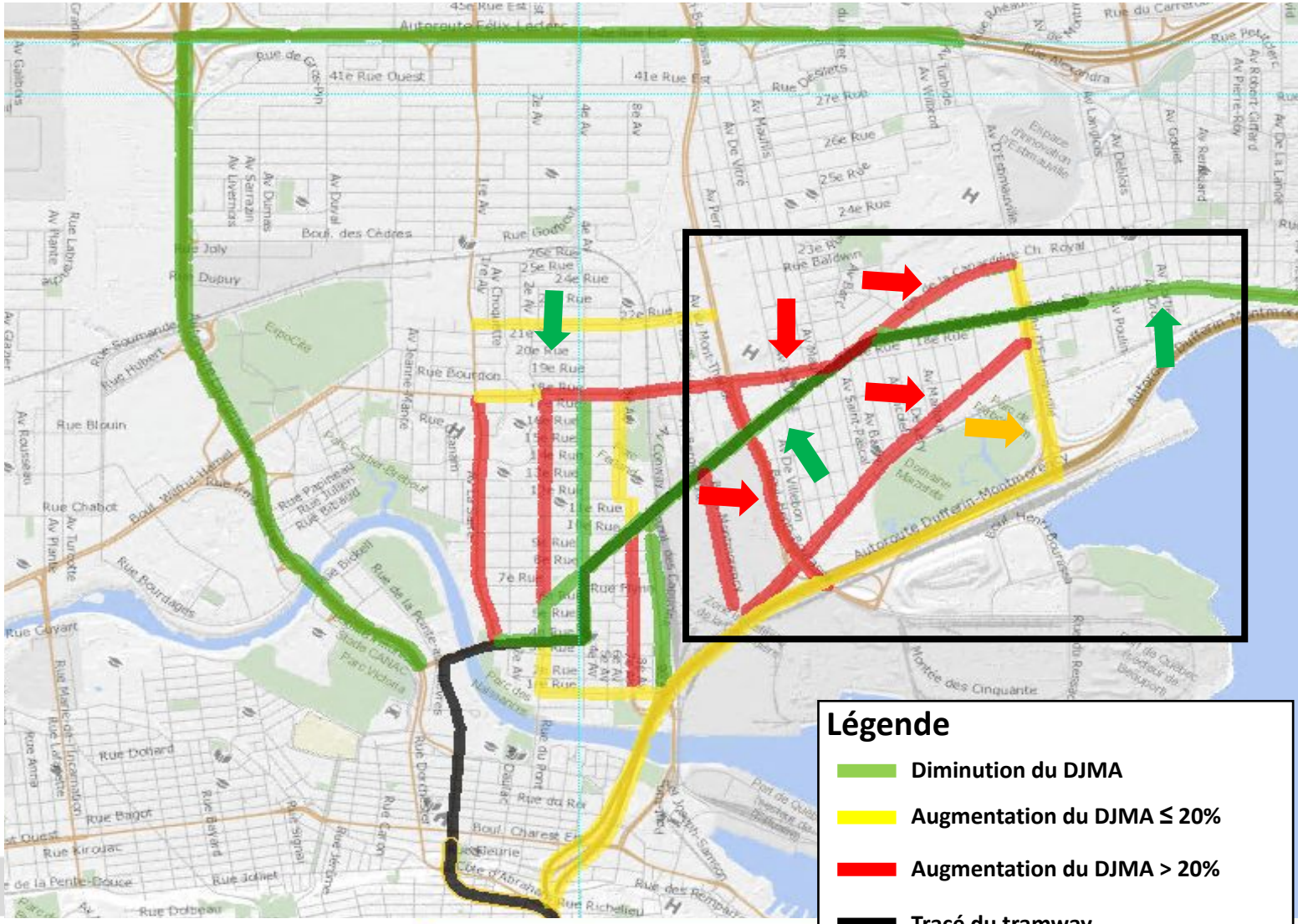
# Performance du réseau routier | Maizerets

## Évolution des volumes de circulation (DJMA)

Baisse des DJMA dans les axes Canardière, Mgr-Gauthier et Sainte-Anne

Légère augmentation des DJMA sur D'Estimauville

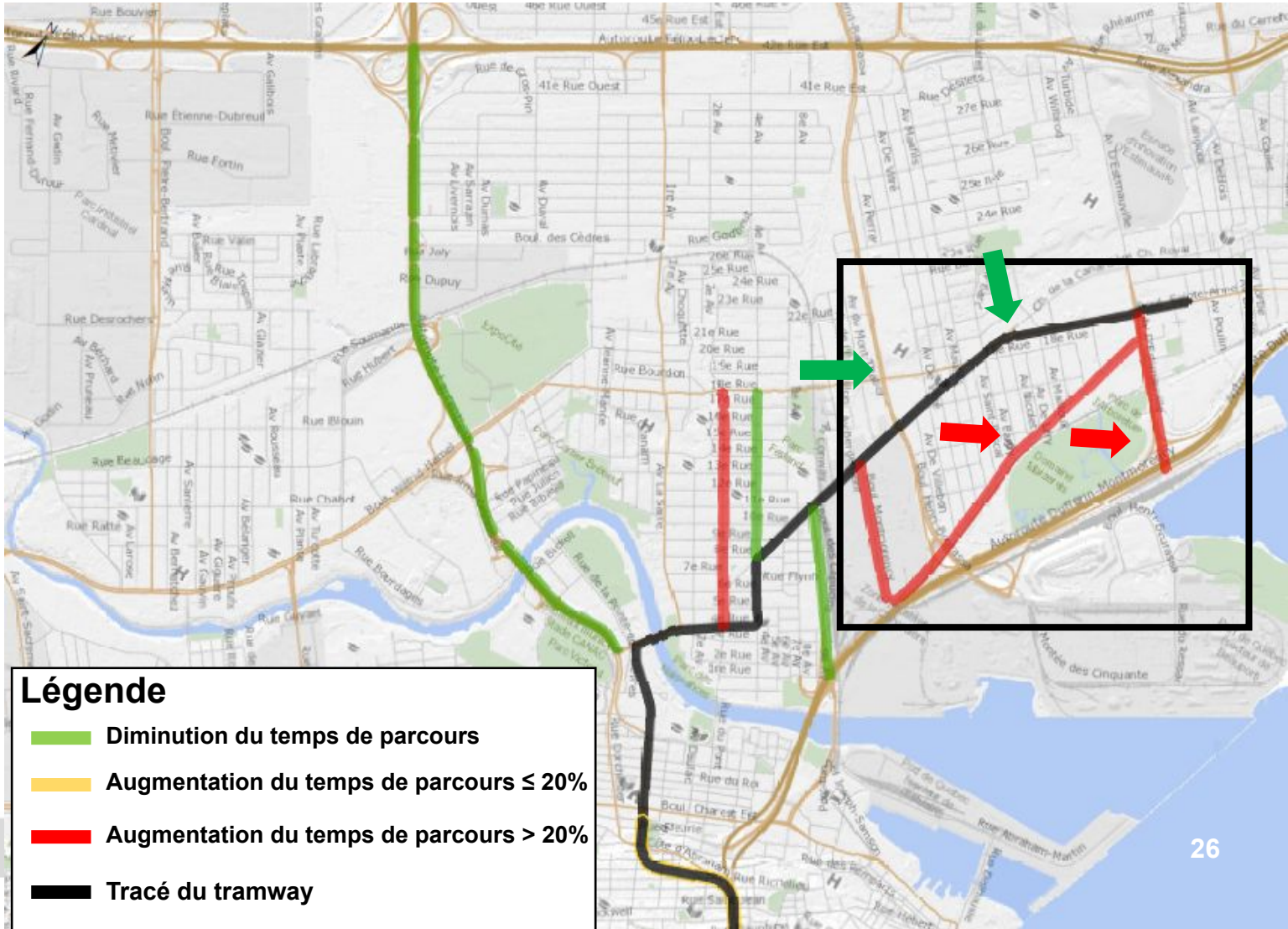
Augmentation des DJMA sur Henri-Bourassa, la 18e Rue et le boulevard Montmorency



# Performance du réseau routier | Maizerets

## Temps de parcours

Maintien des temps de parcours sur tous les axes à l'exception de l'avenue D'Estimauville et le boulevard Montmorency

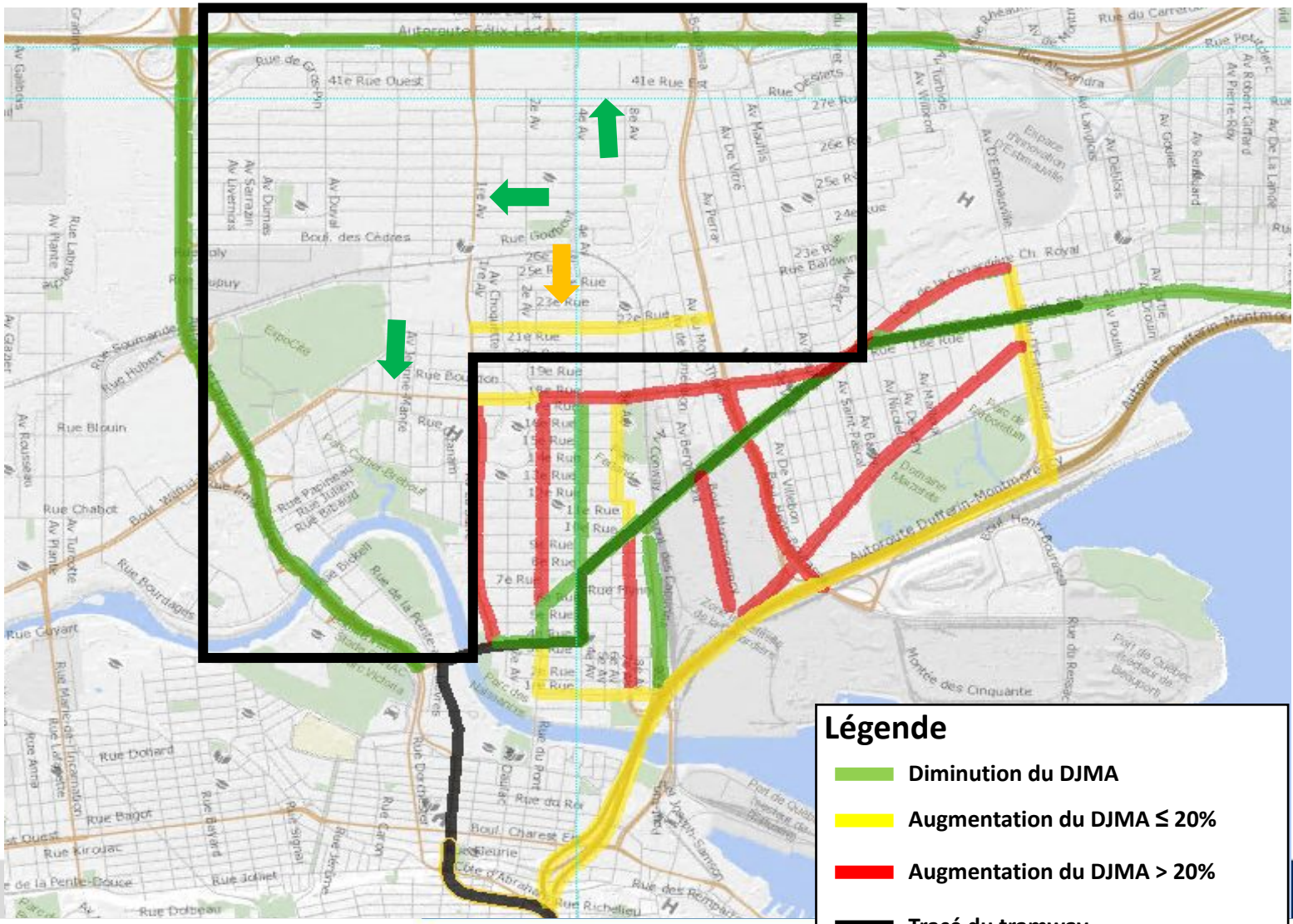


# Performance du réseau routier |

# Lairet

## Évolution des volumes de circulation (DJMA)

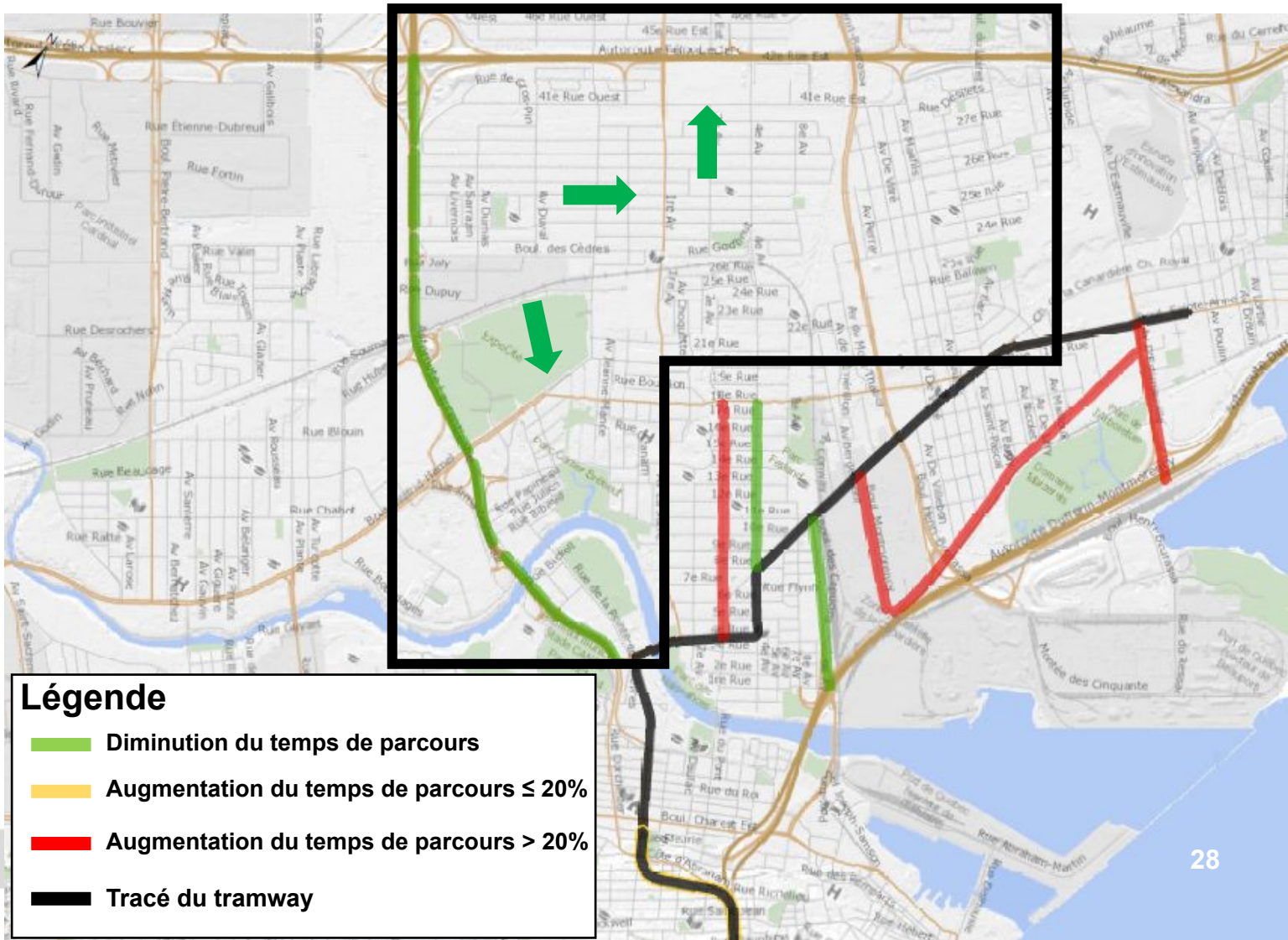
Baisse des DJMA sur tous les axes du secteur Lairet à l'exception de la 22e Rue



# Performance du réseau routier | Lairet

## Temps de parcours

Maintien des temps de parcours sur tous les axes du secteur Lairet



# Performance du réseau routier |
# Grands constats

## Vieux-Limoilou

- La nouvelle branche du tramway n'a **pas d'impact significatif** sur les axes autoroutiers du secteur à l'étude. Les **temps de parcours demeurent stables** malgré les variations des débits véhiculaires enregistrées sur ces axes.
- L'augmentation des DJMA sur la 1re Avenue et la 8e Avenue et leur baisse sur d'autres axes nord-sud n'ont **aucun impact sur la performance** de ces axes à l'exception de la 3e Avenue qui enregistre une augmentation des temps de parcours malgré la baisse des volumes. Cette augmentation est induite par les retards enregistrés au carrefour 3e Avenue/4e Rue.
- **Maintien de la performance des axes est-ouest du Vieux-Limoilou** malgré l'augmentation des volumes véhiculaires dans la 1re Rue et la 18e Rue. Ce maintien de la performance est entraîné par le maintien de la capacité de ces axes.

# Performance du réseau routier |
# Grands constats

## Maizerets et Lairet

- **Augmentation des volumes véhiculaires** sur les principaux axes de ces secteurs à noter : Henri-Bourassa, D'Estimauville, 18e Rue, 22e Rue et le boulevard Montmorency
- La variation des DJMA sur les axes routiers de ces secteurs **n'affecte pas leur performance** puisque les temps de parcours demeurent stables à l'exception de D'Estimauville
  et Montmorency en direction nord.
- Le maintien de la performance des axes Henri-Bourassa, D'Estimauville, 18e Rue, 22e Rue malgré l'augmentation des volumes véhiculaires est dû au **maintien de leur capacité routière.**

# Stationnement

RÉSEAU DE TRANSPORT DE LA CAPITALE

VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# Grands constats |
# Stationnement

- **470 espaces de stationnement** seront retirées le long de la nouvelle branche
  - 169 cases de stationnement dans le secteur du Vieux-Limoilou
  - 301 cases dans le secteur Maizerets
- La disponibilité du stationnement dans ces rues permet d'absorber cette perte. Le taux moyen d'occupation des espaces de stationnement dans la rue est de 44 %. Il ne dépasse pas 58 %. Aucune compensation des espaces de stationnement retirés n'est requise.
- **Aucune perte de revenu n'est prévue pour la Ville** avec ce retrait puisqu'aucune borne de stationnement payant ne sera retirée.

## Grands constats |

# Stationnement

### Localisation des espaces de stationnement à retirer

# Transport en commun et déplacements actifs

RÉSEAU DE TRANSPORT DE LA CAPITALE

VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# Transport en commun et déplacements actifs

- Les **cheminements piétons et le réseau cyclable** dans le secteur seront considérablement **améliorés**.
- L'offre en transport en commun est **grandement améliorée** dans le secteur Est de la ville.
- La nouvelle planification des services du Réseau de transport de la Capitale (RTC) amène **cinq points de croisement** entre les parcours de Métrobus et du tramway.
- Le **temps de parcours de Métrobus augmentera** à ces points de croisement durant les périodes de plus forte affluence avec la concentration des volumes de circulation automobile aux intersections traversantes.

# Transport en commun

## Points de croisement entre les Métrobus et le tramway

## Grands constats |

# Déplacements actifs

## Amélioration du réseau cyclable

- Déploiement de nouveaux liens cyclables permettant de relier les liens actuels et de relier les pôles d'échanges de Saint-Roch et D'Estimauville
  - Ajout d'un lien cyclable en voie réservée entre la 1re Avenue et la 3e Avenue, sur la 4e Rue
  - Ajout de voies réservées cyclables sur le chemin de la Canardière de part et d'autre de la plateforme jusqu'au boulevard Sainte-Anne
  - Ajout de voies réservées cyclables sur le boulevard Sainte-Anne

# En résumé

RÉSEAU DE TRANSPORT DE LA CAPITALE

VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

## En résumé |

# Grands constats - Déplacements

- **Augmentation de 100 000 déplacements par jour** à l'horizon 2041 dans la région de la Capitale-Nationale. Cette augmentation est plus importante dans la zone d'influence du tramway.
- La mise en place du tramway permettra de capter, en 2026, 63 % des nouveaux déplacements dans la Capitale-Nationale. Dans la zone d'influence du tramway, la captation des nouveaux déplacements sera de 74 %. **À l'horizon 2041, les proportions seront de 45 % et 60 % respectivement pour la Capitale-Nationale et la zone d'influence.**
- Le **transfert modal** vers le transport en commun sera **plus important dans la zone d'influence du tramway** que sur le reste du territoire de la Capitale-Nationale. Il se fera principalement aux dépens de l'automobile et d'une portion des déplacements actifs.

## En résumé |

# Grands constats - Réseau routier

- **Augmentation des volumes véhiculaires sur les principaux axes** des secteurs à l'étude : 1re Avenue, 8e Avenue, Henri-Bourassa, D'Estimauville,1re Rue, 18e Rue, 22e Rue et boulevard Montmorency
- La variation des DJMA (diminution ou augmentation) sur les axes routiers de ces secteurs n'affecte pas leurs performances. **Les temps de parcours demeurent stables grâce au maintien de leur capacité routière.**
- **Seuls les axes de la 3e Avenue (au nord de la 4e Rue), D'Estimauville et Montmorency** enregistreront une baisse de leur performance qui se traduit par une augmentation des temps de parcours, principalement en direction nord.
- La nouvelle branche n'a que très **peu d'impacts sur la performance du réseau autoroutier** des secteurs, et ce, malgré les variations des DJMA.

## En résumé |

# Grands constats - Autres éléments

- Malgré le retrait de 470 espaces de stationnement le long de la nouvelle section du tracé, **aucune pression ne se fera sentir** dans les secteurs analysés. Le taux d'occupation moyen de 44 %, jumelé avec l'offre actuelle de stationnement, permettent d'absorber les pertes en espaces de stationnement dans la rue.
- L'implantation du tramway vers D'Estimauville **améliorera l'offre en transport en commun** dans le secteur. Toutefois, le croisement des Métrobus avec le tramway à cinq carrefours induira une augmentation du temps de parcours des Métrobus en raison des retards enregistrés à ces carrefours.
- Les **déplacements actifs seront améliorés** dans les secteurs concernés grâce à l'ajout de corridors piétons ou de liens cyclables dédiés tout le long de la nouvelle section du tracé.

# Questions?

RÉSEAU DE TRANSPORT DE LA CAPITALE

VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# Annexes

RÉSEAU DE TRANSPORT DE LA CAPITALE

VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

STMI

# Performance du réseau routier tableaux détaillés

**3-a**

VILLE DE QUÉBEC l'accent d'Amérique

STMI

# Performance du réseau routier
## Les autoroutes

VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

### Réseau autoroutier : évolution des DJMA

| Axes autoroutiers | | Tronçon | DJMA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Actuel | 2026 sans RSTC | 2026 avec RSTC |
| Axe nord-sud | Autoroute Laurentienne | de Croix-Rouge à l'autoroute A-40 | 33 100 | 36 400 | 33 800 |
| | | de l'autoroute A-40 à Croix-Rouge | 18 600 | 23 200 | 20 600 |
| Axe est-ouest | Autoroute Dufferin-Montmorency | de l'av. D'Estimauville au boul. François-De-Laval | 23 100 | 24 600 | 24 700 |
| | | du boul. François-De-Laval à l'Ave D'Estimauville | 34 500 | 36 400 | 35 700 |
| | | du boul. Henri-Bourassa à l'av. D'Estimauville | 27 400 | 30 600 | 32 400 |
| | | de l'av. D'Estimauville au boul. Henri-Bourassa | 38 000 | 42 200 | 43 000 |
| | | de l'av. Honoré-Mercier au boul. Henri-Bourassa | 25 000 | 27 700 | 28 600 |
| | | du boul. Henri-Bourassa à l'av. Honoré-Mercier | 23 900 | 26 300 | 28 000 |
| | Autoroute de la Capitale | de l'Aut-73 au boul. Henri-Bourassa | 68 000 | 68 600 | 67 000 |
| | | du boul. Henri-Bourassa à l'Aut-73 | 57 500 | 57 800 | 56 400 |
| | | du boul. Henri-Bourassa à Ave D'Estimauville | 60 400 | 60 900 | 59 200 |
| | | de l'av. D'Estimauville au boul. Henri-Bourassa | 46 300 | 46 900 | 45 600 |

**LÉGENDE**

- Amélioration du DJMA
- Augmentation < 20% du DJMA
- Augmentation > 20 % du DJMA

STMI

# Performance du réseau routier
## Les autoroutes

VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

### Réseau autoroutier : temps de parcours

| Axes autoroutiers | | Tronçon | Temps de parcours (min:sec) - HPPM | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Actuel | 2026 sans RSTC | 2026 avec RSTC |
| Axe nord-sud | Autoroute Laurentienne | de Croix-Rouge à l'autoroute A-40 | 03:10 | 05:37 | 03:18 |
| | | de l'autoroute A-40 à Croix-Rouge | 02:12 | 02:13 | 02:12 |
| Axe est-ouest | Autoroute Dufferin-Montmorency | de l'av. D'Estimauville au boul. François-De-Laval | 00:51 | 00:51 | 00:51 |
| | | du boul. François-De-Laval à l'Ave D'Estimauville | 00:49 | 00:49 | 00:48 |
| | | du boul. Henri-Bourassa à l'av. D'Estimauville | 00:43 | 00:43 | 00:43 |
| | | de l'av. D'Estimauville au boul. Henri-Bourassa | 00:38 | 00:38 | 00:40 |
| | | de l'av. Honoré-Mercier au boul. Henri-Bourassa | 01:12 | 01:13 | 01:14 |
| | | du boul. Henri-Bourassa à l'av. Honoré-Mercier | 02:24 | 02:24 | 02:24 |
| | Autoroute de la Capitale | de l'Aut-73 au boul. Henri-Bourassa | 03:35 | 03:49 | 03:43 |
| | | du boul. Henri-Bourassa à l'Aut-73 | 11:29 | 11:45 | 11:41 |
| | | du boul. Henri-Bourassa à Ave D'Estimauville | 01:39 | 01:42 | 01:41 |
| | | de l'av. D'Estimauville au boul. Henri-Bourassa | 03:59 | 04:47 | 04:45 |

LÉGENDE

Amélioration du temps de parcours

Augmentation du temps de parcours

# Performance du réseau routier
## Vieux Limoilou

### Secteur Limoilou : évolution des DJMA sur les axes nord-sud

| Axes routiers dans Limoilou | | Tronçon | DJMA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Actuel | 2026 sans RSTC | 2026 avec RSTC |
| Axe nord-sud | 1re Avenue | de la 4e Rue à la 13e Rue | 2 500 | 2 500 | 3 200 |
| | | de la 13e Rue à la 4e Rue | 2 200 | 2 400 | 2 300 |
| | | de la 13e Rue à la 18e Rue | 2 600 | 2 400 | 3 000 |
| | | de la 18e Rue à la 18e Rue | 2 600 | 3 400 | 3 700 |
| | 3e Avenue | de la 1re Rue à la 4e Rue | 4 800 | 4 600 | 5 400 |
| | | de la 4e Rue à la 1re Rue | 5 700 | 6 100 | 4 900 |
| | | de la 4e Rue à la 6e Rue | 3 900 | 5 000 | 2 900 |
| | | de la 6e Rue à la 4e Rue | 4 300 | 5 000 | 4 300 |
| | | de la 6e Rue à la 18e Rue | 2 100 | 2 300 | 2 600 |
| | | de la 18e Rue à la 6e Rue | 1 300 | 1 300 | 3 400 |
| | 4e Avenue | de la 1re Rue à la 4e Rue | 1 300 | 1 400 | 1 300 |
| | | de la 4e Rue à la 8e Rue | 1 600 | 2 400 | 1 400 |
| | | de la 8e Rue à la 4e Rue | 1 800 | 3 200 | 900 |
| | | de la 8e Rue à la 18e Rue | 3 000 | 3 000 | 3 000 |
| | | de la 18e Rue à la 8e Rue | 2 700 | 3 000 | 1 400 |
| | 8e Avenue | de la 1re Rue à la 4e Rue | 500 | 700 | 1 500 |
| | | de la 4e Rue au ch. de la Canardière | 400 | 400 | 800 |
| | | du ch. de la Canardière à la 18e Rue | 400 | 400 | 500 |
| | | de la 18e Rue au ch. de la Canardière | 1 000 | 1 000 | 500 |
| | boulevard des Capucins | de la 1re Rue au ch de la Canardière | 7 500 | 8 200 | 5 100 |
| | | de ch de la Canardière à la 1re rue | 6 100 | 5 800 | 4 600 |

**LÉGENDE**

- Amélioration du DJMA
- Augmentation < 20% du DJMA
- Augmentation > 20 % du DJMA

STMI

# Performance du réseau routier
## Vieux Limoilou

Ville de Québec
l'accent d'Amérique

## Secteur Limoilou : évolution des temps de parcours sur les axes nord-sud

| Axes routiers dans Limoilou | | Tronçon | Temps de parcours (min:sec) - HPPM | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Actuel | 2026 sans RSTC | 2026 avec RSTC |
| Axe nord-sud | 1re Avenue | de la 4e Rue à la 18e Rue | 02:03 | 02:06 | 02:24 |
| | | de la 18e Rue à la 4e Rue | 02:06 | 02:05 | 02:05 |
| | 3e Avenue | de la 1re Rue à la 4e Rue | 01:19 | 01:20 | 01:20 |
| | | de la 4e Rue à la 1re Rue | 00:24 | 00:34 | 00:25 |
| | | de la 4e Rue à la 18e Rue | 04:59 | 05:38 | 07:04 |
| | | de la 18e Rue à la 4e Rue | 01:54 | 01:55 | 03:13 |
| | 4e Avenue | de la 1re Rue à la 4e Rue | 00:24 | 00:24 | 00:27 |
| | | de la 4e Rue à la 8e Rue | 02:46 | 03:35 | 03:31 |
| | | de la 8e Rue à la 4e Rue | 00:29 | 00:27 | 00:19 |
| | | de la 8e Rue à la 18e Rue | 01:40 | 01:46 | 01:37 |
| | | de la 18e Rue à la 8e Rue | 02:05 | 02:06 | 00:49 |
| | 8e Avenue | de la 1re Rue à la 4e Rue | 00:11 | 00:11 | 00:11 |
| | | de la 4e Rue au ch. de la Canardière | 00:18 | 00:26 | 00:26 |
| | | du ch. de la Canardière à la 18e Rue | 01:00 | 00:59 | 00:59 |
| | | de la 18e Rue au ch. de la Canardière | 01:31 | 01:33 | 01:33 |
| | boulevard des Capucins | de la 1re Rue au ch de la Canardière | 03:31 | 06:30 | 03:50 |
| | | de ch de la Canardière à la 1re rue | 01:04 | 01:02 | 01:24 |

**LÉGENDE**

- Amélioration du temps de parcours
- Augmentation du temps de parcours

# Performance du réseau routier
## Vieux Limoilou

## Secteur Limoilou : évolution des DJMA sur les axes est-ouest

| Axes routiers dans Limoilou | | Tronçon | DJMA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Actuel | 2026 sans RSTC | 2026 avec RSTC |
| Axe est-ouest | Chemin de la Canardière | de la 3e Avenue à la 4e Avenue | 2 500 | 3 500 | 1 800 |
| | | de la 4e Avenue à la 3e Avenue | 3 300 | 4 600 | 400 |
| | | de la 4e Avenue au boul. des Capucins | 3 300 | 5 300 | 0 |
| | | du boul. des Capucins à la 4e Avenue | 4 600 | 6 500 | 600 |
| | 1re Rue | de la 3e Avenue au boul. des Capucins | 5 300 | 6 100 | 6 200 |
| | | du boul. des Capucins à la 3e Avenue | 5 200 | 5 800 | 6 300 |
| | 4e Rue | de la 1re Avenue à la 3e Avenue | 6 300 | 7 600 | 0 |
| | | de la 3e Avenue à la 1re Avenue | 7 000 | 8 200 | 6 400 |
| | | de la 3e Avenue à 4e Avenue | 700 | 1 500 | 0 |
| | | de la 4e Avenue à la 3e Avenue | 1 600 | 3 400 | 2 900 |
| | 18e Rue | de la 1re avenue à la 3e Avenue | 5 100 | 6 500 | 7 100 |
| | | de la 3e Avenue à la 1re Avenue | 7 500 | 9 000 | 8 700 |
| | | de la 3e Avenue à la 8e Avenue | 5 100 | 7 300 | 8 500 |
| | | de la 8e Avenue à la 3e Avenue | 6 400 | 8 700 | 11 400 |
| | | de la 8e Avenue au boul. Henri-Bourassa | 5 100 | 7 500 | 9 700 |
| | | du boul. Henri-Bourassa à la 8e Avenue | 6 800 | 9 200 | 11 900 |

**LÉGENDE**

- Amélioration du DJMA
- Augmentation < 20% du DJMA
- Augmentation > 20 % du DJMA

STMI

# Performance du réseau routier
## Vieux Limoilou

VILLE DE QUÉBEC l'accent d'Amérique

### Secteur Limoilou : évolution des temps de parcours sur les axes est-ouest

| Axes routiers dans Limoilou | | Tronçon | Temps de parcours (min:sec) - HPPM | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Actuel | 2026 sans RSTC | 2026 avec RSTC |
| Axe est-ouest | 1re Rue | de la 3e Avenue au boul. des Capucins | 00:39 | 00:38 | 00:39 |
| | | du boul. des Capucins à la 3e Avenue | 00:50 | 01:05 | 01:07 |
| | 4e Rue | de la 1re Avenue à la 4e Avenue | 02:03 | 02:09 | 00:00 |
| | | de la 4e Avenue à la 1re Avenue | 01:25 | 01:23 | 01:20 |
| | 18e Rue | de la 1re avenue à la 3e Avenue | 00:19 | 00:18 | 00:18 |
| | | de la 3e Avenue à la 1re Avenue | 00:44 | 00:50 | 00:46 |
| | | de la 3e Avenue à la 8e Avenue | 00:38 | 00:36 | 00:50 |
| | | de la 8e Avenue à la 3e Avenue | 00:24 | 00:23 | 00:27 |
| | | de la 8e Avenue au boul. Henri-Bourassa | 00:56 | 01:02 | 01:05 |
| | | du boul. Henri-Bourassa à la 8e Avenue | 00:49 | 00:55 | 01:00 |

LÉGENDE

Amélioration du temps de parcours

Augmentation du temps de parcours

# Performance du réseau routier
## Maizerets – D'Estimauville

### Secteurs Maizerets – d'Estimauville : évolution des DJMA sur les axes nord-sud

| Axes routiers dans Maizerets | | Tronçon | DJMA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Actuel | 2026 sans RSTC | 2026 avec RSTC |
| Axe nord-sud | Boulevard Henri-Bourassa | de l'Aut-440 au ch de la Canardière | 5 900 | 8 100 | 8 200 |
| | | du ch de la Canardière à l'Aut-440 | 3 500 | 5 400 | 7 400 |
| | | du ch de la Canardière à la 18e Rue | 9 900 | 11 100 | 13 900 |
| | | de la 18e Rue au ch de la Canardière | 8 800 | 12 400 | 14 400 |
| | Avenue d'Estimauville | de l'Aut-440 au boul. Sainte-Anne | 5 500 | 7 900 | 8 600 |
| | | du boul. Sainte-Anne à l'Aut-440 | 4 100 | 6 400 | 6 600 |
| | | du boul. Sainte-Anne au ch de la Canardière | 6 200 | 7 300 | 8 100 |
| | | de ch de la Canardière au boul. Sainte-Anne | 5 400 | 6 200 | 6 600 |

LÉGENDE

- Amélioration du DJMA
- Augmentation < 20% du DJMA
- Augmentation > 20 % du DJMA

STMI

# Performance du réseau routier
## Maizerets – D'Estimauville

VILLE DE QUÉBEC l'accent d'Amérique

**Secteurs Maizerets – d'Estimauville : évolution des temps de parcours sur les axes nord-sud**

| Axes routiers dans Maizerets | | Tronçon | Temps de parcours (min:sec) - HPPM | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Actuel | 2026 sans RSTC | 2026 avec RSTC |
| Axe nord-sud | Boulevard Henri-Bourassa | de l'Aut-440 au ch de la Canardière | 01:23 | 01:25 | 01:32 |
| | | du ch de la Canardière à l'Aut-440 | 00:54 | 00:54 | 01:10 |
| | | du ch de la Canardière à la 18e Rue | 00:15 | 00:16 | 01:12 |
| | | de la 18e Rue au ch de la Canardière | 00:13 | 00:20 | 00:45 |
| | Avenue d'Estimauville | de l'Aut-440 au boul. Sainte-Anne | 01:20 | 02:17 | 03:41 |
| | | du boul. Sainte-Anne à l'Aut-440 | 01:20 | 01:26 | 01:29 |
| | | du boul. Sainte-Anne au ch de la Canardière | 00:32 | 02:19 | 02:46 |
| | | de ch de la Canardière au boul. Sainte-Anne | 00:48 | 00:55 | 00:58 |

LÉGENDE

Amélioration du temps de parcours

Augmentation du temps de parcours

# Performance du réseau routier
## Maizerets – D'Estimauville

## Secteurs Maizerets – d'Estimauville : évolution des DJMA sur les axes est - ouest

| Axes routiers dans Maizerets | | Tronçon | DJMA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Actuel | 2026 sans RSTC | 2026 avec RSTC |
| Axe est-ouest | Chemin de la Canardière | du boul. des Capucins au boul. Henri-Bourassa | 8 700 | 11 200 | 6 700 |
| | | du boul. Henri-Bourassa au boul. des Capucins | 8 400 | 11 100 | 6 200 |
| | | du boul. Henri-Bourassa à la 18e Rue | 5 600 | 6 900 | 1 200 |
| | | de la 18e Rue au boul. Henri-Bourassa | 5 100 | 6 100 | 2 600 |
| | | de la 18e Rue à l'av. D'Estimauville | 5 500 | 5 000 | 3 300 |
| | | de l'av. D'Estimauville à la 18e Rue | 6 700 | 5 000 | 6 000 |
| | 18e Rue | du boul. Henri-Bourassa au ch. de la Canardière | 4 900 | 7 000 | 9 300 |
| | | du ch. de la Canardière au boul. Henri-Bourassa | 6 200 | 8 600 | 10 700 |
| | Boulevard Sainte-Anne | de l'av. Nicolet à l'av. D'Estimauville | 3 000 | 6 900 | 1 400 |
| | | de l'av. D'Estimauville à l'av. Nicolet | 5 300 | 8 600 | 3 700 |
| | | de l'av. D'Estimauville au boul. boul. François de Laval | 2 700 | 3 800 | 2 100 |
| | | du boul. François de Laval à l'av. D'Estimauville | 4 200 | 5 700 | 4 700 |
| | Boulevard Montmorency | du ch de la Canardière à l'av. D'Estimauville | 1 800 | 2 100 | 3 800 |
| | | de l'av. D'Estimauville au ch de la Canardière | 1 600 | 2 300 | 3 000 |
| | Boulevard Mgr-Gauthieur | de l'av. D'Estimauville au boul. François de Laval | 1 100 | 1 400 | 1 300 |
| | | du boul. François de Laval à l'av. D'Estimauville | 1 800 | 2 000 | 1 800 |
| | Chemin Royal | de l'av. D'Estimauville au boul. François de Laval | 2 700 | 3 100 | 2 900 |
| | | du boul. François de Laval à l'av. D'Estimauville | 3 200 | 3 300 | 3 400 |

**LÉGENDE**

- Amélioration du DJMA
- Augmentation < 20% du DJMA
- Augmentation > 20 % du DJMA

STMI

# Performance du réseau routier
## Maizerets – D'Estimauville

VILLE DE QUÉBEC l'accent d'Amérique

## Secteurs Maizerets – d'Estimauville : évolution des temps de parcours sur les axes est-ouest

| Axes routiers dans Maizerets | | Tronçon | Temps de parcours (min:sec) - HPPM | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Actuel | 2026 sans RSTC | 2026 avec RSTC |
| Axe est-ouest | Chemin de la Canardière | du boul. des Capucins au boul. Henri-Bourassa | 04:52 | 05:44 | 05:03 |
| | | du boul. Henri-Bourassa au boul. des Capucins | 01:42 | 01:20 | 01:21 |
| | | du boul. Henri-Bourassa à la 18e Rue | 01:23 | 01:21 | - |
| | | de la 18e Rue au boul. Henri-Bourassa | 01:43 | 01:51 | - |
| | | de la 18e Rue à l'av. D'Estimauville | 01:49 | 03:20 | 03:24 |
| | | de l'av. D'Estimauville à la 18e Rue | 01:54 | 01:49 | 01:54 |
| | 18e Rue | du boul. Henri-Bourassa au ch. de la Canardière | 02:07 | 01:45 | 02:26 |
| | | du ch. de la Canardière au boul. Henri-Bourassa | 01:08 | 01:08 | 01:24 |
| | Boulevard Sainte-Anne | de l'av. Nicolet à l'av. D'Estimauville | 01:00 | 01:03 | 00:53 |
| | | de l'av. D'Estimauville à l'av. Nicolet | 00:59 | 01:22 | 00:57 |
| | | de l'av. D'Estimauville au boul. boul. François de Laval | 02:11 | 02:12 | 01:39 |
| | | du boul. François de Laval à l'av. D'Estimauville | 01:55 | 02:00 | 00:51 |
| | Boulevard Montmorency | du ch de la Canardière à l'av. D'Estimauville | 02:26 | 02:29 | 05:09 |
| | | de l'av. D'Estimauville au ch de la Canardière | 02:37 | 02:38 | 01:47 |
| | Boulevard Mgr-Gauthieur | de l'av. D'Estimauville au boul. François de Laval | 01:31 | 01:31 | 01:31 |
| | | du boul. François de Laval à l'av. D'Estimauville | 02:19 | 02:19 | 02:35 |
| | Chemin Royal | de l'av. D'Estimauville au boul. François de Laval | 02:08 | 02:13 | 02:11 |
| | | du boul. François de Laval à l'av. D'Estimauville | 02:00 | 02:22 | 02:31 |

**LÉGENDE**

- Amélioration du temps de parcours
- Augmentation du temps de parcours

# Performance du réseau routier
## Lairet

## Secteur Lairet : évolution des DJMA

| Axes routiers dans Lairet | | Tronçon | DJMA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Actuel | 2026 sans RSTC | 2026 avec RSTC |
| Axe nord-sud | Avenue du Colisée | de la rue Boisclerc à la 41e Rue | 4 500 | 4 800 | 4 600 |
| | | de la 41e Rue à la rue Boisclerc | 5 500 | 5 800 | 5 500 |
| | 1re Avenue | de la 18e Rue à la 41e Rue | 4 700 | 5 200 | 4 800 |
| | | de la 41e Rue à la 18e Rue | 4 300 | 5 000 | 4 700 |
| | 4e Avenue | de la 18e Rue à la 41e Rue | 4 400 | 4 900 | 4 600 |
| | | de la 41e Rue à la 18e Rue | 4 500 | 5 400 | 5 000 |
| | Boulevard Henri-Bourassa | de la 18e Rue à la 41e Rue | 10 200 | 11 400 | 11 100 |
| | | de la 41e Rue à la 18e Rue | 10 300 | 12 800 | 12 400 |
| Axe est-ouest | 18e Rue | du boul. Wilfrid-Hamel à la 1re Avenue | 4 500 | 5 400 | 5 500 |
| | | de la 1re Avenue au boul. Wilfrid-Hamel | 5 300 | 5 800 | 5 700 |
| | 22e Rue | de la 1re Avenue au boul. Henri-Bourassa | 1 800 | 2 700 | 2 900 |
| | | du boul. Henri-Bourassa à la 1re Avenue | 3 100 | 4 200 | 4 500 |
| | 41e Rue | de la 1re Avenue au boul. Henri-Bourassa | 6 400 | 7 600 | 7 600 |
| | | du boul. Henri-Bourassa à la 1re Avenue | 4 800 | 5 500 | 5 600 |

**LÉGENDE**

- Amélioration du DJMA
- Augmentation < 20% du DJMA
- Augmentation > 20 % du DJMA

STMI

# Performance du réseau routier
## Lairet

VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

## Secteur Lairet : évolution des temps de parcours

| Axes routiers dans Lairet | | Tronçon | Temps de parcours (min:sec) - HPPM | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Actuel | 2026 sans RSTC | 2026 avec RSTC |
| Axe nord-sud | Avenue du Colisée | de la rue Boisclerc à la 41e Rue | 02:20 | 02:20 | 02:13 |
| | | de la 41e Rue à la rue Boisclerc | 02:02 | 02:03 | 02:01 |
| | 1re Avenue | de la 18e Rue à la 41e Rue | 02:34 | 02:42 | 02:37 |
| | | de la 41e Rue à la 18e Rue | 03:05 | 03:11 | 03:07 |
| | 4e Avenue | de la 18e Rue à la 41e Rue | 03:10 | 03:07 | 03:05 |
| | | de la 41e Rue à la 18e Rue | 02:43 | 02:49 | 02:44 |
| | Boulevard Henri-Bourassa | de la 18e Rue à la 41e Rue | 02:03 | 02:07 | 02:22 |
| | | de la 41e Rue à la 18e Rue | 01:44 | 01:54 | 01:53 |
| Axe est-ouest | 18e Rue | du boul. Wilfrid-Hamel à la 1re Avenue | 01:48 | 01:48 | 01:45 |
| | | de la 1re Avenue au boul. Wilfrid-Hamel | 01:31 | 01:32 | 01:31 |
| | 22e Rue | de la 1re Avenue au boul. Henri-Bourassa | 02:23 | 02:19 | 02:20 |
| | | du boul. Henri-Bourassa à la 1re Avenue | 01:19 | 01:25 | 01:25 |
| | 41e Rue | de la 1re Avenue au boul. Henri-Bourassa | 04:03 | 03:29 | 02:33 |
| | | du boul. Henri-Bourassa à la 1re Avenue | 02:19 | 02:24 | 02:25 |

**LÉGENDE**

- Amélioration du temps de parcours
- Augmentation du temps de parcours

STMI

# Déplacements actifs

3.2

VILLE DE QUÉBEC l'accent d'Amérique

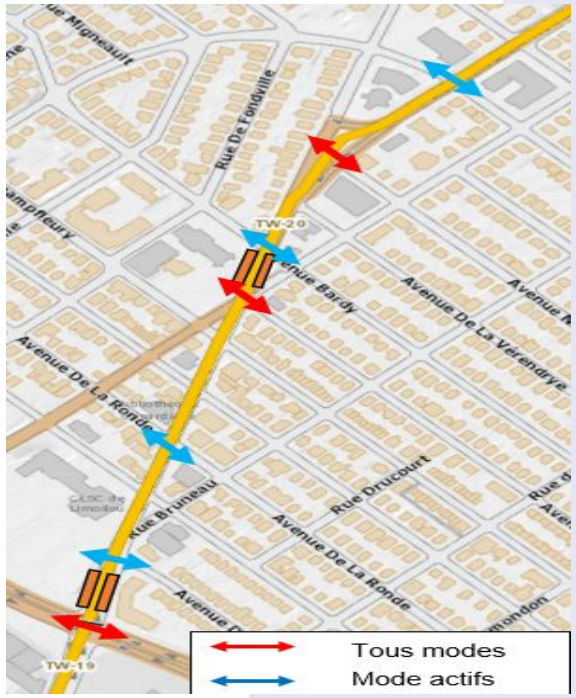
# Déplacements actifs

## Les cheminements piétons sont améliorés le long du tracé du tramway

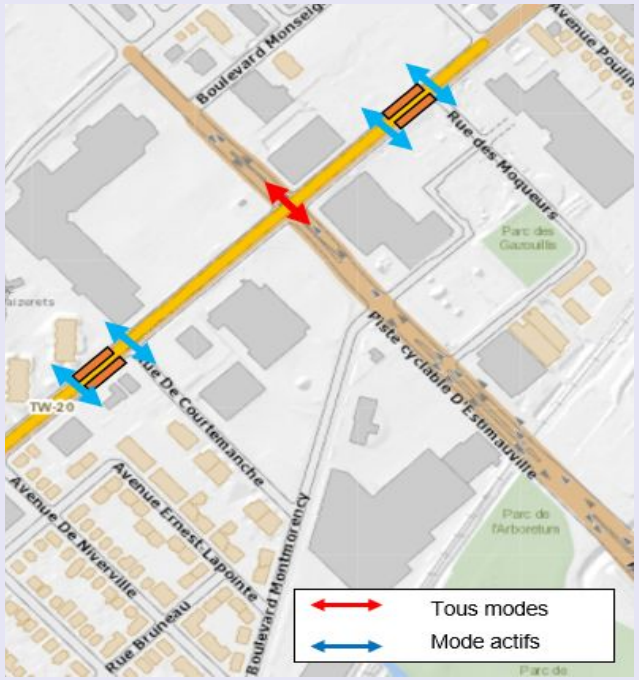
- Construction ou élargissement de trottoirs des deux cotés des axes empruntés par le tramway
- Maintien de traverses sécuritaires le long du tracé

59 Secteur Limoilou

Secteur Maizerets




Secteur Maizerets




Secteur D'Estimauville

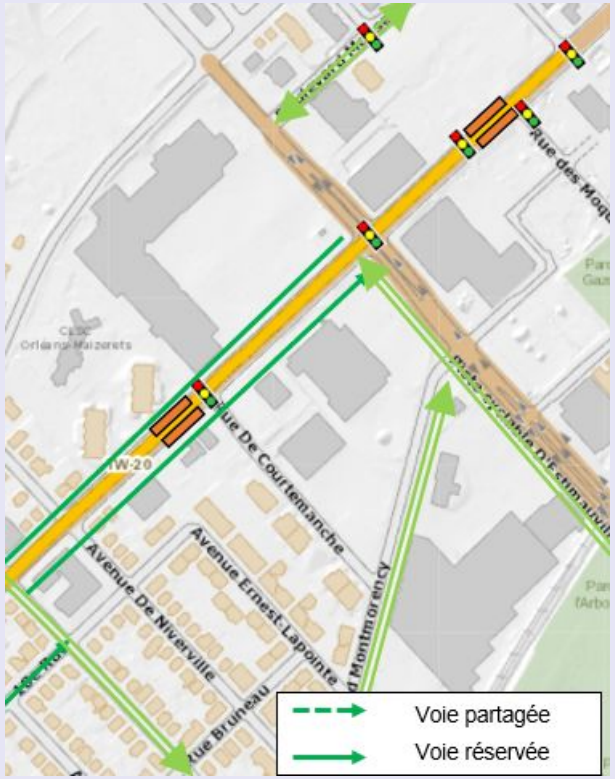
# Déplacements actifs

## Amélioration du réseau cyclable dans le secteur touché

Secteur Limoilou

Secteur Maizerets

Secteur Maizerets




Secteur D'Estimauville

MINISTÈRE DES TRANSPORTS

# QUALITÉ DE L'AIR ET PROJET ROUTIER

L'exemple du projet Turcot à Montréal

Votre gouvernement

Québec

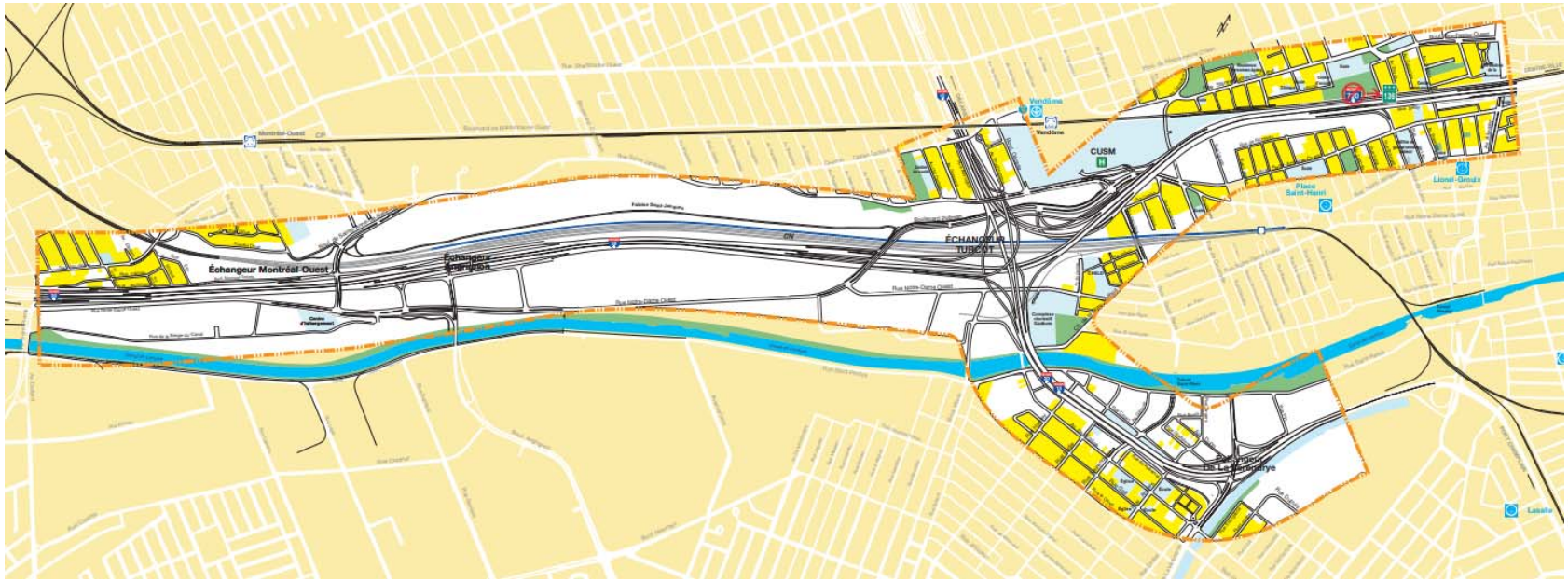
# PLAN DE LA PRÉSENTATION

- Mise en contexte
- Étude d'impact et qualité de l'air
- Objectifs du suivi et mise en œuvre
- Programme de suivi
- Principaux résultats
- Mesures d'atténuation en chantier

Transports Québec

# MISE EN CONTEXTE

- Projet situé en milieu urbain, en partie à proximité de zones résidentielles
- Projet complexe comprenant des travaux de construction et de démantèlement, ainsi que la gestion de quantités importantes de sols contaminés




Transports Québec

# ÉTUDE D'IMPACT ET QUALITÉ DE L'AIR

- Projet assujetti aux procédures québécoise et fédérale d'évaluation des impacts sur l'environnement
- Modélisation de la qualité de l'air projetée suite à la construction des nouvelles infrastructures
  - Portrait de la qualité de l'air ambiant avec les données du Réseau de surveillance de la qualité de l'air de la Ville de Montréal
  - Modélisation des émissions en phase d'exploitation de la route pour différents scénarios (avant le projet en 2007, sans projet et avec projet à l'horizon 2016)
  - Différents logiciels de modélisation utilisés (ex. : MOBILE 6.2C, CAL3QHR, CALINE4)
  - Aucune modélisation pour la phase de construction
- Principales conclusions :
  - Légère augmentation des concentrations des polluants associés à la circulation routière pour certains récepteurs par rapport à une situation sans projet à l'horizon 2016
  - Diminution comparativement à la situation avant le projet (2007)

Transports Québec

# ÉTUDE D'IMPACT ET QUALITÉ DE L'AIR

- Lors de l'audience publique, appréhensions de la population relativement :
  - Aux mesures d'atténuation prévues durant la construction pour limiter les émissions de poussières et de polluants
  - À l'absence de modélisation de la qualité de l'air pour la phase de construction
  - Aux contaminants pouvant être émis lors de l'excavation-manutention des sols contaminés
  - À la modélisation de la qualité de l'air réalisée pour la phase d'exploitation de la route
- Décret autorisant la réalisation du projet :
  - Aucun suivi sur la qualité de l'air exigé pour les phases de construction ou d'exploitation
  - Condition portant sur la qualité de l'air du secteur de la rue Cazelais afin de refaire l'évaluation des impacts par modélisation
- Aucun suivi exigé par les autorités fédérales dans le cadre de l'évaluation environnementale

Transports Québec

# ÉTUDE D'IMPACT ET QUALITÉ DE L'AIR

- Plusieurs mesures d'atténuation prévues dans l'étude d'impact, notamment durant les travaux
- Mesures d'atténuation intégrées dans les exigences contractuelles
- Suivi de la qualité de l'air durant la phase de construction
  - Exigences découlant des plans de réhabilitation approuvés par le MELCC pour le maintien en place des sols contaminés
- Suivi ponctuel réalisé par l'entrepreneur du contrat conception-construction pour les matières en suspension

Transports Québec

# OBJECTIFS DU SUIVI ET MISE EN OEUVRE

- Objectifs :
  - Respect des normes de qualité de l'air durant la période de construction
  - Identification des principales sources de nuisances sur le chantier et mise en place des mesures correctives, s'il y a lieu
- Mise en œuvre :
  - Suivi réalisé par le Ministère à l'aide de 4 stations
  - Opération des stations confiée à la Ville de Montréal via une entente
  - Stations en fonction de 2016 à 2020 inclusivement
  - Durant la construction, données du suivi disponibles en ligne via le site Internet du projet
  - Rapport de suivi en réalisation par le Ministère

Transports Québec

# PROGRAMME DE SUIVI

| Polluant | Durée | Fréquence |
|---|---|---|
| Particules fines ($PM_{2.5}$) | Horaire et 24 heures | En continu |
| Particules en suspension totales et métaux (As, Ba, Cd, Cu Cr, Pb, Ni et Zn) | 24 heures | Tous les 12 jours |
| Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) | 24 heures | Tous les 12 jours |
| Oxydes d'azote (NO et $NO_2$) | Horaire et 24 heures | En continu |
| Composés organiques volatils | 24 heures | Tous les 12 jours |

Transports Québec

# PROGRAMME DE SUIVI

## Localisation des 4 stations d'échantillonnage de l'air

Transports Québec

# PRINCIPAUX RÉSULTATS

- Plus de 1500 jours de travaux de 2016 à 2020
- 51 jours avec un dépassement du critère pour les particules fines ($PM_{2,5}$) (moyenne 24 heures) à l'une ou l'autre des stations
  - Dont 10 jours correspondant à des épisodes régionaux de smog
- 84 jours avec un dépassement de la norme 24 heures pour les particules en suspension (PST) à l'une ou l'autre des stations
- Aucun dépassement pour les critères retenus sur les métaux
- Quatre dépassements de la norme sur 8 heures pour les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) totaux
- Un dépassement de la norme annuelle du benzo(a)pyrène (HAP)

Transports Québec

# MESURES D'ATTÉNUATION EN CHANTIER

Arrosage des équipements

Rehaussement Saint-Rémi - 12 septembre 2012

Rehaussement de l'avenue de Carillon - 1er octobre 2013

Démantèlement de la bretelle Saint-Jacques - 2 juin 2014

Transports Québec

# MESURES D'ATTÉNUATION EN CHANTIER

Arrosage des chemins de chantiers

Prolongement du boulevard De La Vérendrye - 5 septembre 2014

Construction de la bretelle de sortie Saint-Jacques - 22 août 2012

Transports Québec

# MESURES D'ATTÉNUATION EN CHANTIER

Arrosage et nettoyage des rues

Transports Québec

# MESURES D'ATTÉNUATION EN CHANTIER

Nettoyage des roues des camions de chantier en condition de sols contaminés

Prolongement du boulevard De La Vérendrye - 13 novembre 2014

Transports Québec

# MESURES D'ATTÉNUATION EN CHANTIER

- Autres mesures :
  - Limitation de la vitesse des véhicules sur le chantier
  - Bâchage ou ensemencement des piles de matériaux
  - Obligation pour l'entrepreneur d'obtenir les permis requis auprès de la Ville de Montréal
  - Obligation de respecter les normes de qualité de l'air applicables sur le territoire
  - Obligation de procéder au suivi de la qualité de l'air sur le chantier (contrat conception-construction seulement)
  - 60 % petits véhicules de chantier hybrides, électriques ou carburants alternatifs (contrat conception-construction seulement)

Transports Québec

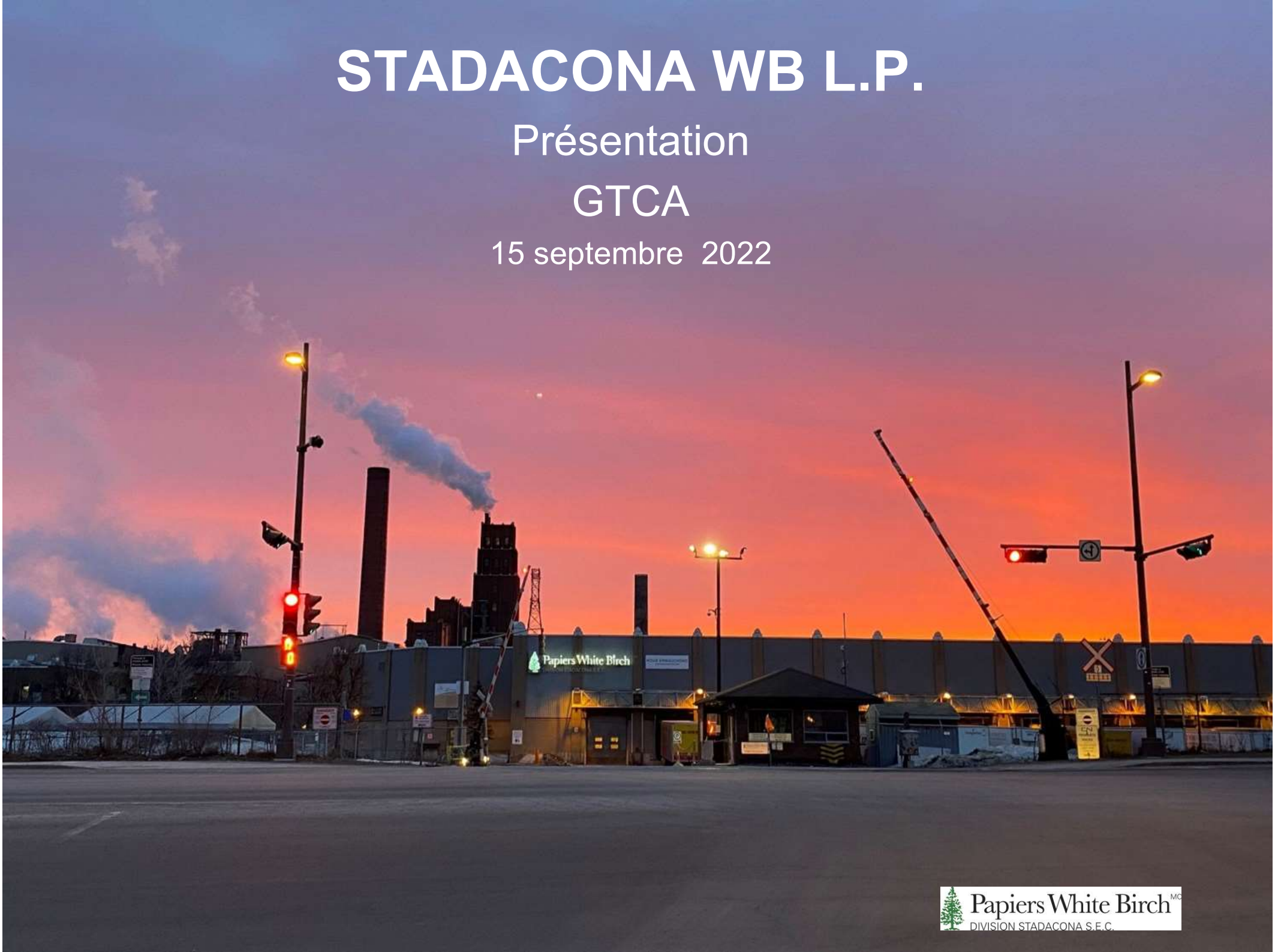
MERCI DE VOTRE ATTENTION!

# STADACONA WB L.P.

## Présentation

## GTCA

15 septembre 2022




Papiers White Birch MC
DIVISION STADACONA S.E.C.

# Agenda

- **Attestation d'assainissement**
- **Sommaire des activités**
- **Activités en suivi de la qualité de l'air**
- **Actions actuelles et projetées pour la réduction des rejets à l'atmosphère**
- **Bruit environnemental**

# *Attestation d'assainissement*

- Une attestation d'assainissement est un permis d'opérer
- L'attestation d'assainissement de l'usine Stadacona ne contient aucune dérogation, ni clause grand-père ou assouplissement.
- Nous sommes assujettis à 17 règlements provinciaux liés à l'environnement en plus des règlements fédéraux.

# *Usine Stadacona*

Usine construite en 1927

Propriétaires:

- Anglo-Canadian Pulp and Paper Mills Ltd. (1927);
- Reed Paper Ltd. (1975);
- Daishowa (1988);
- Enron (2001).
- Papiers White Birch (2004)
  S.E.C. Stadacona WB (2011)

340 employés

# *Aperçu général*

- **1 atelier de production de pâte thermomécanique (PTM).**
- **3 machines à papier : papier journal, papier annuaire et papier à haute blancheur (260 000 MT).**
- **1 machine à carton produisant des spécialités (50 000 MT) à partir de fibres recyclées.**
- **Quatre sources d'énergie thermique (**Chaudière à biomasse, Incinérateur VDQ, PTM et chaudière au gaz).

# Sommaire des activités

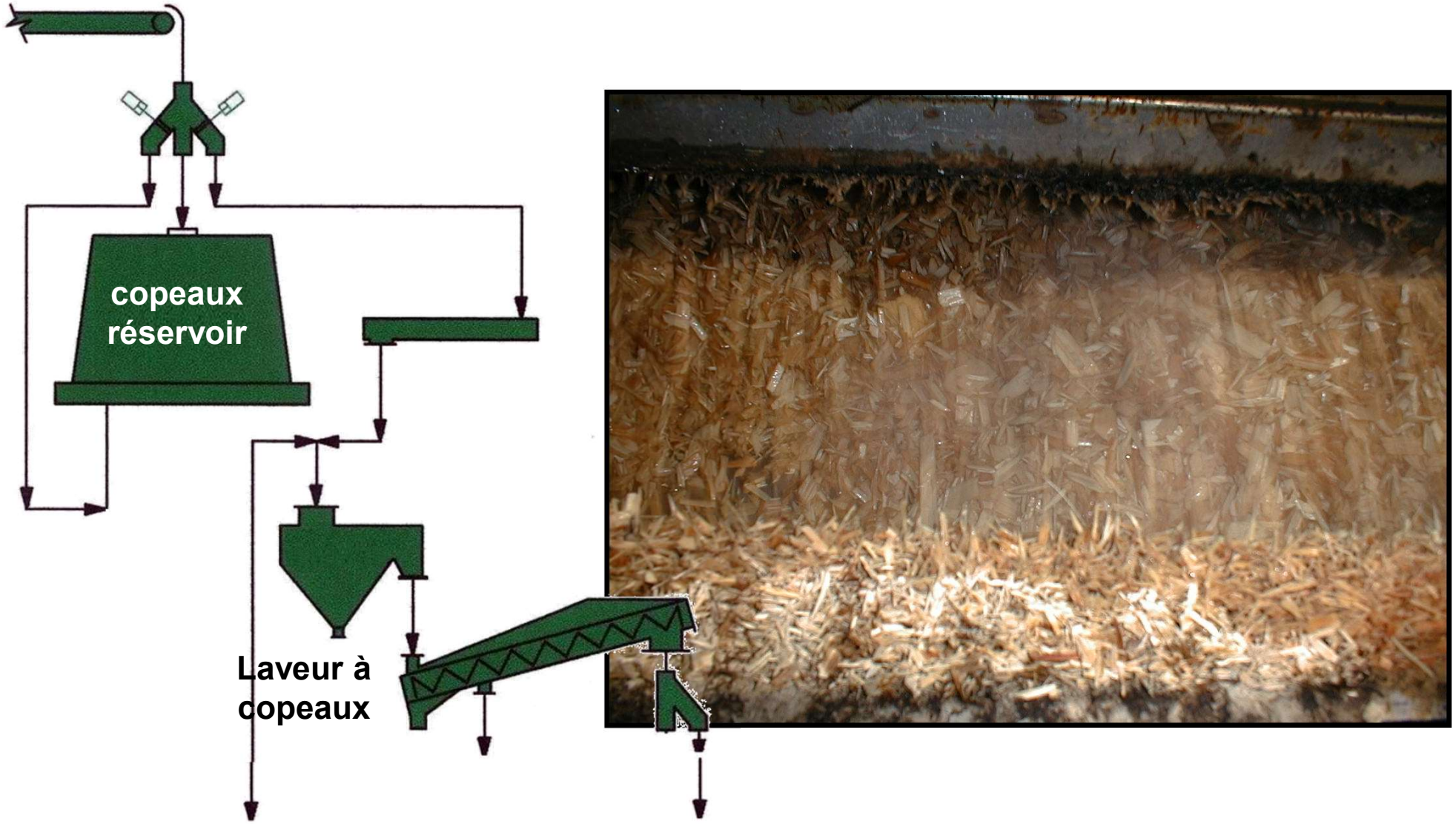
Papiers White Birch[MC]
DIVISION STADACONA S.E.C.

# Déchargement des camions

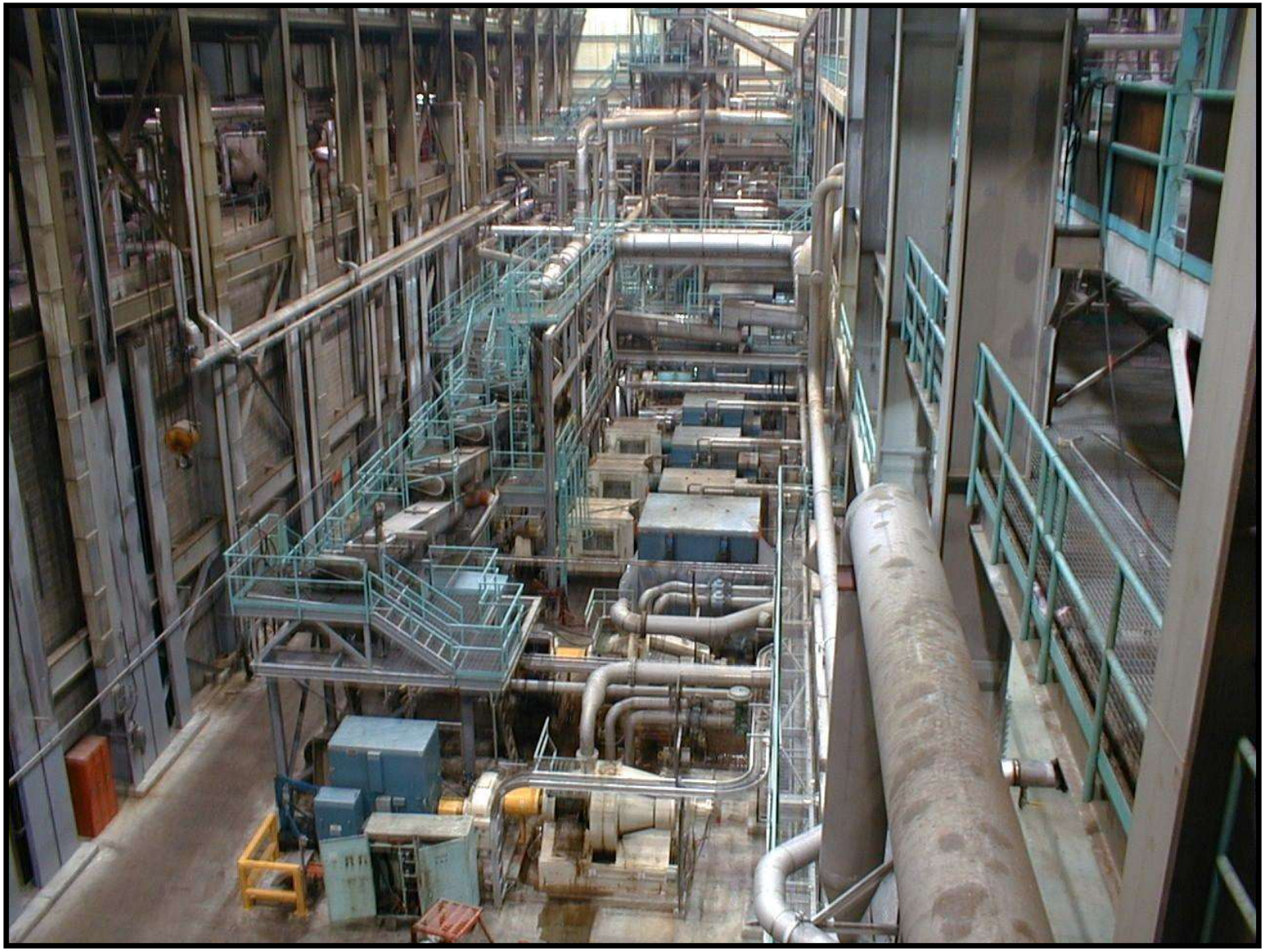
Réception des copeaux par camions et par bateaux

# Manutation des copeaux

# Nettoyage et lavage des copeaux

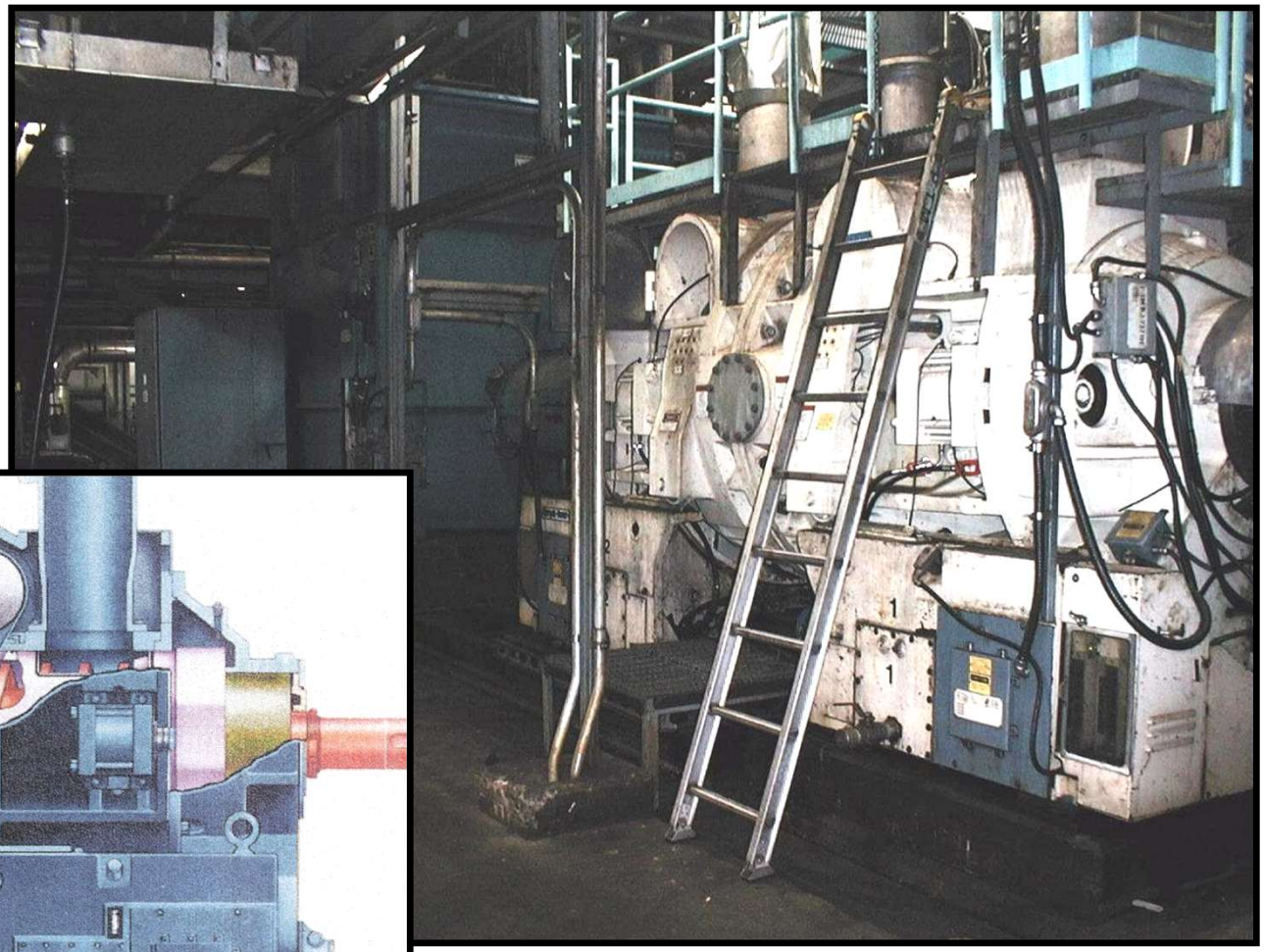


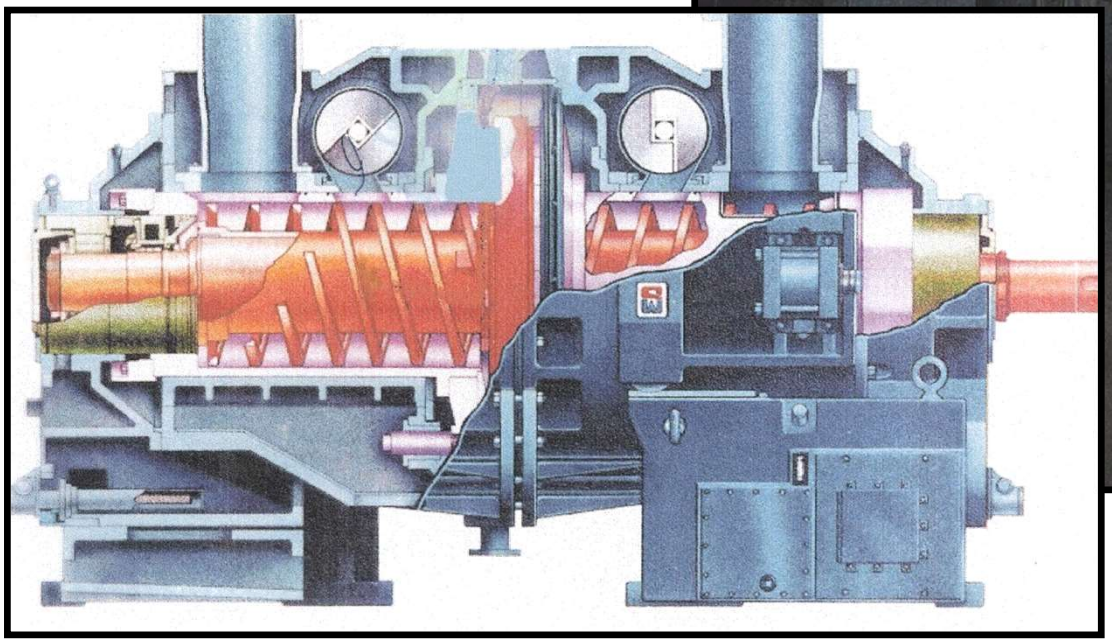
# Atelier de pâte thermomécanique



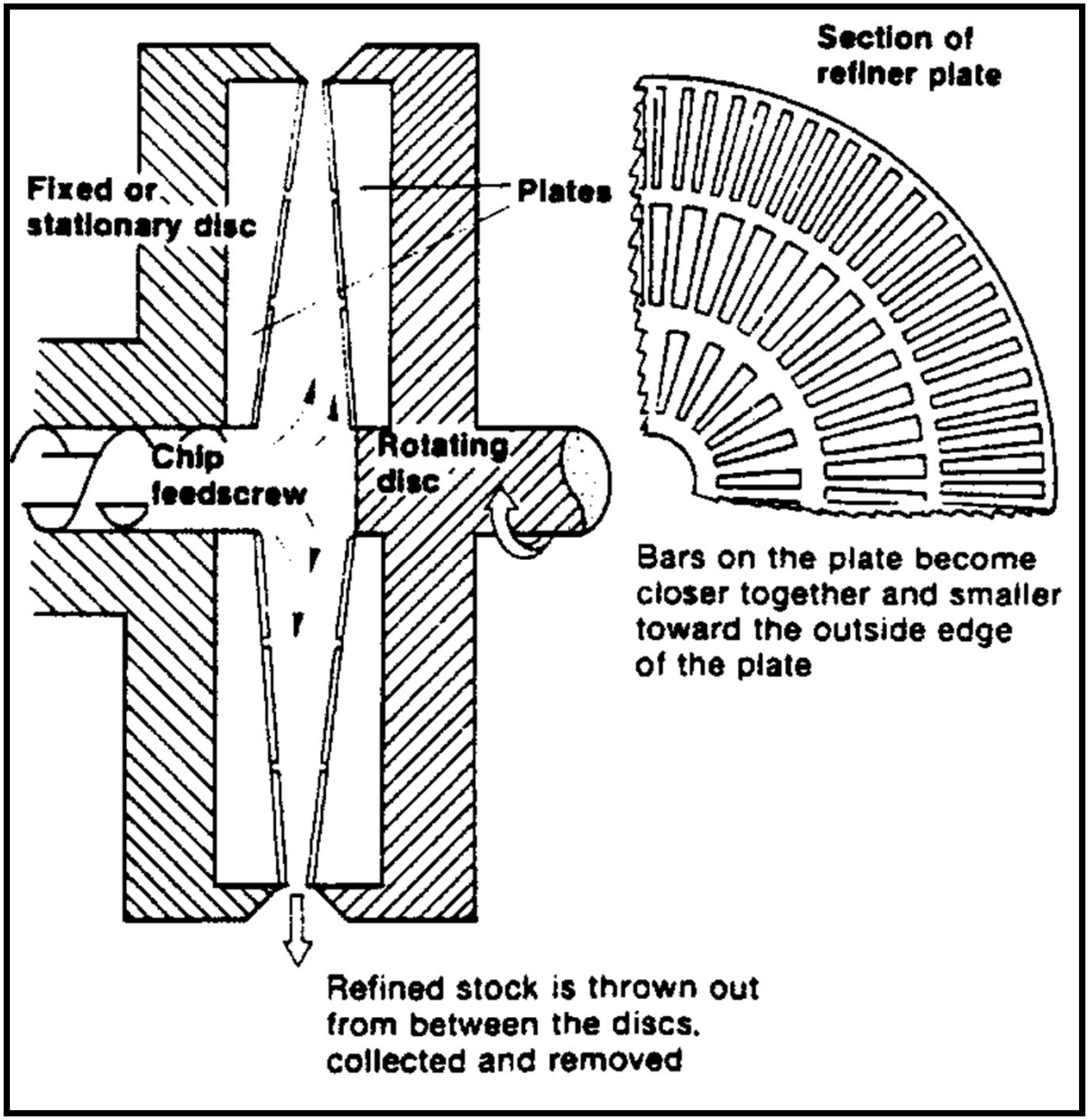
# Raffinage

- Primaire
- Secondaire
- Basse consistance

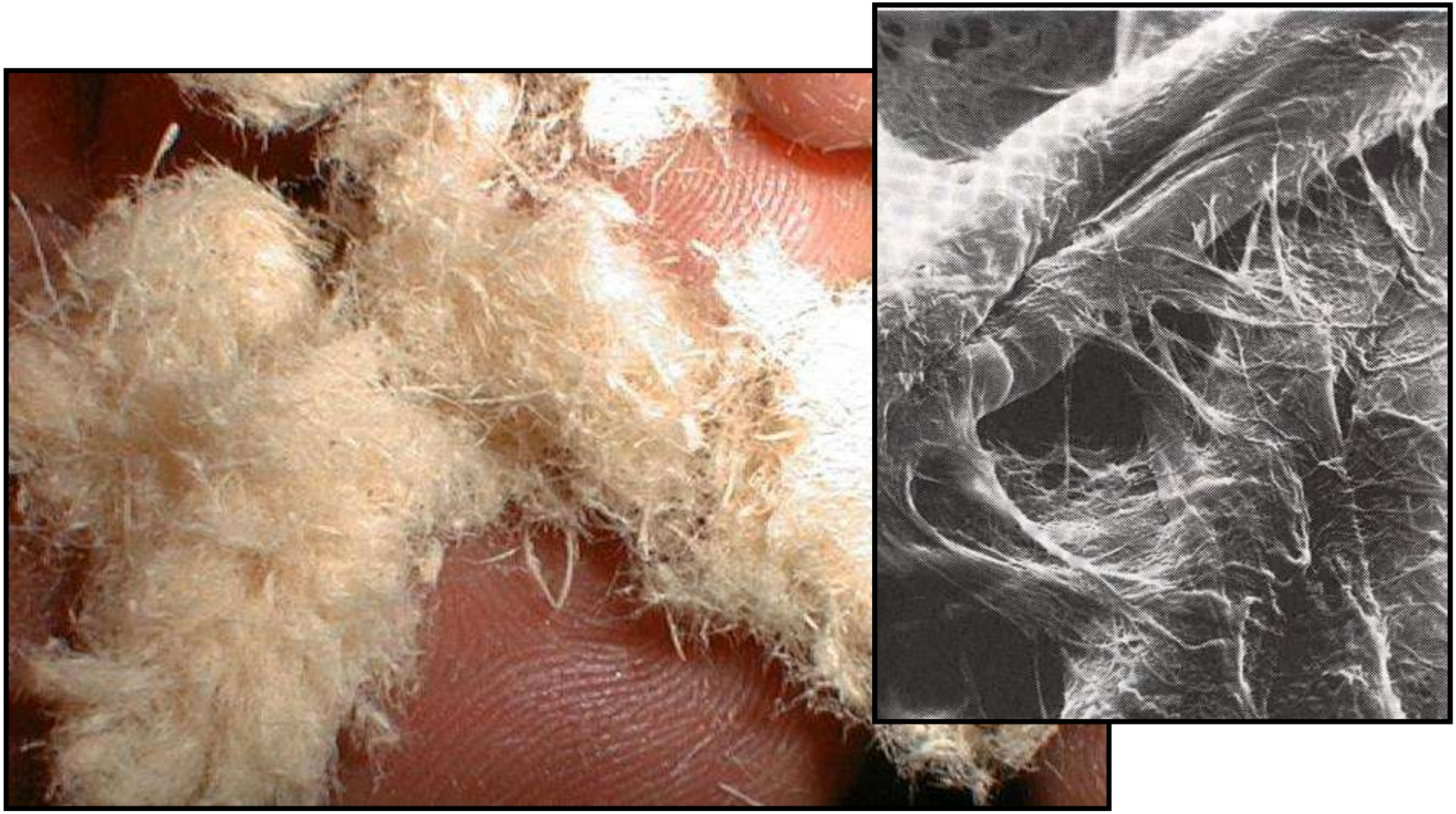




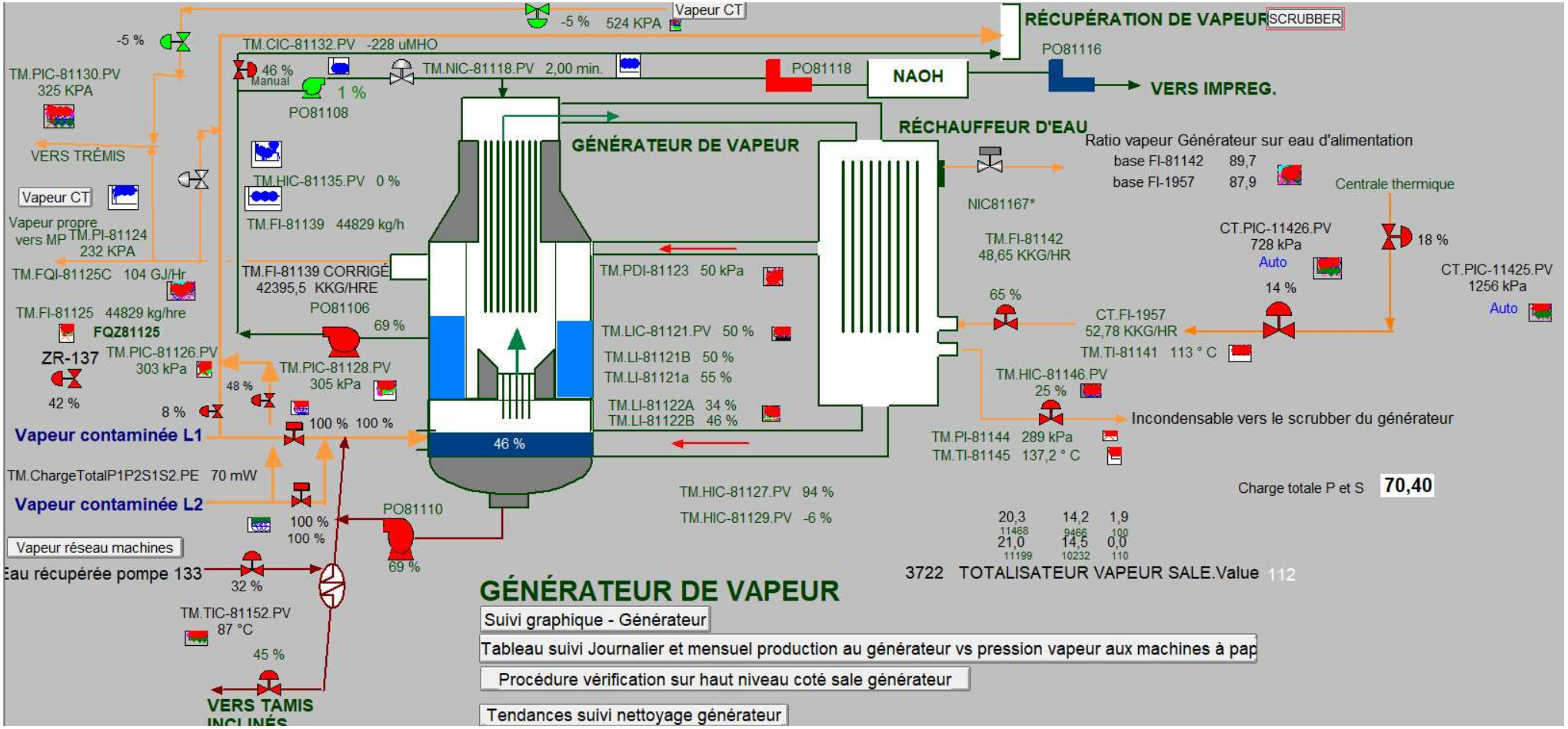
# Plaques de raffineurs



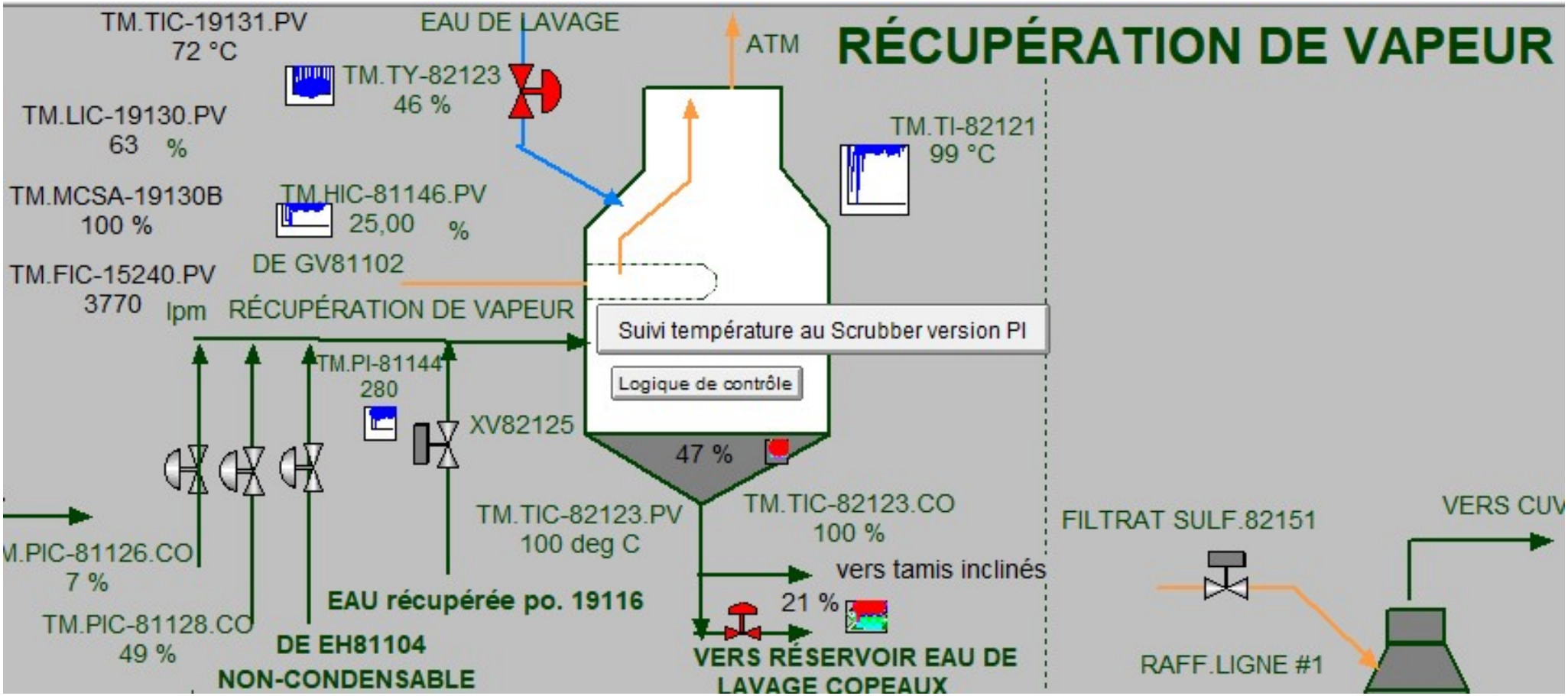
# Les fibres de pâte à papier



# La recuperation d'énergie

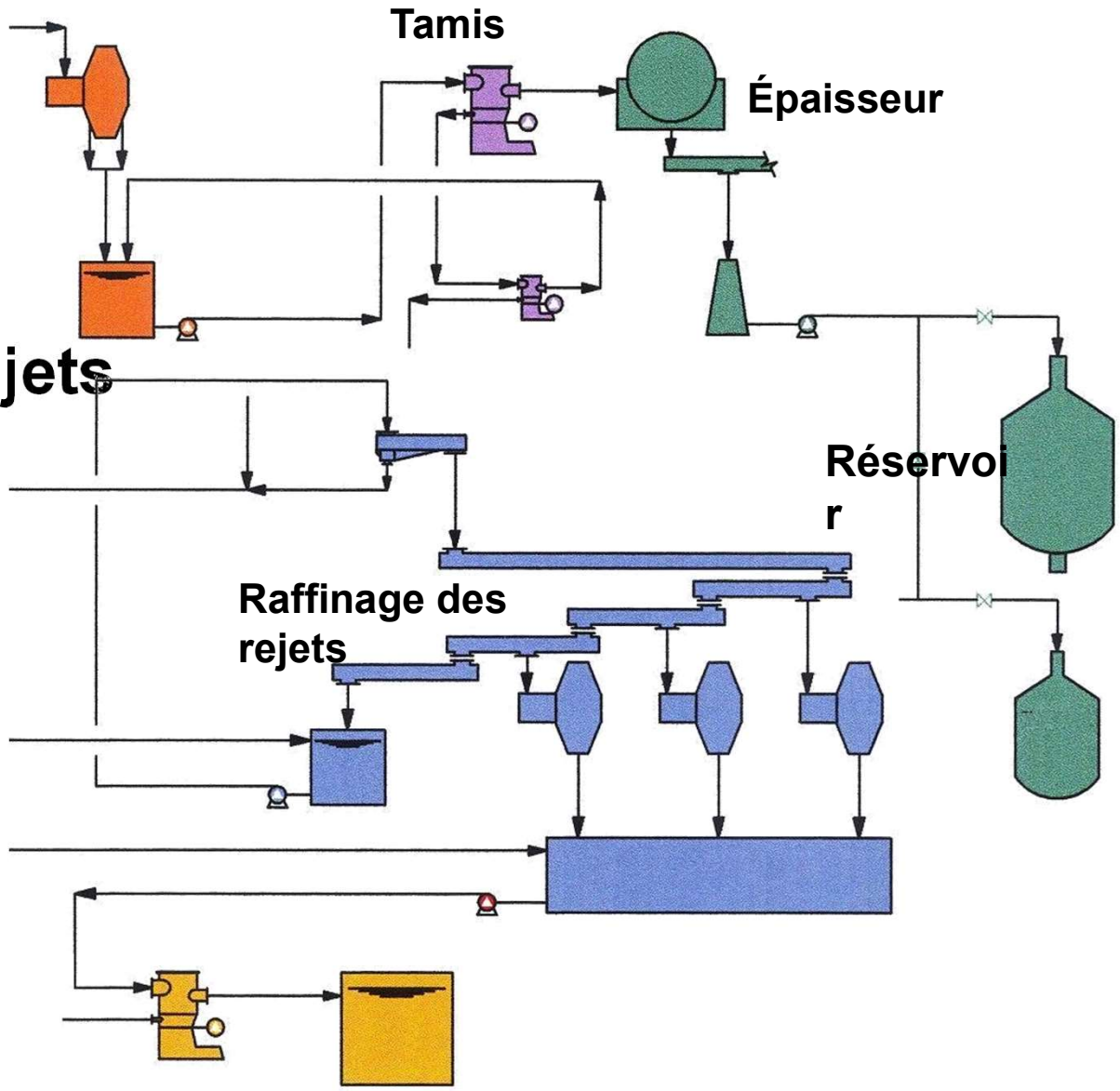


# La recuperation d'énergie (évent)



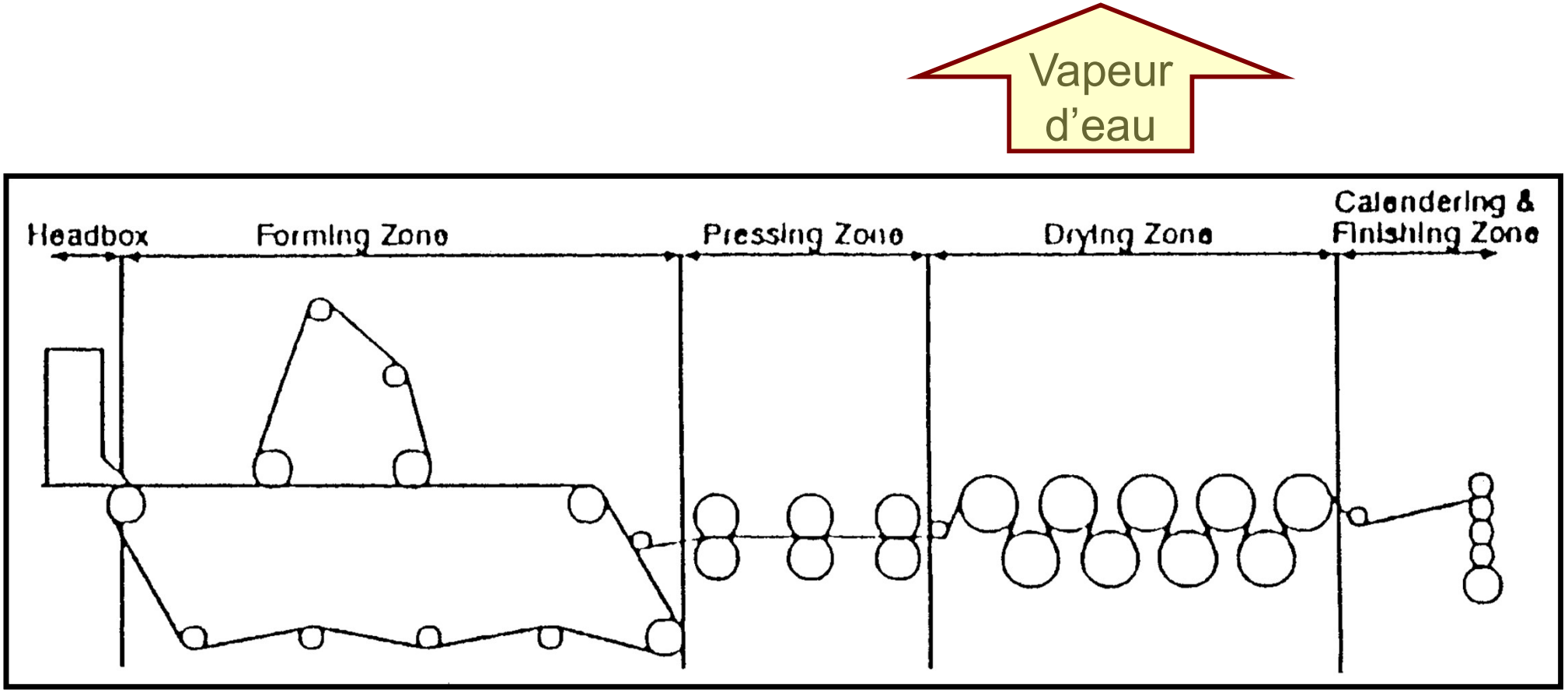
# Nettoyage

- Tamisage
- Épaissage
- Raffinage des rejets
- Réservoirs

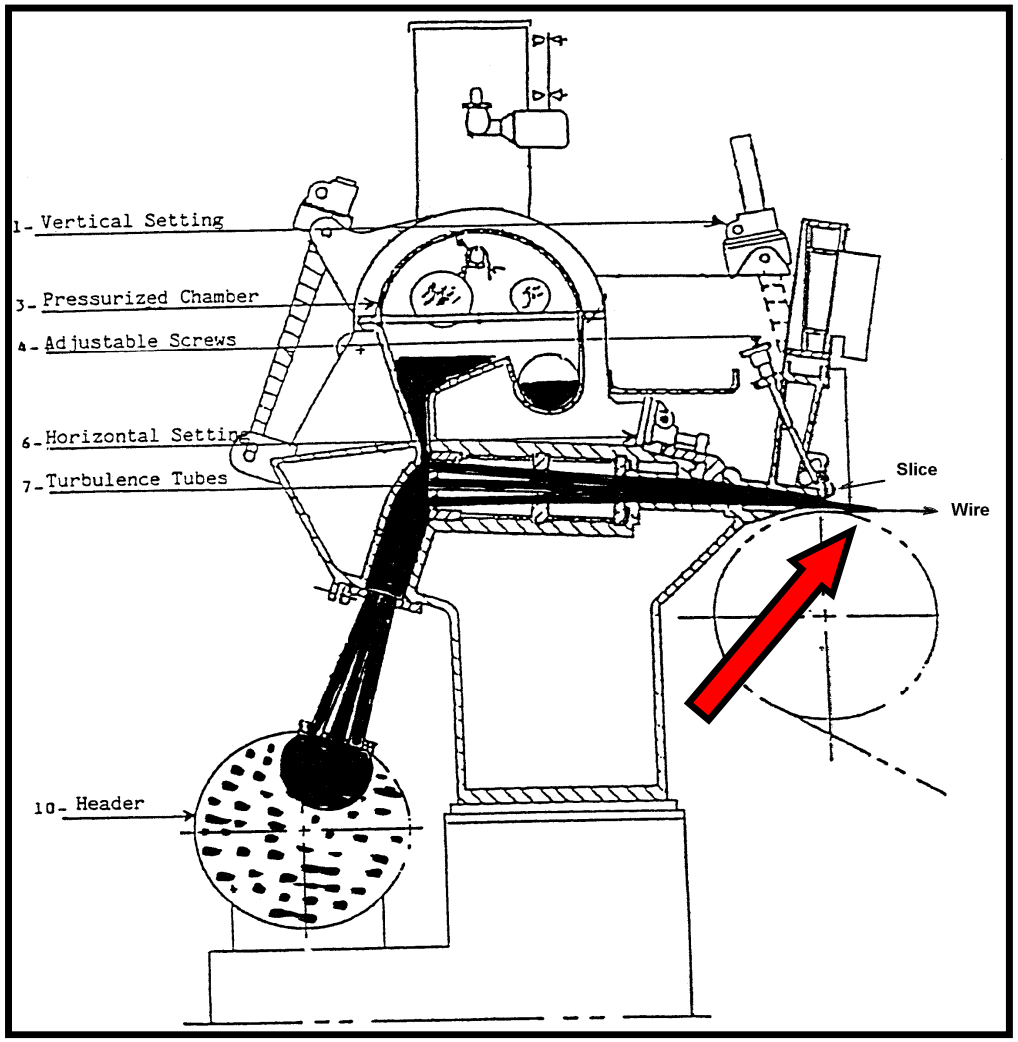


# Fabrication du papier

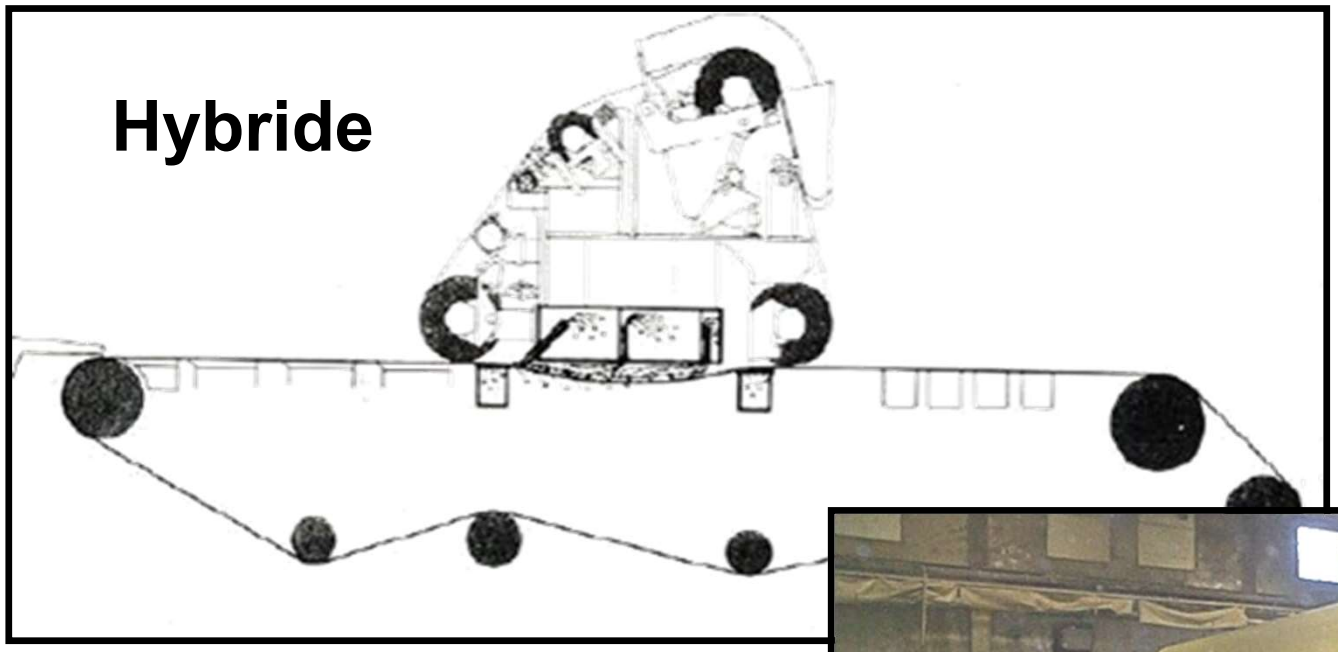
- **Zones d'enlèvement d'eau**



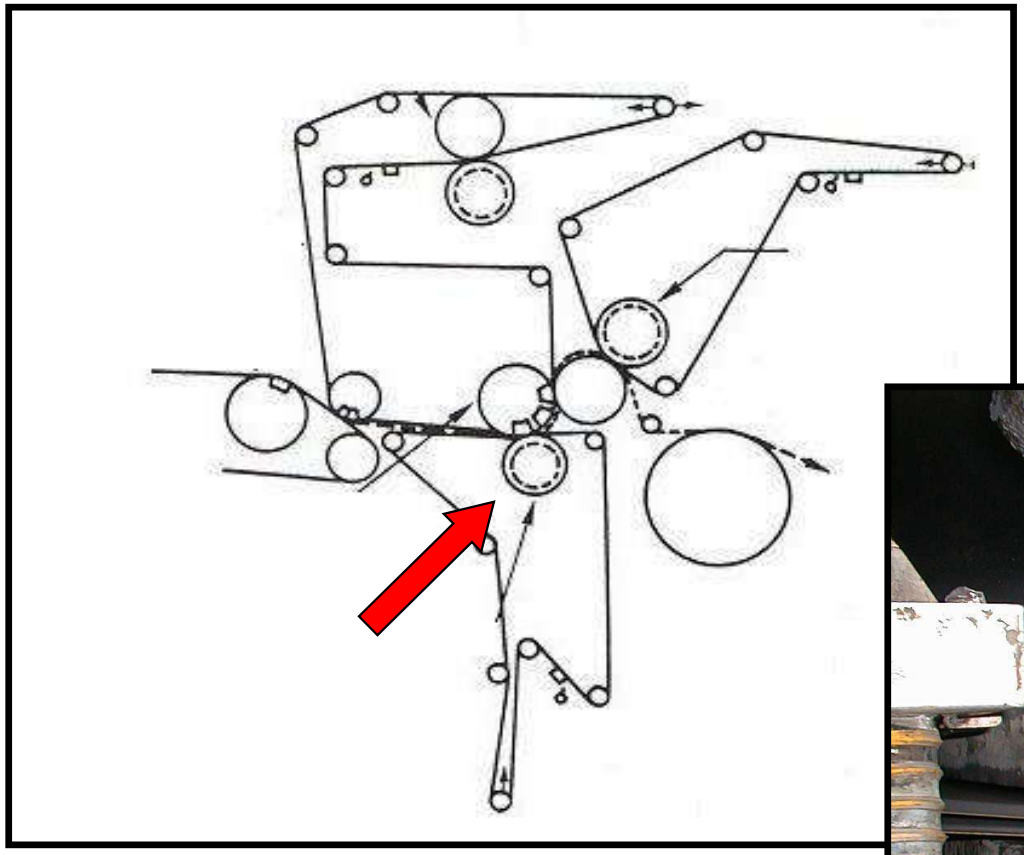
# Caisse d'arrivée

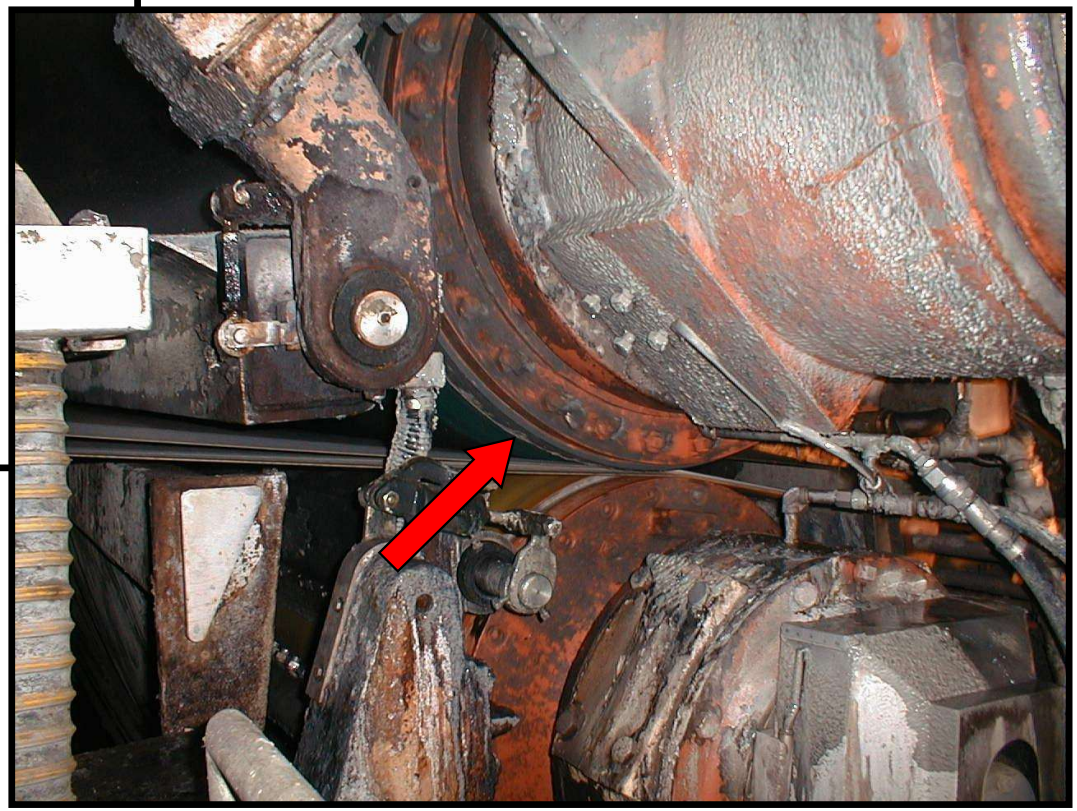


# *Formeur hybride*

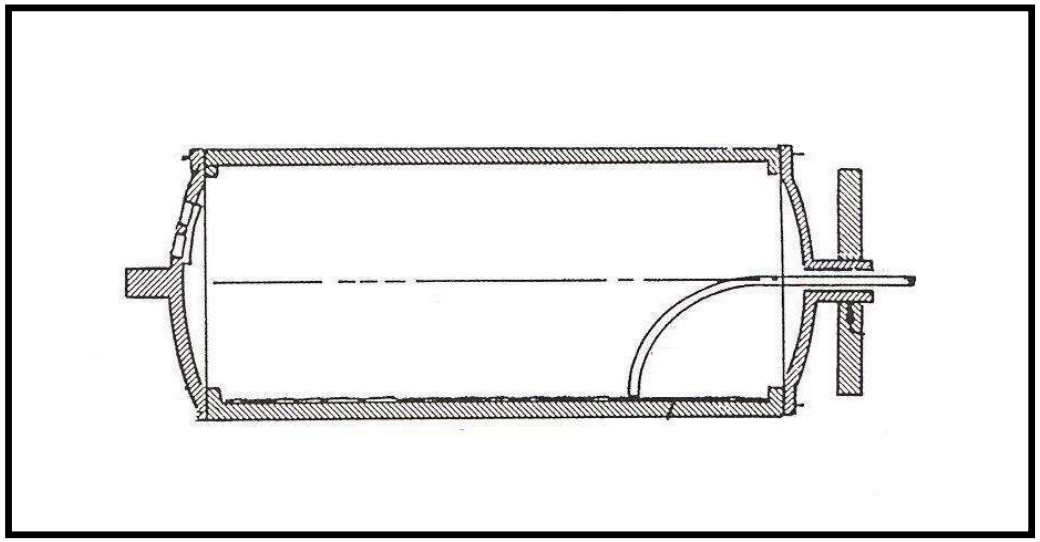


# *Presse à 3 pinces*





# *Séchage (Évaporation)*

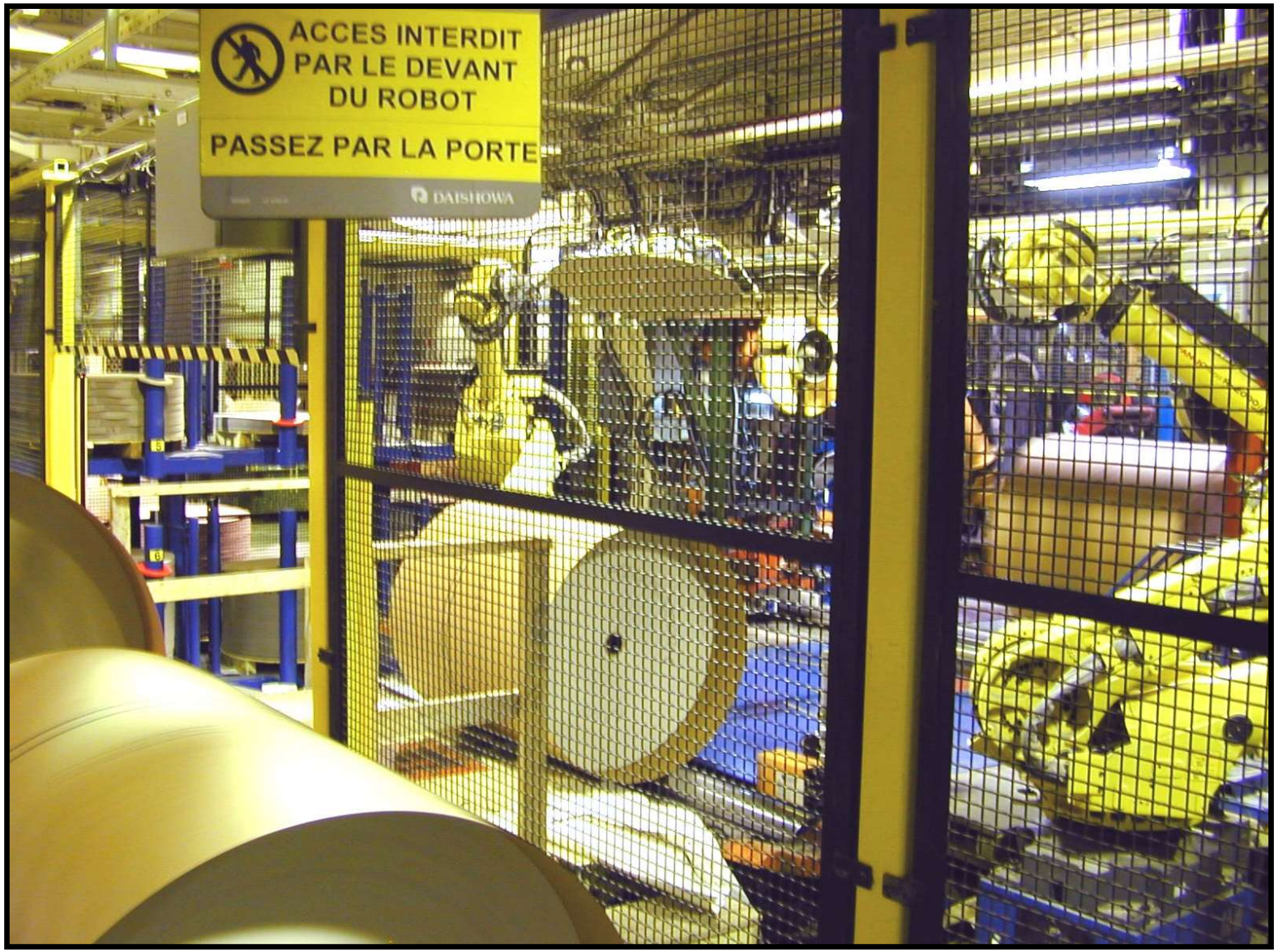


Papiers White Birch[MC]
DIVISION STADACONA S.E.C.

# *Enrouleuse*

# Bobinage

# *Emballage*


ACCES INTERDIT
PAR LE DEVANT
DU ROBOT
PASSEZ PAR LA PORTE
DAISHOWA

# *Chargement*

**Camion ou conteneur**

**Wagon**

Camions extrants: 13 000
Wagons extrants : 520

Papiers White Birch[MC]
DIVISION STADACONA S.E.C.

# *Environnement*

# Production d’énergie (chaudière à biomasse)

# Chaudière à biomasse

Construite en 1961, la bouilloire avait été conçu pour atteindre une puissance de 90 MW (ou 2200 tonnes de vapeur / jour) lorsqu'alimenté au mazout.

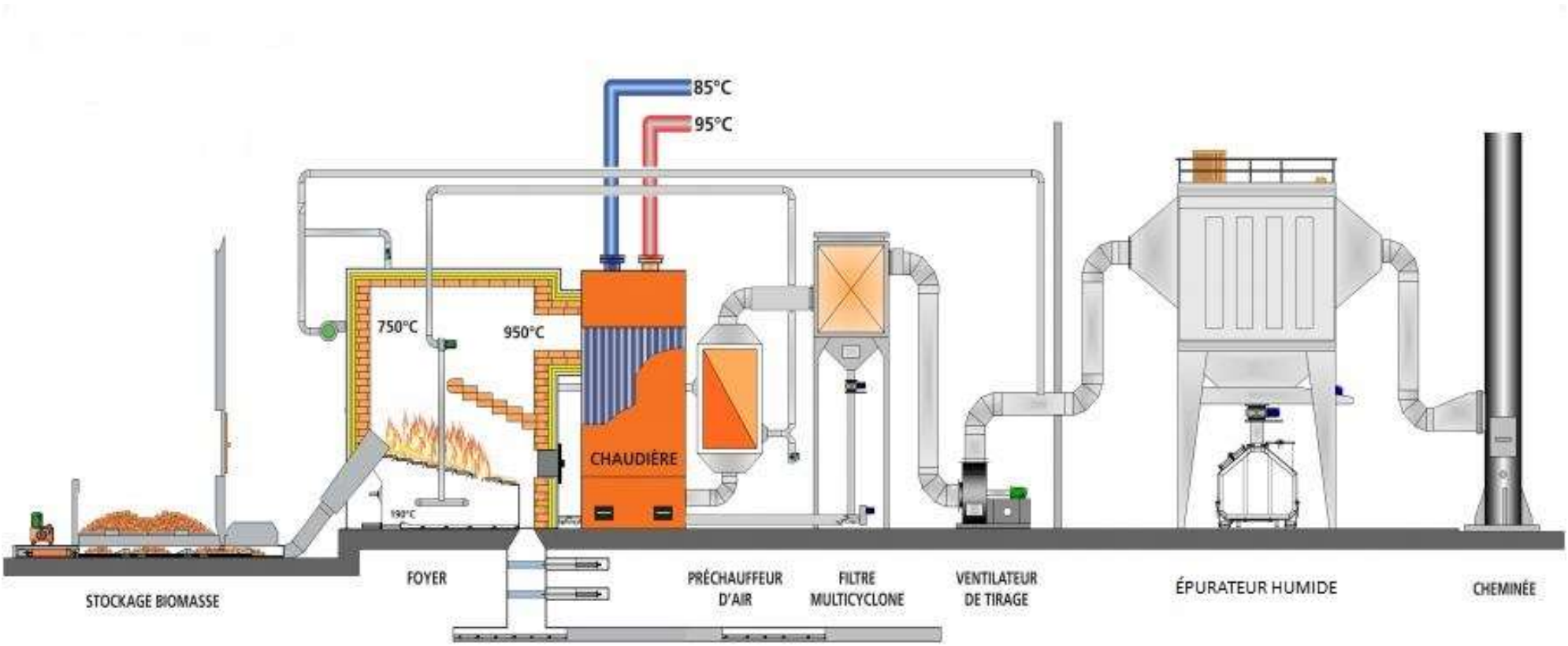
En 2005, une modernisation de la chaudière #3 a permis des adaptations permettant la valorisation de la biomasse.

Ce travail de modernisation a aussi permis d'installer à la sortie de la chambre de combustion de la chaudière des instruments de mesures fixes pour l'analyse de l'oxygène, du monoxyde de carbone et des particules.

La chaudière #3 est alimentée par un combustible composée d'un mélange d'écorce et de boues d'épuration déshydraté par table gravitaire et par presse à vis. Une fois mélangé, le combustible est séché dans un tambour alimenté à co-courant d'une partie des gaz d'échappement de la combustion de la chaudière.
Avant d'être libérés à l'atmosphère, les gaz d'échappement traversent une série d'épurateurs avant d'être rejetés à l'extérieur par intermède de deux cheminées identifiées.

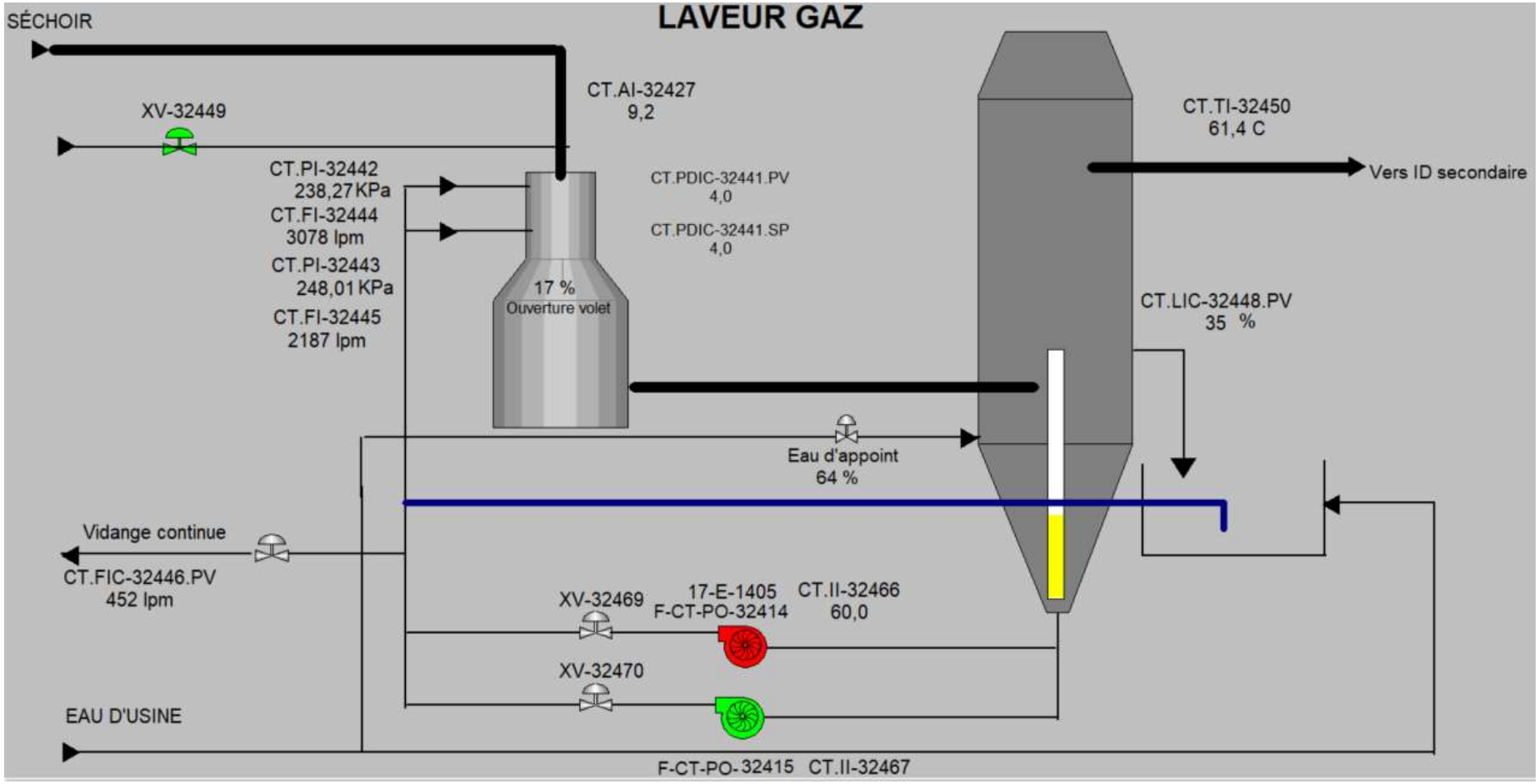
Les équipements d'épuration installés sur le parcours des gaz d'échappement sont : un système de multi-cyclones, un épurateur humide de type venturi et une chambre de sursaturation des gaz.

# Production d’énergie (chaudière à biomasse)




**PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE LA CHAUFFERIE BIOMASSE**

# Système d'épuration des gaz



# Activités en suivi de la qualité de l'air (activités de contrôle à la source).

Poussières
- Nettoyage des toitures sous les convoyeurs
- Hauteur de chute de copeaux
- Nettoyage des chemins, stationnements et épandage d'abat poussière

Perte de fibres cheminées du PTM
- Douches pour rabattre les fibres
- Alarmes pour prévenir l'emportement

Chaudière à biomasse
- Test annuel des émissions par une firme spécialisée
- Enregistrement et suivi des paramètres d'opération (opacité, $O_2$, CO, particules)
- Paramètres d'opération de l'épurateur humide (Del P épurateur humide, pression du liquide d'épuration)
- Entretien préventif (inspection pour détecter infiltrations, ultrason vanne rotative, inspection ces cyclones, inspection des buses, etc.)

Chaudière au gaz
- Test aux 3 ans des émissions avec firme spécialisée
- Enregistrement et suivi de l'opacité, CO et $O_2$

Chaudière au mazout ( n'est plus opérationnel depuis 2014)

# Historique des tests d'émissions atmosphérique 5 ans

Le suivi des émissions atmosphériques est sujet aux normes du RAA (règlement sur l'assainissement de l'atmosphère). Selon la norme, une campagne d'échantillonnage doit être faite annuellement par une firme indépendante spécialisée.
Les échantillonnages sont réalisés par la firme Consulair.
Les méthodes d'échantillonnage utilisées dans le cadre de cette caractérisation sont recommandées par le «Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales » publié par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) et plus spécifiquement le Cahier 4 « Échantillonnage des émissions atmosphériques en provenance de sources fixes » 4e édition du 15 septembre 2016.

**Émissions de particules des chaudières de l'usine (5 ans)**

| Chaudière à biomasse | | Norme | Modélisation (1) | déc-18 | oct-19 | mars-20 | déc-21 | juil-22 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Transmis au MELCC | | | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui |
| **Émissions PM tot (3)** | mg / Nm³ | 100 | 100 | 65 | 85,9 | 99,2 | 110,8 | 78,3 |
| **Émissions PM 2.5** | mg / Nm³ | NA | 53 | 30 | 3,49 | 4,89 | 10,5 | 12,66 |

Concentration corrigée à 11% $O_2$

(1) : Demande de CA, B # 3

| Caractérisations B # 7 | | Sept 17 | Sept 20 |
|---|---|---|---|
| Transmis au MELCC | | Oui | Oui |
| Combustible | | Gaz | Gaz |
| Émissions PM tot (norme) | mg / MJ | 0,86 (NA) | 3,46 (NA) |
| Nox (norme) | mg/MJ | 36 (110) | 42,4 (110) |

Le test non conforme de décembre 2021 a été déclaré au MELCC.

Les émissions de PM 2.5 sont non réglementées. Ce suivi est fait à titre comparatif.

# Actions actuelles et projetées pour la réduction des rejets à l'atmosphère

Poussières

Augmenté fréquence de nettoyage des chemins, stationnements et épandage d'abat poussière

Perte de fibres cheminées du PTM

Ajout d'un débitmètre pour alarme de bas débit des douches

Chaudière à biomasse

Entretien préventif (inspection pour détecteur infiltrations, détection des fuites des vannes rotatives par ultrason vanne rotative, cyclones, buses, etc)

Ajout d'éléments de champs pour mesurer le différentiel de pression et s'assurer ainsi de l'opération optimale des multi cyclones.

Implanter un nouveau contrôle avancé pour permettre une opération plus efficace de la chaudière à biomasse.

Projets de récupération et optimisation d'énergie.

Installation d'un échangeur de chaleur de type FLU-ACE au PTM pour remplacer de la vapeur de chauffage de bâtiment.

Développer et installer un algorithme intelligent pour optimiser l'utilisation des différentes sources de vapeurs

Transport

Réception de copeaux par bateau de Port-Cartier (40 000MT/an soit l'équivalent de 2000 camions)

Favoriser le transport ferroviaire pour l'expédition du papier

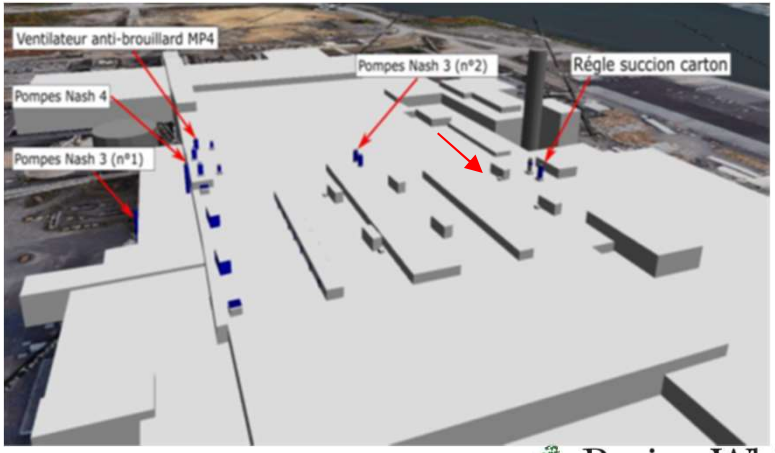
# Bruit environnemental

Une étude a été réalisé en 2021 par Soft dB afin d'évaluer l'impact sonore de l'usine et d'identifier des solutions de réductions de bruit.

# Bruit environnemental

- Des mesures ont été effectuées pour mesurer le niveau sonore des résidences à proximité et dans les cartiers environnants.

- Les fréquences problématiques ont été identifiés de même que les équipements qui en étaient la source.



# Bruit environnemental

- Une firme spécialisée a fait la conception d'un silencieux pour l'application la plus critique.
- L'équipement a été installé en février 2022.
- Une étude de performance a été réalisée en mars. La composante tonale a été éliminée.
- Les cinq silencieux ont été commandé au printemps et seront installés cet automne.

# ANNEXE

# PARTIE I - RÈGLEMENTS APPLICABLES ET ABRÉVIATIONS

## SECTION 1 - RÈGLEMENTS APPLICABLES

Les règlements adoptés en vertu de la *Loi sur la qualité de l'environnement* applicables ou susceptibles d'être applicables au titulaire sont notamment les suivants :

- **Règlement relatif à l'application de la Loi sur la qualité de l'environnement**
  RLRQ, chapitre Q-2, r.3;
- **Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère**
  RLRQ, chapitre Q-2, r.4.1;
- **Règlement sur les attestations d'assainissement en milieu industriel**
  RLRQ, chapitre Q-2, r.5;
- **Règlement sur les déchets biomédicaux**
  RLRQ, chapitre Q-2, r.12 et ses modifications postérieures;
- **Règlement sur la déclaration des prélèvements d'eau**
  RLRQ, chapitre Q-2, r.14;
- **Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère**
  RLRQ, chapitre Q-2, r.15;
- **Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés**
  RLRQ, chapitre Q-2, r.18;
- **Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles**
  RLRQ, chapitre Q-2, r.19;
- **Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement**
  RLRQ, chapitre Q-2, r.23;
- **Règlement sur les fabriques de pâtes et papiers**
  RLRQ, chapitre Q-2, r.27;
- **Règlement sur les halocarbures**
  RLRQ, chapitre Q-2, r.29;
- **Règlement sur les lieux d'élimination de neige**
  RLRQ, chapitre Q-2, r.31;
- **Règlement sur les matières dangereuses**
  RLRQ, chapitre Q-2, r.32;
- **Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection**
  RLRQ, chapitre Q-2, r.35.2;
- **Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains**
  RLRQ, chapitre Q-2, r.37;
- **Règlement sur la qualité de l'eau potable**
  RLRQ, chapitre Q-2, r.40;
- **Règlement sur la redevance exigible pour l'utilisation de l'eau**
  RLRQ, chapitre Q-2, r.42.1.

# Complexe de Valorisation Énergétique de la Ville de Québec

Service des Projets Industriels et de la Valorisation
15 septembre 2022

# Plan de la présentation

- La gestion des matières résiduelles en bref
- Le Complexe de valorisation énergétique (CVÉ)

# La gestion des matières résiduelles en bref

La hiérarchisation de la valorisation :

- Réduction
- Réemploi
- Recyclage
- ***Incinération avec valorisation d'énergie***
- Démétallisation et valorisation des cendres de grilles

Réduire Réemployer Recycler
on gagne tous à trier

# Complexe de Valorisation Énergétique

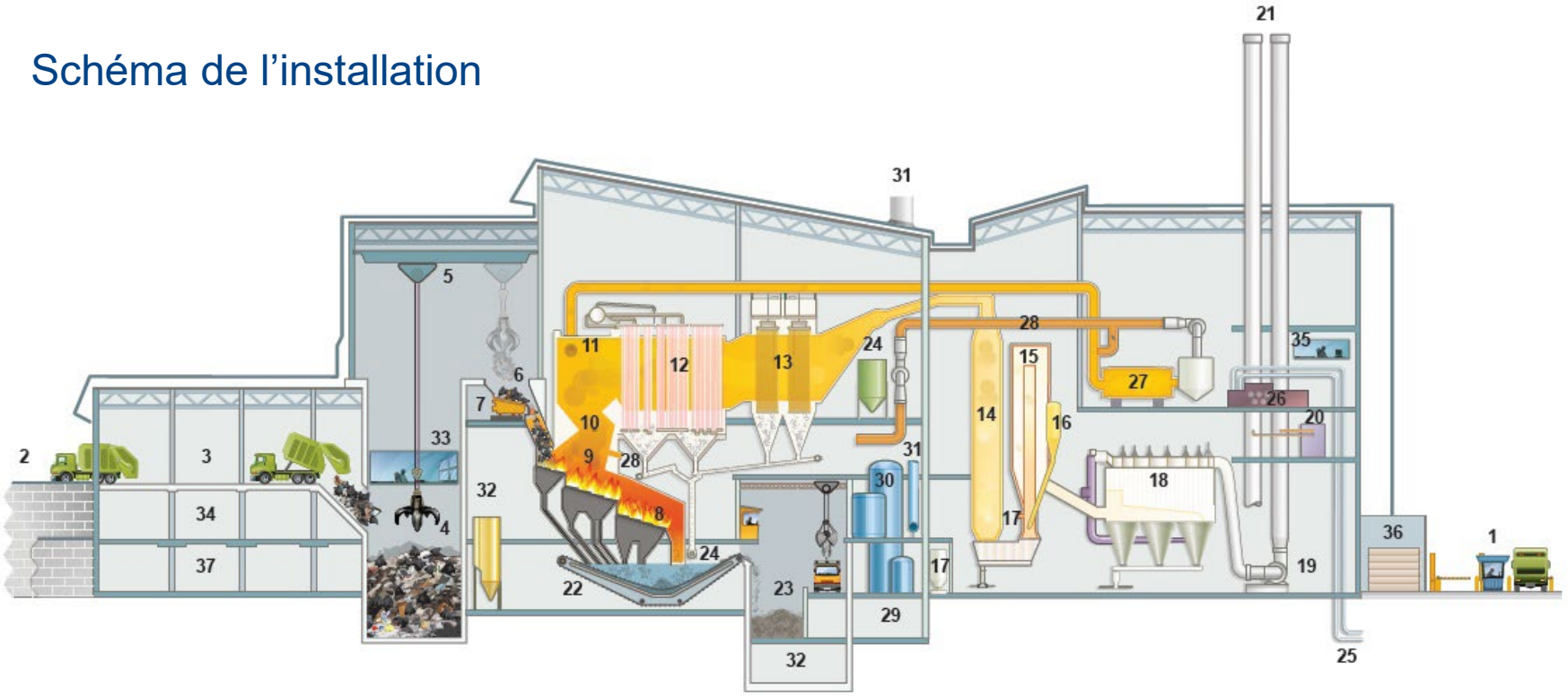
- Centre de Récupération de la Matière organique (CRMO)
  - En opération à l'automne 2022
  - 86 000 tm de Résidus Alim. valorisés par année
- Incinération des résidus ultimes
  - 4 lignes d'incinération (250 tm / j / ligne)
  - Capacité totale de 312 000 tm par année
  - 20 000 tonnes par an de boues (base sèche) (jusqu'en 2022)
    Valorisées en biométhanisation (à venir)
- Production de 2 200 000 GJ de vapeur par an

# Historique

- 1939 Premier incinérateur de la Ville de Québec (70 t/j), localisé sur le site de Pointe-aux-Lièvres
- 1955 Second incinérateur (165 t/j), localisé sur le site de Pointe-aux-Lièvres
- 1974 Incinérateur actuel (1000 tonnes/jour) - évolution de l'ouvrage :
  - 1972/1975 : Construction et mise en service
  - 1985/1987 : Automatisation et modification des fours
  - 1987/1990 : Ajout du système de traitement des fumées
  - 1992 : Ajout de la station de traitement des boues
  - 1996 : Nouvelles grilles d'incinération
  - 1999 : Modernisation de la salle de commande
  - 2000/2003 : Séparation et traitement des cendres volantes
  - 2001/2003 : Évent de vapeur et atténuation acoustique
  - 2005/2013 : Modernisation générale
  - 2017-18 : Ajout de systèmes d'injection de charbon dédiés pour chaque ligne d'incinération
  - 2019/2021 : Installation de brûleurs au gaz naturel

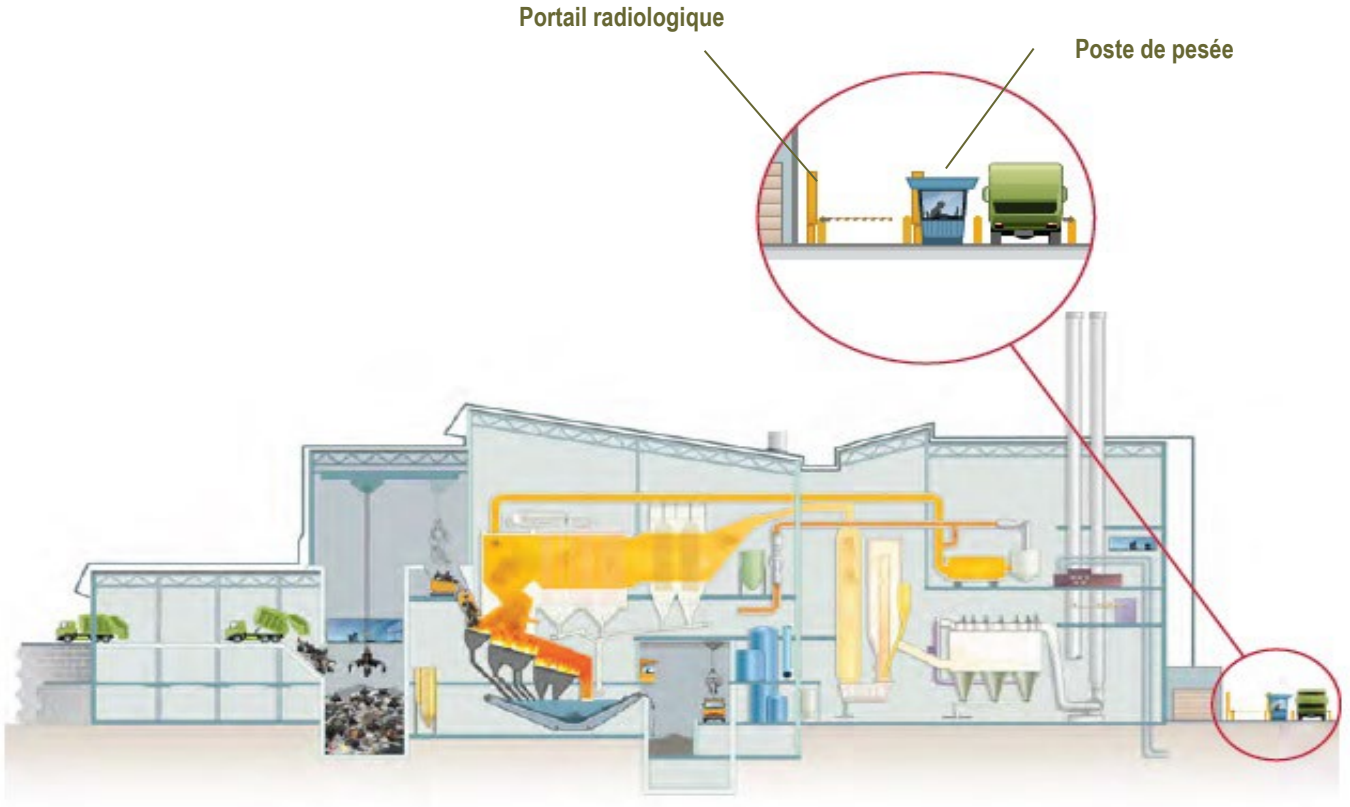
# L’incinérateur

## Schéma de l’installation



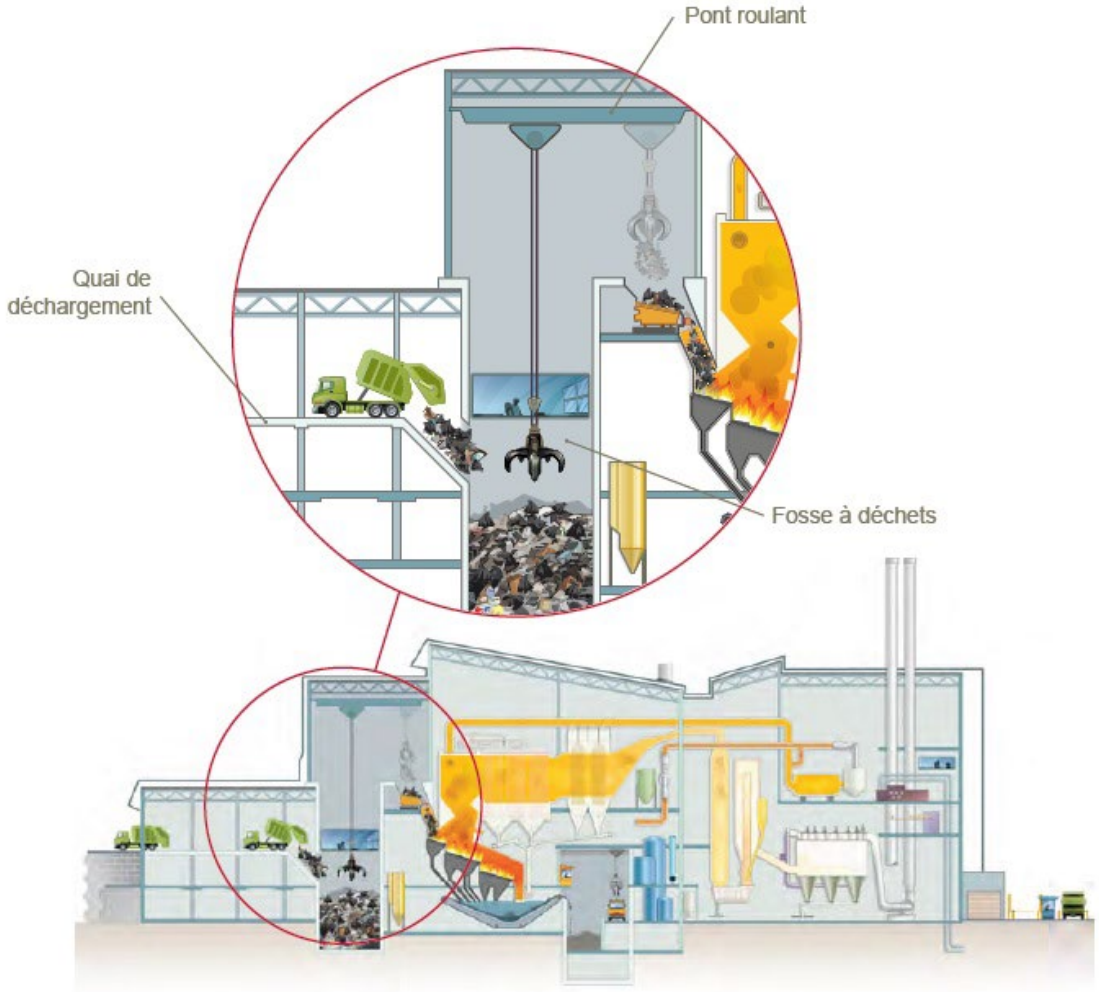

1. Poste de pesée et détection radiologique
2. Rampes
3. Quai de déchargement
4. Fosse à déchets
5. Pont roulant
6. Trémie d'alimentation
7. Table vibrante
8. Grilles d'incinération
9. Chambre de combustion
10. Injection des boues séchées
11. Prélèvement des gaz chauds
12. Chaudière
13. Électrofiltre
14. Tour de refroidissement
15. Réacteur
16. Injection de chaux
17. Injection de charbon actif
18. Dépoussiérieur à manches
19. Ventilateur de tirage
20. Surveillance continue des émissions atmosphériques
21. Cheminée
22. Extraction des cendres de grille (mâchefers)
23. Fosse à mâchefers
24. Récupération des cendres volantes
25. Tuyauterie de boues épaissies (STB)
26. Filtre à bandes (STB)
27. Séchoir
28. Retour des gaz humides (buées)
29. Bassin d'eau de procédé
30. Traitement de l'eau des chaudières
31. Réseau de vapeur (collecteur et évent)
32. Traitement des effluents
33. Salle de commande de l'incinérateur
34. Atelier mécanique et magasin
35. Salle de commande STB
36. Expédition de boues
37. Garage

# Réception des déchets : Poste de pesée



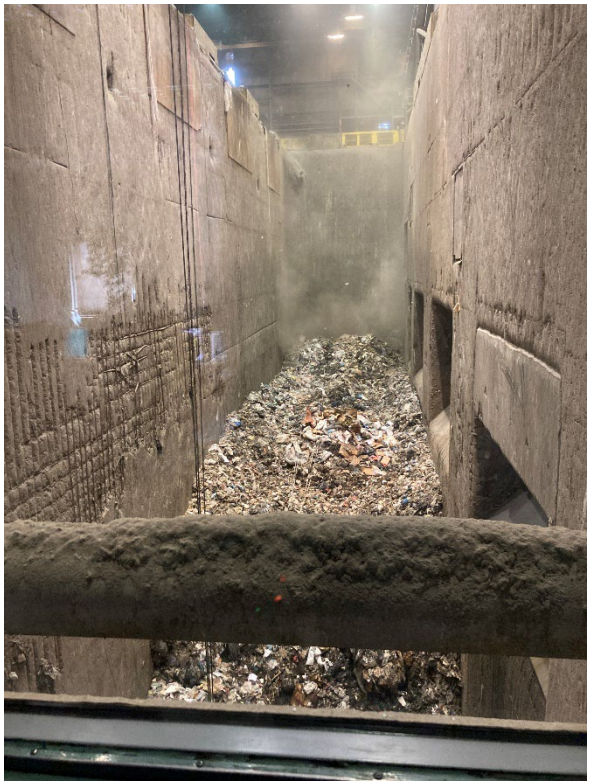

Le poste de pesée (opéré par la Ville) est muni de deux balances (pesage à l'entrée et à la sortie). La balance d'entrée a un système de détection radiologique qui vérifie chaque camion qui entre à l'incinérateur. Le poste pèse près de 40 000 camions d'ordures par an (130 à 150 camions par jour).

# La réception des déchets

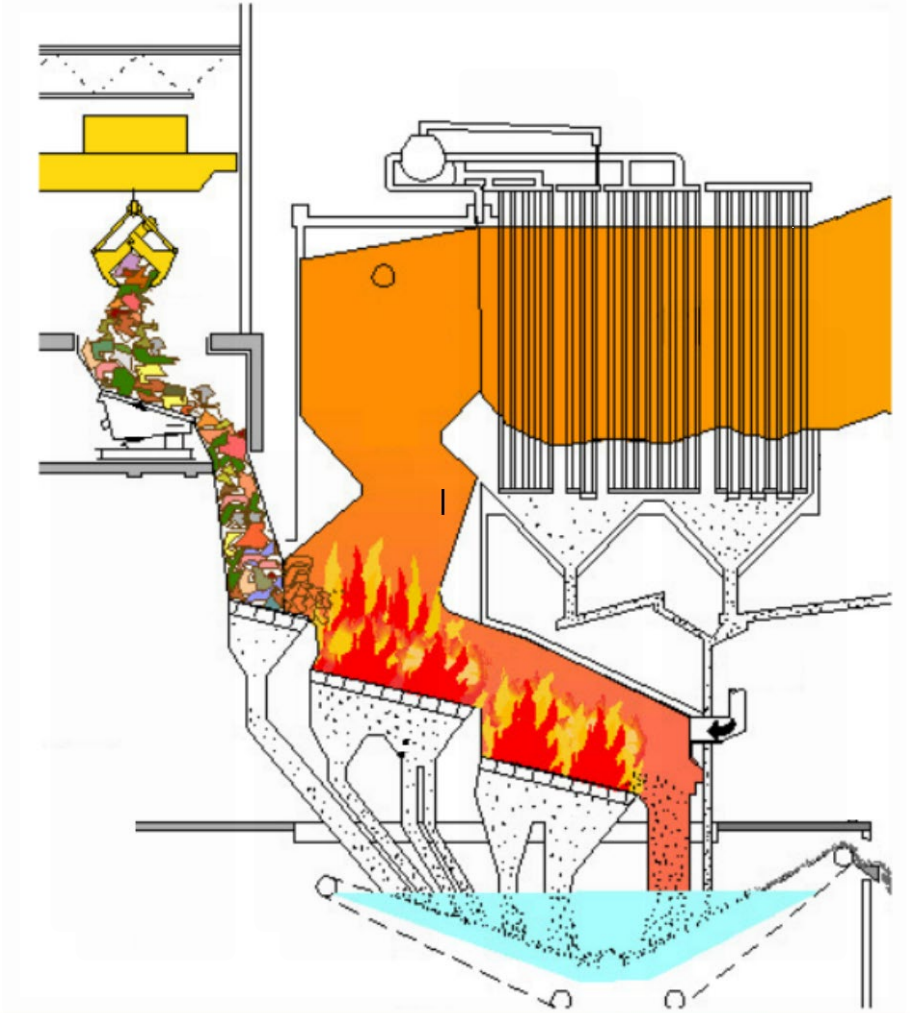



**Données techniques**

| | |
|---|---|
| Superficie du quai de déchargement : | 1200 $m^2$ |
| Capacité de la fosse à déchets : | 3600 tonnes |
| Capacité d'un pont roulant : | 5 tonnes |

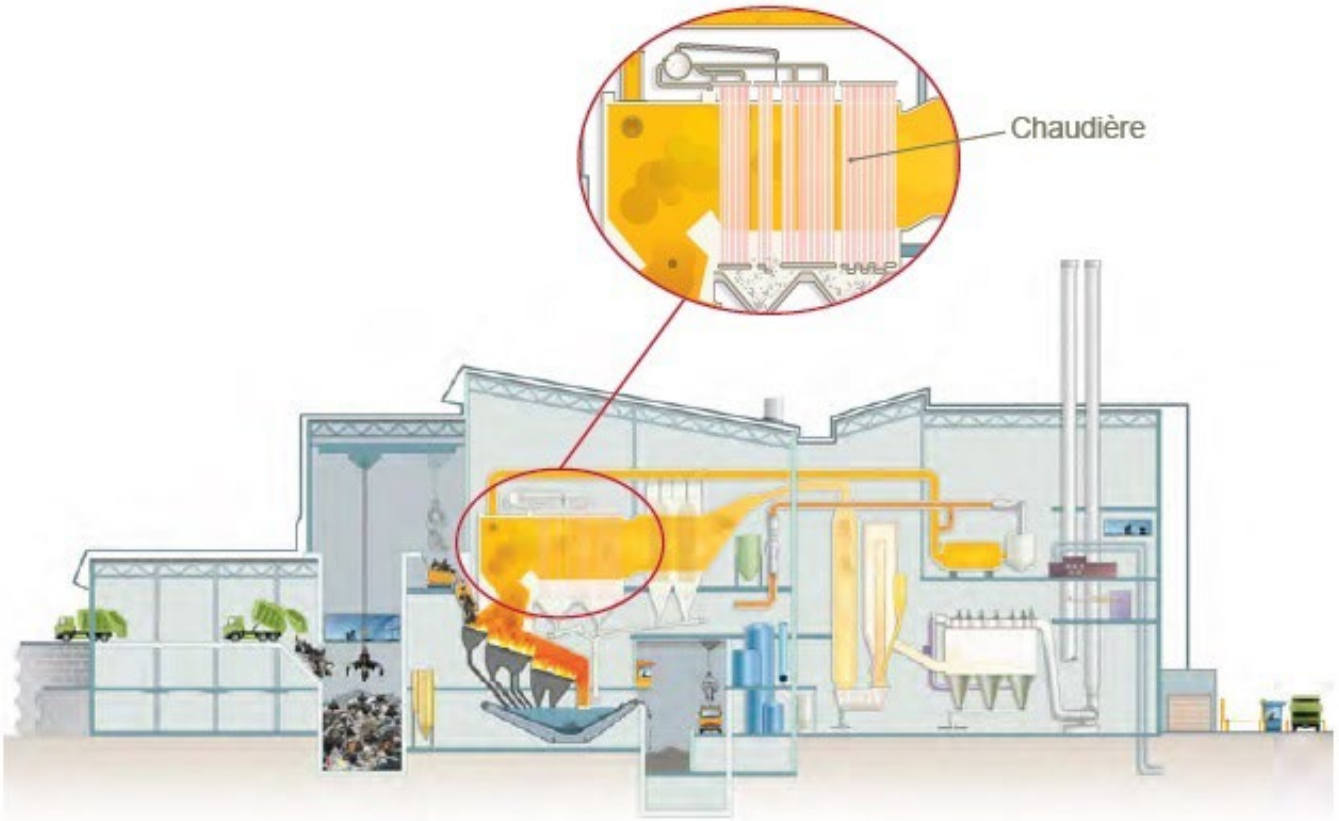


# L’alimentation des fours



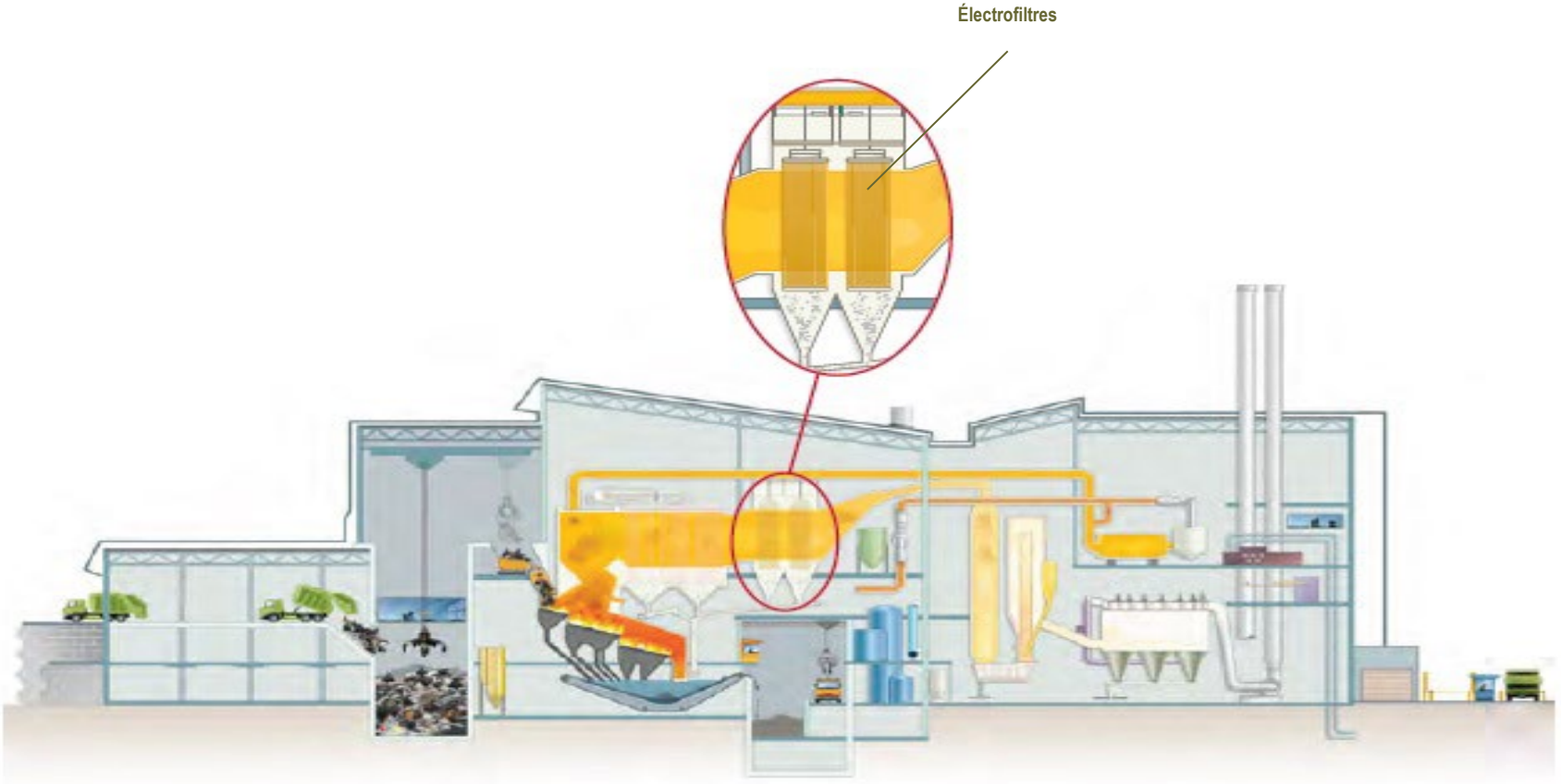
- 4 unités de 250 tonnes/jour
- Parois refroidies à l’eau
- Chambre de combustion primaire et secondaire
- Température au foyer : 800 à 900 °C
- Temps d’incinération de 45 à 60 minutes
- Aucun combustible d’appoint

# La production de vapeur



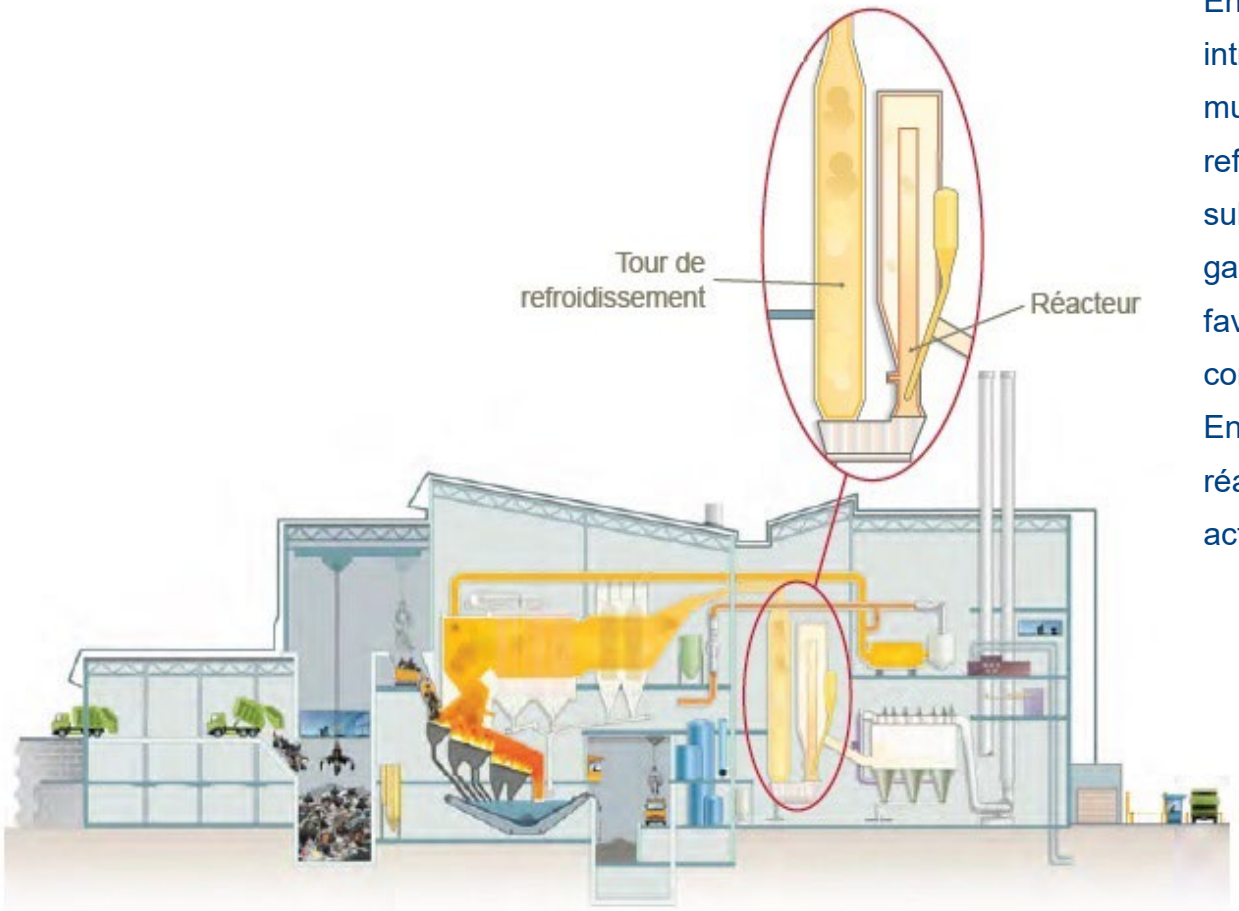

| | |
|---|---|
| Pression à la sortie du surchauffeur : | 4680 kPa |
| Température à la sortie du surchauffeur : | 316 °C |
| Production nominale de vapeur : | 37 t/h/four |

# Le traitement des fumées : électrofiltres




Première étape du traitement des fumées, l'électrofiltre permet de débarrasser les fumées des particules plus petites que 2 mm. Les particules en suspension se polarisent à l'aide d'un haut voltage négatif appliqué par des électrodes. Elles se collent sur les plaques périphériques chargées positivement. Ensuite, un mécanisme fait vibrer les plaques afin de décoller les particules. Elles sont récupérées dans un système de convoyeurs, puis stockées dans un silo.

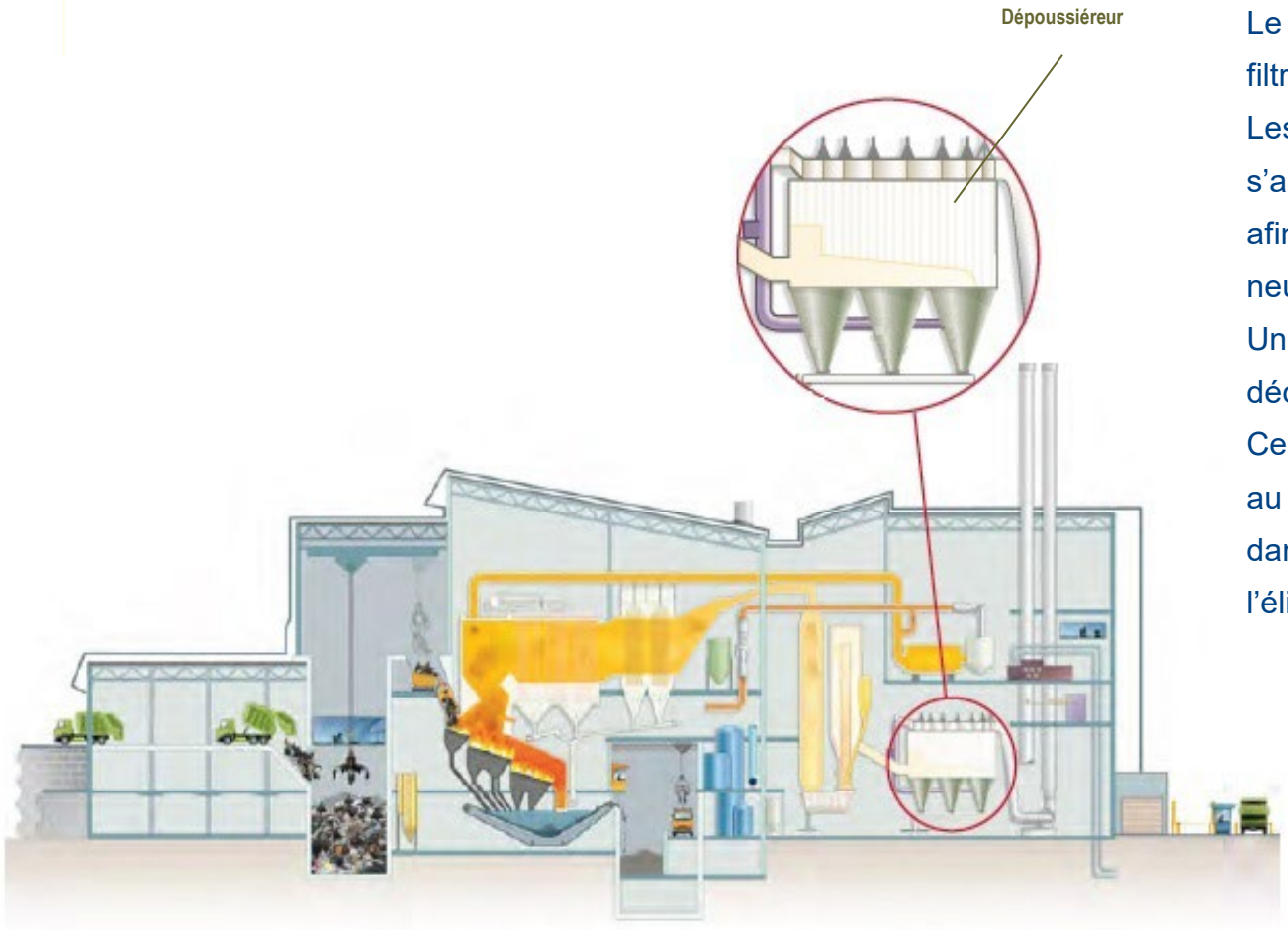
# Le traitement des fumées : tours de refroidissement et réacteurs




En quittant l'électrofiltre, les fumées sont introduites dans une tour de refroidissement munie de buses qui injectent de l'eau pour refroidir les gaz de combustion. La baisse subite de température diminue le volume de gaz à traiter et augmente l'humidité afin de favoriser la neutralisation des acides et la condensation des métaux lourds.

Ensuite, les fumées refroidies passent au réacteur, où la chaux hydratée, le charbon actif et la chaux usée sont injectés.

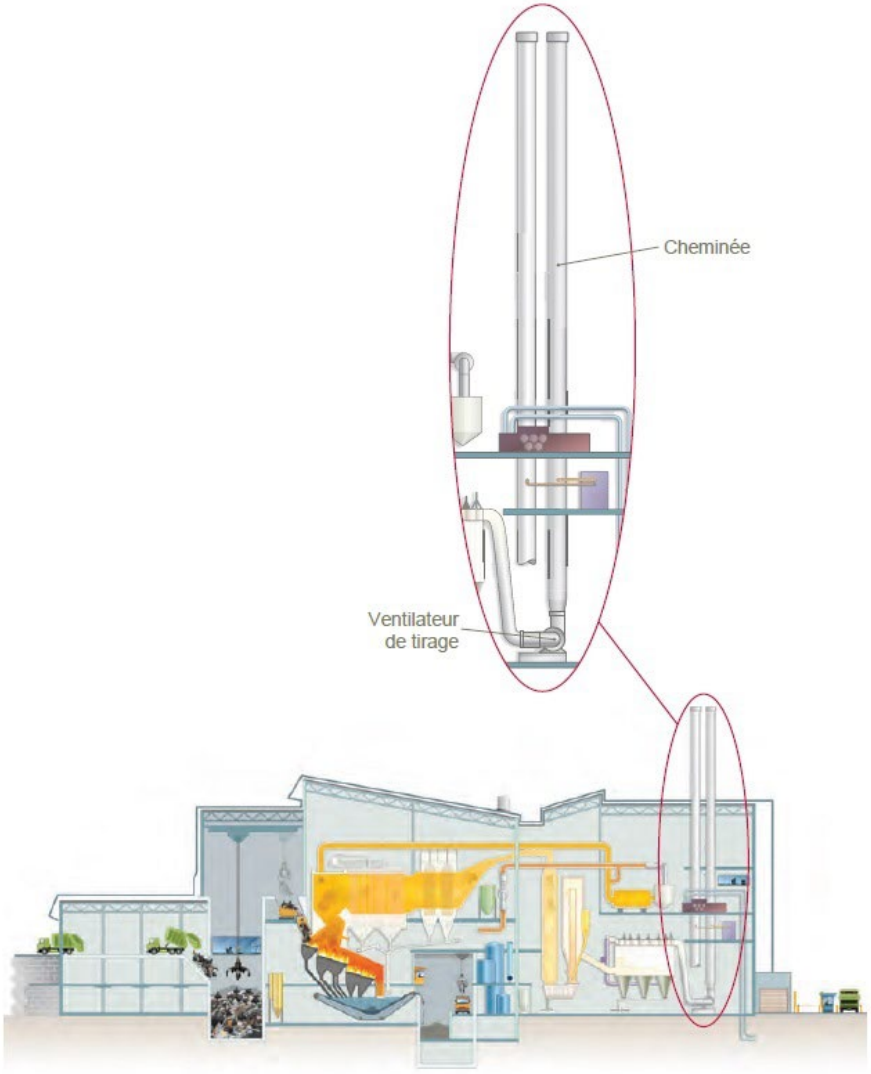
# Le traitement des fumées : dépoussiéreurs




Le dépoussiéreur contient des manches filtrantes distribuées en compartiments. Les réactifs (chaux et charbon) s'accumulent sur les manches (gâteau) afin de compléter la réaction de neutralisation des gaz.

Un système automatisé déclenche le décolmatage périodique des manches. Ces résidus sont récupérés et envoyés au silo auxiliaire afin d'être recirculés dans le procédé ou bien envoyés pour l'élimination avec les cendres volantes.

# L’évacuation des fumées




L’extraction des gaz se fait à l’aide d’un ventilateur de tirage (ID Fan) qui refoule les fumées dans une cheminée (les quatre lignes d’incinération sont indépendantes).

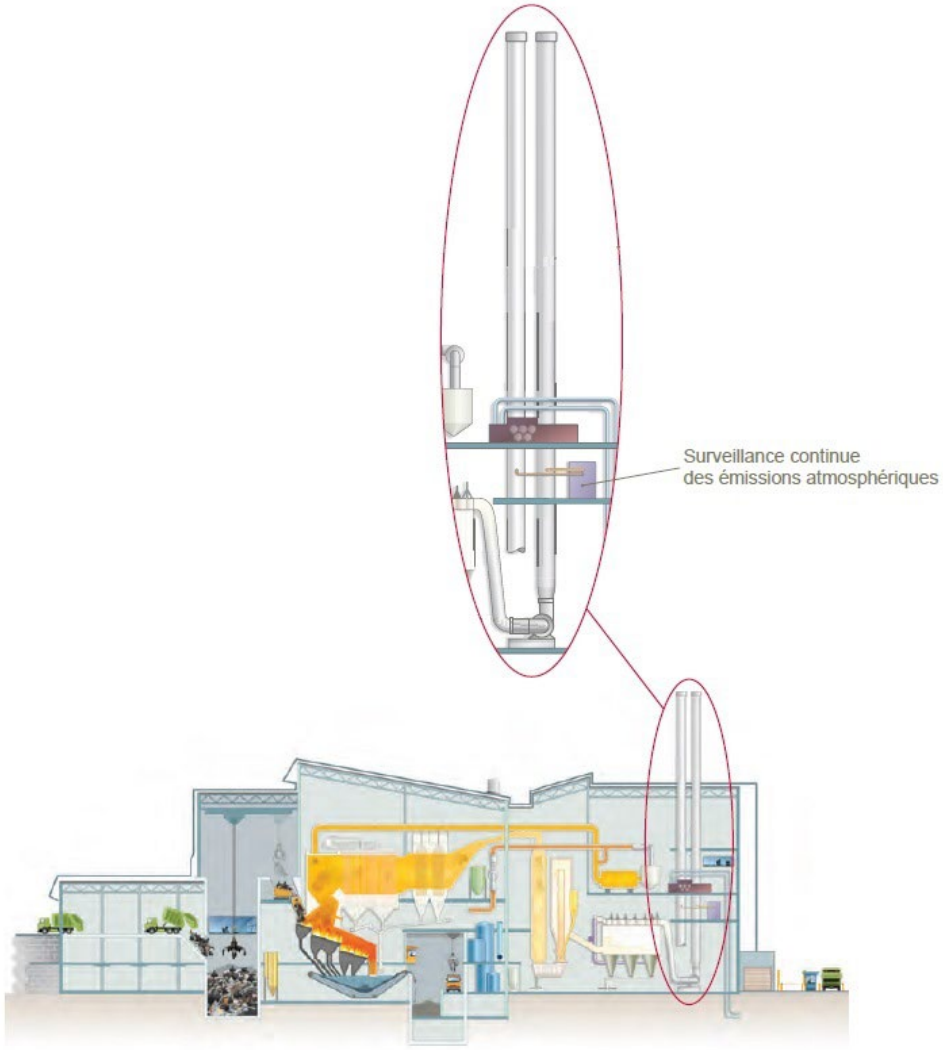
Chaque cheminée est équipée d’un silencieux. Les équipements de surveillance en continu des émissions atmosphériques sont localisés directement sur les cheminées.

**Cheminées**

Diamètre : 1,4 m

Hauteur : 61 m

# Le contrôle des émissions atmosphériques




Chaque ligne d'incinération est équipée d'un système de surveillance continue des émissions atmosphériques afin de contrôler les paramètres de combustion et/ou d'épuration. Les paramètres surveillés en continue sont:

Débit, Pression, Température

Particules

Monoxyde de carbone (CO)

Dioxyde de carbone ($CO_2$)

Oxygène ($O_2$)

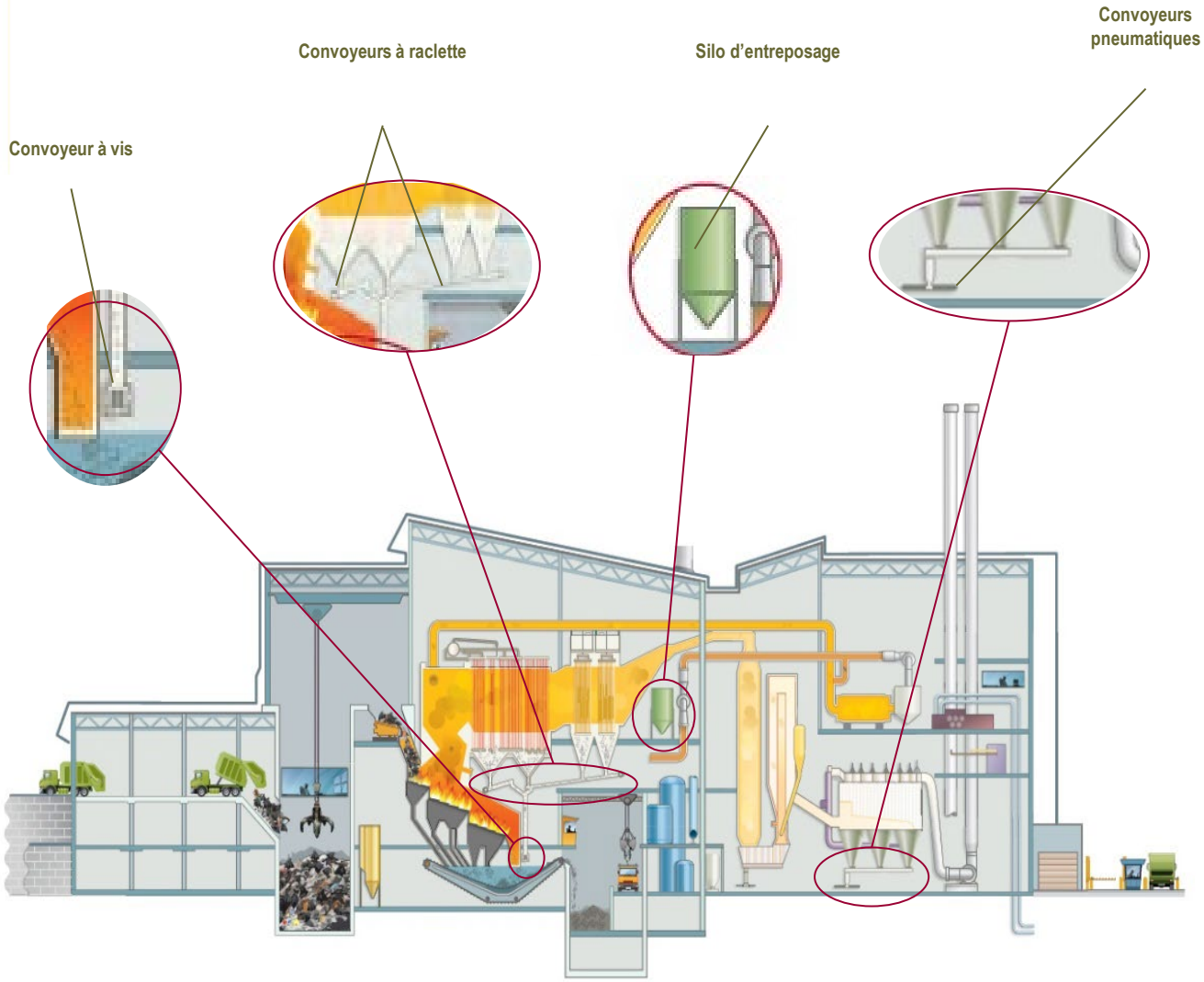
$H_2O$

Oxyde d'azote ($No_{x)}$

Acide Chlorhydrique (HCl)

Sulfure d'hydrogène ($SO_{2)}$

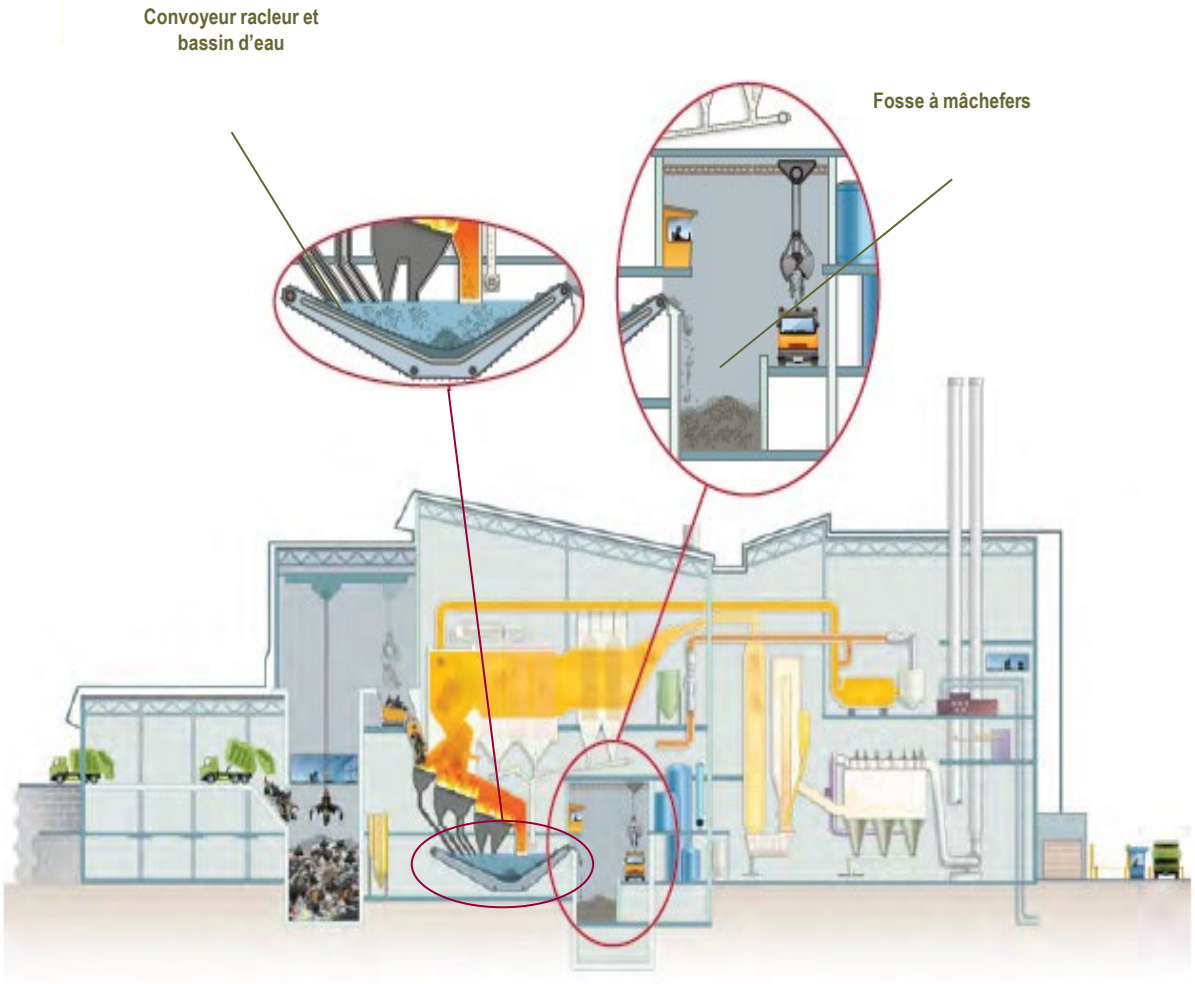
# Récupération des cendres volantes




Les cendres volantes sont de fines particules entraînées par les gaz de combustion et captées par le système de récupération énergétique (chaudières) ou par le système d'épuration des fumées (électrofiltres et dépoussiéreurs).

Quantité récupérée : 11 000 t/an

# Cendres de grille




Les cendres de grilles sont les résidus de la combustion des déchets chargés dans les fours (cendres, métaux, verre, sable, autres matières incombustibles).

Elles tombent dans un bassin rempli d'eau pour les éteindre. Un convoyeur racleur extrait les cendres de ce bassin et les décharge dans la fosse à mâchefers.

Un pont roulant muni d'un grappin mécanique assure le transfert du mâchefers au camion.

Depuis mars 2022, les cendres de grilles sont valorisées à 100%.

**Données techniques**

Quantité récupérée : 60 000 t/an

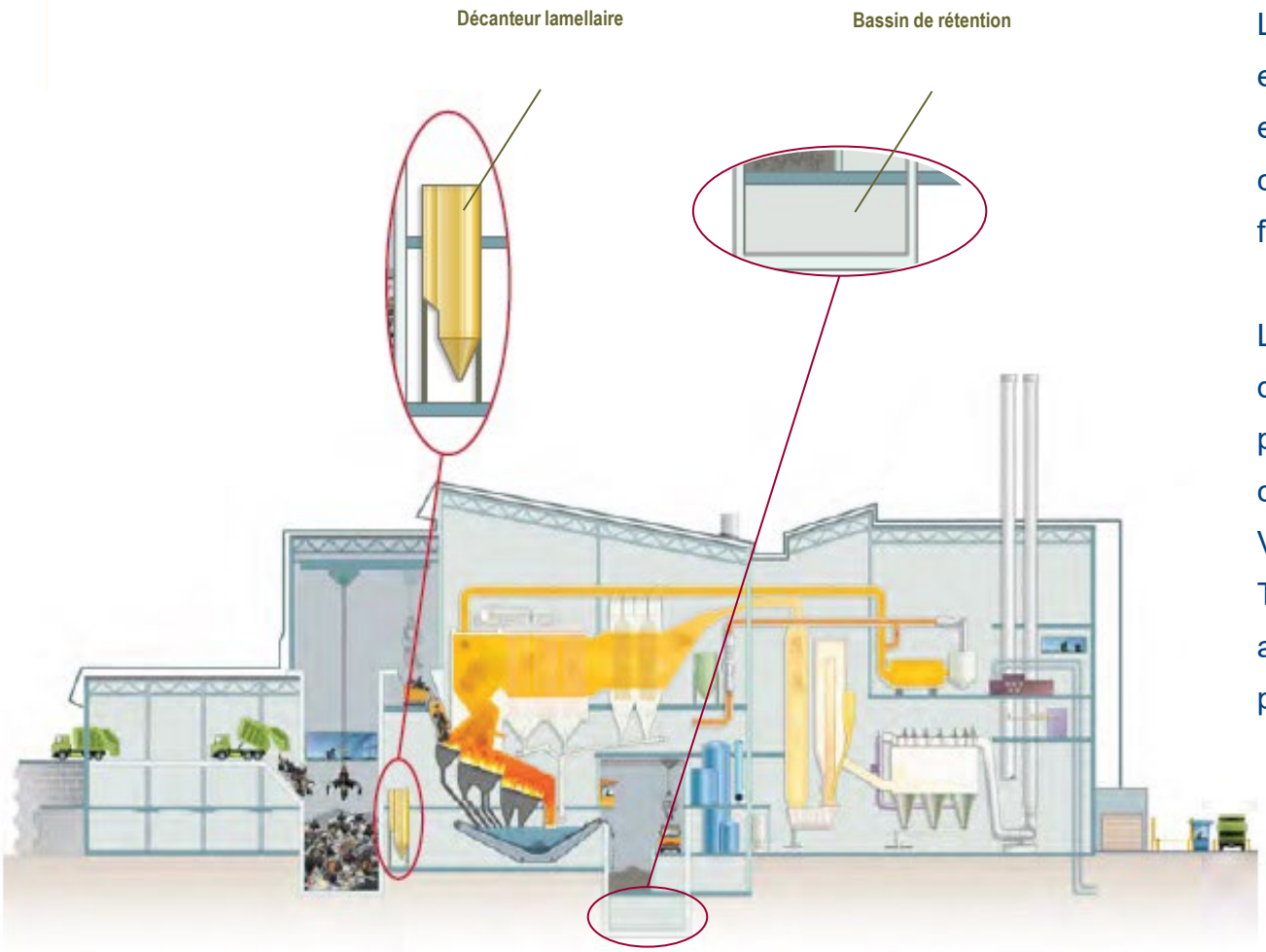
Métaux : 5 000 à 8 000 tm / an

Capacité de la fosse : 1300 tonnes

% Cendres / déchets : 25 % en poids

10 % en volume

# Traitement des effluents




Le système de traitement des effluents permet de décontaminer les eaux provenant du bassin des convoyeurs à mâchefers et de la fosse à mâchefers.

Les eaux pré-traitées sont pompées directement dans un collecteur principale du réseau d'égout, conformément au règlement de la Ville.

Trois procédés sont utilisés : ajustement du pH, ajout d'un polymère et décantation.

Questions?

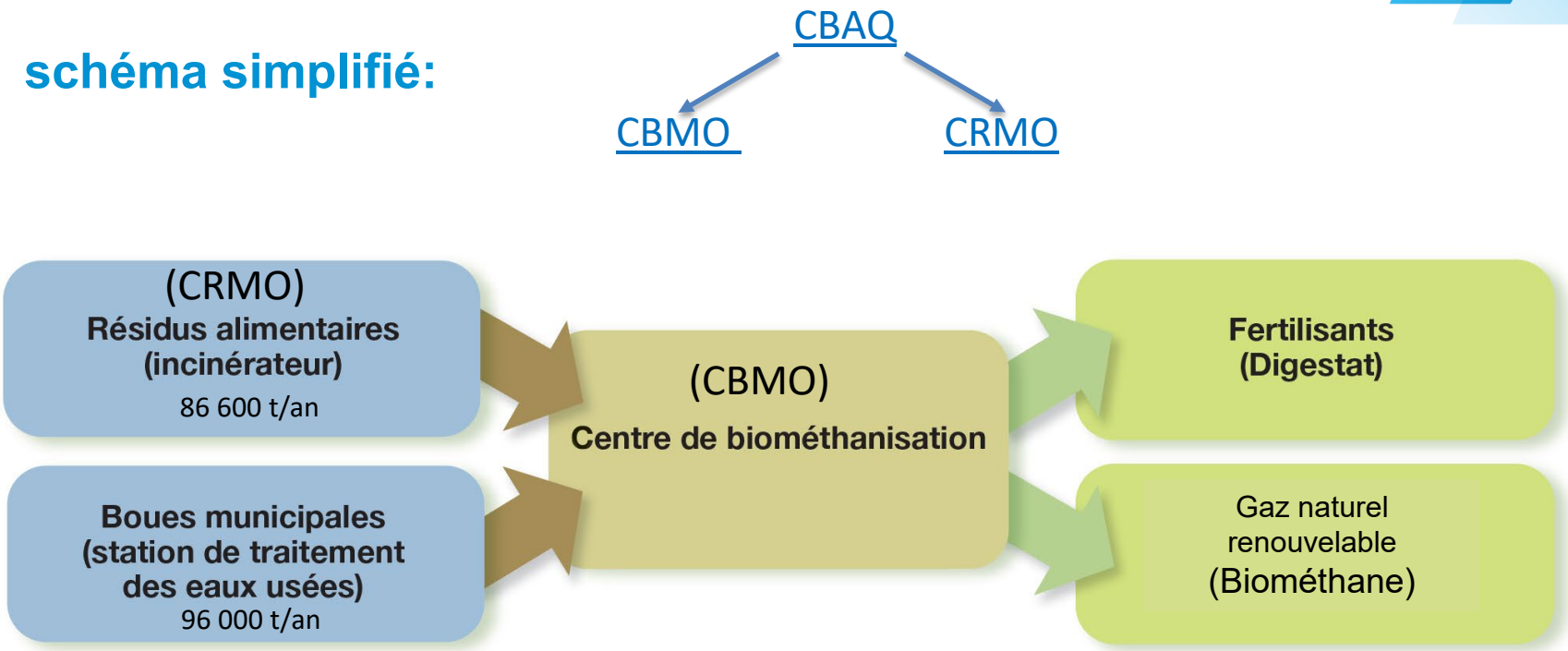
# Centre de récupération de la matière organique (CRMO)

**Division de la valorisation énergétique**

VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# RAPPEL

## schéma simplifié:




CBAQ: centre de biométhanisation de l'agglomération de Québec
CBMO: centre de biométhanisation des matières organiques
CRMO: centre de récupération des matières organiques

# CENTRE DE RÉCUPÉRATION DES MATIÈRES ORGANIQUES (CRMO)

CRMO

matières résiduelles

TRI

matières organiques en sacs

Les non acceptés vers la fosse actuelle

encombrants

- gros métaux
- autres (bois, plastiques, etc.)

PRÉ-TRAITEMENT

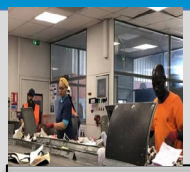
matières organiques en bio pulpe

impuretés

- plastiques
- sacs
- petits métaux
- sable

VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# 1- TRI (TRIAGE DES SACS DE COULEUR)



Étalement des matières → Retrait des gros encombrants (mécaniquement) → Retrait des petits encombrants (manuellement) → Retrait des longs encombrants (mécaniquement) →

tamisage →

- > 400 mm. vers la fosse actuelle

- entre > 100 et < 400 mm. vers les trieuses optiques →
- < 100 mm. vers la fosse actuelle

VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# CENTRE DE RÉCUPÉRATION DES MATIÈRES ORGANIQUES (CRMO)

**encombrants**
enlevé par le grappin
et les trieurs manuels

- gros métaux
- autres (bois, plastiques, pneus, batterie, peinture)

1 roll-off de métal
1 roll-off de tout mélangé

VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# 1- TRI (TRIAGE DES SACS DE COULEUR)

Trieuses optiques

sacs de couleur

Réserve tampon

les non acceptés vers la fosse actuelle

VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# 2- LE PRÉ-TRAITEMENT (PRÉPARATION DE LA BIO PULPE)

Réserve tampon

ouvreur de sacs à palmes

épuration de la bio pulpe

réservoir de bio pulpe chauffée

vers le CBMO

impuretés

impuretés

vapeur

- plastiques
- sacs
- petits métaux
- sable, bois, etc

VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# Merci de votre attention

Division de la valorisation énergétique

VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

# Suivi environnemental du complexe de valorisation énergétique (GTCA no 2)

# PLAN DE LA PRÉSENTATION

- Améliorations techniques
- Suivi environnemental
  - Paramètres RAA
  - Paramètres CCME
- Graphique d'intérêt
  - Particules

# COMPLEXE DE VALORISATION ÉNERGÉTIQUE

## Améliorations techniques

- Lors de la reprise des opérations de l'incinérateur en mai 2015 par la Ville de Québec, la mission de l'équipe était de rendre les opérations conformes aux normes environnementales et d'améliorer la productivité globale de l'incinérateur maintenant appelé « Complexe de valorisation énergétique »

- Plusieurs millions de $$ ont été investis depuis, avec la métallisation des fours, l'installation d'unités individuelles d'addition de charbon activé et de brûleurs au gaz naturel.

- En juin 2021, la Ville de Québec a atteint la conformité environnementale pour tous les paramètres réglementés, en particulier avec le monoxyde de carbone (une première depuis des nombreuses années d'opération).

- Parmi les prochains investissements au CVÉ, mentionnons l'ajout d'analyseurs en continu de mercure ainsi que des échantillonneurs de dioxines-furannes.

# Suivi environnemental 2021

- Les exigences réglementaires s'appliquant au complexe industriel sont des normes d'émissions aux cheminées (et non des normes d'air ambiant).

- Campagnes annuelles d'échantillonnage 2021 par Consulair (en juin et septembre) dont les résultats ont démontré :
  * Conformité de tous les paramètres réglementés au RAA
  * À l'exception en septembre du dépassement au four 4 en dioxines-furannes
    - Résultat inexpliqué après validation des données d'opération

- Reprise de l'échantillonnage octroyé à Consulair avec un calendrier subséquent :
  * Mandat : janvier 2022
  * Échantillonnage : semaine du 31 janvier
  * Résultats : conformité de tous les paramètres échantillonnés dont les dioxines-furannes

# PARAMÈTRES RÉGLEMENTÉS (RAA)

Résultats - paramètres réglementés (campagne JUIN 2021)

| Concentration corrigée à 11% O2 | Unité | Norme Qc | no four | essai 1 | essai 2 | essai 3 | essai 4 | essai 5 | Moyenne |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Particules | mg/m3R | 20 | four 1 | 0,49 | 0,61 | 0,62 | na | na | 0,57 |
| | | | four 2 | 0,45 | 0,57 | 0,31 | na | na | 0,44 |
| | | | four 3 | 0,64 | 0,42 | 0,87 | na | na | 0,64 |
| Acide chlorhydrique (HCl) | mg/m3R | 50 | four 1 | 33,34 | *M.B3* | 33,91 | na | | 33,63 |
| | | | four 2 | 26,39 | 28,96 | 29,80 | na | na | 28,39 |
| | | | four 3 | 29,76 | 33,28 | 32,43 | na | na | 31,82 |
| Dioxyde de soufre (SO2) | mg/m3R | aucune norme | four 1 | 8.33 | *0.N6* | 11.9 | na | na | 10,12 |
| | | | four 2 | 13.0 | 15.6 | 11.2 | 15.0 | 18.5 | 14,7 |
| | | | four 3 | 3.83 | 0.364 | 19.1 | na | na | 7,78 |
| Mercure (Hg) | µg/m3R | 20 | four 1 | 0.3739 | 0.2546 | 0.2830 | na | na | 0.3039 |
| | | | four 2 | 0.3255 | 0.3129 | 0.3040 | na | na | 0.3142 |
| | | | four 3 | 0.3379 | < 0.2830 | < 0.2976 | na | na | 0.3061 |
| Monoxyde de carbone (CO) | mg/m3R | 57 | four 1 | 17.9 | *25.9* | 23.9 | na | na | 20,9 |
| | | | four 2 | 31.3 | 30.5 | 35.2 | 26.8 | 28.3 | 30.4 |
| | | | four 3 | 17.7 | 38.4 | 38.8 | na | na | 31.6 |
| Dioxines et furannes | ng/m3R | 0,0800 | four 1 | 0.0009175 | *0.0023552* | 0.0007502 | na | na | 0.0008338 |
| | | | four 2 | 0.00007312 | 0.0003037 | 0.00005825 | na | na | 0.0001450 |
| | | | four 3 | 0.0006805 | 0.0007246 | 0.0002957 | na | na | 0.0005669 |

*essai en démarrage (le calcul de la moyenne n'en tient pas compte)*

# PARAMÈTRES NON RÉGLEMENTÉS (CCME)

## Campagne de juin 2021

Campagne de juin 2021

**Résultats - paramètres non réglementés comparés aux lignes directrices du CCME (campagne JUIN 2021)**

| Concentration corrigée à 11% O2 | Unité | Teneur type | no four | essai 1 | essai 2 | essai 3 | essai 4 | essai 5 | Moyenne |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HAP totaux | µg/m3R | 5 | four 1 | 2,02 | 0,777 | 0,574 | na | na | 1,297 |
| | | | four 2 | 0,442 | 0,532 | 0,806 | na | na | 0,594 |
| | | | four 3 | 0,456 | 0,567 | 1,74 | na | na | 0,921 |
| Chlorophénols totaux | µg/m3R | 1 | four 1 | nd | nd | nd | na | na | nd |
| | | | four 2 | nd | nd | nd | na | na | nd |
| | | | four 3 | nd | nd | nd | na | na | nd |
| Chlorobenzènes totaux | µg/m3R | 1 | four 1 | 0,276 | 0,251 | 0,246 | na | na | 0,261 |
| | | | four 2 | 0,288 | 0,303 | 0,300 | na | na | 0,297 |
| | | | four 3 | 0,387 | 0,376 | 0,392 | na | na | 0,385 |
| BPC totaux | µg/m3R | 1 | four 1 | < 0.00467 | < 0.00597 | < 0.00560 | na | na | < 0.00513 |
| | | | four 2 | < 0.00489 | < 0.00572 | < 0.00476 | na | na | < 0.00512 |
| | | | four 3 | < 0.00553 | < 0.00537 | < 0.00561 | na | na | < 0.00550 |
| Arsenic (As) | µg/m3R | 1 | four 1 | < 0.282 | < 0.293 | < 0.295 | na | na | < 0.290 |
| | | | four 2 | < 0.334 | < 0.0776 | < 0.313 | na | na | < 0.241 |
| | | | four 3 | < 0.0866 | < 0.328 | < 0.372 | na | na | < 0.262 |
| Cadmium (Cd) | µg/m3R | 100 | four 1 | < 0.154 | 0.143 | 1.73 | na | na | 0.676 |
| | | | four 2 | 0.186 | < 0.0388 | < 0.159 | na | na | 0.128 |
| | | | four 3 | < 0.0433 | < 0.176 | < 0.186 | na | na | < 0.135 |
| Chrome (Cr) | µg/m3R | 10 | four 1 | 0.512 | 1.61 | 1.59 | na | na | 1.24 |
| | | | four 2 | 4.40 | 3.98 | 3.13 | na | na | 3.83 |
| | | | four 3 | 1.88 | 1.64 | 2.70 | na | na | 2.07 |
| Nickel (Ni) | µg/m3R | aucune teneur | four 1 | 0.512 | 0.527 | 0.590 | na | na | 0.543 |
| | | | four 2 | 1.98 | 2.02 | 1.31 | na | na | 1.77 |
| | | | four 3 | 0.664 | 0.566 | 1.15 | na | na | 0.792 |
| Plomb (Pb) | µg/m3R | 50 | four 1 | < 1.54 | 1.35 | < 1.44 | na | na | 1.44 |
| | | | four 2 | 1.70 | < 0.388 | < 1.59 | na | na | 1.23 |
| | | | four 3 | 0.578 | < 1.76 | < 1.86 | na | na | 1.40 |
| Oxydes d'azote (NOx) | mg/m3R | 400 | four 1 | 303 | 237 | 324 | na | na | 313 |
| | | | four 2 | 235 | 237 | 216 | 248 | 254 | 238 |
| | | | four 3 | 268 | 282 | 307 | na | na | 286 |

# Suivi environnemental 2022

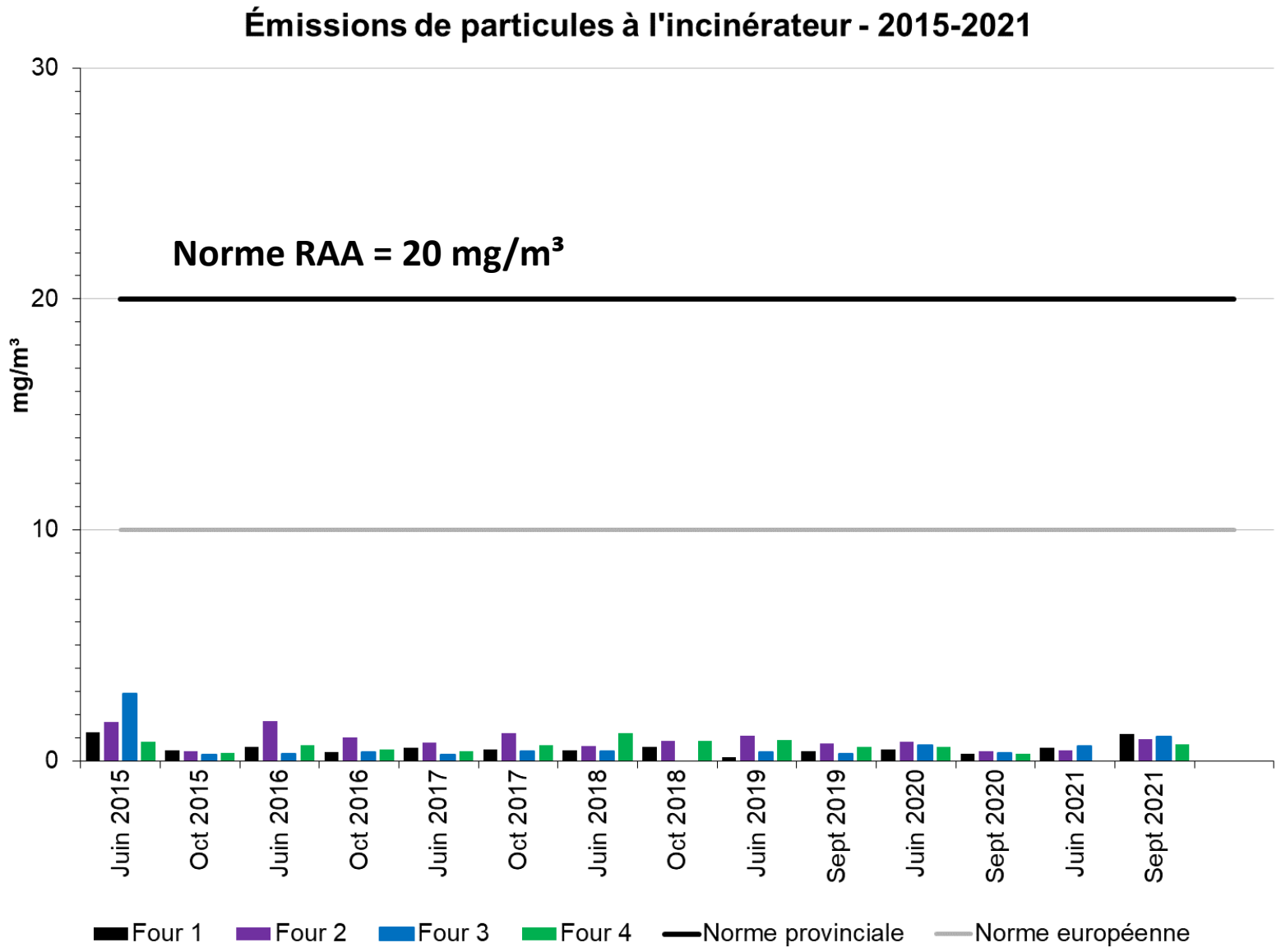
- Campagnes annuelles d'échantillonnage 2022 par Consulair (en juin et septembre) dont les premiers résultats ont démontré :
  * Printemps (juin) :
    - Conformité de tous les paramètres réglementés au RAA
    - Conformité de tous les teneurs-types visés au CCME
  * Automne (septembre) :
    - Échantillonnage en cours (du 6 au 16 sept. 2022)
    - Résultats : à venir d'ici Noël 2022

# Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (RAA) - incinérateur

- Particules totales (PM) :
  - Un incinérateur ne doit pas émettre dans l'atmosphère des gaz de combustion contenant **plus de 20 mg/m³R** de particules (art. 104 – émissions aux cheminées)
  - Mesurées en continu (pour des besoins opérationnels)
  - Mesurées lors des campagnes annuelles de caractérisation (pour suivi env.)

- Particules fines (PM2,5) :
  - **Aucune norme d'émission** dans le RAA pour l'incinération
  - Mesurées lors des campagnes annuelles de caractérisation (pour suivi env.)

# PORTRAIT DES PM TOTALES (CAMPAGNES ANNUELLES)



# Merci !

*PIV_PCE - Cécile Cognet ing.*

# COMPLEXE DE VALORISATION ÉNERGÉTIQUE

## Selon le RAA

| | RAA | CCME | Four 1 | Four 2 | Four 3 | Four 4 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Concentration corrigée à 11% O2** | Norme Québec | Teneur-type Canada | Moyenne | Moyenne | Moyenne | Moyenne |
| **Particules filtrables** | 20 mg/m$^3$R | n-a | 0,770 | <0,364 | 0,830 | 0,322 |
| **Dioxines et furannes** | 0,08 ng/m$^3$R | n-a | 0,00137 | 0,00113 | 0,00143 | 0,000262 |
| **Mercure (Hg)** | 20 µg/m$^3$R | n-a | 0,283 | 0,546 | 0,312 | 0,345 |
| **Acide chlorydrique (HCl)** | 50 mg/m$^3$R | n-a | 27,1 | 22,4 | 27,9 | 28,9 |
| **Monoxyde de carbone (CO)** | 57 mg/m$^3$R | n-a | 20,8 | 29,2 | 37,9 | 23,7 |

# COMPLEXE DE VALORISATION ÉNERGÉTIQUE

## Selon le CCME

| | RAA | CCME | Four 1 | Four 2 | Four 3 | Four 4 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Concentration corrigée à 11% O2** | Norme Québec | Teneur-type Canada | Moyenne | Moyenne | Moyenne | Moyenne |
| **HAP détectés visés** | n-a | 5 µg/m³R | 0,222 | 0,108 | 0,341 | 0,033 |
| **BPC totaux** | n-a | 1 µg/m³R | 0,213 | 0,210 | 0,214 | 0,196 |
| **Arsenic (As)** | n-a | 1 µg/m³R | <0,244 | <0,275 | <0,285 | <0,303 |
| **Cadmium (Cd)** | n-a | 100 µg/m³R | <0,118 | 0,218 | <0,152 | 0,180 |
| **Chrome (Cr)** | n-a | 10 µg/m³R | 0,365 | 0,495 | 0,331 | 0,637 |
| **Nickel (Ni)** | n-a | Aucun teneur-type | 0,555 | 0,546 | 0,414 | 0,533 |
| **Plomb (Pb)** | n-a | 50 µg/m³R | <1,18 | 1,40 | <1,52 | <1,46 |
| **Dioxyde de soufre (SO2)** | n-a | 260 mg/m³R | 7,85 | 7,06 | 3,79 | 2,87 |
| **Chlorophénols visés** | n-a | 1 µg/m³R | 0,104 | 0,134 | 0,060 | 0,030 |
| **Chlorobenzènes visés** | n-a | 1 µg/m³R | 0,261 | 0,337 | 0,335 | 0,417 |
| **Oxydes d'azote (NOx)** | n-a | 400 mg/m³R | 266 | 235 | 227 | 208 |

# Présentation du projet CBAQ

Par Steve Boivin, ingénieur de procédés
Service du traitement des eaux

Groupe GTCA
15 septembre 2022

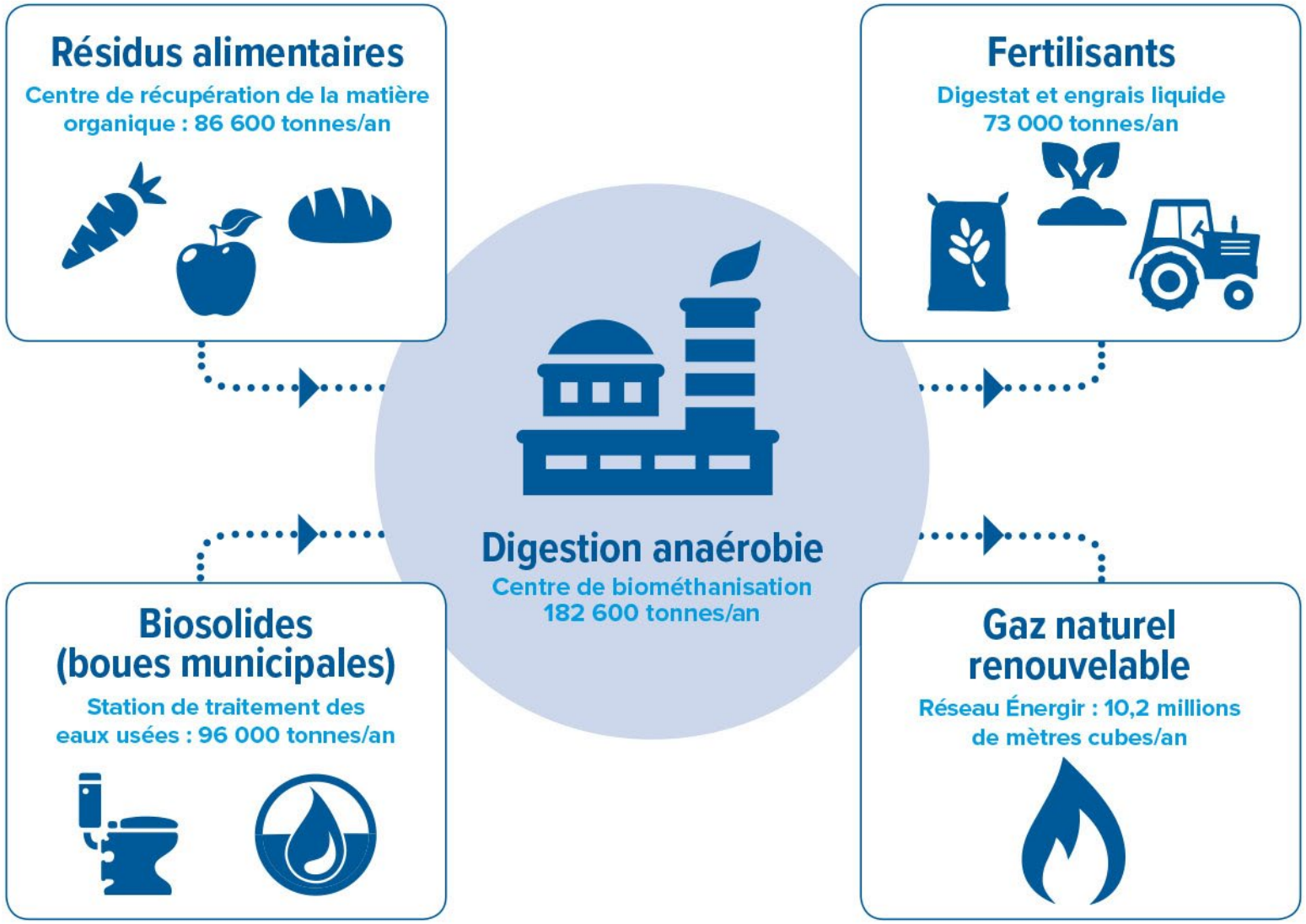
VILLE DE QUÉBEC

# Plan de presentation

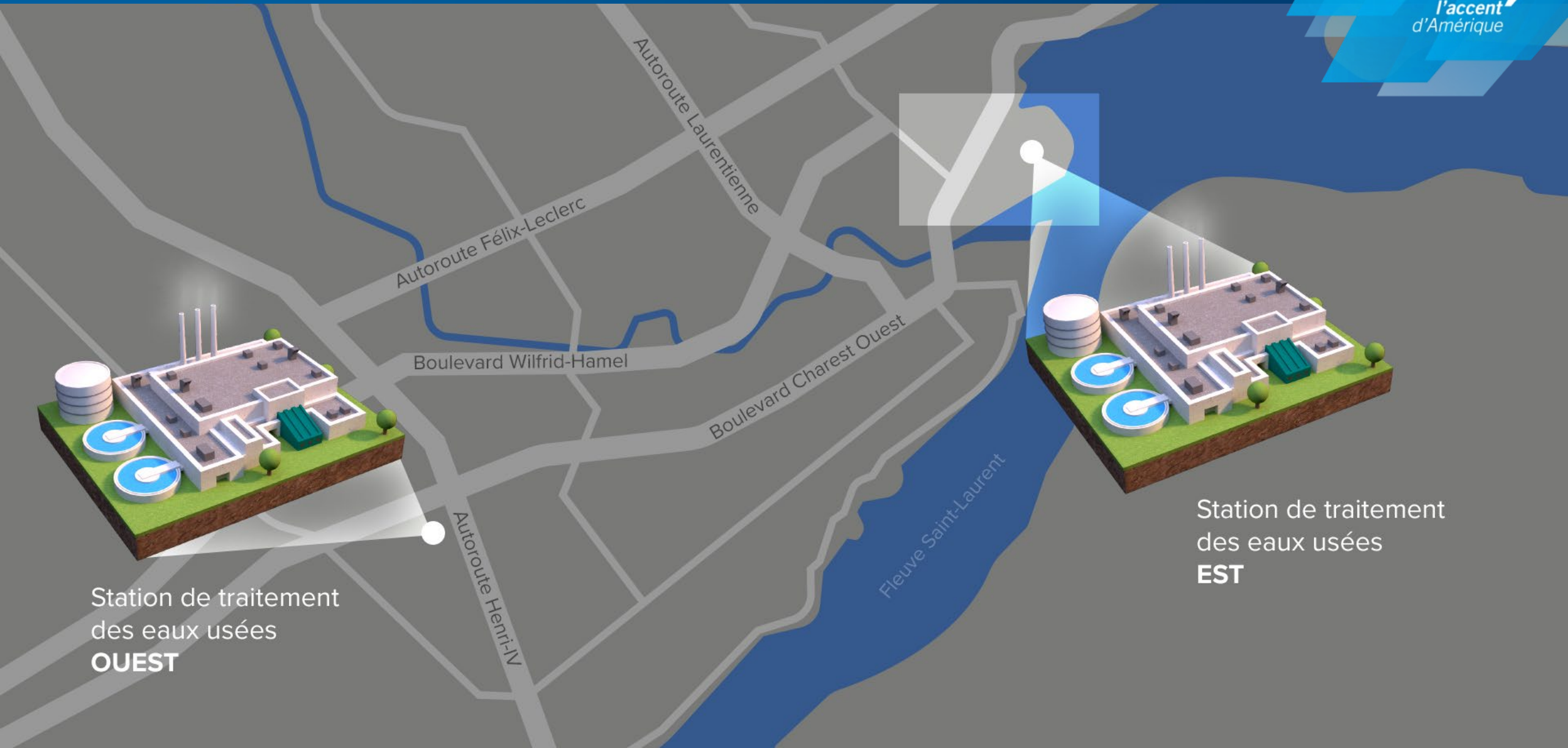
1. Synergie entre les infrastructures
2. Procédé de digestion anaérobie
3. Échanges thermiques
4. Traitement du digestat
5. Épuration du biogas
6. Émissions atmosphériques
7. Bénéfices environnementaux

VILLE DE QUÉBEC

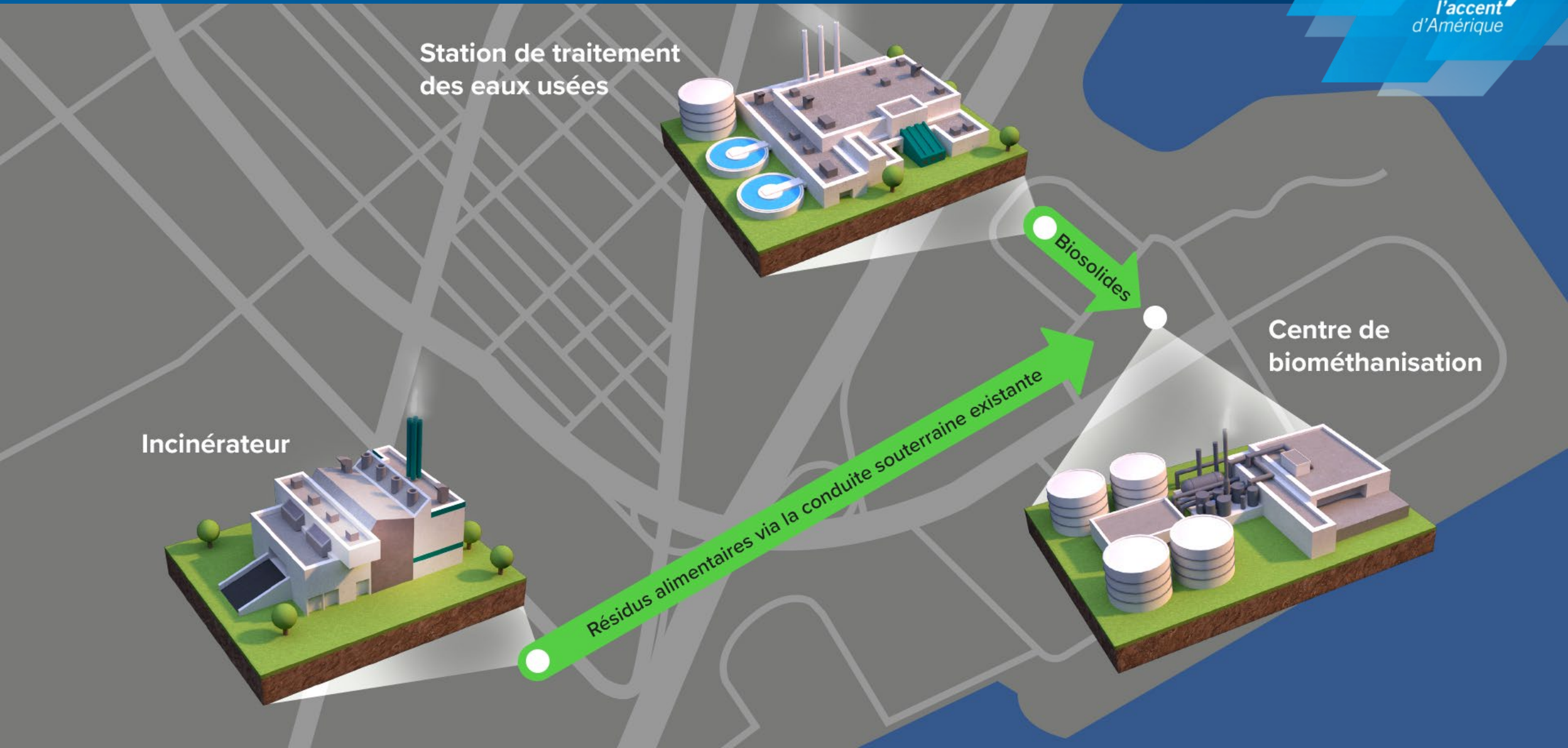
# Procédé de biométhanisation



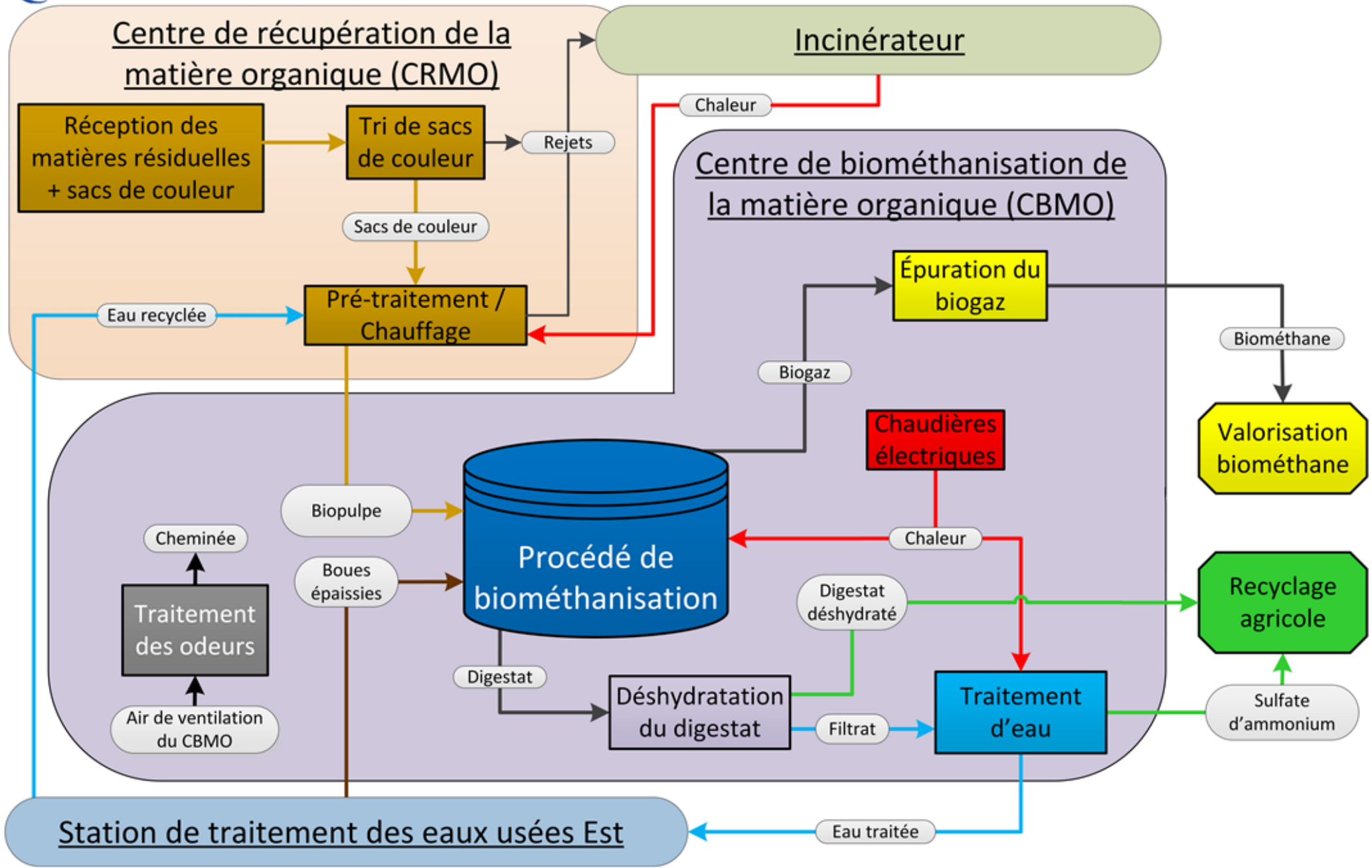
# Synergie entre les équipements existants



# Synergie entre les équipements existants



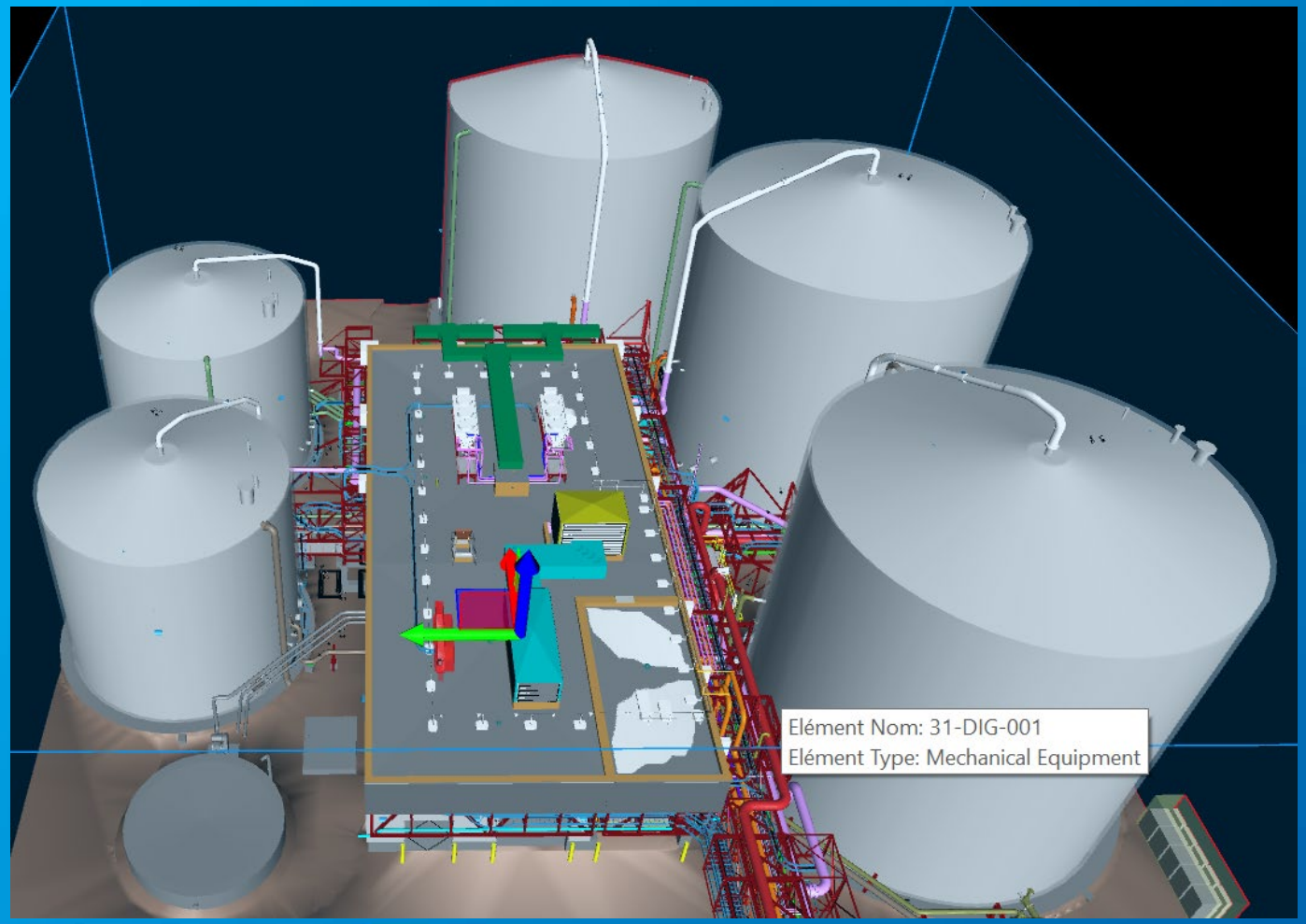
# Schéma bloc du procédé CBAQ



# Zone arrière du CBMO

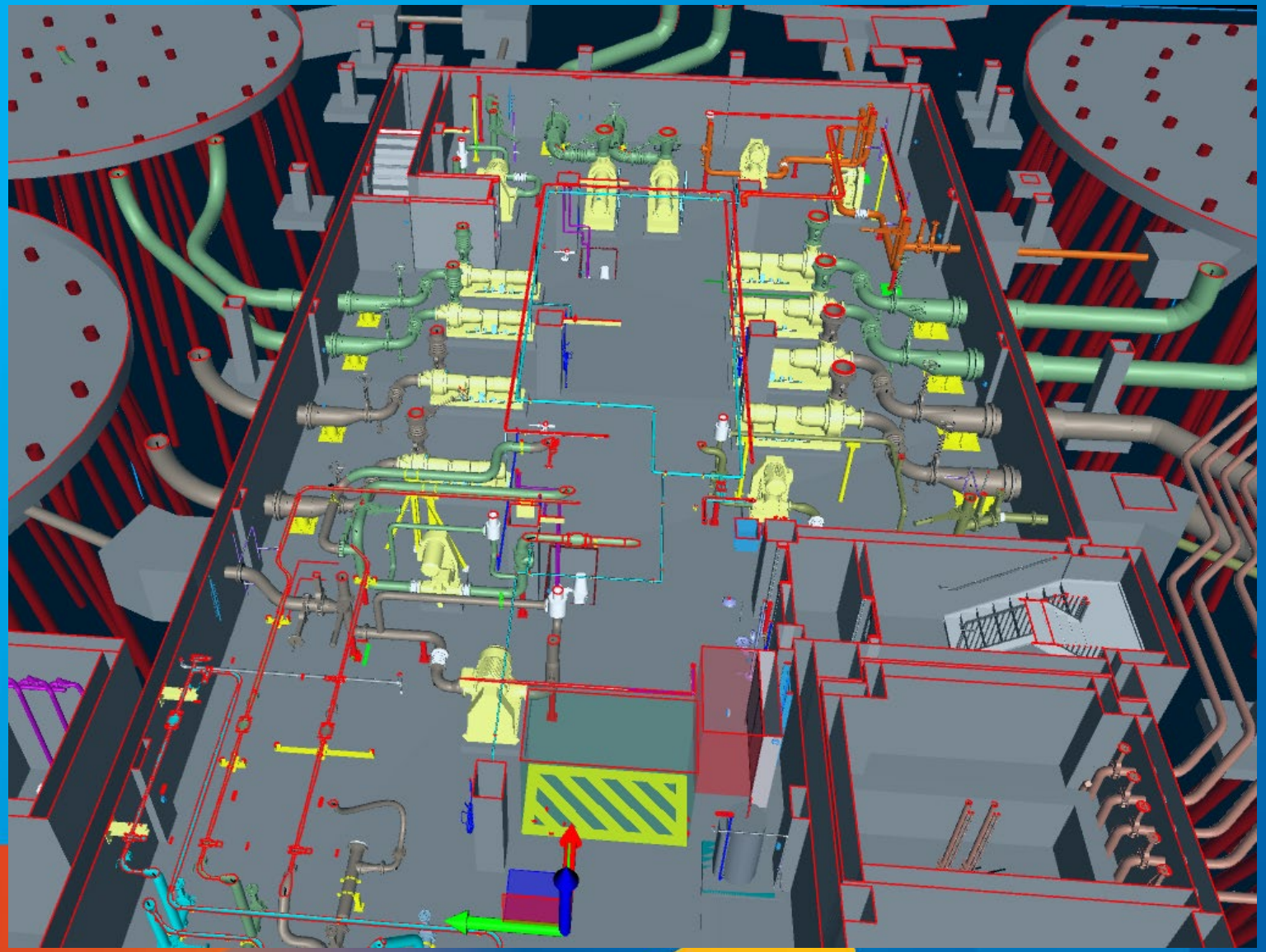
VILLE DE QUÉBEC

# Procédé de biométhanisation



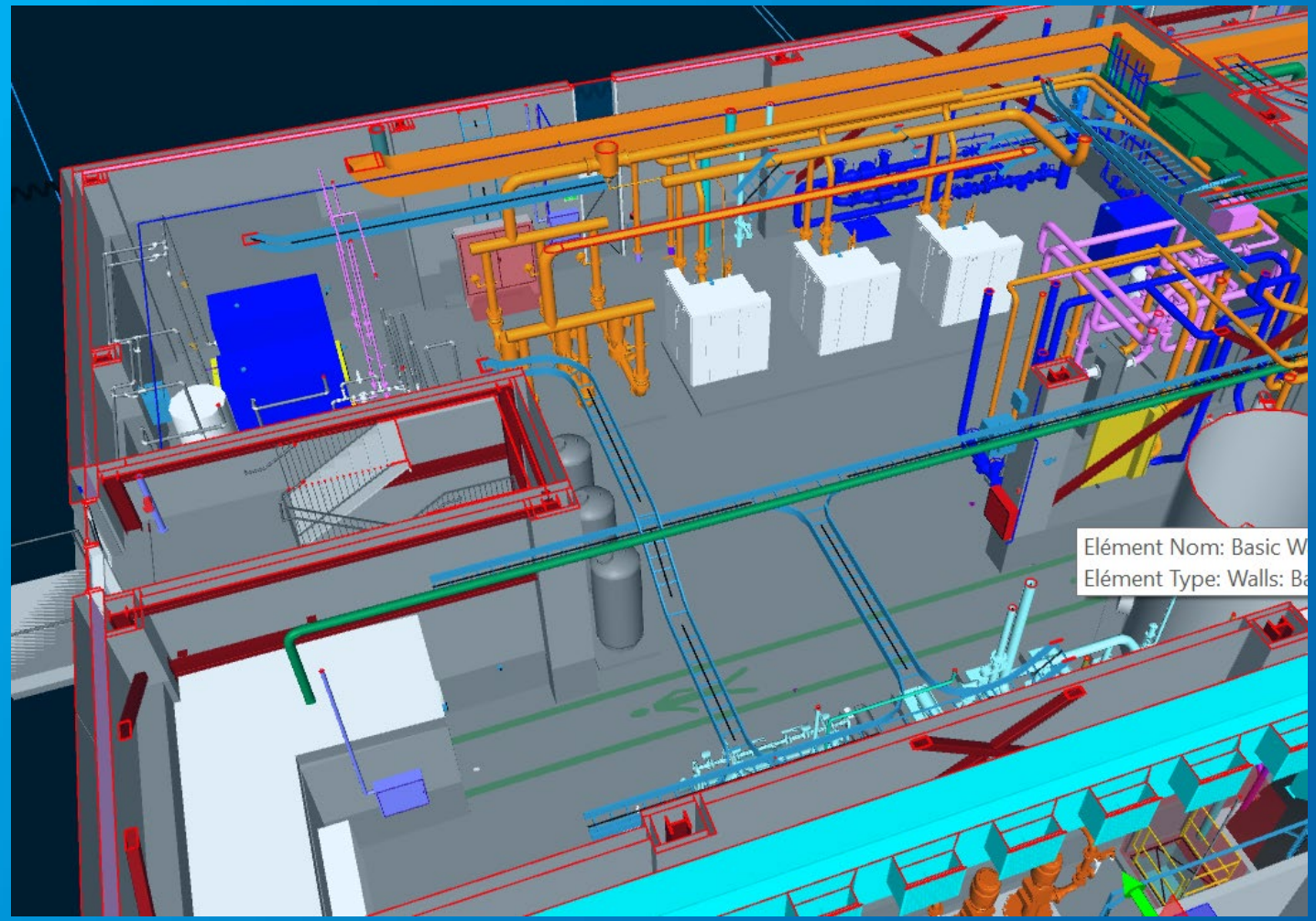

- 2 hydrolyseurs de 2000 $m^3$
- 3 digesteurs de 6000 $m^3$
- Procédé thermophile (55°C)
- Injection de chlorure ferrique $Fe(CL)_3$ pour l'abattement du sulfure d'hydrogène in-situe

# Salle de pompage



Agitation hydraulique avec 3 pompes par réservoirs

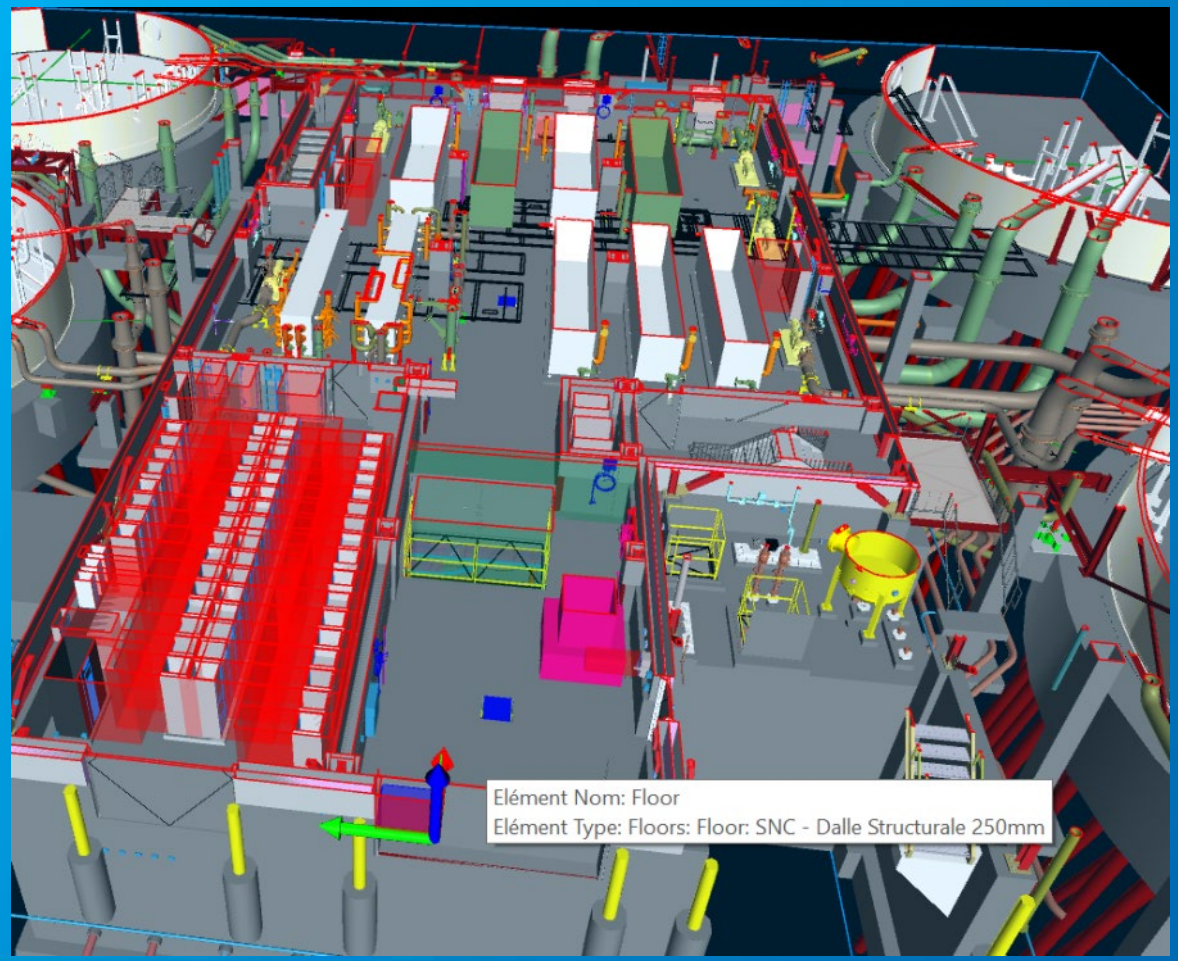
# Chaufferie




3 chaudières électrique de 1,8 MW (Aucune auto-consommation du biogaz)

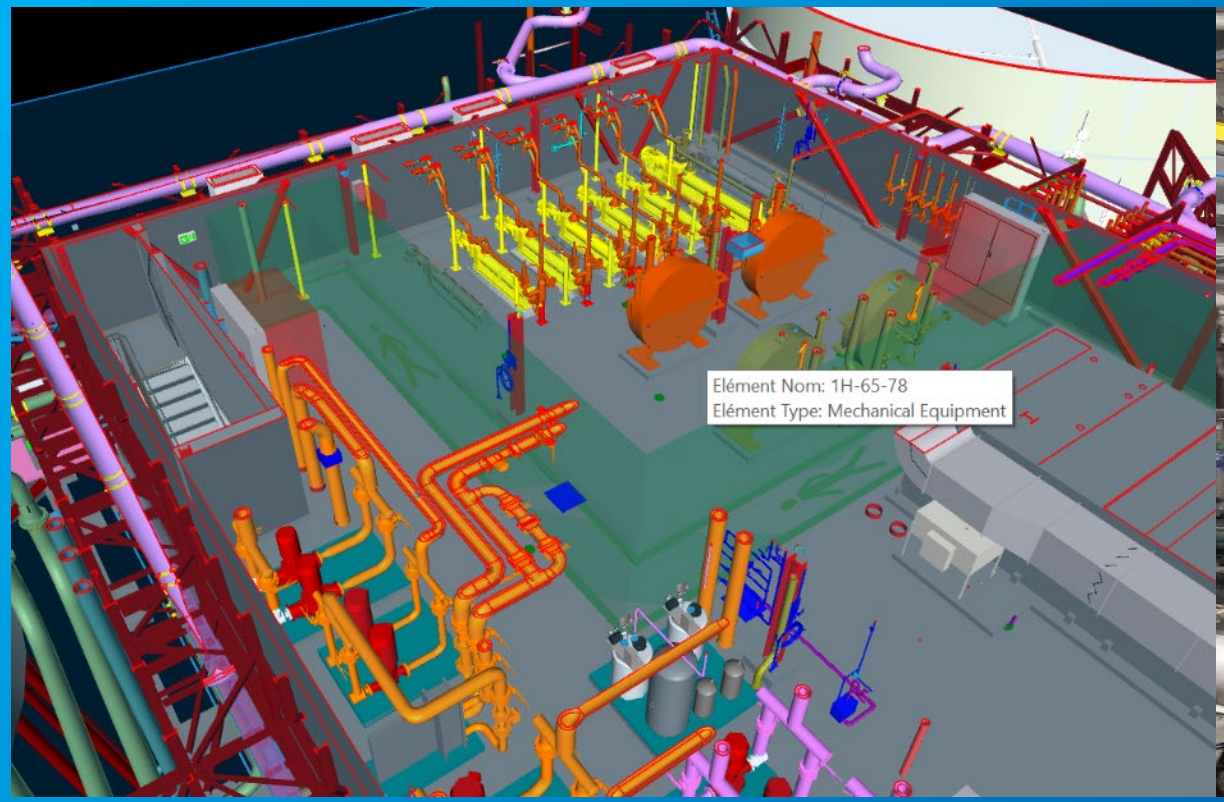
# Échangeurs tubes-tubes

## Pré-chauffe et compensation des pertes aux parois

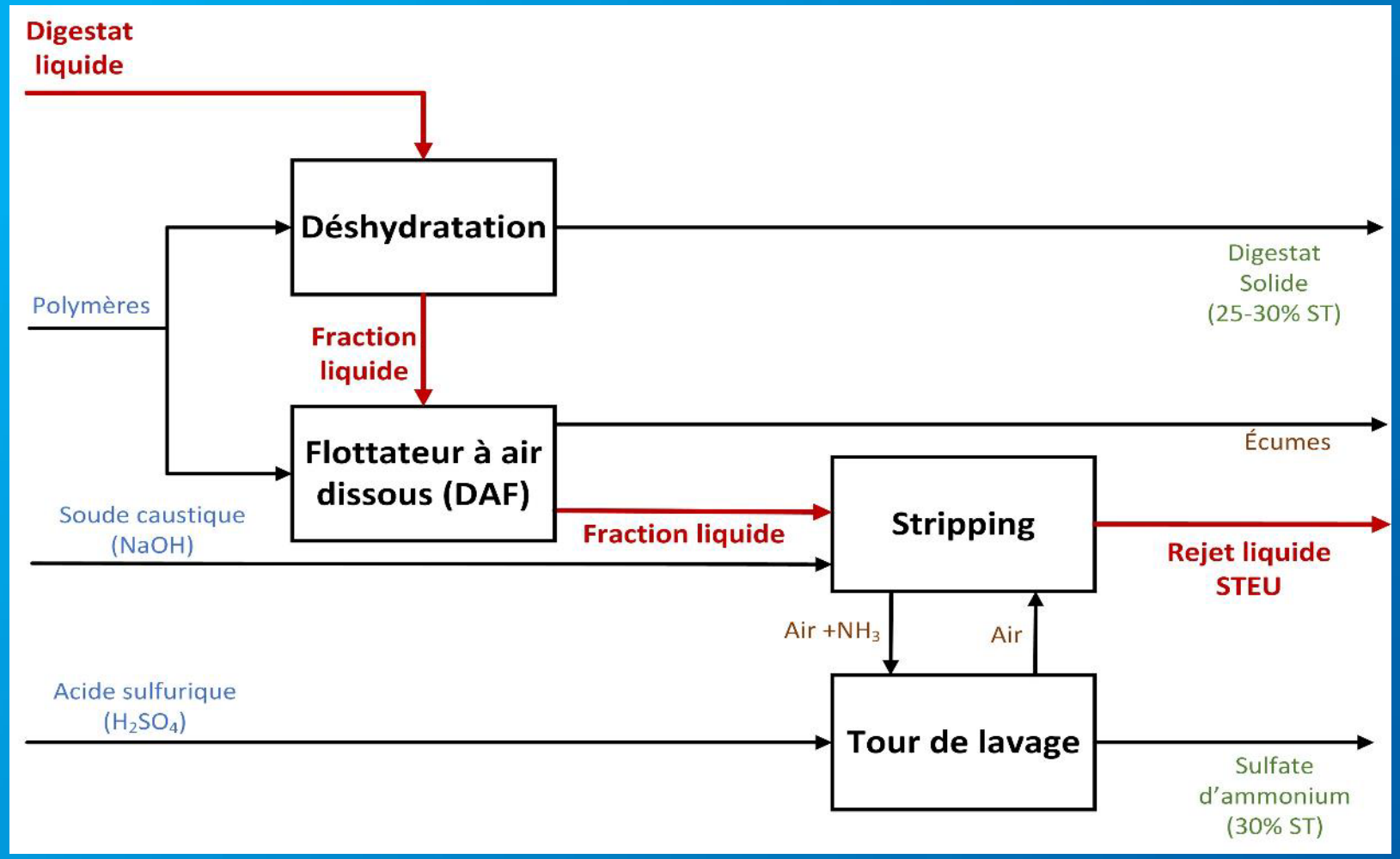


# Échangeurs de type spiral

## Récupération de l'énergie du digestat

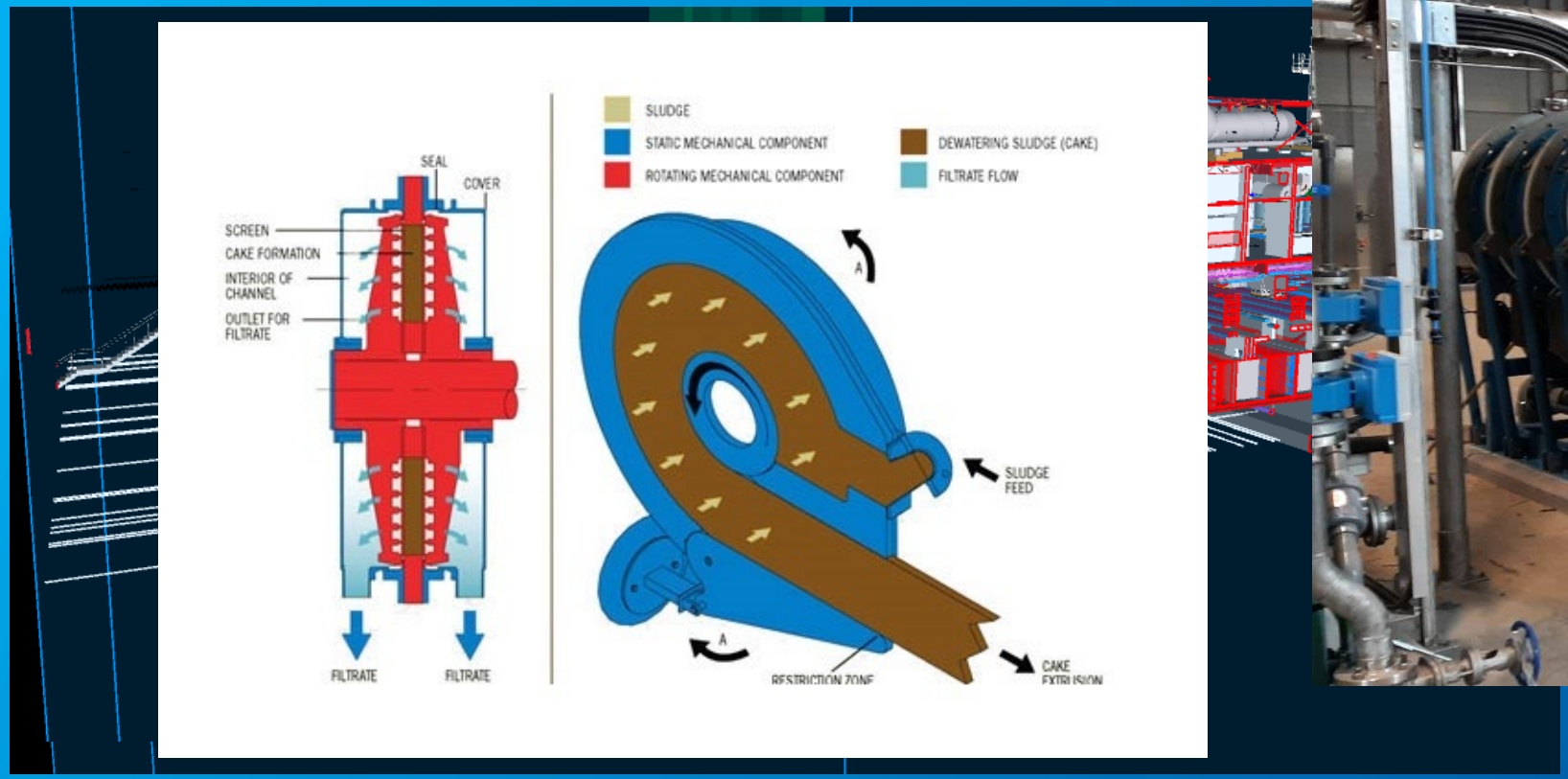


# Schéma bloc traitement d'eau




L'enlèvement de l'ammoniaque est requis afin de rencontrer les exigences du MELCC

# Déshydratation



Tout se cultive.

VILLE DE QUÉBEC

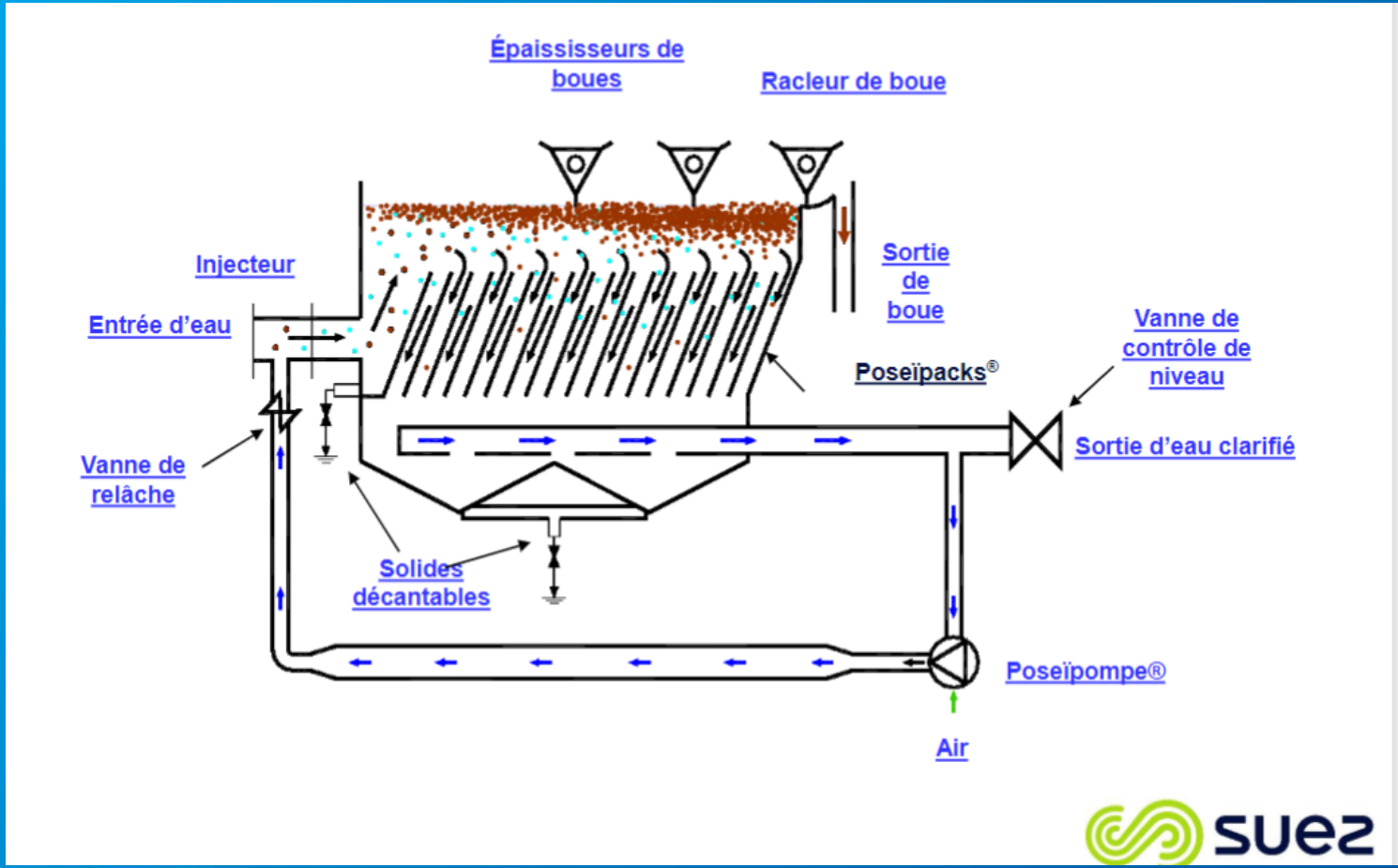
# Salle des semi-remorques

# Recyclage agricole du digestat

- Application au champs pour des grandes cultures selon le guide des MRF du MELCC
- Amendement de sol (apport en azote, phosphore et potassium et en carbone)
- Contribue à la santé du sol à long terme

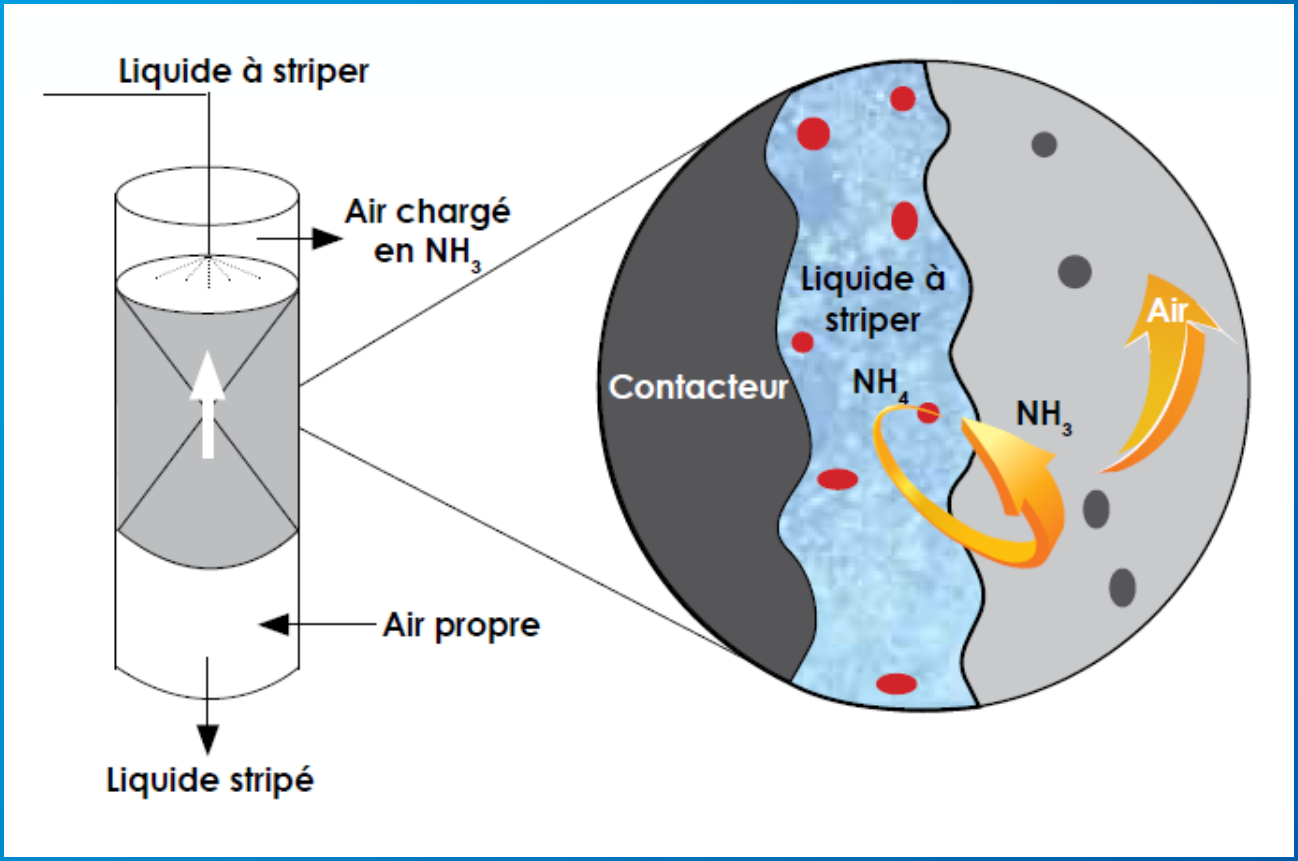
# Traitement du filtrat de la déshydratation

## Flottateur à air dissout – enlèvement des matières en suspension



# Production du sulfate d'ammonium

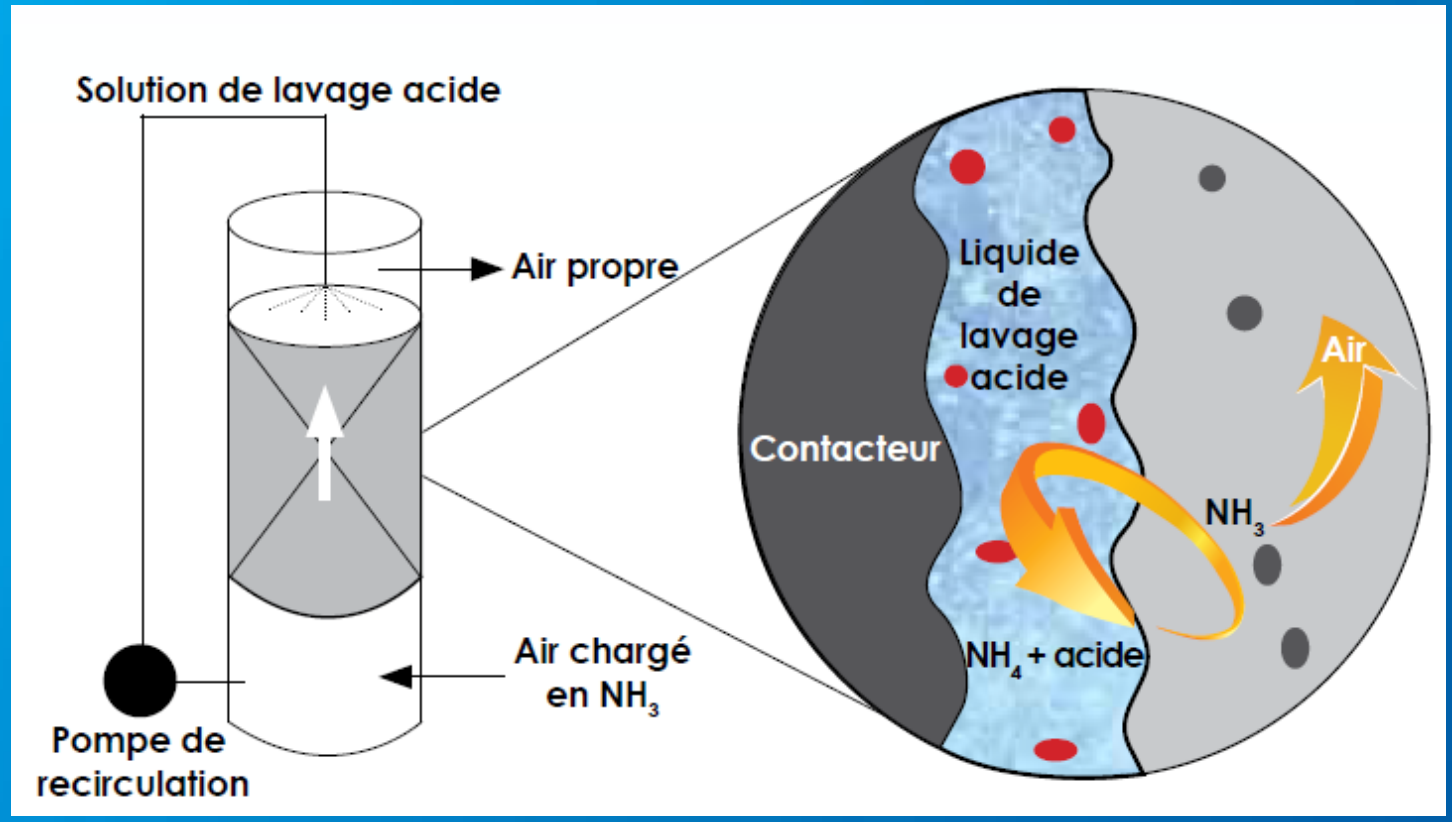
## Étape #1 stripping de l'ammoniaque à pH basique

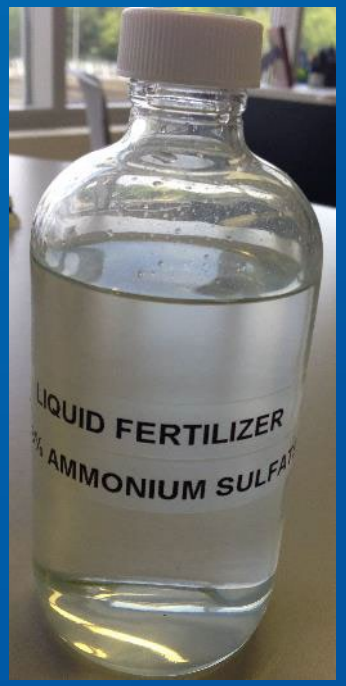



**pH : 9**
**T: 60 °C**

# Production du sulfate d'ammonium

## Étape #2 Lavage acide sulfurique



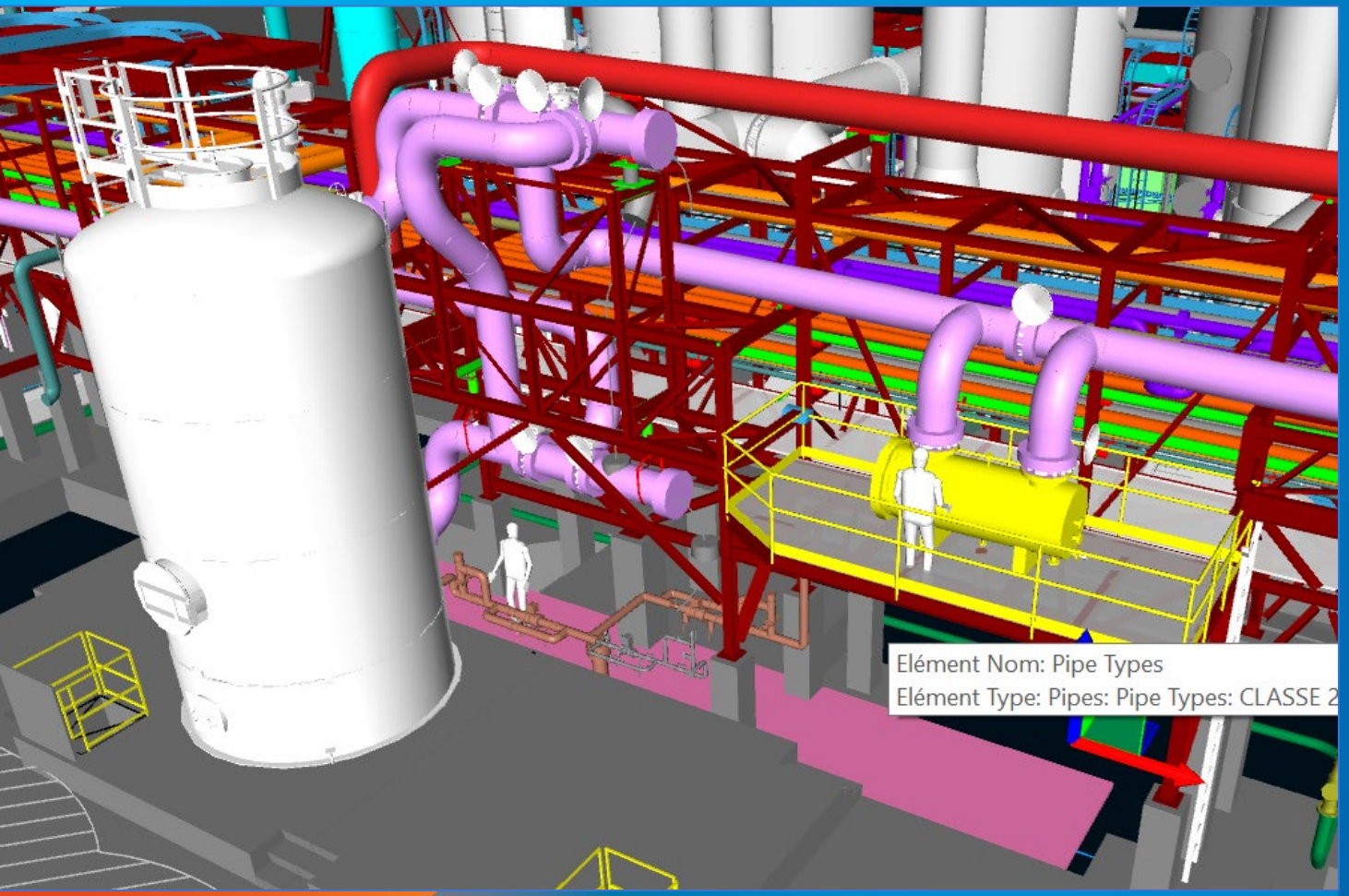




$(NH_4)_2\ SO_4$

Tout se cultive.

VILLE DE QUÉBEC

# Enlèvement du sulfure d'hydrogène (H2S)



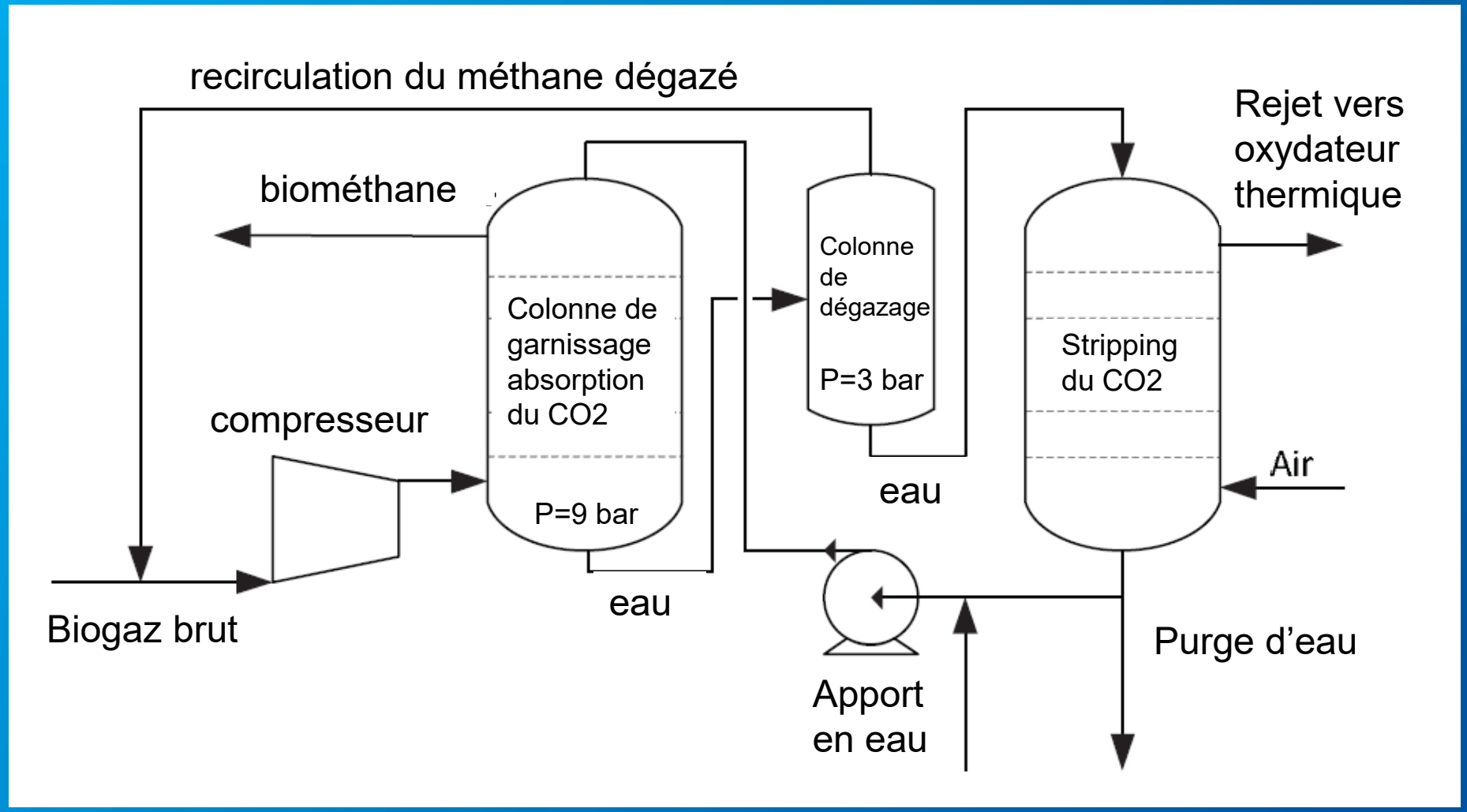

2e étape de traitement du $H_2S$ = Média filtrant Ferrosorp $Fe(OH)_2$

# Épuration du biogaz

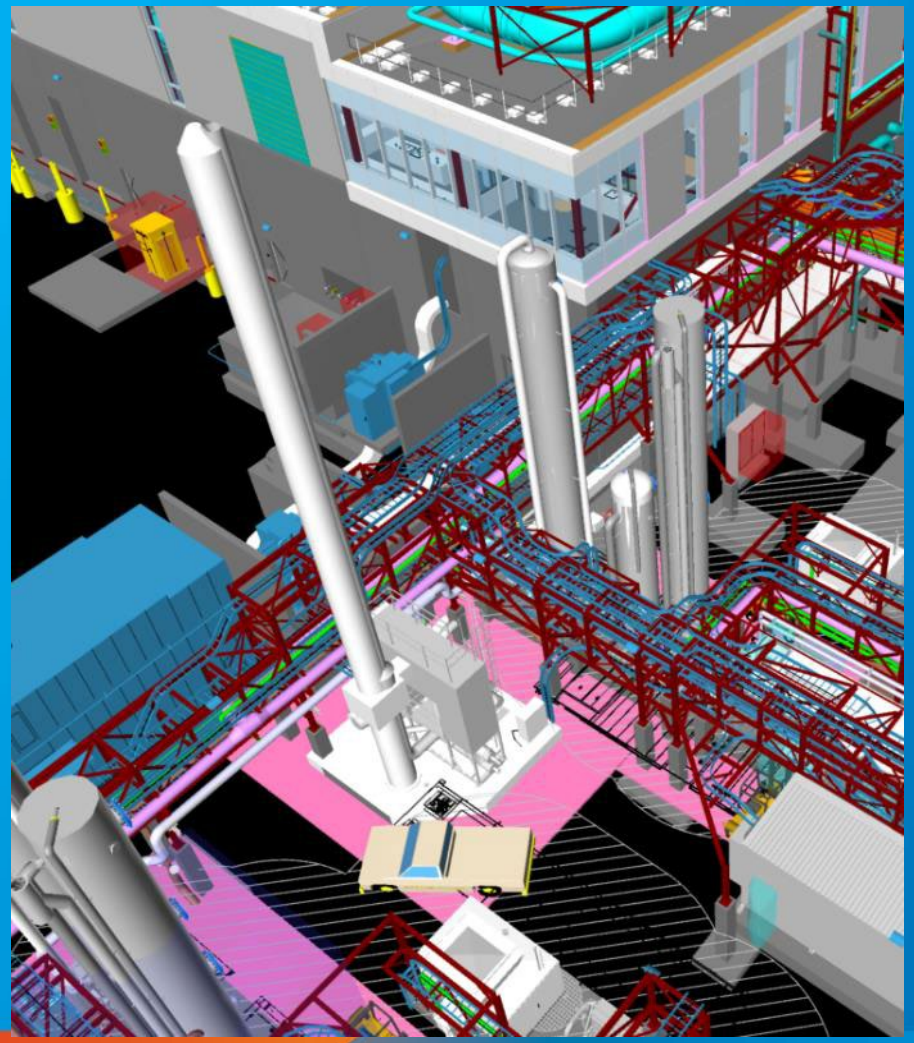
Tout se cultive.

VILLE DE QUÉBEC

# Épuration du biogas – Lavage à l'eau



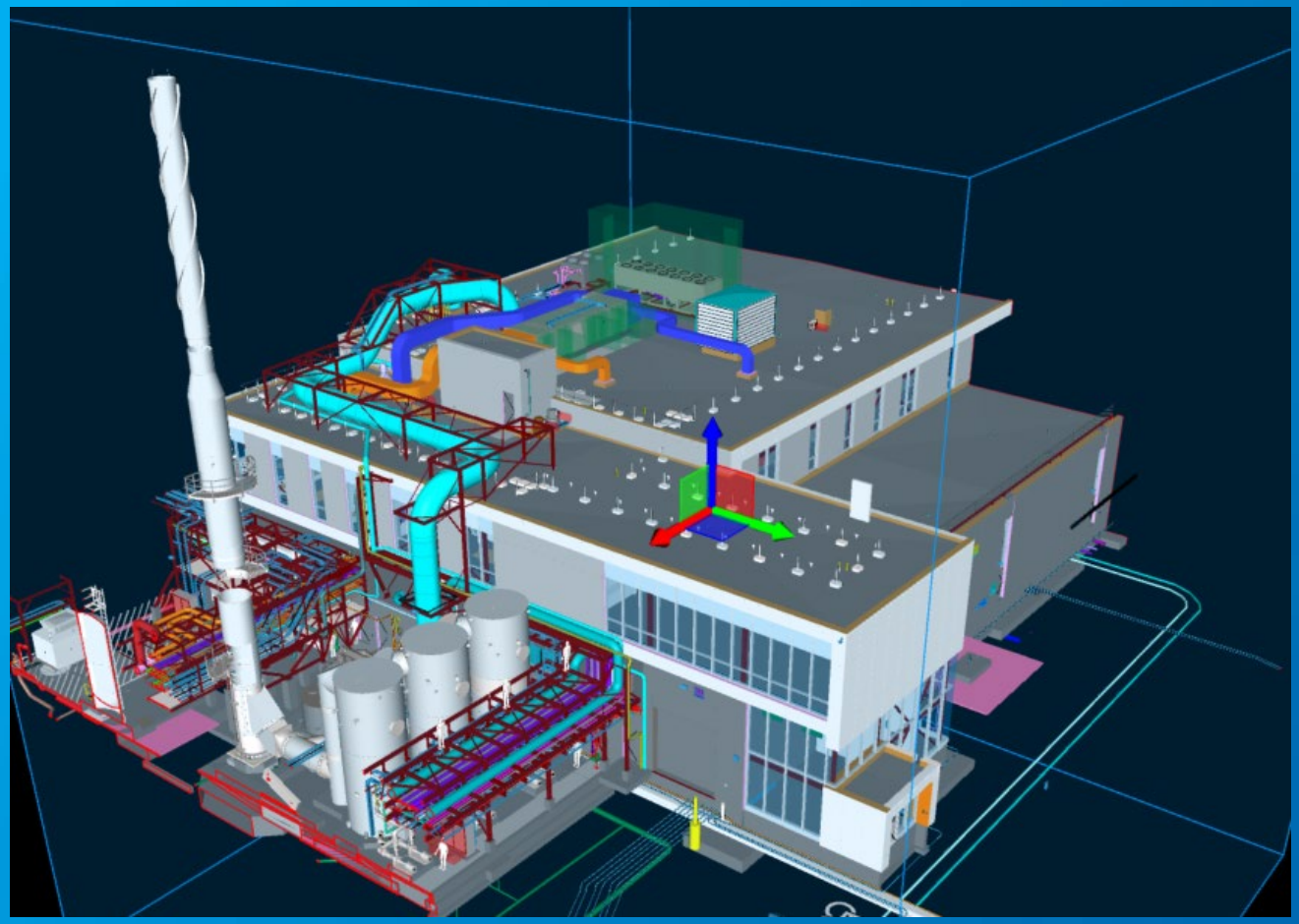
# Oxydateur thermique regénératif



## Traitement du rejet de l'épuration du biogaz

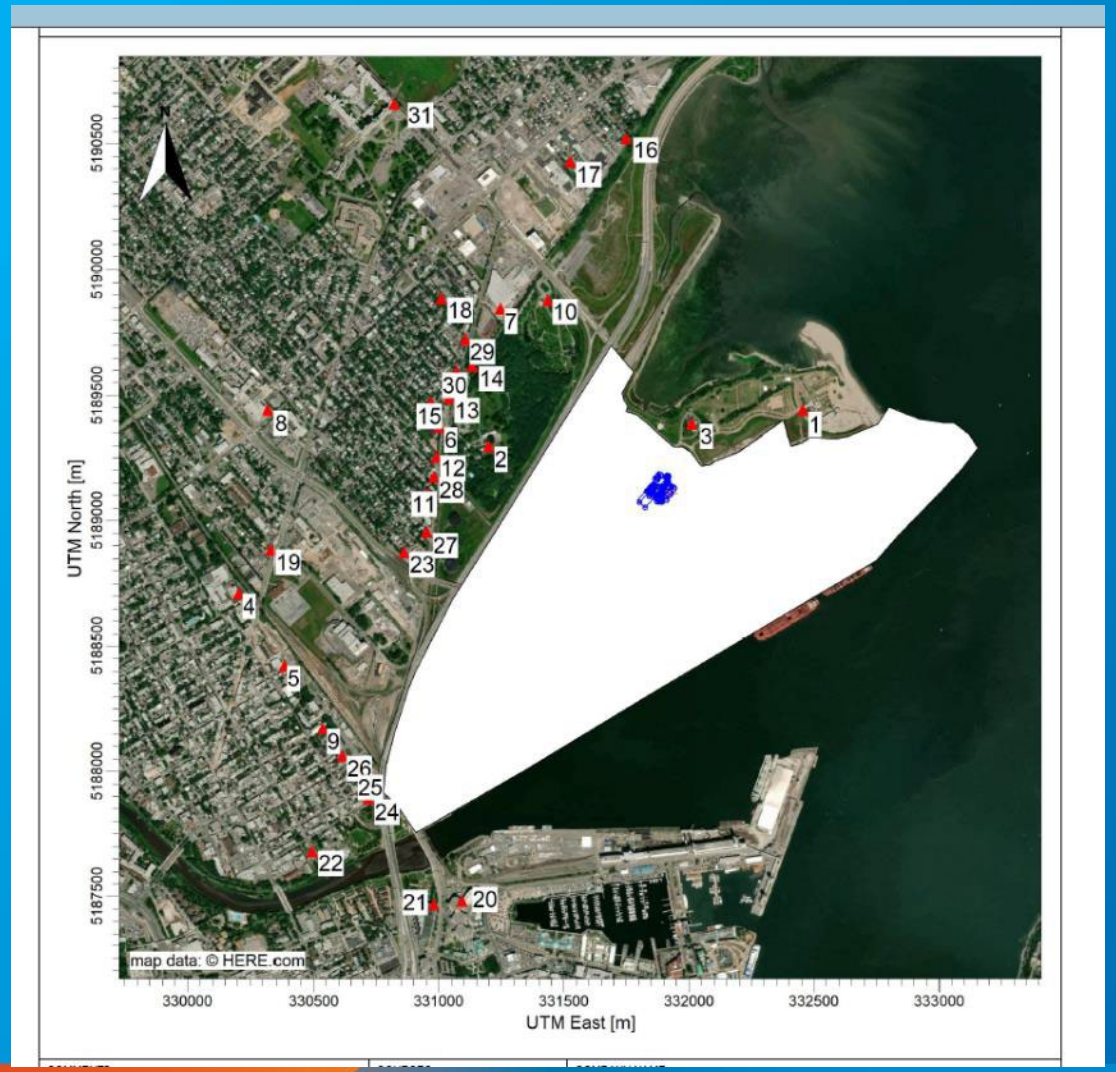
- Écoulement d'air avec du $CO_2$ (10%) et un résiduel de méthane (0,2%)
- Température dans la chambre de combustion de 900 °C
- Taux de destruction des COV de 98%
- Cheminée de 23 mètres

# Traitement des odeurs



- Traitement de l’air de ventilation du bâtiment principal
- Procédé physico-chimique en 3 étapes ($H_2SO_4$, NaOCl et NaOH)
- Cheminée de 37 mètres

# Modélisation de la dispersion atmosphérique




- Règlement sur l'assainissement de l'air (RAA)
- Guide de modélisation de la dispersion atmosphérique du MELCC
- Modèle AERMOD
- Concentration aux limites de la zone industrielle
- 31 récepteurs sensibles analysés

# Modélisation des émissions d'odeurs

Deux sources considérées pour la dispersion des odeurs:

1. Cheminée de l'oxydateur thermique regénératif
2. Cheminée du traitement des odeurs

La modélisation de la concentration au sol en unités des odeurs permet de respecter les exigences environnementales aux limites de la zone industrielle:

- 1 unité d'odeur par $m^3$ 98% du temps
- 5 unité d'odeur par $m^3$ 99,5% du temps

# Modélisation des contaminants

Quatre sources considérées pour le volet des contaminants:

1. Cheminée de l'oxydateur thermique regénératif
2. Cheminée du traitement des odeurs
3. Veilleuse de la torchère #1 (gaz naturel)
4. Veilleuse de la torchère #2 (gaz naturel)

Respecte le RAA pour les 17 contaminants étudiés

# Bénéfices environnementaux du CBAQ

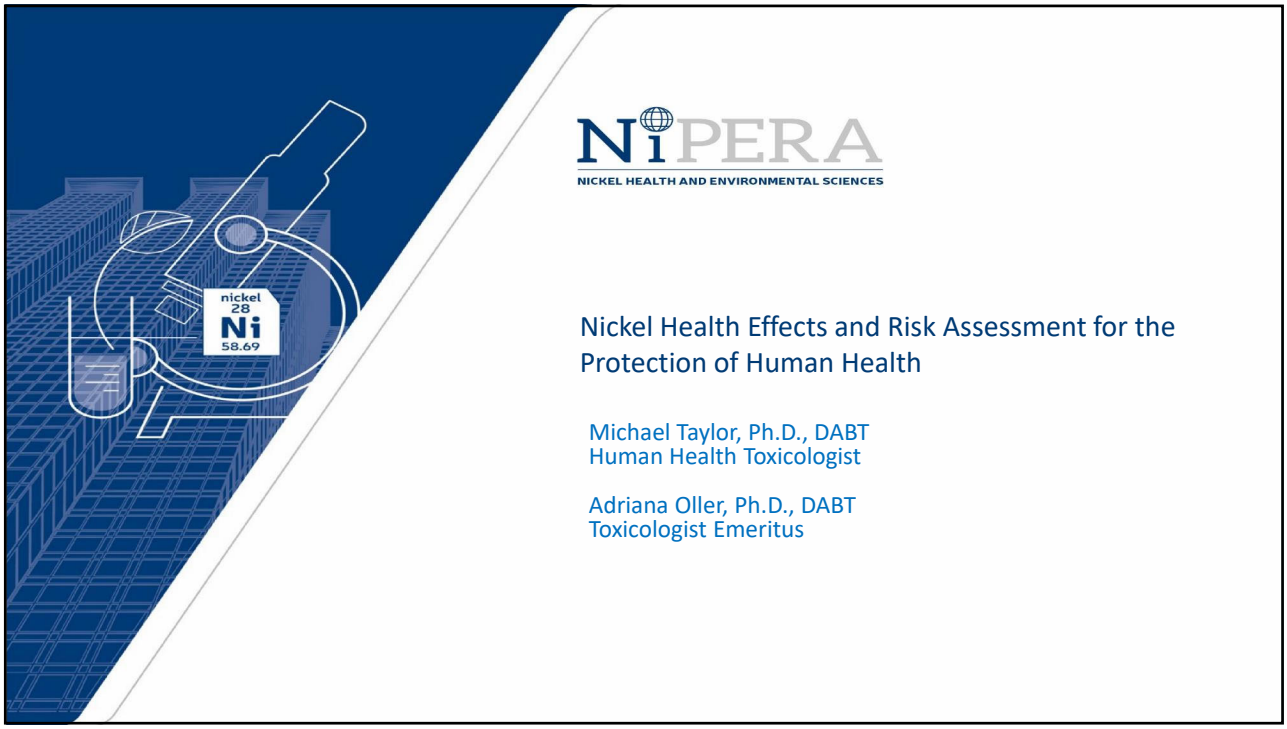
- Production d'énergie renouvelable et réduction des GES de 18 000 tonnes de $CO_2$ équivalent par année
- Diminution des émissions atmosphériques au CVE
- Mode de collecte qui favorise la participation citoyenne et évite l'ajout d'une nouvelle collecte
- Production d'un fertilisant vert (sulfate d'ammonium)
- Digestat qui contribue à la fertilisation et qui améliore à long terme la qualité des sols

# Questions?

Steve Boivin, ingénieur de procédés

Service du traitement des eaux

Steve.Boivin@ville.Quebec.qc.ca




1

## Presentation Overview

NiPERA

- About NiPERA
- Nickel Basics
- Nickel Exposure and Health
  - Potential Sources of Nickel Exposure
  - Human Health Effects of Nickel Exposure
    - Reproductive Effects
    - Immune Effects
    - Respiratory Toxicity
    - Respiratory Cancer
- Nickel Health Risk Assessment: Ambient Air
  - New Information for Risk Assessment
  - Chronic
  - Acute (24 hours)

2

2

## NiPERA: Who Are We?

- NiPERA is the Nickel Institute's independently incorporated science division based in Durham, NC, US
- NiPERA is committed to supporting scientifically sound research and promoting general awareness of the care needed in safely producing, using, and disposing of nickel by:
  - Initiating and funding research, studies and surveys relevant to the human and environmental health effects of nickel exposure
  - Publishing and disseminating research results to both the nickel industry and scientific and regulatory communities
  - Performing risk assessments of nickel-containing substances and mixtures for regulatory purposes
  - Provide guidance regarding workers' protection: monitoring and assessment of workplace exposure to nickel

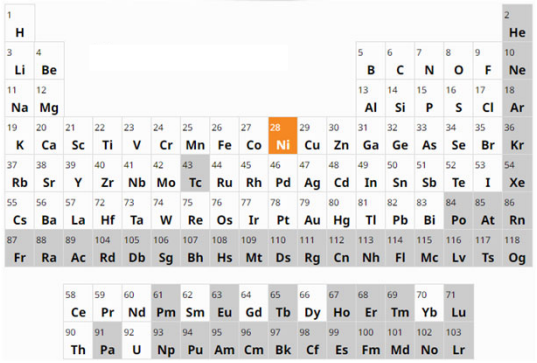
NiPERA ensures awareness on the potential health and environmental effects associated with safely producing and using nickel

3

3

## What is Nickel?

- A hard, lustrous, silvery-white metal
- Strong, malleable, ductile, and magnetic with a very high melting point
- Earth's 5th most common element
- Naturally occurring in sulfidic and lateritic ore deposits
- Essential for health in microorganisms, plants and some mammals




4

4

## How is Nickel used?

NiPERA

Nickel is used mainly in alloys:

- Health and medicine
- Industrial equipment and construction
- Home appliances, kitchens and bathrooms
- Energy production and storage
- Aerospace
- Drinking water distribution and purification
- Food production and preparation

5

## Exposure to Nickel

NiPERA

There are four main chemical categories of inorganic Ni substances:

- Water soluble: Ni sulfate hexahydrate
- Water insoluble:
  - Oxidic Ni (Ni monoxide)
  - Sulfidic Ni (Ni subsulfide)
  - Metallic nickel (Ni metal)

Urban ambient air generally contains soluble nickel compounds (e.g., sulphate) and complex nickel oxides

Exposure levels:

Remote: ≤1 ng/m³
Rural: 0.5 - 2 ng/m³
Urban: 2 - 20 ng/m³

Heavily industrialized areas: 10 to 100 ng/m³ or higher

6

6

## Exposure to Nickel: Natural Sources

Natural sources of Ni in the atmosphere

Main contributors:

- windblown dusts
- volcanic fallout
- forest fires

Mainly complex silicate-oxides which are insoluble in water

15% to 35% of total global atmospheric emissions

7

7

## Exposure to Nickel: Anthropogenic Sources

Anthropogenic sources of Ni in the atmosphere include:

- Combustion of coal and oil for heat or power generation
- Incineration of waste and sewage sludge
- Steel manufacture, electroplating
- Nickel mining and primary production

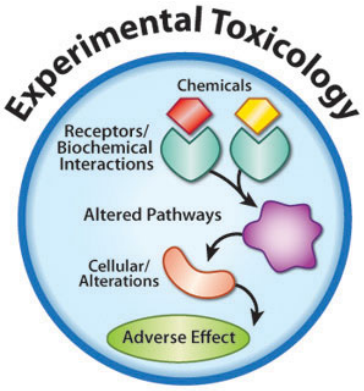
8

8

## Toxicity is Dependent on:

NIPERA

- Route of exposure
- Level of exposure
- Duration and frequency of exposure
- Chemical form
- Rate of absorption and excretion




9

9

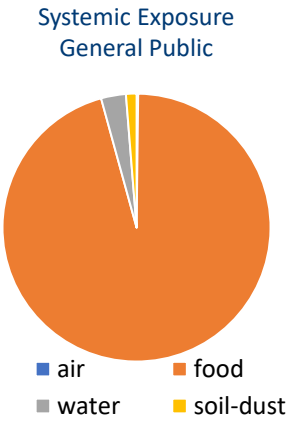
## Route of Exposure and Systemic Bioavailability

NIPERA

**Routes of Ni exposure include**: Oral (*primary exposure for the general public*); Inhalation (*primary exposure for workers*) and Skin Contact (*e.g. nickel-containing eyeglasses, jewelry or clothing*)

**Oral intake**

- Major source of systemic nickel (Ni) for general public is the diet
  - Ni is essential to plants
- Absorption of Ni is highest from drinking water (fasting; <27%)
  - Lower absorption from food (1-3%)
    - Much lower from insoluble compounds, metal or alloys




10

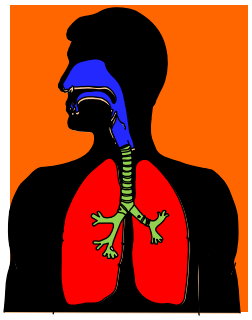
10

## Route of Exposure and Systemic Bioavailability

NiPERA

**Inhalation exposure**

- Deposition (and clearance) is dependent on particle size distribution (PSD)
- Larger particles deposit in the upper respiratory tract (i.e. nose and conducting airways region)
  - Mostly cleared by swallowing (GI absorption)
- Smaller particles can reach the deep lung
  - Can be cleared by macrophages or dissolve and be absorbed into the bloodstream
  - Poorly soluble Ni particles can remain for longer periods of time and potentially cause lung toxicity without appreciably increasing systemic/urinary Ni levels



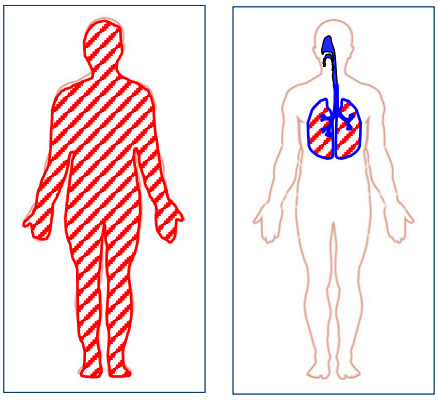

11

11

## Main Human Health Effects Associated With Nickel Exposures

NiPERA

- Systemic Exposure
  - Reflects absorption by all routes of exposure (inhalation and oral, mainly)
  - Relevant to effects **for which Ni (II) ion is considered the toxic moiety**
    - *Internal dose is relevant*
- Local Exposure
  - Respiratory Toxicity & Carcinogenicity after inhalation
    - *Amount deposited or retained in lungs is relevant: particles & Ni(II)*
  - Dermatitis after skin exposure
    - *Ni (II) released to the skin is relevant*



Systemic Effects

Organ-Specific Local effects

12

12

## Main Human Health Effects Associated With Nickel Exposures

| Health Effect | Route of Exposure | Nickel species associated with effect |
|---|---|---|
| Respiratory Toxicity (rhinitis, chronic bronchitis in humans; inflammation, fibrosis in animals) [asthma?] | Inhalation -local- | Soluble, Sulfidic, Metal >> Oxidic [Soluble] |
| Respiratory Cancer (nasal and lung) | Inhalation -local- | Sulfidic, Soluble > Oxidic -during the refining of sulfidic ores- |
| Reproductive Effects (developmental toxicity, animal studies only) | All routes -systemic- | Soluble |
| Immune Effects (dermatitis) | Dermal -local- Oral or inhalation -systemic- | Soluble>> Metal, Sulfidic, Oxidic |

Main inhalation effects relate to repeated and prolonged exposures

13

13

## Nickel Reproductive Effects

- Animal studies with high oral doses of soluble Ni indicated a perinatal mortality effect in rodents (effect similar to stillbirth)
- To determine whether the effects reported in rats are also observed in humans, NiPERA and others (McMaster University, Ontario Workplace Safety & Insurance Board, Trømsa University, etc.) sponsored an epidemiological study of reproductive effects in women exposed to high soluble nickel levels in the Kola Peninsula nickel refinery
- A birth registry was established, and numerous effect were looked at:
  - genital malformations in newborns
  - spontaneous abortions
  - small-for-gestational-age newborns
  - musculoskeletal defects
- The birth registry included information on 22,836 newborns

Kola Peninsula, Russia
Image Credit: Wikipedia

No effect of maternal exposure to water-soluble Ni was observed for the outcomes studied. Risks predicted based on animal data did not realize in heavily exposed nickel workers.

14

14

## Nickel Reproductive Effects

NIPERA

- The general public is not at risk from the reproductive toxicity effects reported in oral animal studies because the human equivalent exposure at which effects were seen in the animal studies is approximately:
  - 100 times higher than the latest EFSA (2020) nickel Tolerable Daily Intake (13 µg/kg bw/day)
  - 400 times higher than the normal total oral dose to nickel from food, drinking water and other sources
- There is no reliable evidence of any other reproductive effects in men or women
- **Science-based air standards that protect from most sensitive respiratory tract effects will protect from potential reproductive effects**

15

15

## Nickel Sensitization/Dermatitis Effects

NIPERA

- Nickel dermatitis is an allergic reaction to nickel ions in nickel-sensitized (allergic) individuals
- The most common source of induction of nickel allergy in the general public is skin piercing and subsequent exposure to nickel-releasing jewelry
  - Piercing eliminates the skin barrier
- The most common elicitation source in the general public is direct and prolonged dermal contact with nickel-releasing materials (e.g., jewelry, watches)

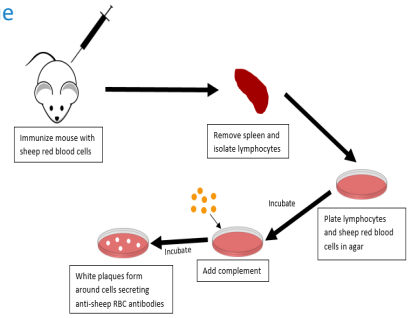
Image Credit: Wikipedia

16

16

## Nickel Immune Effects

- The immune effects observed in a study in mice from 1978 (Graham et al.) have been used in the past to derive 24-hour air standards
  - Study limitations: non-GLP, not well-reported (e.g., control animal plaque numbers unknown), no positive control, only one endpoint evaluated
- Given the shortcomings of the 2-hr Graham study, NiPERA sponsored a guideline-compliant immunotoxicity study under GLP suitable for deriving a 24-h reference value for Ni (Buxton et al., 2021)
  - 24-h whole-body mouse inhalation study with Ni chloride according to USEPA OPPTS guideline 870.7800
- **No immunosuppressive effects were observed** with 24-h inhalation exposures up to 81 µg Ni/$m^3$ (81,000 ng Ni/$m^3$) as indicated by the mean number of spleen cells, the mean specific activity, and the mean total spleen activity




The NOAEC (No Observed Adverse Effect Level) identified from this 24 hr study is 81 µg Ni/$m^3$ (81,000 ng Ni/$m^3$
This study is relevant for a 24h exposure but not for repeated long term (annual) exposures

17

17

## Nickel Non-Cancer Respiratory Effects: Chronic Inflammation and Fibrosis

- Chronic inflammation and fibrosis are seen in animal studies
  - Inflammation is often the basis for risk assessments
- Fibrosis is the accumulation of excess fibrous connective tissue in the lungs
- Animal studies with prolonged exposures to soluble Ni, sulfidic Ni, and Ni metal have studied the dose-response for these effects

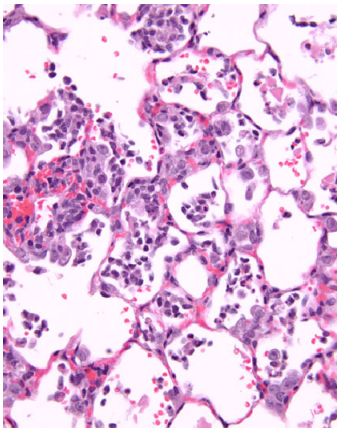


Image Credit: NTP Toxicological Pathology Atlas

18

18

## Nickel Non-Cancer Respiratory Effects: Bronchitis, Emphysema, COPD

NiPERA

- Bronchial disease in humans:
  - Chronic bronchitis
  - Emphysema
  - COPD - chronic obstructive pulmonary disease
  - *Workers: incidence of X-ray abnormalities is low, but a dose-response with cumulative exposure to soluble and sulfidic Ni has been observed in workers at one refinery*

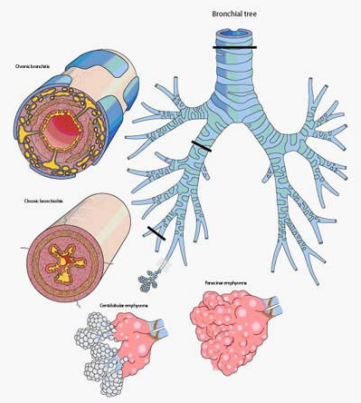


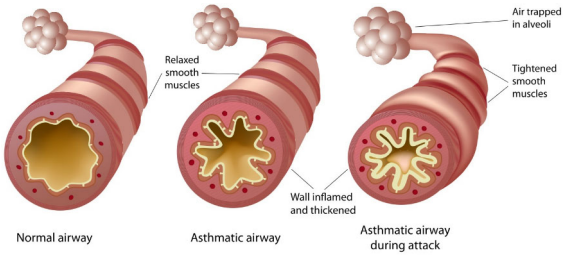

Image Credit: https://wallpaperalea.wordpress.com/2010/04/18/

19

19

## Nickel Non-Cancer Respiratory Effects: Asthma

NiPERA




- Asthma involves the narrowing of airways causing symptoms include coughing, wheezing, chest tightness, shortness of breath, and breathing difficulty
- There are case reports of asthma associated with soluble Ni exposures among platers
- Occupational physicians do not see an increased incidence of asthma among Ni refinery workers

20

20

## Nickel Respiratory Carcinogenesis

NIPERA

- Since 1958, significant effort devoted to understand the potential and/or potency of various chemical forms of Ni to cause lung and nasal sinus cancers:
  - Epidemiological studies of different types of cohorts
  - Chemical speciation of aerosol exposures
  - Assessment of cancer dose-response
  - Animal inhalation studies with individual Ni substances

21

21

## Nickel Respiratory Carcinogenesis

NIPERA

- A 1990's study of 10 cohorts*, 80,000 workers concluded that: "*more than one form of nickel gives rise to lung and nasal cancer*"
  - Mixture of oxidic and sulfidic Ni; oxidic Ni; and soluble Ni, during sulfidic ore processing and refining
    - "*Soluble nickel may also enhance risks associated with exposure to less soluble forms of nickel*"
  - No association found with metallic Ni ($Ni^0$) exposure
  - Not in lateritic ore refineries, alloy manufacturing (Ni oxide, Ni metal), or electroplating (soluble Ni, Ni metal)
- No other site except respiratory tract
- No other route of exposure except inhalation
- Higher potency for soluble Ni

*International Committee on Nickel Carcinogenesis in Man (ICNCM) report, 1990.

22

22

## Nickel Respiratory Carcinogenesis: Animal Data

NIPERA

Five carcinogenicity studies* completed with 4 nickel substances

- Relevant routes of exposure: inhalation and oral
- Lifetime studies
- Sensitive animal species
- Two sexes
- Three different concentrations
- Reasonable number of animals (50/sex/group)
- Maximum Tolerated Dose was reached
- Sufficient animal survival to detect any significant increase in respiratory tumors

*NTP 1996a,b,c; Heim et al 2007; Oller et al 2008

23

23

## Nickel Respiratory Carcinogenesis: Animal Data

NIPERA

| Nickel Substance | Evidence of lung carcinogenicity |
|---|---|
| | Rats (pure exposures) |
| **Sulfidic-** Ni subsulfide | Clear evidence -*inhalation* |
| **Oxidic-** NiO, high calcining temp | Some evidence -*inhalation* |
| **Soluble-** Ni sulfate hexahydrate | No evidence - *inhalation*<br>*No evidence - oral* |
| **Metallic-** Ni metal powder | No evidence - *inhalation* |

24

24

## Nickel Respiratory Carcinogenesis: Combined Data

NIPERA

| Nickel Substance | Evidence of lung carcinogenicity | |
|---|---|---|
| | Rats (pure exposures) | Humans (mixed exposures-refinery dust) |
| **Sulfidic-** Ni subsulfide | Clear evidence -*inhalation* | *Yes - inhalation respiratory only* |
| **Oxidic-** NiO, high calcining temp | Some evidence -*inhalation* | Yes-- *inhalation respiratory only* |
| **Soluble*-** Ni sulfate hexahydrate | No evidence - *inhalation* *No evidence - oral* | Yes-- *inhalation respiratory only* |
| **Metallic-** Ni metal powder | No evidence - *inhalation* | No evidence - *inhalation* |

* Discrepancy between rat (pure exposure) and human (mixed exposure) results may be related to mode of action

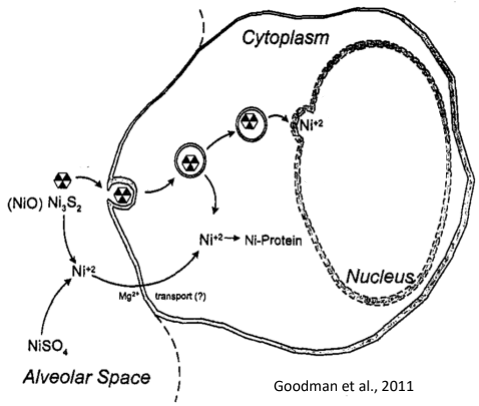
Mostly consistent animal and human cancer data; consistent lack of association for metallic nickel

25

25

## Mode of Action for Cancer: Ni compounds

NIPERA




Goodman et al., 2011

- **Ni ion bioavailability hypothesis:** only Ni substances that can result in levels of Ni (II) at target sites of respiratory cells that are sufficiently high (above threshold) to initiate tumors will be carcinogenic
  - *helps integrate negative and positive animal results for various nickel substances*
- **Mode of Action:** Indirect effects that manifest only above levels that cause inflammation (thresholds)

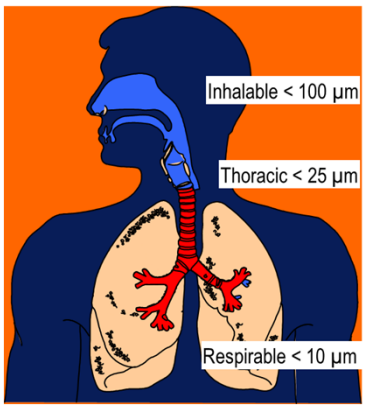
Indirect genotoxic and/or non genotoxic mode of action for cancer (threshold-based) depends on bioavailability of Ni(II) at nuclear sites (interplay of toxicity & clearance, uptake, and intracellular dissolution)

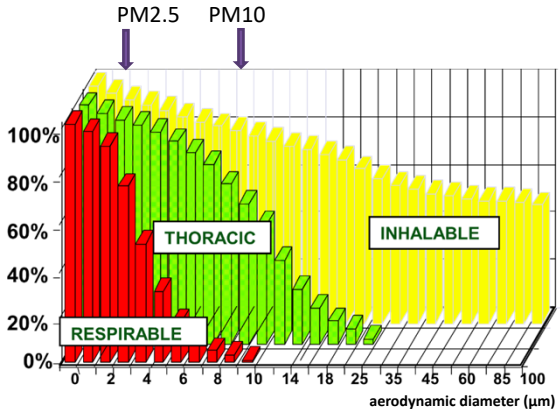
26

26

## Nickel Risk Assessment: The Role of Particle Size

NiPERA




Dosimetric models exist to calculate human equivalent exposures for a particular particle size aerosol of interest (Oller and Oberdörster, 2016)

27

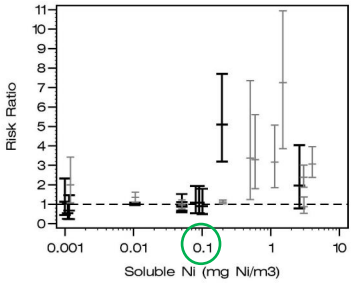
27

## No Nickel Cancer Risk Below 0.1 mg/m$^3$

NiPERA

### Worker Data

- Extensive epidemiological data (>100,000 workers)
- Practical threshold (minimum effective dose) based on multiple studies (Goodman et al., 2011; Oller et al., 2014)
- Dose-Response for exposure to soluble nickel (in presence of sulfidic and oxidic Ni) as inhalable aerosol
  - the most potent nickel compound D-R used, in the presence of other compounds




Oller et al., 2014

Practical threshold for nickel <u>in any form</u> to cause lung cancer based on multiple studies:
**0.1 mg Ni/m$^3$ = 100,000 ng/m$^3$** (inhalable aerosol)

28

28

## Nickel Respiratory Carcinogenesis: Animal Studies

NIPERA

### Animal Data

- Most sensitive animal species (cancer and non cancer effects)
- Most sensitive endpoint combined with higher potency Ni compound:

Highest concentration with no lung inflammation: 0.03 mg Ni/$m^3$ respirable aerosol –Ni sulfate* (& Ni subsulfide**)

Lowest concentration that increased lung tumors: 0.1 mg Ni/$m^3$ respirable aerosol -Ni subsulfide*

Practical threshold for cancer based on sensitive endpoint of inflammation for most sensitive compound in most sensitive animal species: **0.03 mg Ni/$m^3$ = 30,000 ng/$m^3$** (respirable aerosol, soluble Ni)

* NTP 1996a, b
** Efremenko et al., 2014,2017 Oller et al, under review

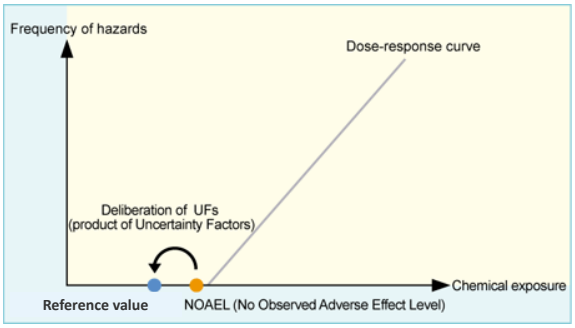
29

29

## Nickel Health Risk Assessment: Ambient Air

NIPERA

- Identify a key exposure level in a key study (dose-response)
  - Often an exposure without adverse effects
  - Animal or worker study
- Adjust exposure to the target population
  - Duration, particle size
- Apply "Uncertainty Factors"
  - Animals to humans
  - Human variability
  - Chemical forms
- **Derive safe exposure level**



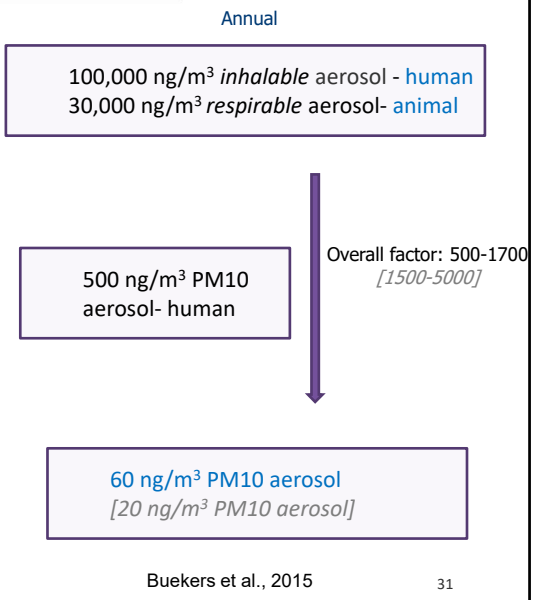

30

30

## Nickel Health Risk Assessment: Ambient Air

NiPERA

- Identify a key dose in a key study
  - Often an exposure without adverse effects
  - Animal or worker study
- Adjust exposure to the target population
  - Duration, particle size
- Apply "Uncertainty Factors"
  - Animals to humans
  - Human variability
  - Chemical forms
- **Derive safe exposure level**




Buekers et al., 2015

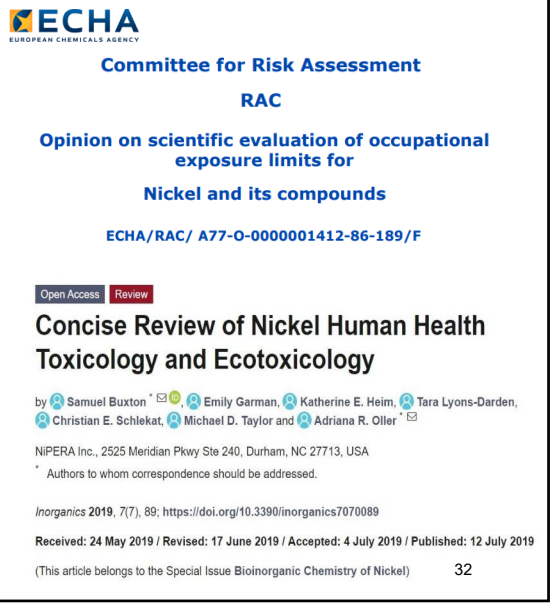
31

31

## What Have We Learned in Last 20 years?

NiPERA

- Multiple regulatory reviews and peer reviewed research concluded that:
  - Nickel compounds are not directly genotoxic (they do not react with DNA).
  - Cancer risk only begins to increase when exposure is higher than a minimum amount, i.e., a "threshold"
- WHO (2000) "no safe dose" assumption is no longer supported by totality of data
- No adverse effects are expected if exposures are below the threshold for effects



ECHA
EUROPEAN CHEMICALS AGENCY

**Committee for Risk Assessment**

**RAC**

**Opinion on scientific evaluation of occupational exposure limits for**

**Nickel and its compounds**

**ECHA/RAC/ A77-O-0000001412-86-189/F**

Open Access | Review

**Concise Review of Nickel Human Health Toxicology and Ecotoxicology**

by Samuel Buxton *, Emily Garman, Katherine E. Heim, Tara Lyons-Darden, Christian E. Schlekat, Michael D. Taylor and Adriana R. Oller *

NiPERA Inc., 2525 Meridian Pkwy Ste 240, Durham, NC 27713, USA

* Authors to whom correspondence should be addressed.

*Inorganics* **2019**, *7*(7), 89; https://doi.org/10.3390/inorganics7070089

**Received: 24 May 2019 / Revised: 17 June 2019 / Accepted: 4 July 2019 / Published: 12 July 2019**

(This article belongs to the Special Issue Bioinorganic Chemistry of Nickel)

32

32

# What Have We Learned in Last 20 years?

NIPERA

- No excess risk expected from lifetime inhalation of nickel up to 60 ng/m$^3$ as $PM_{10}$
  - Applies to all forms of nickel
    - Soluble (e.g., nickel sulfate hexahydrate)
    - Insoluble (e.g., nickel sulfide; nickel subsulfide; pentlandite)
    - Nickel metal
- Implication: Annual ambient air reference values ≤ 60 ng/m$^3$ for 'total Ni' as $PM_{10}$ are protective of health

Inhalation Toxicology
http://informahealthcare.com/iht
ISSN: 0895-8378 (print), 1091-7691 (electronic)
Inhal Toxicol, 2014; 26(9): 559–578
© 2014 Informa Healthcare USA, Inc. DOI: 10.3109/08958378.2014.932034
informa healthcare

RESEARCH ARTICLE

**Derivation of $PM_{10}$ size-selected human equivalent concentrations of inhaled nickel based on cancer and non-cancer effects on the respiratory tract**

Adriana R. Oller[1], Günter Oberdörster[2], and Steven K. Seilkop[3]

ELSEVIER
Science of The Total Environment
Volumes 521–522, 15 July 2015, Pages 359-371

Assessment of human exposure to environmental sources of nickel in Europe: Inhalation exposure

Jurgen Buekers [a], Katleen De Brouwere [a], Wouter Lefebvre [a], Hanny Willems [a], Marleen Vandenbroele [b], Patrick Van Sprang [b], Maxime Eliat-Eliat [b], Keegan Hicks [c], Christian E. Schlekat [d], Adriana R. Oller [d]

Show more

+ Add to Mendeley  Share  Cite

https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.02.092

Get rights and content

33

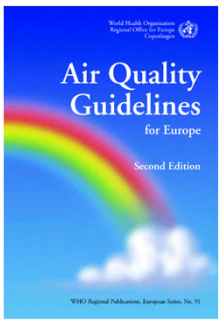


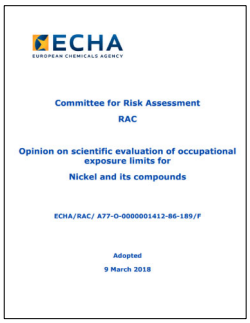
# Nickel Health Risk Assessment: Shift in Paradigm

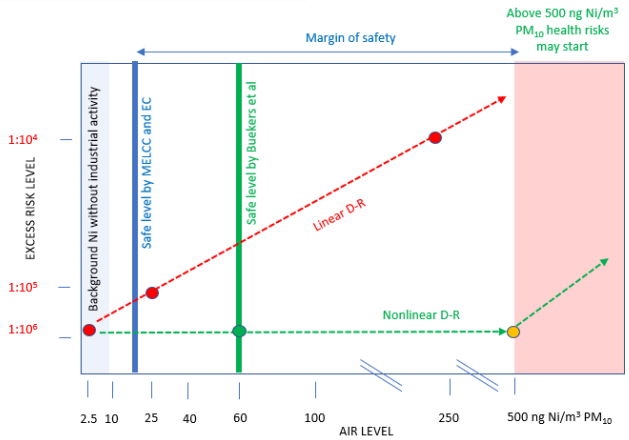
NIPERA

Any Ni exposure increases risk of cancer

Only Ni exposure above threshold increases risk of cancer



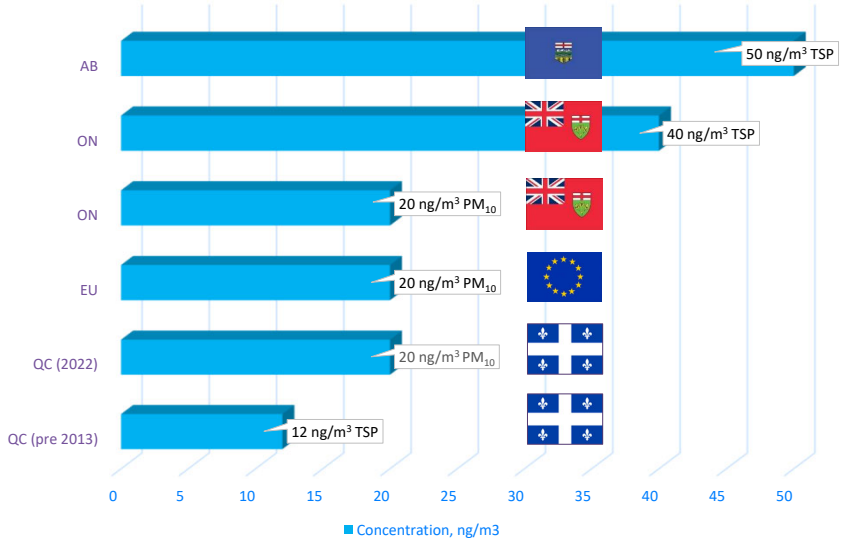




Red dots = linear dose-response (e.g., WHO; EC CSTEE; MELCC) based on refinery workers mixed exposures composition and exposure characteristics

Green bar = nonlinear dose-response (e.g., Buekers et al., 2015) supported by threshold mode of action data (ECHA RAC; SCOEL) considers general public exposure characteristics (including $PM_{10}$ particle size) and **protects from exposures to 100% of any chemical form of nickel including pentlandite**

34

## Nickel Health Risk Assessment: Shift in Paradigm




With shift in paradigm, annual reference values ≤ 60 ng/m³ ($PM_{10}$) can be considered as equally protective of human health

No ambient air quality criteria for nickel established for these Provinces and Territories of Canada: NS, NB, PE, SK, BC, NT, YT, NU

35

35

## Nickel Health Risk Assessment: Ambient Air

- Identify a key dose in a key study
  - Often an exposure without adverse effects
  - Animal or worker study
- Adjust exposure to the target population
  - Duration, particle size
- Apply "Uncertainty Factors"
  - Animals to humans
  - Human variability
  - Chemical forms
- **Derive safe exposure level**

24h

81,000 ng/m³ inhalable- animal

UF: 300
*[1160]*

270 ng/m³ PM10 aerosol
*[70 ng/m³ PM10 aerosol]*

Buxton et al., 2021

36

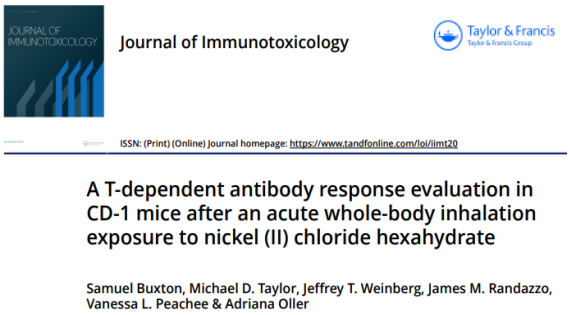
36

## What Have We Learned in Last 20 years?

NIPERA

New 24h study Buxton et al., 2021

- Supersedes Graham et al., 1975, 1978:
- No need for duration of exposure adjustment
- NOAEC for immune effects of soluble nickel (most potent compound): respirable aerosol: 81,000 ng/m$^3$
- Implication: 24 air ambient air reference values for 'total Ni' ≤ 270 ng/m$^3$ as $PM_{10}$ are protective of health

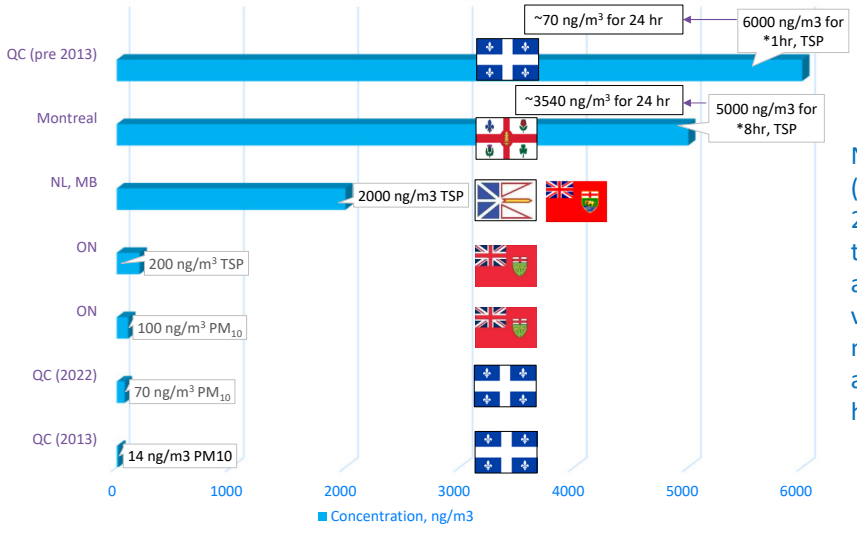



37

37

## Impact of study on 24-hour ambient air values

NIPERA




New 24 h study (Buxton et al., 2021) indicates that 24 ambient air reference values ≤ 100 ng/m$^3$ as $PM_{10}$ are protective of human health

No ambient air quality criteria for nickel established for these Provinces and Territories of Canada: NS, NB, PE, SK, BC, NT, YT, NU

38

38

## Conclusions

- Nickel is a very well studied metal which can be used safely if human and environmental exposures are managed properly
- There are several robust and consistent studies from which safe levels of nickel in ambient air can be derived
  - With shift in dose-response assessment paradigm, NiPERA considers that annual reference values ≤ 60 ng/m$^3$ ($PM_{10}$) are protective of long-term effects on human health
  - New immuno toxicity study supports 24h ambient air reference values ≤ 100 ng/m$^3$ ($PM_{10}$) as being protective of acute effects
- As we learn more about the health effects of nickel, we decrease the uncertainty in nickel risk assessments

39

39

THANKS FOR YOUR ATTENTION!

- mtaylor@nipera.org
- aoller@nipera.org


40

40

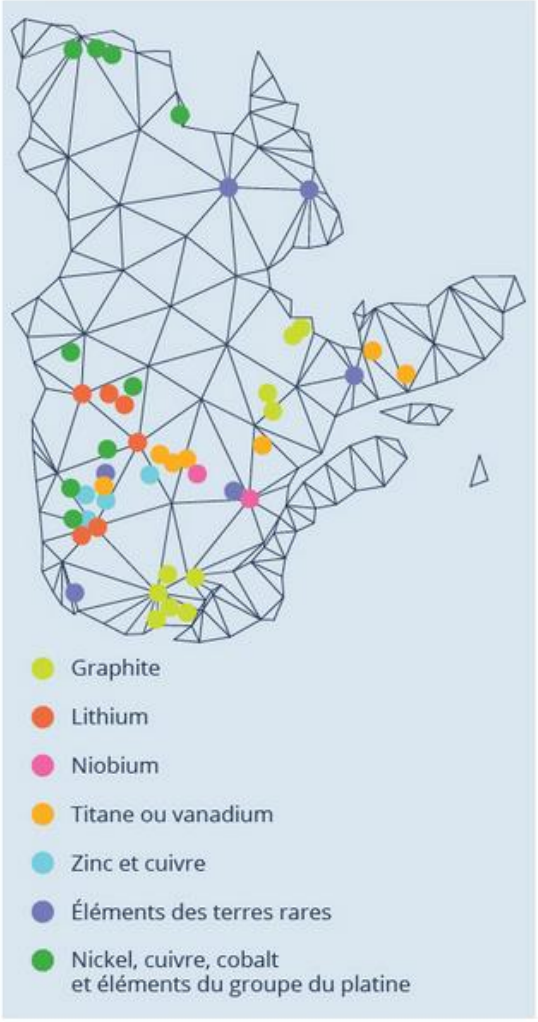
# Minéraux d'avenir: quel avenir pour la santé environnementale?

Richard St-Louis, professeur, chimiste agréé, Département de biologie, chimie et géographie

UQAR
Université du Québec
à Rimouski

Les minéraux d'avenir sont au cœur de la transition énergétique et des nouvelles technologies:

**Les principaux minéraux d'avenir au Québec : projets et mines**




www.quebec.ca/agriculture-environnement-et-ressources-naturelles/mines/mineraux-critiques-et-strategiques

UQAR
Université du Québec à Rimouski

# Minéraux d'avenir: quel avenir pour la santé environnementale?

Richard St-Louis, professeur, chimiste agréé, Département de biologie, chimie et géographie

Tout au long de leur filière industrielle, de la mine au produit fini, il existe des points d'émission des éléments métalliques d'avenir dans l'environnement, dont les émissions de poussières.

**Table 9**
Comparative life cycle assessment results from cobalt, copper, and nickel extraction processes.

| Impact category | Unit | Cobalt | Copper | Nickel |
|---|---|---|---|---|
| Climate change | kg $CO_2$ eq. | 10.81 | 5.44 | 11.19 |
| Ozone depletion | kg CFC-11 eq. | 3.68E-07 | 2.68E-07 | 5.12E-07 |
| Human toxicity, non-cancer effects | CTUh | 6.95E-07 | 7.79E-07 | 2.52E-06 |
| Human toxicity, cancer effects | CTUh | 1.45E-08 | 2.54E-08 | 4.51E-08 |
| Particulate matter | kg PM2.5 eq. | 5.3E-03 | 0.024 | 0.095 |
| Ionizing radiation HH | kBq U235 eq. | 1.9E-03 | 0.103 | 0.52 |
| Ionizing radiation E (interim) | CTUe | 1.57E-08 | 9.37E-07 | 4.72E-06 |
| Photochemical ozone formation | kg NMVOC eq. | 0.11 | 0.076 | 0.18 |
| Acidification | molc H+ eq. | 0.1 | 0.42 | 1.87 |
| Terrestrial eutrophication | molc N eq. | 0.52 | 0.26 | 0.38 |
| Freshwater eutrophication | kg P eq. | 3.18E-05 | 0.01 | 0.014 |
| Marine eutrophication | kg N eq. | 0.041 | 0.018 | 0.026 |
| Freshwater ecotoxicity | CTUe | 0.52 | 9.25 | 17.52 |
| Land use | kg C deficit | 24.69 | 4.58 | 6.76 |
| Water resource depletion | $m^3$ water eq. | 0.057 | 0.032 | 0.053 |
| Mineral, fossil & ren resource depletion | kg Sb eq. | 3.98E-12 | 2.12E-12 | 2.93E-12 |

Farjana et al. Journal of Sustainable Mining 18 (2019) 150–161

UQAR
Université du Québec
à Rimouski

# Minéraux d'avenir: quel avenir pour la santé environnementale?

Richard St-Louis, professeur, chimiste agréé, Département de biologie, chimie et géographie

La nature des produits manipulés détermine les caractéristiques des poussières émises.

- Composition minéralogique/chimique
- Réactivité
- Spectre des tailles

Lors de la manipulation de vracs solides, comme ceux du nickel, les $PM_{10}$ ne sont pas émises seules.

Cela implique l'émission des particules plus grosses, selon les pratiques impliquées, qui contiennent également du nickel.

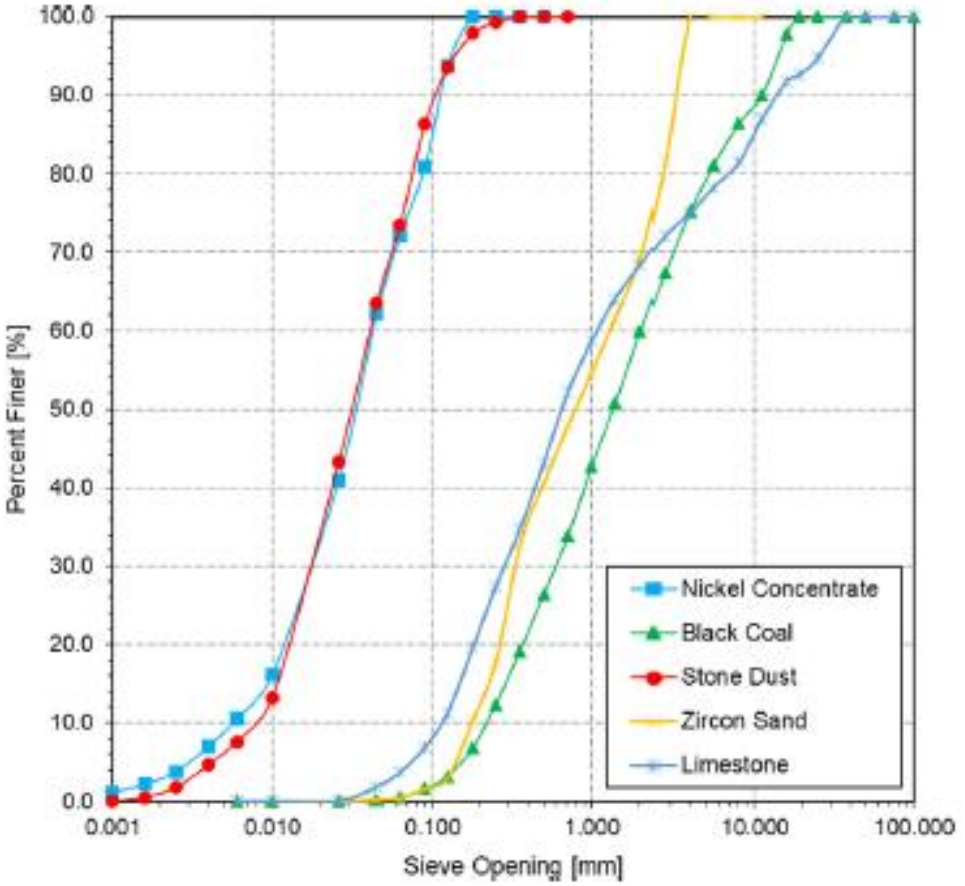



**Fig. 5.** Particle Size Distribution (PSD) of bulk material samples.

Carr et al. Advanced Powder Technology 30 (2019) 2110–2116

Ces particules plus grosses auront un parcours aérien plus court:

- pas nécessairement inhalées;
- accumulation sur des surfaces extérieures, dans les zones limitrophes des points d'émission ;
- la population, et particulièrement les enfants, seront à risque d'ingérer les poussières déposées.

www.beingtheparent.com/pica-in-children-symptoms-causes-treatment/

UQAR
Université du Québec à Rimouski

# Minéraux d'avenir: quel avenir pour la santé environnementale?

Richard St-Louis, professeur, chimiste agréé, Département de biologie, chimie et géographie

## Objectif

À partir des résultats de l'analyse des métaux extractibles dans les poussières urbaine de Limoilou, l'estimation du risque toxicologique par ingestion pour les enfants de 0,5 à < 5 ans a été calculé pour Ni, As, Co, Cu et Pb.

Prélèvement de poussières, Limoilou mai 2017

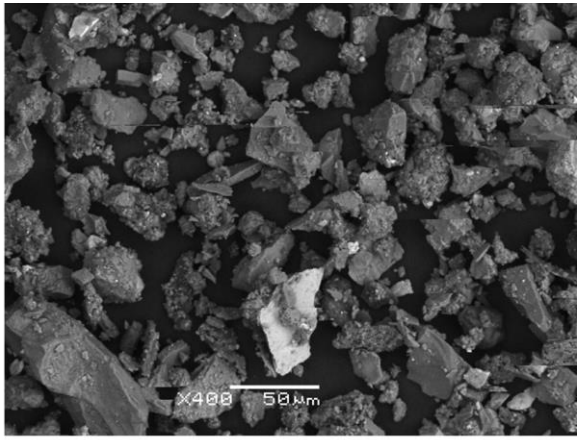



Image par microscopie électronique à balayage de poussières urbaines, Limoilou mai 2017. ©UQAR-ISMER

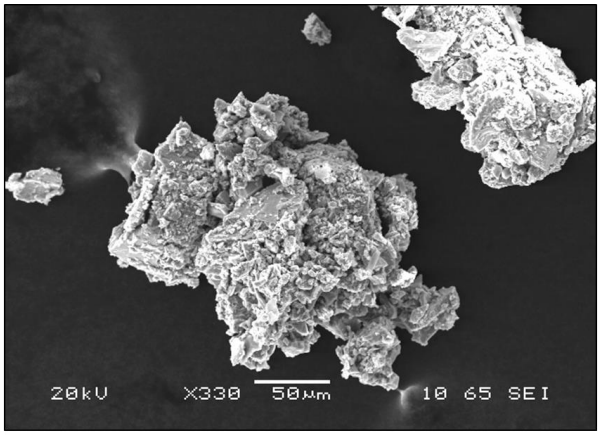
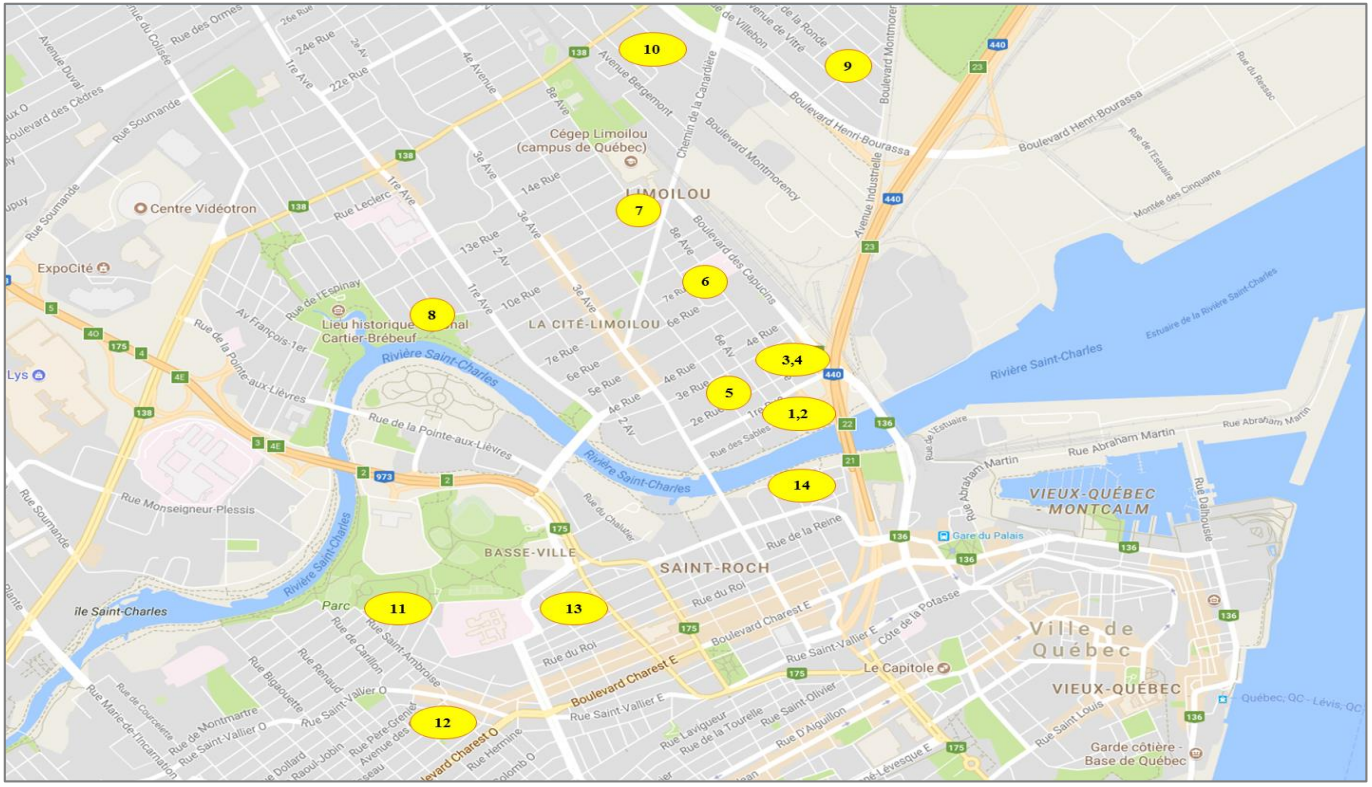



Image par microscopie électronique à balayage d'une particule de concentré de minerai de nickel pentlandite ($(Fe,Ni)_9S_8$). ©UQAR-ISMER

## Méthode

Les poussières urbaines ont été prélevées sur des surfaces dures extérieures (cadre de fenêtres, meubles de jardin, etc.) **en mai 2017**, dans le quartier La Cité-Limoilou, à Québec. Un échantillon de poussières prélevé par les citoyens en novembre 2012 a été inclus. Les échantillons de concentrés de minerais ont été prélevés à même les **vracs solides, en 2018** et tamisés à sec sur tamis de 75 µm.



# Méthode

## Métaux extractibles

Les échantillons (50 – 100 mg) ont été traités à l'acide nitrique haute pureté et au peroxyde d'hydrogène qualité analytique. Les poussières urbaines n'ont pas été tamisées. Les métaux ont été dosés par **ICP-MS** (CRBM, Rimouski).

## Estimation du risque toxicologique d'effets chroniques non cancérigènes

Le risque d'exposition par l'ingestion des poussières chez les enfants de 0.5 à < 5 ans a été calculé à partir des lignes directrices de l'INSPQ:

- Valeur déterministe de la quantité de sol et de poussières ingérée de 85 mg/jour
- Poids corporel 14,9 kg
- Hypothèse de 4 jours par semaine dehors, mai à octobre

L'estimation du risque toxicologique (**indice du risque, IR**) a été calculé à partir de la valeur toxicologique de référence (VTR) pour chaque métal/métalloïde considéré.


- Lignes directrices pour la réalisation des évaluations du risque toxicologique d'origine environnementale au Québec. Institut National de Santé Publique du Québec. No de publication 1440, Février 2012.
- Cao et al. (2016) Health risks of children's cumulative and aggregative exposure to metals and metalloids in a typical urban environment in China. Chemosphere, 147: 404-411.

# Minéraux d'avenir: quel avenir pour la santé environnementale?

Richard St-Louis, professeur, chimiste agréé, Département de biologie, chimie et géographie

## Concentration des métaux extractibles (poids sec)

| Échantillon mai 2017 Limoilou | Ni (mg/kg) | As (mg/kg) | Co (mg/kg) | Cu (mg/kg) | Pb (mg/kg) |
|---|---|---|---|---|---|
| (1) 94 6ème ave | 554 | 4 | 21 | 345 | 23 |
| (2) 96 6ème ave | 432 | 4 | 17 | 334 | 33 |
| (3) 875 2ème rue | 324 | 3 | 14 | 197 | 18 |
| (4) 877 2ème rue | 536 | 5 | 21 | 243 | 32 |
| (5) 454/456 2ème rue | 451 | 5 | 19 | 374 | 166 |
| (6) 687 8ème ave | 353 | 6 | 15 | 331 | 166 |
| (7) 625 10ème rue | 105 | 5 | 7 | 252 | 46 |
| (8) 60 Jacques Cartier | 156 | 4 | 8 | 271 | 127 |
| (9) 1255 Maufils | 303 | 6 | 16 | 902 | 31 |
| (10) 1640 Marie-Clarisse | 86 | 3 | 6 | 196 | 17 |
| (11) 171A Chênevert | 336 | 10 | 16 | 393 | 49 |
| (12) 426 Victoria | 36 | 2 | 4 | 61 | 23 |
| (13) 237 Des Commissaires est | 67 | 4 | 5 | 96 | 30 |
| (14) 217 des Goélands | 347 | 13 | 15 | 273 | 19 |
| Échantillon novembre 2012 | | | | | |
| (5) 454 2ème rue | 1457 | 11 | 57 | 860 | 104 |
| Vrac minerai 2018 | | | | | |
| Concentré Ni x | 51262 | 64 | 2530 | 8142 | 33 |
| Concentré Ni y | 44301 | 39 | 995 | 18804 | 62 |
| Matte Ni | 486279 | 688 | 20965 | 118539 | 323 |
| Concentré Cu | 33 | 535 | 254 | 61216 | 4419 |



Données tirées de: Saint-Louis R. (2018). Rapport expertise Action collective Lalande et Duchesne c. Compagnie d'arrimage de Québec et Administration portuaire de Québec, No 200-06-000169-139

# Minéraux d'avenir: quel avenir pour la santé environnementale?

Richard St-Louis, professeur, chimiste agréé, Département de biologie, chimie et géographie

## Indice du risque toxicologique par l'ingestion des poussières par les enfants de 0.5 à < 5 ans.

| Échantillon mai 2017, Limoilou | IR Ni | IR As | IR Co | IR Cu | IR Pb | IR cumulatif |
|---|---|---|---|---|---|---|
| (1) 94 6ème ave | 0,041 | 0,020 | 0,103 | 0,013 | 0,026 | **0,202** |
| (2) 96 6ème ave | 0,032 | 0,019 | 0,084 | 0,012 | 0,037 | **0,184** |
| (3) 875 2ème rue | 0,024 | 0,014 | 0,069 | 0,007 | 0,020 | **0,135** |
| (4) 877 2ème rue | 0,039 | 0,024 | 0,102 | 0,009 | 0,036 | **0,210** |
| (5) 454/456 2ème rue | 0,033 | 0,025 | 0,094 | 0,014 | 0,188 | **0,354** |
| (6) 687 8ème ave | 0,026 | 0,028 | 0,076 | 0,012 | 0,188 | **0,330** |
| (7) 625 10ème rue | 0,008 | 0,024 | 0,037 | 0,009 | 0,052 | **0,129** |
| (8) 60 Jacques Cartier | 0,011 | 0,019 | 0,040 | 0,010 | 0,144 | **0,225** |
| (9) 1255 Maufils | 0,022 | 0,029 | 0,080 | 0,033 | 0,035 | **0,199** |
| (10) 1640 Marie-Clarisse | 0,006 | 0,014 | 0,029 | 0,007 | 0,019 | **0,076** |
| (11) 171A Chênevert | 0,025 | 0,050 | 0,077 | 0,014 | 0,055 | **0,222** |
| (12) 426 Victoria | 0,003 | 0,009 | 0,018 | 0,002 | 0,026 | **0,058** |
| (13) 237 Des Commissaires est | 0,005 | 0,018 | 0,023 | 0,004 | 0,034 | **0,083** |
| (14) 217 des Goélands | 0,026 | 0,062 | 0,072 | 0,010 | 0,021 | **0,190** |
| Échantillon novembre 2012 | | | | | | |
| (5) 454 2ème rue | 0,107 | 0,054 | 0,282 | 0,032 | 0,118 | **0,593** |
| Vrac minerai 2018 | | | | | | |
| Concentré Ni x | 3,8 | 0,3 | 12,4 | 0,3 | 0,04 | **16,8** |
| Concentré Ni y | 3,3 | 0,2 | 4,9 | 0,7 | 0,07 | **9,1** |
| Matte Ni | 35,8 | 3,4 | 103,0 | 4,4 | 0,4 | **147** |
| Concentré Cu | 0,002 | 2,6 | 1,2 | 2,3 | 5,0 | **11,1** |

## Discussion

Les concentrations de Ni, Co et Cu sont plus élevées dans Limoilou que celles mesurées dans l'étude de Cao et al (2016) en Chine.

Comparables à celles rapportées pour des poussières prélevées dans des habitations situées près d'une fonderie ferro-nickel, en Moldavie.

- Andonovska et al. (2015) Assessment of trace elements bioavailability – ingestion of toxic elements from the attic dust collected from the vicinity of the ferro-nickel smelter plant. Contributions, Sec. Nat. Math. Biotech. Sci., MASA, 36 (2), 93–104.

Les valeurs observées pour l'échantillon de novembre 2012, au site 5, montrent que des évènements ponctuels peuvent produire une contamination élevée des poussières déposées sur les surfaces des habitations de Limoilou.

**Discussion**

Sur la base des éléments mesurés, l'indice de risque toxicologique par l'ingestion des poussières par les enfants ne dépasserait pas la valeur de 1 (le seuil d'effets nocifs) dans Limoilou; lors de l'échantillonnage de mai 2017.

La valeur IR la plus élevée est 0,35 pour le site 5; Co et Pb contribuent pour plus de 75% au risque toxicologique de cet échantillon.

Au même site, en novembre 2012, l'IR est de 0,59 avec une contribution plus importante de Ni et Co.

## Discussion

Le poids d'un élément métallique à l'IR cumulatif dépend de sa concentration et de sa VTR; plus cette dernière est basse, plus le poids de l'élément à l'IR est grand pour une concentration donnée.

Ainsi, l'IR cumulatif pourrait être plus élevé si on mesurait aussi l'antimoine, un élément chalcophile associé à certains minéraux d'avenir, qui a une VTR de 4 x $10^{-4}$ mg/kg/jour (Ni a une VTR de 2 x $10^{-2}$ mg/kg/jour).

## Conclusion

Les valeurs **IR par ingestion** calculées pour ces échantillons de poussières, déposées dans l'environnement urbain, représentent le scénario du pire pour les enfants.

Cela démontre que la discussion sur les impacts de l'exploitation des minéraux d'avenir doit se faire en considérant l'ensemble des métaux/métalloïdes co-émis, et de leur concentration dans les vecteurs d'exposition.

Bien que le risque qu'un enfant de moins de 5 ans ingère régulièrement un concentré de minerai soit quasi-nul, le calcul de l'**IR pour les vracs** illustre que la connaissance de leur composition chimique globale est indispensable pour évaluer le risque toxicologique (écotoxicologique) de leur production, leur manipulation et leur transformation.

# MERCI

# Pollution de l'air dans la Basse-Ville: Préoccupations pour la santé

Crédit photo: Olivier Lalancette et Loan Laurent

AQME
Association québécoise des médecins pour l'environnement


**Par Dre Johanne Elsener MV MSc C.Q.**

**Membre de l'Association québécoise des médecins pour l'environnement**

AQME
Association québécoise des médecins pour l'environnement

L'AQME regroupe des centaines des médecins québécois interpellés par les enjeux environnementaux. L'AQME s'intéresse notamment aux impacts des changements climatiques sur la santé, à la pollution de l'air, aux transports actifs et en commun, aux pesticides, à la protection de la nature, et aux enjeux énergétiques. L'AQME est la branche québécoise de l'Association canadienne des médecins pour l'environnement fondée en 1993.

SANTÉ URBANITÉ

Santé Urbanité a pour mission de favoriser la santé globale, les saines habitudes de vie et la réduction des coûts en santé par l'incitation au verdissement urbain, aux transports collectifs et actifs (marche et vélo) et à la lutte aux changements climatiques. L'initiative Ça marche Doc! s'est méritée en 2019 le Prix d'excellence du réseau de la santé et des services sociaux – Volet partenariat.

# La tueuse invisible

- **4000 décès prématurés/an au Québec**
- **300 décès prématurés/an à Québec**
- 5-12x décès annuels par accidents routiers
- Principaux polluants nocifs:
  - $NO_x$
  - Ozone
  - **Particules fines (PM) → nickel**

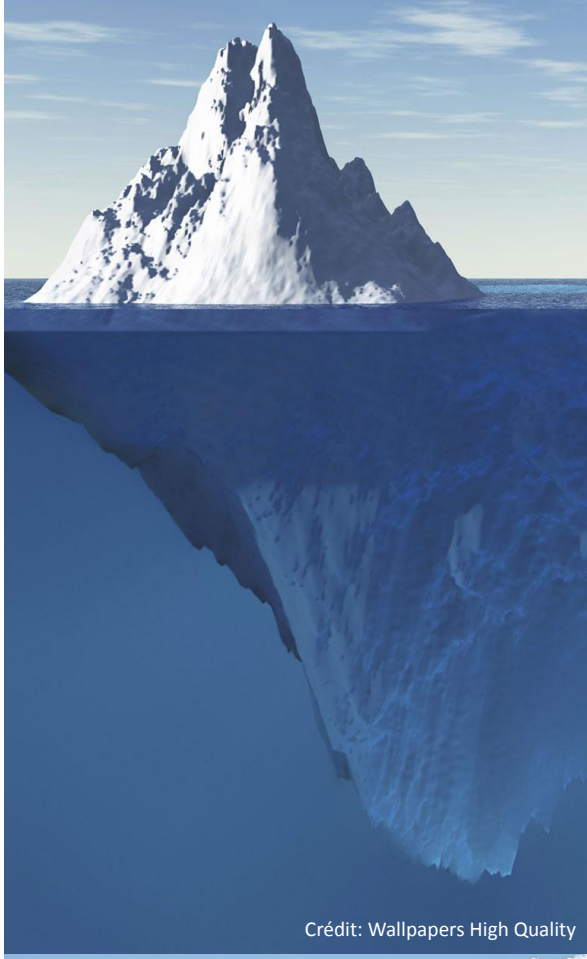

Crédit: Wallpapers High Quality

Photo: Liane Mouchon


Références:
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES. 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 de la Lutte contre les changements climatiques, Direction des politiques de la qualité de l'atmosphère, 30 p.
- Les impacts sur la santé de la pollution de l'air au Canada, Estimation de la morbidité et des décès prématurés, Rapport 2021, Santé Canada, Publ. : 200424, 62 pages.

# Pathologies pulmonaires

- **Asthme** : cohorte de 1 183 865 enfants québécois → ↑ ozone de 0.009 ppm = ↑ jeunes asthmatiques de 33% ! [1]
- 8% **cancers respiratoires**[2] **(OMS en 2013)**
- 16% **MPOC**
- 12% **infections respiratoires inférieures** (COVID-19?[3])

Références:

1. Tétreault et al., Childhood Exposure to Ambient Air Pollutants and the Onset of Asthma: An Administrative Cohort Study in Québec, Environmental Health Perspectives, 2016, volume 124 | number 8: 1276-1282.
2. La commission Lancet sur la pollution et la santé, Landrigan, Fuller et al., Publié en ligne le 9 octobre 2017 http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32345-0. Voir tableau 4 à la page 28.
3. Exposure to air pollution and COVID-19 mortality in the United States, Wu, Nethery and al., medRxiv, 2020.04.05.20054502

# Revealed: air pollution may be damaging 'every organ in the body'

**Exclusive**: Comprehensive analysis finds harm from head to toe, including dementia, heart and lung disease, fertility problems and reduced intelligence

**Damian Carrington**
*Environment editor*

Fri 17 May 2019 11.00 GMT

Air pollution may be damaging every organ and virtually every cell in the human body, according to a comprehensive new global review.

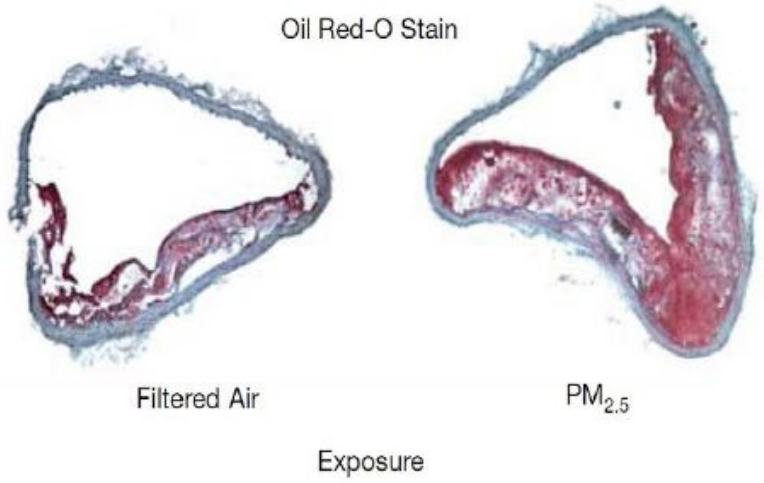
The research shows head-to-toe harm, from heart and lung disease to diabetes and dementia, and from liver problems and bladder cancer to brittle bones and damaged skin. Fertility, foetuses and children are also affected by

Source: The Guardian

Université de Montréal

**Air sain** **Air pollué**

Diète grasse

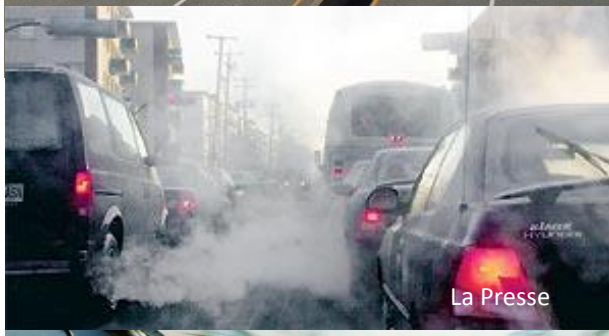



Long-term Air Pollution Exposure and Acceleration of Atherosclerosis and Vascular Inflammation in an Animal Model. JAMA 2005. 294: 3003-3010

Gracieuseté: Dr François Reeves, cardiologue, CHUM

# Des dommages à de multiples organes

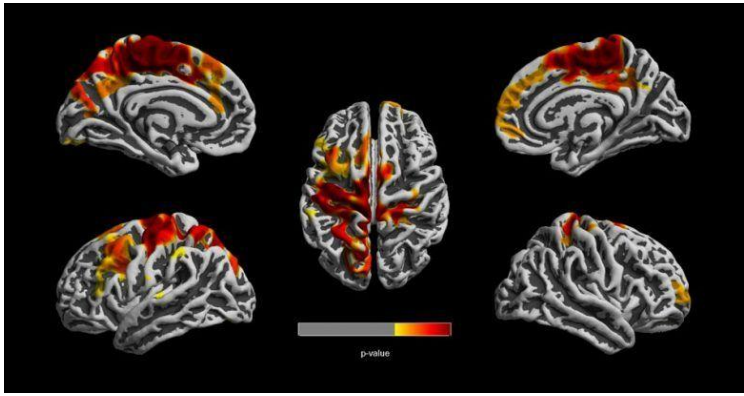
- 33% des **maladies cardiovasculaires**
- Cancer du **sein**, **prostate**, **foie**
- **Leucémie infantile**
- 10-13% des cas aux ÉU de **maladie rénale chronique** attribuables à la pollution de l'air



Références:
- La commission Lancet sur la pollution et la santé, Landrigan, Fuller et al., Publié en ligne le 9 octobre 2017 http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32345-0. Voir tableau 4 à la page 28.
- Villeneuve et al., Residential exposure to fine particulate matter air pollution and incident breast cancer in a cohort of Canadian women, Environmental Epidemiology: September 2018 - Volume 2 - Issue 3 - p e021
- Parent M, Goldberg MS, Crouse DL, et alTraffic-related air pollution and prostate cancer risk: a case–control study in Montreal, CanadaOccupational and Environmental Medicine 2013;70:511-518.
- Long-term exposure to air pollution and liver cancer incidence in six European cohorts, Rina So,Jie Chen et al., International journal of Cancer, Volume149, Issue11, 1 December 2021, Pages 1887-1897
- Residential Traffic Exposure and Childhood Leukemia A Systematic Review and Meta-analysis, Vickie L. Boothe et al., Am J Prev Med 2014;46(4):413–422.
- Maternal exposure to ambient air pollution and risk of early childhood cancers: A population-based study in Ontario, Canada, Éric Lavigne et al., Environment International 100 (2017) 139–147.
- Environmental pollution and kidney diseases, Xu, Nie et al., Nature Reviews Nephrology volume 14, pages313–324 (2018)

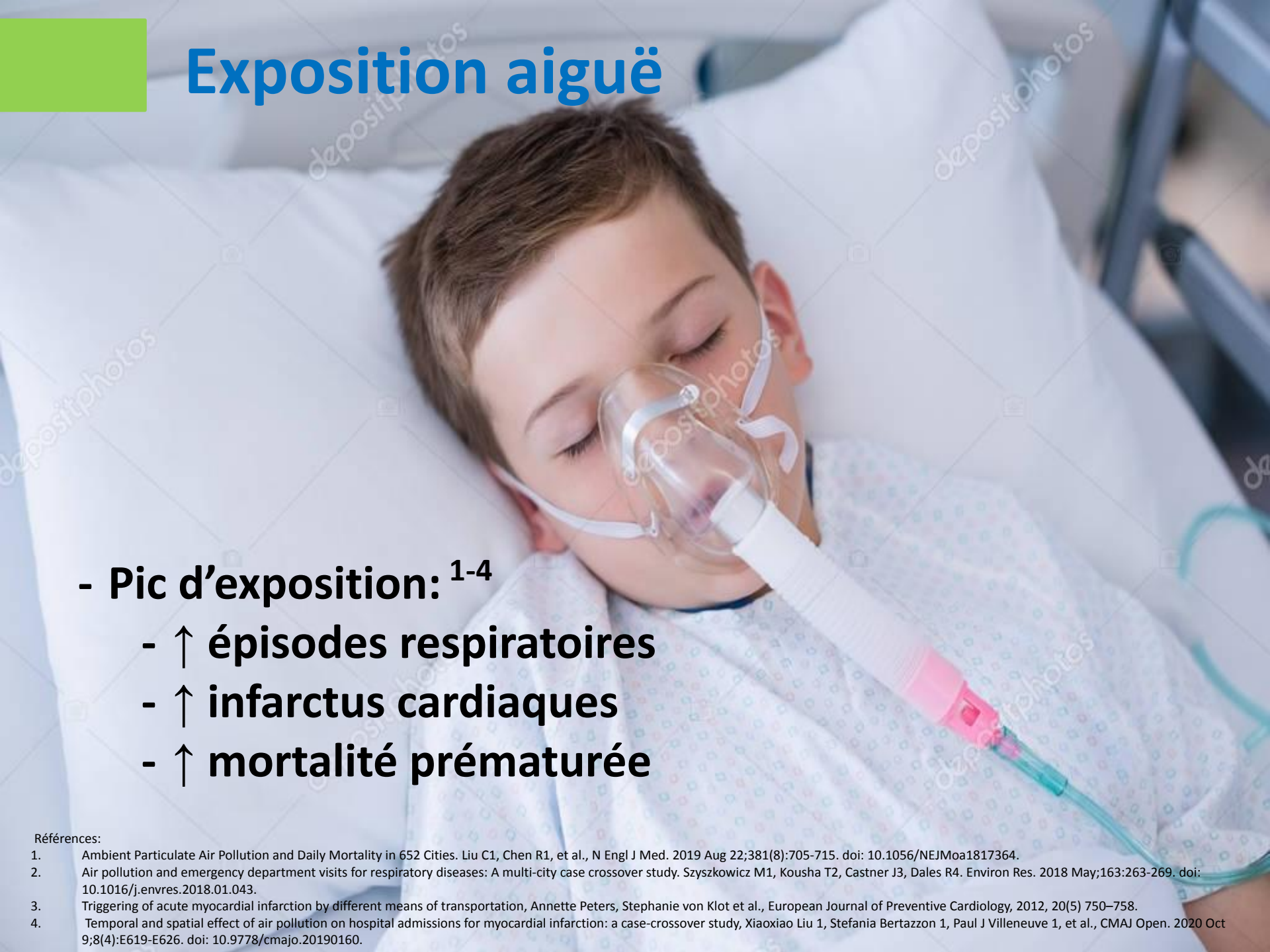
# Le cerveau aussi

- **Démence**
- **Enfants:**
  - Développement cognitif
  - Changements structuraux irréversibles
  - QI
  - Désordres psychiatriques: anxiété, suicidalité
  - Autisme
- **Cancer du cerveau?**




Références:
- Living near major roads and the incidence of dementia, Parkinson's disease, and multiple sclerosis: a population-based cohort study, Cheng et al., The Lancet, 2017, http://thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS01406736(16)323996/supplemental
- Mild Cognitive Impairment and Dementia Involving Multiple Cognitive Domains in Mexican Urbanites. Calderón-Garcidueñas L1,2, Mukherjee PS3, Kulesza RJ4, Torres-Jardón R5, Hernández-Luna J6, Ávila-Cervantes R6, Macías-Escobedo E7, González-González O8, González-Maciel A8, García-Hernández K5, Hernández-Castillo A5, Villarreal-Ríos R9; Research Universidad del Valle de México UVM Group. J Alzheimers Dis. 2019;68(3):1113-1123. doi: 10.3233/JAD-181208.
- Air Pollution and Noncommunicable Diseases: A Review by the Forum of International Respiratory Societies' Environmental Committee, Part 2: Air Pollution and Organ Systems. Schraufnagel DE, Balmes JR, et al. Chest. 2019 Feb;155(2):417-426. doi: 10.1016/j.chest.2018.10.041.
- The impact of air pollution to central nervous system in children and adults. Sram RJ1, Veleminsky M Jr2, Veleminsky M Sr2, Stejskalová J2. Neuro Endocrinol Lett. 2017 Dec;38(6):389-396.
- Beckwith T, Cecil K, Altaye M, Severs R, Wolfe C, Percy Z, et al. (2020) Reduced gray matter volume and cortical thickness associated with traffic-related air pollution in a longitudinally studied pediatric cohort. PLoS ONE 15(1): e0228092. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228092
- Prenatal air pollution and childhood IQ: preliminary evidence of effect modification by folate, Christine T Loftusa, Marnie F Hazlehurst et al., Environ Res. 2019 September ; 176: 108505. doi:10.1016/j.envres.2019.05.036
- Pediatric Psychiatric Emergency Department Utilization and Fine Particulate Matter: A Case-Crossover Study" by Cole Brokamp, Jeffrey R. Strawn, Andrew F. Beck and Patrick Ryan, 25 September 2019, Environmental Health Perspectives.
- Maternal exposure to air pollution and risk of autism in children: A systematic review and meta-analysis. Chun H(1), Leung C(2), et al., Environ Pollut. 2020 Jan;256:113307. doi: 10.1016/j.envpol.2019.113307.
- Hamed Kazemi Shariat Panahi, Seminars in Cancer Biology, https://doi.org/10.1016/j.semcancer.2021.05.013

# Exposition aiguë



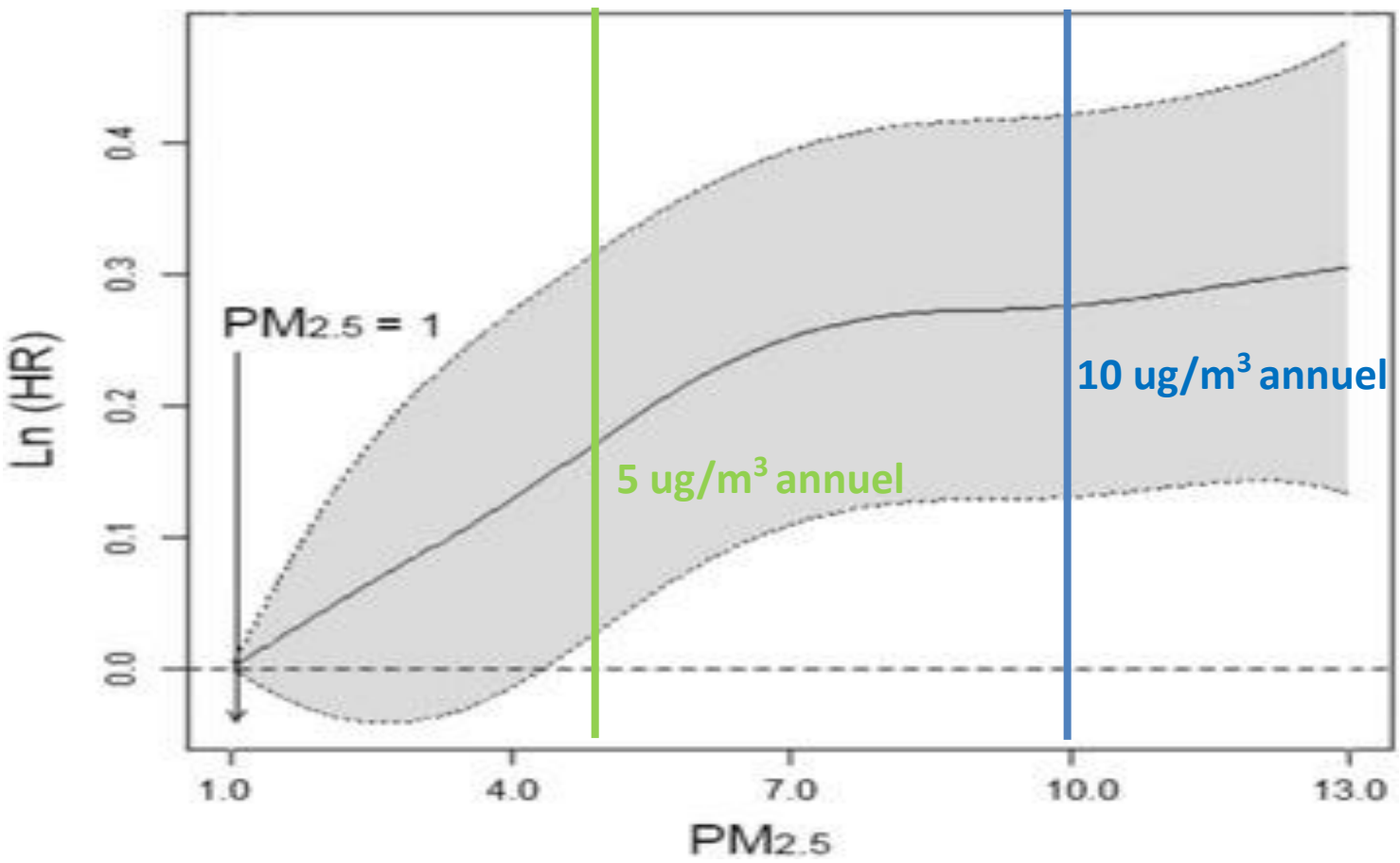
- **Pic d'exposition: [1-4]**
  - **↑ épisodes respiratoires**
  - **↑ infarctus cardiaques**
  - **↑ mortalité prématurée**


Références:

1. Ambient Particulate Air Pollution and Daily Mortality in 652 Cities. Liu C1, Chen R1, et al., N Engl J Med. 2019 Aug 22;381(8):705-715. doi: 10.1056/NEJMoa1817364.
2. Air pollution and emergency department visits for respiratory diseases: A multi-city case crossover study. Szyszkowicz M1, Kousha T2, Castner J3, Dales R4. Environ Res. 2018 May;163:263-269. doi: 10.1016/j.envres.2018.01.043.
3. Triggering of acute myocardial infarction by different means of transportation, Annette Peters, Stephanie von Klot et al., European Journal of Preventive Cardiology, 2012, 20(5) 750–758.
4. Temporal and spatial effect of air pollution on hospital admissions for myocardial infarction: a case-crossover study, Xiaoxiao Liu 1, Stefania Bertazzon 1, Paul J Villeneuve 1, et al., CMAJ Open. 2020 Oct 9;8(4):E619-E626. doi: 10.9778/cmajo.20190160.

Organisation mondiale de la santé en 2005

Organisation mondiale de la santé en 2021




Risk estimates of mortality attributed to low concentrations of ambient fine particulate matter in the Canadian community health survey cohort, Lauren Pinault et al., Environ Health. 2016; 15: 18. (Moyenne PM2.5 annuelle = 6.3 ug/m3)

# Cocktail toxique dans la Basse-Ville

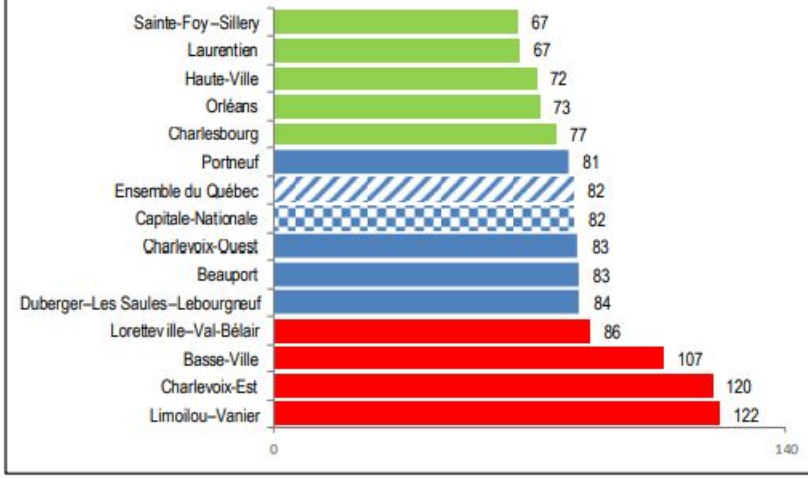
Taux de polluants rapportés par l'AIEC en 2020 pour le secteur avoisinant le Port de Québec :

| Polluant ($\mu g/m^3$) | Temps | Directives 2021 de l'OMS ($\mu g/m^3$) | Niveaux rapportés par l'AIEC ($\mu g/m^3$) |
|---|---|---|---|
| PM2.5 | Annuelle | 5 | 9.7 |
| | 24-heures | 15 | 25 |
| PM10 | Annuelle | 15 | N/D |
| | 24-heures | 45 | 48 |
| NO2 | Annuelle | 10 | 16 |
| | 24-heures | 25 | 75 |

Références:
- https://www.iaac-aeic.gc.ca/050/documents/p80107/136694F.pdf
- https://www.who.int/news-room/feature-stories/detail/what-are-the-who-air-quality-guidelines

# Données sanitaires en Basse-Ville

Figure 12.
Hospitalisation pour maladies respiratoires,
taux annuel moyen ajusté pour 10 000 personnes, avril 2012 à mars 2017




Dans Basse-Ville et Limoilou–Vanier, le taux d'hospitalisation pour maladies respiratoires est significativement plus élevé que celui du reste du Québec.

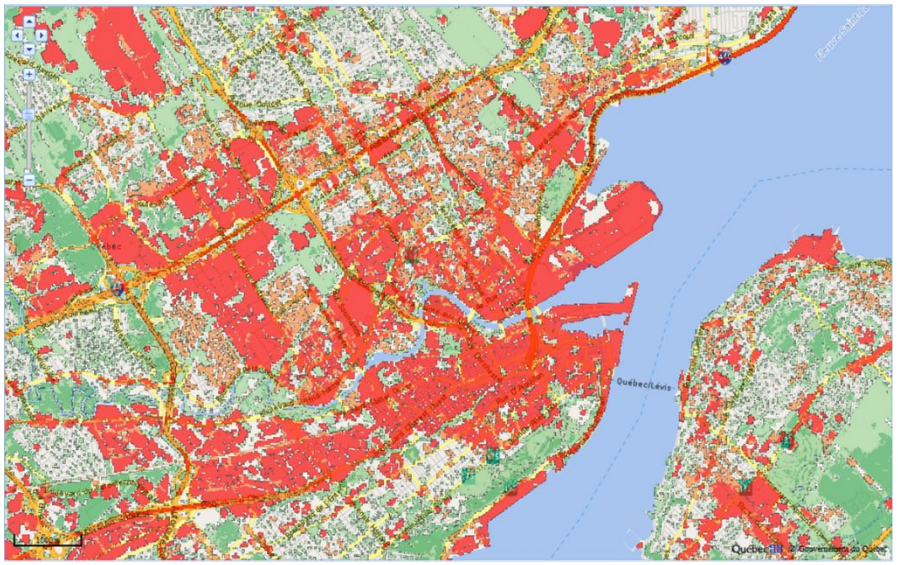
Comparaison par test au seuil 0,05 avec le reste du Québec
Position avantageuse | Position comparable | Position désavantageuse

Hospitalisation pour cardiopathies ischémiques,
Espérance de vie à la naissance
Mortalité prématurée (0-74 ans)
Mortalité par maladies respiratoires,
Mortalité par cardiopathies ischémiques
Mortalité par cancer de la trachée, des bronches et du poumon

CENTRE INTÉGRÉ UNIVERSITAIRE DE SANTÉ ET DE SERVICES SOCIAUX DE LA CAPITALE-NATIONALE. Les inégalités sociales de santé dans Basse-Ville et Limoilou–Vanier. Regard spécifique sur 18 indicateurs. Québec, Direction de santé publique, 2018, 35 p.

# Basse-Ville: toutes les lumières rouges

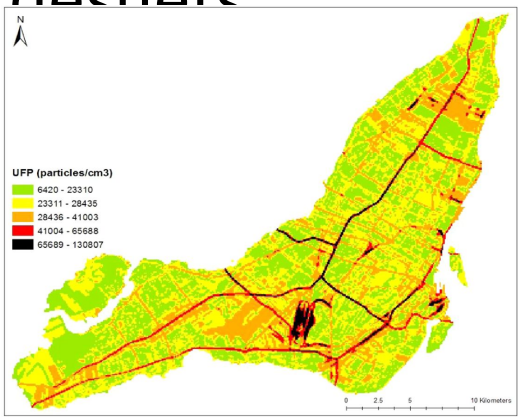
- Défavorisation socio-économique
- Injustice environnementale et climatique:
  - Déficit de canopée et espaces verts
  - Ilots de chaleur – ilots malsains

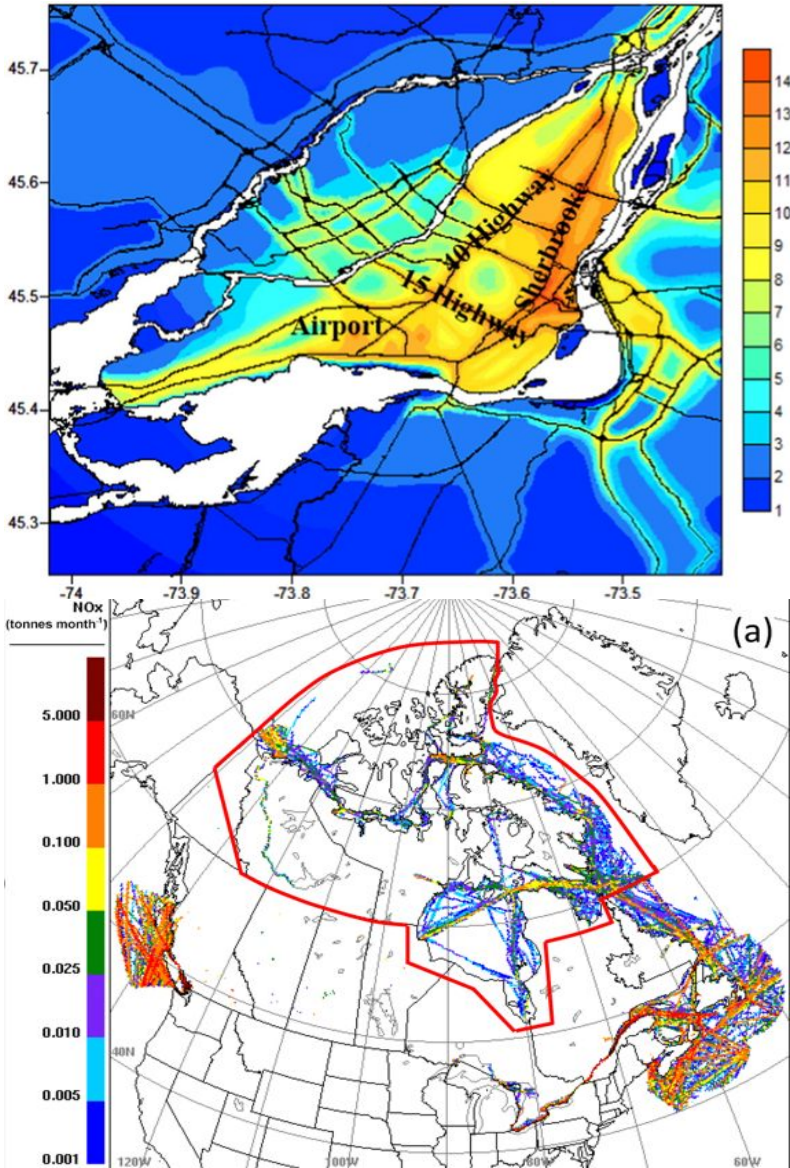



Source: INSPQ

# Quelles sont les sources?

- 62% proviennent des transports (carburant, freins, pneus, abrasifs)
- Port de Québec
- Incinérateur
- Poêles à bois désuets
- Autres





Références:

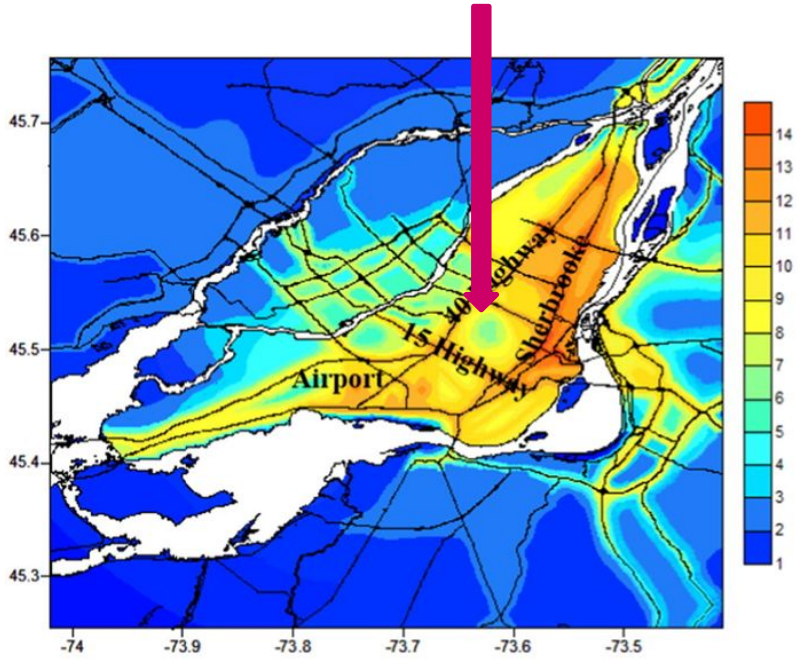
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES. 2011. Inventaire des émissions des principaux contaminants atmosphériques au Québec en 2008 et évolution depuis 1990 Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction des politiques de la qualité de l'atmosphère, 30 p.
- Wang et Chen, High-resolution satellite-based analysis of ground-level PM2.5 for the city of Montreal, Science of The Total Environment, 2016, 541: 1059-1069
- A land use regression model for ambient ultrafine particles in Montreal, Canada: A comparison of linear regression and a machine learning approach. Scott Weichenthal a,d,n, Keith Van Ryswyk a, Alon Goldstein b, Scott Bagg b, Maryam Shekkarizfard c, Marianne Hatzopoulou , Environmental Research 146 (2016) 65–72.
- Assessing the impact of shipping emissions on air pollution in the Canadian Arctic and northern regions: current and future modelled scenarios, Wanmin Gong1, Stephen R. Beagley1, Sophie Cousineau2 et al., Atmos. Chem. Phys., 18, 16653–16687, 2018

# Et les capteurs? → Arbres urbains

- Captation d'environ 24% des polluants de l'air en moyenne.
- Arbres sur la rue peuvent diminuer de 50 à 75% les matières particulaires pour les résidents et piétons à proximité immédiate.


Références:

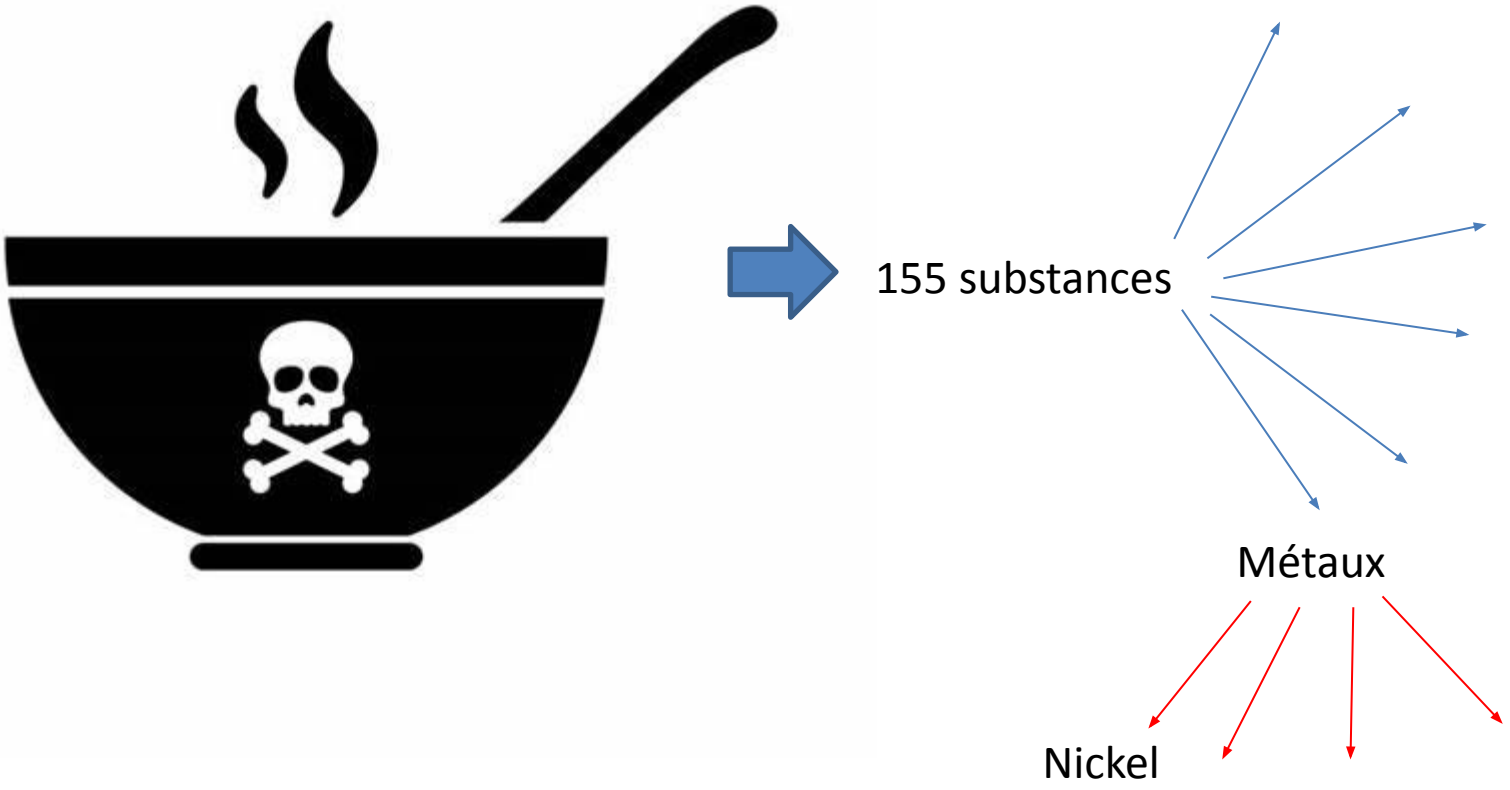
- Planting Healthy Air, The Nature Conservancy, 2017, 128 pages. https://thought-leadership-production.s3.amazonaws.com/2016/10/28/17/17/50/0615788b-8eaf-4b4f-a02a-8819c68278ef/20160825_PHA_Report_FINAL.pdf
- Air pollution abatement performances of green infrastructure in open road and built-up street canyon environments – A review, Abhijith, Kumar et al., Atmospheric Environment, Volume 162, August 2017, Pages 71-86

# Le nickel dans tout ça?

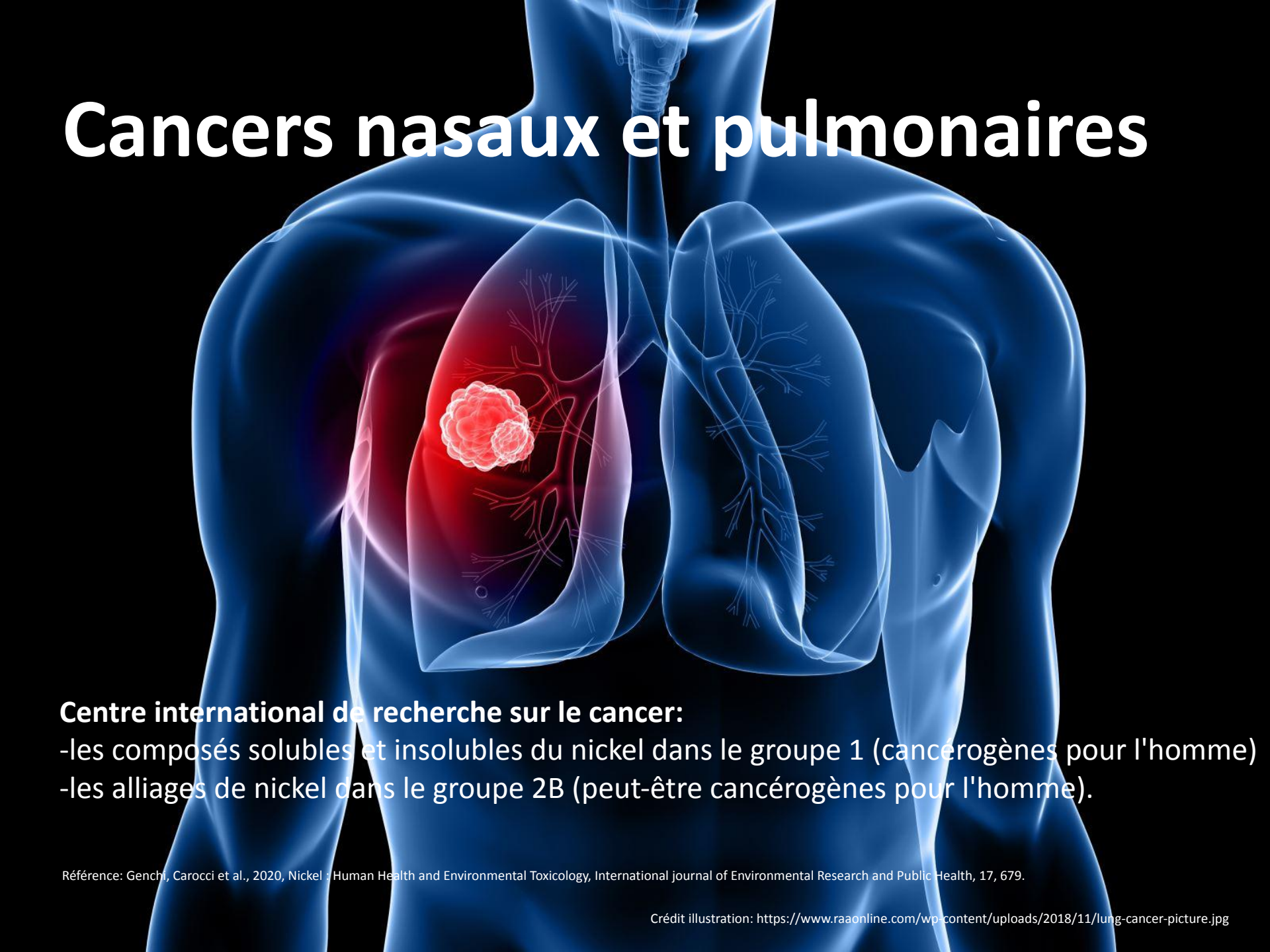
Crédit photo: Liane Mouchon

# Particules fines PM




Référence:
Kalkbrenner, Windham et al., Air Toxics in Relation to Autism Diagnosis, Phenotype, and Severity in a U.S. Family-Based Study. Environmental Health Perspectives, 12 Mar 2018, 126(3):037004, DOI: 10.1289/ehp1867

# Cancers nasaux et pulmonaires



**Centre international de recherche sur le cancer:**
-les composés solubles et insolubles du nickel dans le groupe 1 (cancérogènes pour l'homme)
-les alliages de nickel dans le groupe 2B (peut-être cancérogènes pour l'homme).

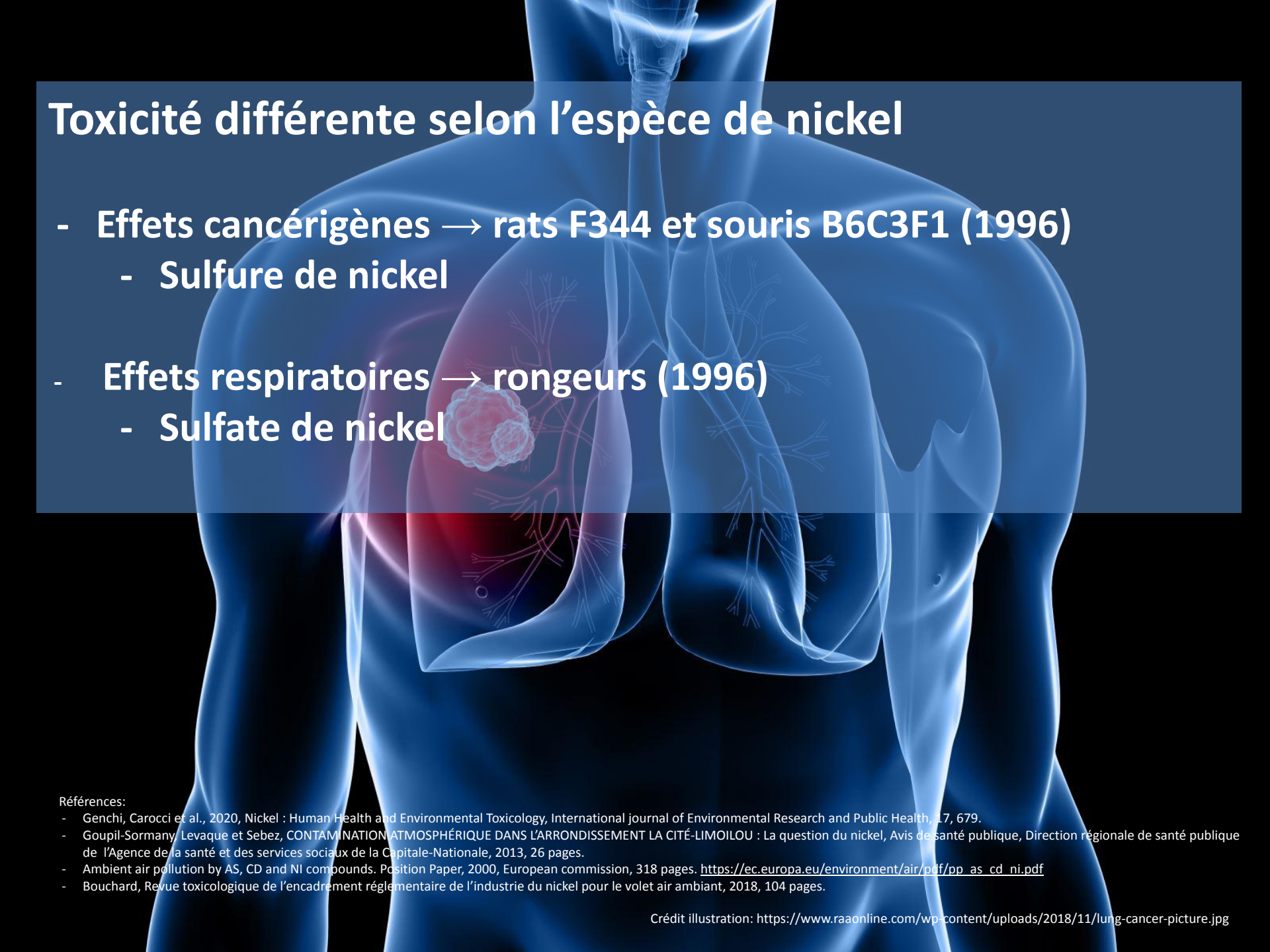
Référence: Genchi, Carocci et al., 2020, Nickel : Human Health and Environmental Toxicology, International journal of Environmental Research and Public Health, 17, 679.

Crédit illustration: https://www.raaonline.com/wp-content/uploads/2018/11/lung-cancer-picture.jpg

# Toxicité différente selon l'espèce de nickel

- Effets cancérigènes → rats F344 et souris B6C3F1 (1996)
  - Sulfure de nickel

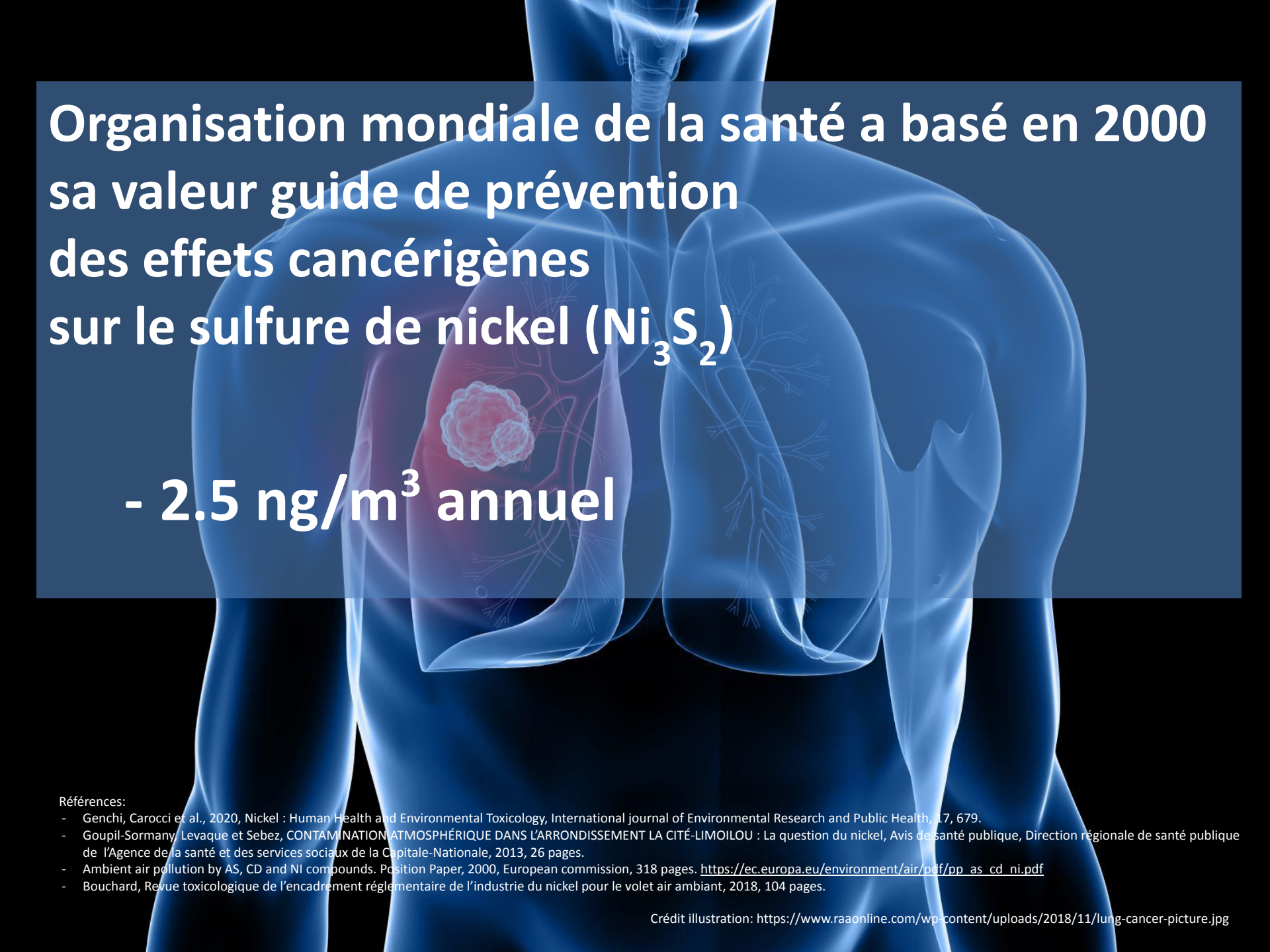
- Effets respiratoires → rongeurs (1996)
  - Sulfate de nickel




Références:

- Genchi, Carocci et al., 2020, Nickel : Human Health and Environmental Toxicology, International journal of Environmental Research and Public Health, 17, 679.
- Goupil-Sormany, Levaque et Sebez, CONTAMINATION ATMOSPHÉRIQUE DANS L'ARRONDISSEMENT LA CITÉ-LIMOILOU : La question du nickel, Avis de santé publique, Direction régionale de santé publique de l'Agence de la santé et des services sociaux de la Capitale-Nationale, 2013, 26 pages.
- Ambient air pollution by AS, CD and NI compounds. Position Paper, 2000, European commission, 318 pages. https://ec.europa.eu/environment/air/pdf/pp_as_cd_ni.pdf
- Bouchard, Revue toxicologique de l'encadrement réglementaire de l'industrie du nickel pour le volet air ambiant, 2018, 104 pages.


Crédit illustration: https://www.raaonline.com/wp-content/uploads/2018/11/lung-cancer-picture.jpg



# Organisation mondiale de la santé a basé en 2000 sa valeur guide de prévention des effets cancérigènes sur le sulfure de nickel ($Ni_3S_2$)

## - 2.5 ng/$m^3$ annuel


Références:

- Genchi, Carocci et al., 2020, Nickel : Human Health and Environmental Toxicology, International journal of Environmental Research and Public Health, 17, 679.
- Goupil-Sormany, Levaque et Sebez, CONTAMINATION ATMOSPHÉRIQUE DANS L'ARRONDISSEMENT LA CITÉ-LIMOILOU : La question du nickel, Avis de santé publique, Direction régionale de santé publique de l'Agence de la santé et des services sociaux de la Capitale-Nationale, 2013, 26 pages.
- Ambient air pollution by AS, CD and NI compounds. Position Paper, 2000, European commission, 318 pages. https://ec.europa.eu/environment/air/pdf/pp_as_cd_ni.pdf
- Bouchard, Revue toxicologique de l'encadrement réglementaire de l'industrie du nickel pour le volet air ambiant, 2018, 104 pages.


Crédit illustration: https://www.raaonline.com/wp-content/uploads/2018/11/lung-cancer-picture.jpg

**Scientific Committee on Toxicity, Ecotoxicity and the Environment (CSTEE) de la Commission européenne:**

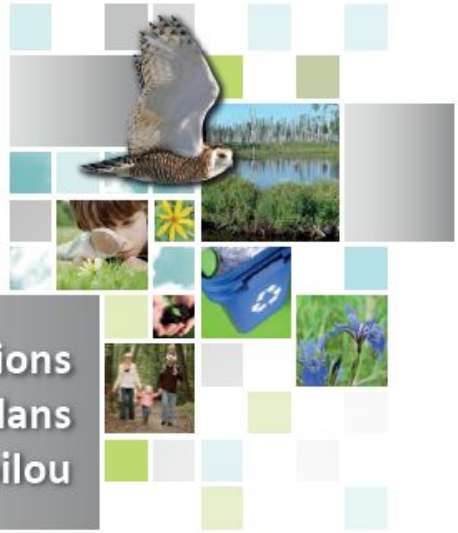
- **il existe des différences considérables dans le pouvoir cancérigène des différentes espèces de nickel présentes dans l'air ambiant, le sulfure de nickel, qui est le plus puissant, ne représentant que 10 % de la somme des espèces de nickel présentes dans l'air, d'après la quantité limitée de données disponibles. Le CSTEE conclut donc que la valeur limite de 20 ng Ni/$m^3$ proposée pour les effets non cancérigènes est également susceptible d'assurer une protection raisonnable de la population générale contre les effets cancérigènes des composés de nickel dans l'air ambiant.**


Références:

- Ambient air pollution by AS, CD and NI compounds. Position Paper, 2000, European commission, 318 pages. https://ec.europa.eu/environment/air/pdf/pp_as_cd_ni.pdf
- Bouchard, Revue toxicologique de l'encadrement réglementaire de l'industrie du nickel pour le volet air ambiant, 2018, 104 pages.
- Opinion on: Position Paper on Ambient Air Pollution by Nickel Compounds. Final Version October 2000. Opinion expressed at the 22nd CSTEE plenary meeting, Brussels, 6/7 March 2001.


Crédit illustration: https://www.raaonline.com/wp-content/uploads/2018/11/lung-cancer-picture.jpg

# Préoccupation 1



**Origine des concentrations élevées de nickel dans l'air ambiant à Limoilou**

Pierre Walsh, Ph. D., et Jean-François Brière, M. Sc.
Direction du suivi de l'état de l'environnement
18 avril 2013

- Spéciation sur filtres d'échantillonnage de l'air de la station des Sables;
  - **L'essentiel du nickel était sous forme de pentlandite, un sulfure de nickel et de fer.**

- Origine:
  - En conclusion, il apparaît très improbable que les concentrations élevées de nickel mesurées dans l'air de Limoilou puissent provenir d'une autre source que le transbordement et/ou l'entreposage du concentré de nickel dans le secteur Beauport du Port de Québec.

# Effets cancérigènes de la pentlandite

**- Mortalité due au cancer du poumon chez des mineurs de pentlandite de l'Ontario avec 15 ans ou plus depuis la première exposition**

| Mine | Nombre de mineurs | Durée de l'exposition (années) | Nombre observé de décès | Nombre estimé de décès basé les taux de mortalité en Ontario | Ratio de mortalité standardisé | Valeur de P |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Falconbridge (Ontario) | 4 656 | ≥ 5 | 46 | 29.07 | 1.58 | <0.01 |
| INCO (Ontario) | 23 452 | ≥ 25 | 129 | 96.29 | 1.34 | <0.001 |

- Deux études chez le rat : développement de **sarcomes** au site d'injection intramusculaire de sulfure de nickel et de fer $FeNi_4S_4^{+3}$. **Les taux de développement de sarcomes chez ces rats (8/10 et 15/15) étaient comparables aux groupes de rats injectés avec du sulfure de nickel (8/10 et 14/14).**
- Une des études rapporte que les **périodes de latence médianes étaient de 30 semaines pour le sulfure de nickel, mais seulement de 16 semaines pour le sulfure de nickel et de fer**. Les durées médianes de survie étaient de 39 et 32 semaines, respectivement.


- ICNCM, Report of the international committee on nickel carcinogenesis in man. Final report. 1990, Program Resources, Inc., Research Triangle Park, NC (USA). Scand J Work Environ Health 1990;16(1):1-82.
- https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK519249/#p257-bib309

# Effets cancérigènes de la pentlandite

- Études avec erreurs méthodologiques:
  - Étude en Ontario (1983) :
    - Conclusion: les mineurs de pentlandite pas plus à risque que mineurs de fer donc c'est la poussière et non le nickel
    - Erreur méthodologique: ils ont mis dans le même groupe mineurs de pentlandite et de cuivre versus mineurs de fer
  - Étude chez le hamster:
    - Conclusion: pas d'effet cancérigène de la pentlandite
    - Erreur méthodologique: groupe témoin positif avec sulfure de fonderie n'a pas développé de cancer non plus

→ **Principe de précaution**


- https://www.der.wa.gov.au/images/documents/our-work/consultation/air%20emissions/Guideline%20-%20Air%20emissions.pdf
- Muhle, H., et al., Chronic effects of intratracheally instilled nickel-containing particles in hamsters. Advances in environmental science and technology, 1992. 25: p. 467-479.

# Préoccupation 2: Revue de littérature
# Préoccupation 3: Modèle animal

- Inflammation vasculaire (humain) [1]
- Variation du rythme cardiaque (humain) [2]
- Athérosclérose (souris susceptible) [3]
- Hospitalisations cardiovasculaires (exposition aigüe chez l'humain) [4]


Références:

1. Liu, Urch et al., 2018. Metals and oxidative potential in urban particulate matter influence systemic inflammatory and neural biomarkers: A controlled exposure study, Environ Int. 121(Pt 2): 1331-1340.
2. Wu, Deng et al., Exposures to PM2.5 components and heart rate variability in taxi drivers around the Beijing 2008 Olympic Games, Science of the Total Environment 409 (2011) 2478–2485.
3. Kang, Gillespie et al., Long-term inhalation exposure to nickel nanoparticles exacerbated atherosclerosis in a susceptible mouse model, 2011, Environmental Health Perspectives, Vol 119, number 2, 176-18
4. Bell ML, Ebisu K, Peng RD, Samet JM, Dominici F. Hospital admissions and chemical composition of fine particle air pollution, 2009, Am J Respir Crit Care Med, 179(12): 1115-20.

# Système immunologique:

- Chez les **souris allergiques à l'albumin** l'exposition au NiO fut associée à des taux élevés d'IgE totales circulantes.
- L'altération de la chimie des voies respiratoires des asthmatiques (tissus malades) peut impliquer des mécanismes de toxicité différents de ceux des voies respiratoires des non-asthmatiques (tissus sains).

Roach, Surface area- and mass-based comparison of fine and ultrafine nickel oxide lung toxicity and augmentation of allergic response in an ovalbumin asthma model, Inhal Toxicol. 2019 July ; 31(8): 299–324. doi:10.1080/08958378.2019.1680775

# Chez le rat → passage du nez au cerveau:

## - gènes associés au cancer du cerveau

## - substances caractéristiques de la maladie d'Alzheimer chez rats susceptibles

Crédit photo: https://www.lepoint.fr/images/2016/09/30/5497417lpw-5497643-article-cerveau-neuroplanete-jpg_3829083_660x281.jpg


Références:

- Ljubimova, Braubach et al., Coarse particulate matter (PM2.5–10) in Los Angeles Basin air induces expression of inflammation and cancer biomarkers in rat brains, SCIENTIFIC REPORTS | (2018) 8:5708 | DOI:10.1038/s41598-018-23885-3
- Kim SH, Knight EM, Saunders EL et al. (2012) Rapid doubling of Alzheimer's amyloid-β40 and 42 levels in brains of mice exposed to a nickel nanoparticle model of air pollution [v1; ref status: indexed, http://f1000r.es/T5Rxeo] F1000Research 2012, 1:70 (doi: 10.12688/f1000research.1-70.v1)

# Préoccupation 4: Les enfants

**LE NICKEL EST UN CONTAMINANT ATMOSPHÉRIQUE TOXIQUE QUI A UN IMPACT DISPROPORTIONNÉ SUR LES ENFANTS.[5]**

- Diminution de la fonction pulmonaire [1]
- Asthme [2]
- Augmentation de la pression artérielle [3]
- Autisme [4]

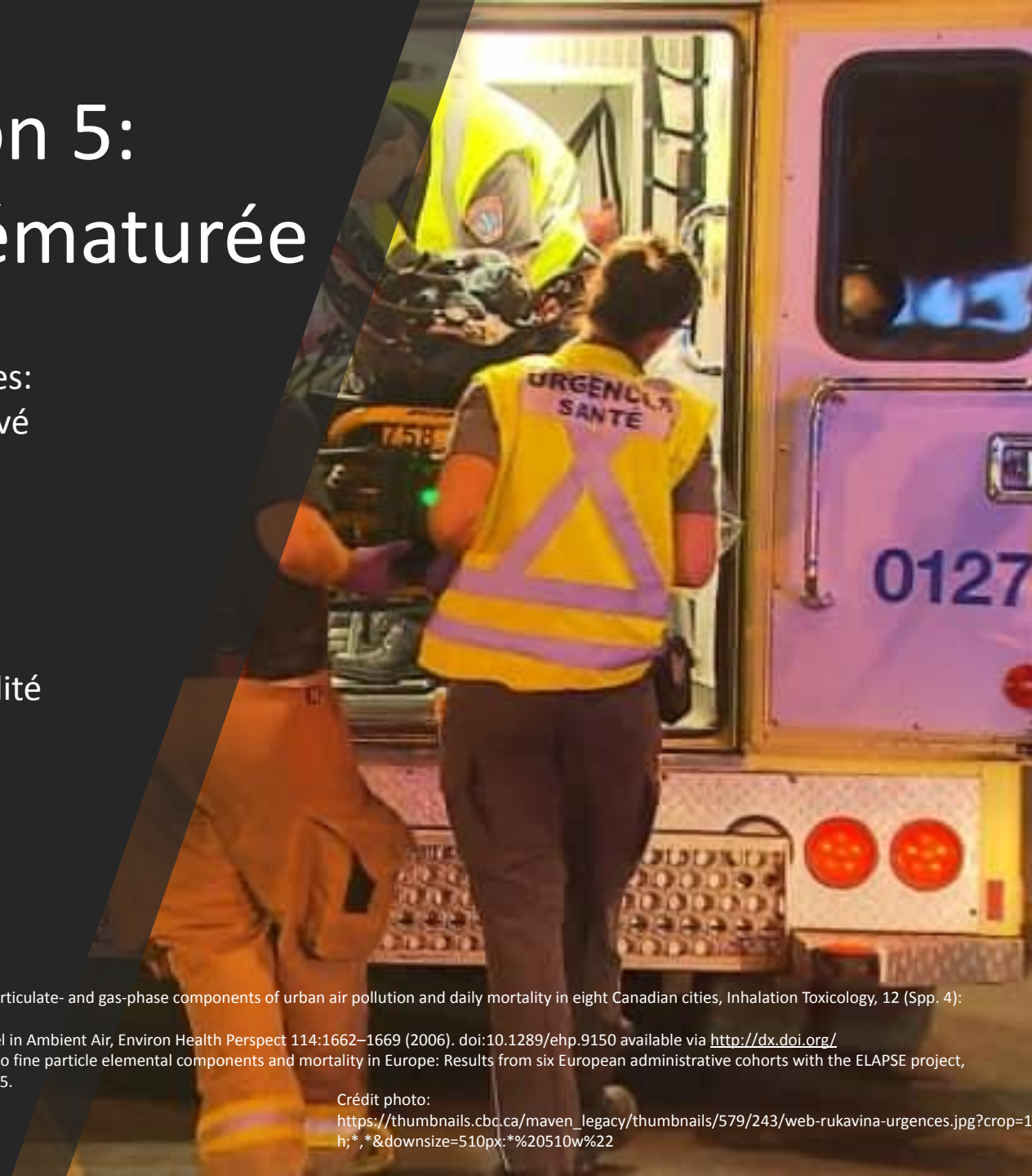
Or, rats et souris dans études NTP âgés de sept semaines au début → pubères → jeunes adultes [6-8]


Références:

1. Huang, Chang et al., Metal composition of ambient PM2.5 influences the pulmonary function of schoolchildren: A case study of school located nearby of an electric arc furnace factory, Toxicology and Industrial Health, 2018, Vol. 3494), 253-261.
2. Rosa, Benedetti et al., 2016, Association between personal exposure to ambient metals and respiratory disease in Italian adolescents: a cross-sectional study, BMC Pulmonary medicine, 16: 6.
3. Zanobetti, Coull, et al., Ambient Particle Components and Newborn Blood Pressure in Project Viva, J Am Heart Assoc. 2021;10:e016935. DOI: 10.1161/JAHA.120.016935
4. Windham, Zhang et al., Autism Spectrum Disorders in Relation to Distribution of Hazardous Air Pollutants in the San Francisco Bay Area, Environ Health Perspect 114:1438-1444 (2006). doi:10.1289/ehp.9120 disponible via http://dx.doi.org/
5. Nickel Reference Exposure Levels, OFFICE OF ENVIRONMENTAL HEALTH HAZARD ASSESSMENT, 2012, 193 pages.
6. Sengupta, The Laboratory Rat: Relating Its Age With Human's, Int J Prev Med. 2013 Jun; 4(6): 624–630.
7. Adami Andreollo, Freitas dos Santos, et al., Rat's age versus human's age: what is the relationship? Arq Bras Cir Dig, Jan-Mar 2012;25(1):49-51. doi: 10.1590/s0102-67202012000100011.
8. Dutta et Sengupta, Review article Men and mice: Relating their ages, Life Sciences, Volume 152, 1 May 2016, Pages 244-248.

# Préoccupation 5: Mortalité prématurée

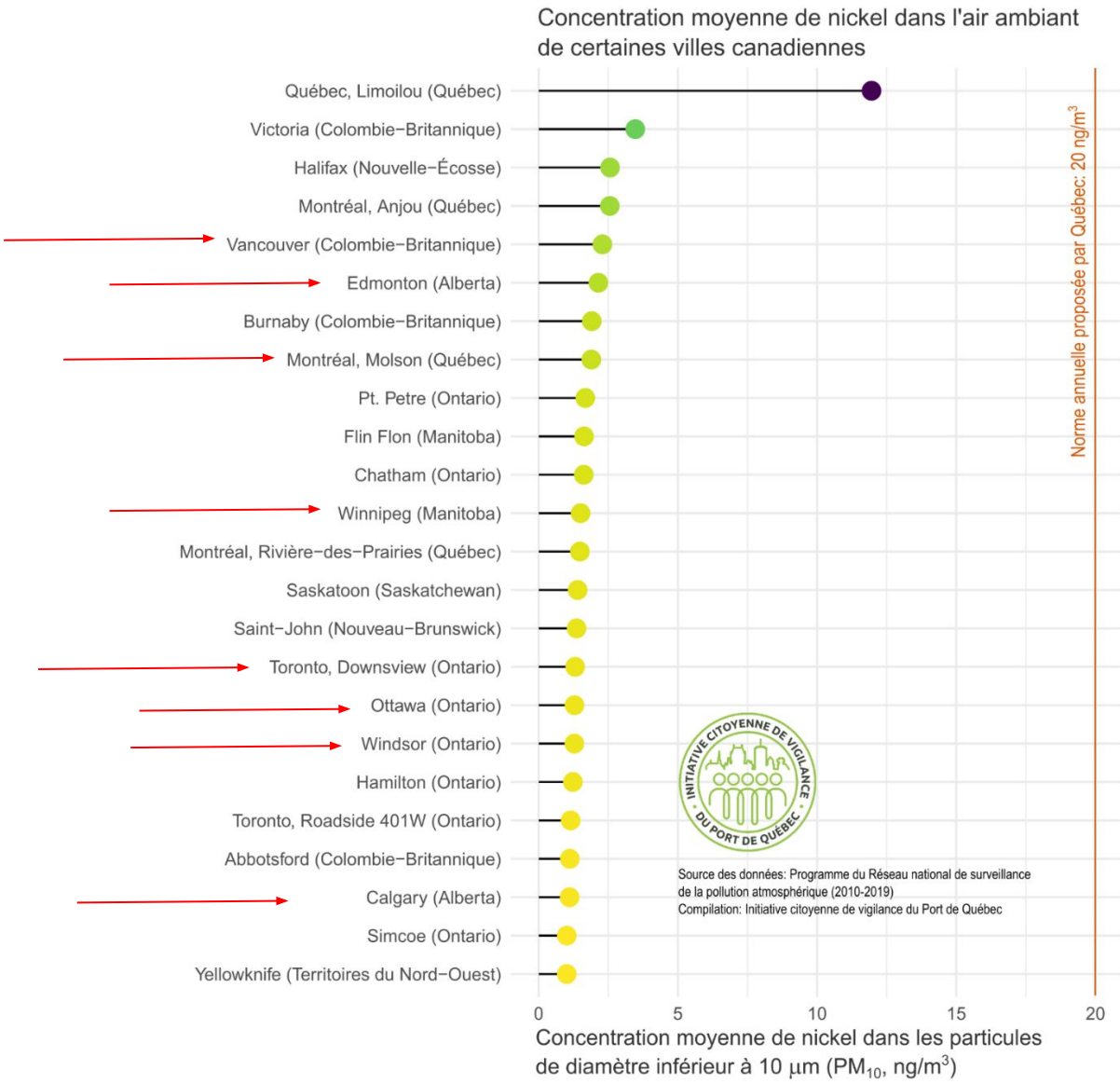
- Dans 8 villes canadiennes: Les chercheurs ont trouvé une association positive statistiquement significative entre une augmentation de la concentration de nickel dans les PM et la mortalité non-accidentelle. [1]
- États-Unis [2]
- Europe [3]



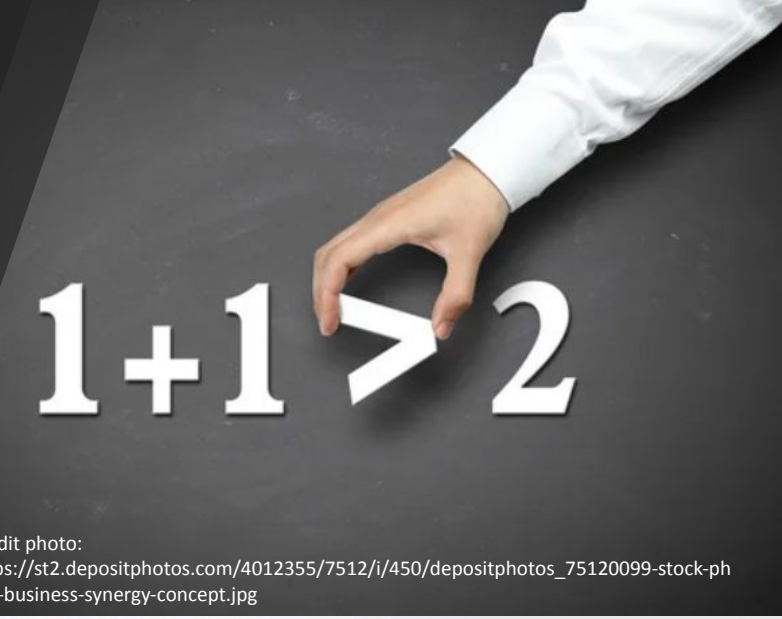

Références:
1. Burnett, Brook et al, 2000. Association between particulate- and gas-phase components of urban air pollution and daily mortality in eight Canadian cities, Inhalation Toxicology, 12 (Spp. 4): 15-39.
2. Lippmann, Ito et al., Cardiovascular Effects of Nickel in Ambient Air, Environ Health Perspect 114:1662–1669 (2006). doi:10.1289/ehp.9150 available via http://dx.doi.org/
3. Rodopoulou, Stafoggia et al., Long-term exposure to fine particle elemental components and mortality in Europe: Results from six European administrative cohorts with the ELAPSE project, Science of the Total Environment 809, 2022, 152205.

Crédit photo:
https://thumbnails.cbc.ca/maven_legacy/thumbnails/579/243/web-rukavina-urgences.jpg?crop=1
h;*,*&downsize=510px:*%20510w%22

# À des concentrations très faibles de nickel



# Préoccupation 6: Synergie




Crédit photo:
https://st2.depositphotos.com/4012355/7512/i/450/depositphotos_75120099-stock-photo-business-synergy-concept.jpg

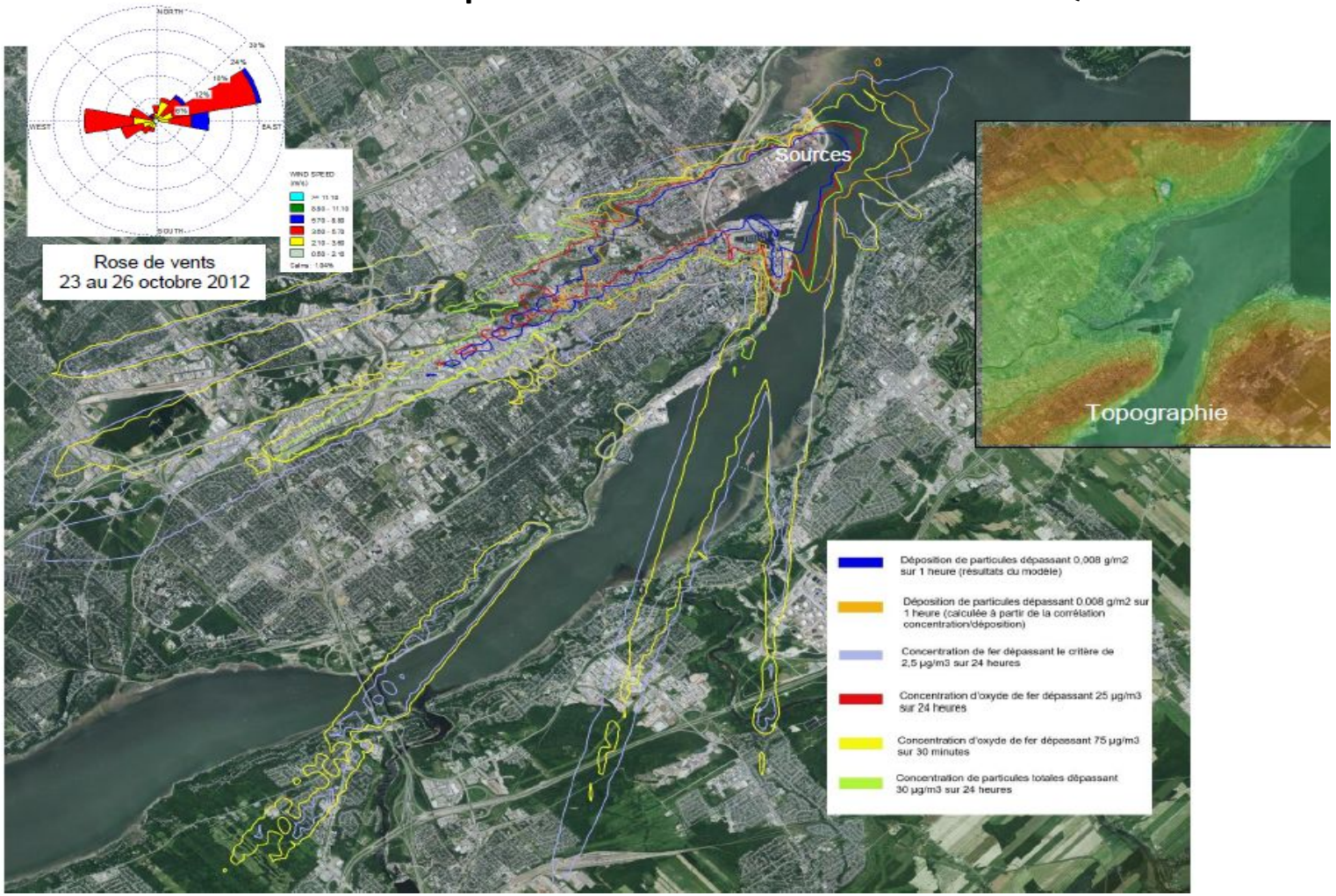
- Rats ont été exposés à :
  - Vanadium : **0**
  - Nickel: **+**
  - Nickel et vanadium : **+++**

Référence:
Campen, Nolan et al., Cardiovascular and Thermoregulatory Effects of Inhaled PM-Associated Transition Metals: A Potential Interaction between Nickel and Vanadium Sulfate, TOXICOLOGICAL SCIENCES 64, 243–252 (2001).

Crédit photo: https://images.freeimages.com/images/large-previews/343/synergy-1564658.jpg

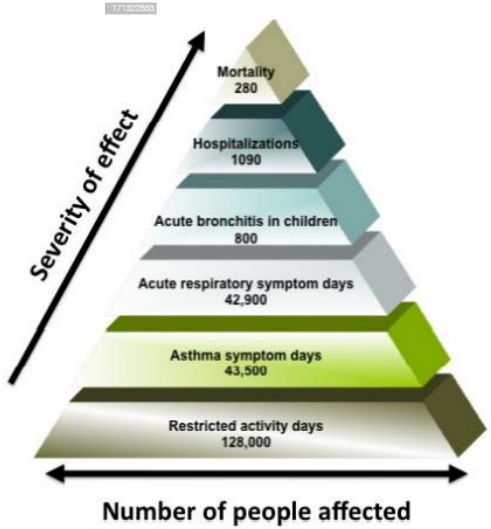
# Préoccupation 7: Caractérisation de la pollution

**Étude de la dispersion atmosphérique pour déterminer le territoire affecté par les activités à la manipulation du minerai de fer au Port de Québec**




Dionne, Estimation des taux d'émission de particules et étude de la dispersion atmosphérique pour déterminer le territoire affecté par les activités d'Arrimage du St-Laurent au port de Québec concernant la déposition de poussière perçue le 26 octobre 2012, Dans le cadre du recours collectif Lalande et Duchesne c. Compagnie d'arrimage de Québec et Administration portuaire de Québec, No 200-06-000157-134. Rapport #026-031, 12 février 2016, 144 pages.

# Coûts associés à la pollution de l'air




- Valeur des impacts sanitaires de la pollution de l'air :
  - **30 milliards$ par an au Québec**

- Au prorata des décès prématurés et population, la valeur estimée des coûts sanitaire de la pollution atmosphérique actuelle dans les arrondissements de la Cité-Limoilou et Beauport est d'environ **785 millions$ par an.**

- Laurentia: Un accroissement de 4.2% par rapport à la valeur initiale de PM2.5 annuel aurait équivalu à une valeur économique d'environ **33 millions$ par an**.

- Retrait du plomb dans l'essence en 1980 = ↑ du QI de 2-5 points aux ÉU = ↑ productivité nationale = bénéfice économique global de 6 trillion$

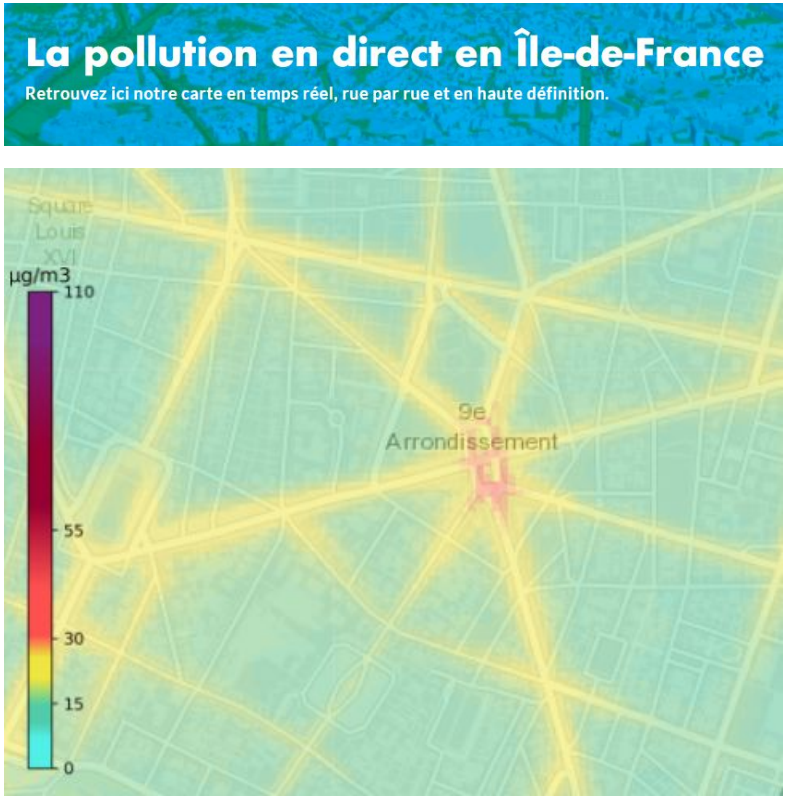
Références:
- https://www.researchgate.net/publication/265642951_Path_to_Healthier_Air_Toronto_Air_Pollution_Burden_of_Illness_Update/link/541749b80cf2218008bee2aa/download
- Les impacts sur la santé de la pollution de l'air au Canada, Estimation de la morbidité et des décès prématurés, Rapport 2021, Santé Canada, Publ. : 200424, 62 pages.
- https://www.ville.quebec.qc.ca/apropos/portrait/quelques_chiffres/ville/index.aspx
- Association québécoise des médecins pour l'environnement, Mémoire déposé à l'Agence d'évaluation d'impact du Canada dans le cadre de la consultation publique sur le Projet Laurentia, 2020, 25 pages
- La commission Lancet sur la pollution et la santé, Landrigan, Fuller et al., Publié en ligne le 9 octobre 2017 http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32345-0.

# Les Solutions?

Crédit photo: Liane Mouchon

# Les Solutions?

- **Caractérisation:**
  - Liste exhaustive, niveaux, distribution, sources, espèces
  - Synergie
  - Impacts sanitaires
  - Coûts
  - Accessibilité et transparence
- **Règlementation:**
  - Adopter les normes de l'OMS
  - Abaisser la norme nickel annuelle à 3 ng/m$^3$ et la norme 24 hres à 14 ng/m$^3$
  - Appliquer les normes
  - Amendes dissuasives
  - **Principe de précaution**
  - **Principe de non régression**



# IMPROVING HEALTH BY DESIGN IN THE GREATER TORONTO-HAMILTON AREA

## 1 THE SITUATION
WE HAVE A BIG PROBLEM.

The negative impacts of our built environment are already being felt in multiple ways. With an expected increase of an additional 2.2 million people in the GTHA, unless we change how we design communities, these negative impacts will become even worse.

### TRAFFIC CONGESTION COMMUTE TIMES

### ECONOMIC COST OF LOST PRODUCTIVITY

### TOTAL TRANSPORTATION GREENHOUSE GAS EMISSIONS

### TRAFFIC RELATED AIR POLLUTION

*PM2.5: small particulate matter

### INACTIVITY & OBESITY
$4 Billion/year
Direct & indirect costs

### INACTIVITY
12,500
New cases of Diabetes/year

### DIABETES

## 2 CHANGE
INVESTMENT.

Implementing The Big Move and Healthy Complete Communities provides a path to address the problems we face. Achieving the needed improvements in our built environment will require sustained investment and changes in how we design communities.

### THE BIG MOVE

The Big Move is an existing plan for improving transportation and transit in the GTHA.

### HEALTHY COMPLETE COMMUNITIES

Healthy complete communities support walking, cycling and transit use providing convenient access to an appropriate mix of jobs, local services, and a full range of housing and community infrastructure.

## 3 THE FUTURE
THE BENEFITS.

There are multiple benefits that would be realized with achieving healthy complete communities with greater walking, cycling and use of public transit.

### TRAFFIC CONGESTION COMMUTE TIMES

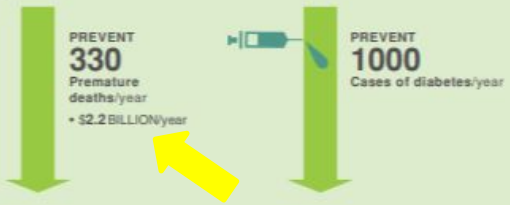
### NET ECONOMIC BENEFIT

(Not including benefits to health)

### TOTAL TRANSPORTATION GREENHOUSE GAS EMISSIONS

### REDUCED MUNICIPAL INFRASTRUCTURE COSTS
38% UPFRONT COSTS
14% ONGOING COSTS

### INCREASED PHYSICAL ACTIVITY & REDUCED AIR POLLUTION




https://www.toronto.ca/legdocs/mmis/2014/hl/bgrd/backgroundfile-69503.pdf

# Les Solutions?

- **Transports:**
  - **Transport en commun électrifié**
  - **Réseaux de transports actifs**
  - **Moratoire sur autoroutes urbaines (3$^{e}$ lien)**
  - **Reconversion des autoroutes urbaines en boulevards urbains**
  - **Interdiction des véhicules au diésel**
  - **Interdiction de publicité des véhicules énergivores**
  - **Autos électriques mais : PM, sédentarisme, espace urbain, pollution aux métaux lourds**
  - **Camions électriques**
  - **Locomotives moins polluantes**
  - **Bateaux moins polluants**
  - **Bornes électriques pour bateaux**

Crédit: Ville de Québec

Références:
- Impacts on air pollution and health by changing commuting from car to bicycle, Christer Johansson 1, Boel Lövenheim 2, Peter Schantz 3, et al. Sci Total Environ. 2017 Apr 15;584-585:55-63. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.01.145.
-Air Quality and Exercise-Related Health Benefits from Reduced Car Travel in the Midwestern United States, Maggie L. Grabow, Scott N. Spak, et al., volume 120 | number 1 | January 2012 • Environmental Health Perspectives, 68-76.

# Les Solutions?

- **Industries polluantes:**
  - **Délocalisation**
  - **Manutention sous couvert jusqu'au point de chargement**
  - **Conteneurisation**
  - **Filtres à particules fines et ultrafines**
  - **Réduction et contrôle des matières résiduelles**
- **Prévention des pics de pollution:**
  - **Modélisation**
  - **Si modèle prédit un pic: mesures en place selon le pic prévu (transport collectif gratuit, diminution de la vitesse sur autoroutes, alternance des plaques, etc.)**

# Les Solutions?

- **Verdissement urbain:**
  - **Canopée d'au moins 40%**
  - **Espaces verts (au moins 12% du territoire urbanisé)**

**Référence:**
- www.jevotepourmasante.org

# Impact sur le développement de la Basse-Ville

ACCUEIL | POLITIQUE | POLITIQUE MUNICIPALE | ÉLECTIONS QUÉBEC 2022

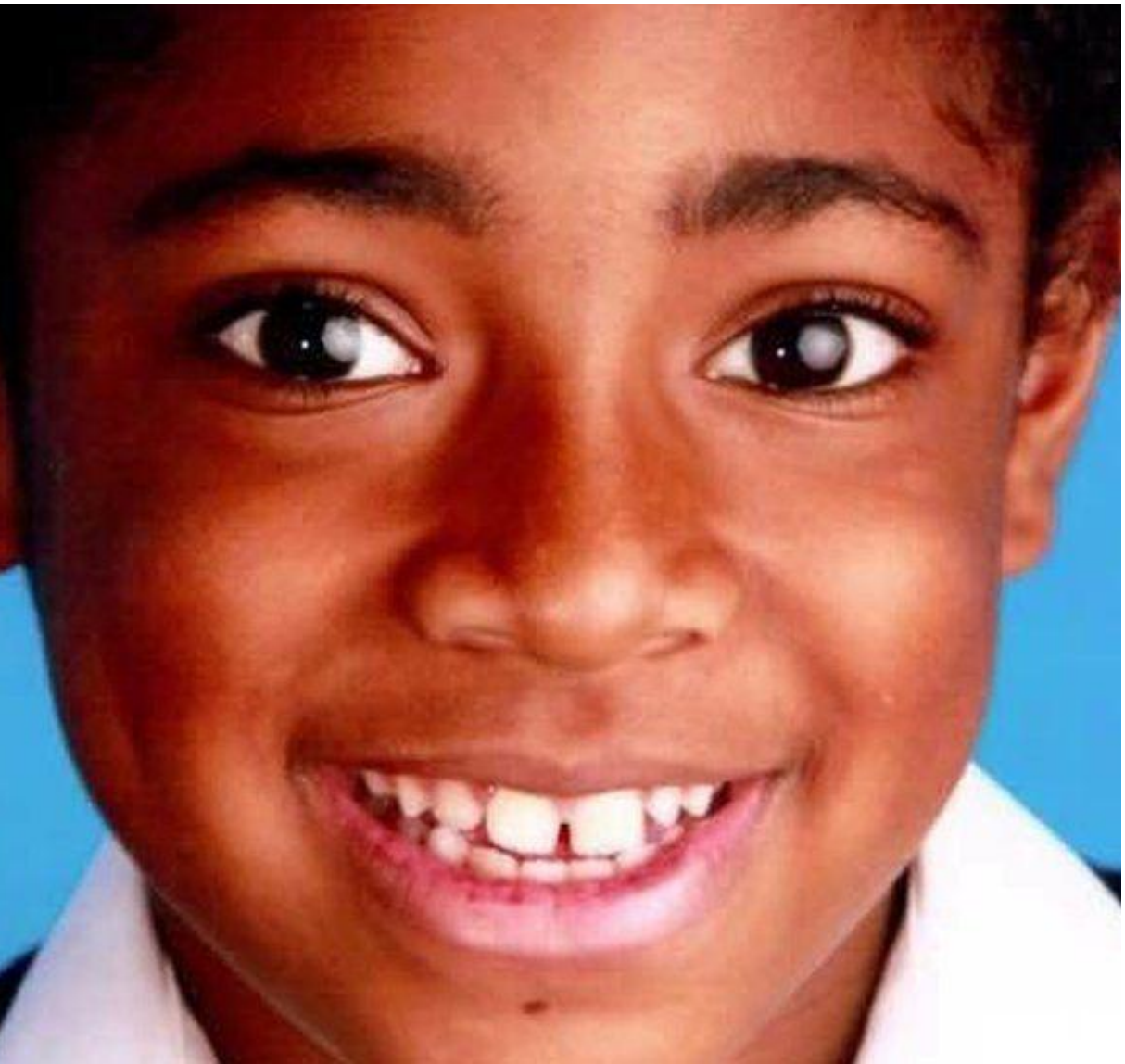
## Marchand veut que les partis s'engagent à développer le secteur est

La Ville de Québec souhaite aménager une zone d'innovation technologique destinée au développement durable dans le secteur du littoral est (archives).

PHOTO : ARCHIVES DE LA VILLE DE QUÉBEC

Source: Radio-Canada

# Des êtres humains derrière les statistiques



- Décembre 2020: Une fillette de neuf ans, décédée à la suite d'une crise d'asthme, est devenue la première personne au Royaume-Uni à voir la pollution atmosphérique inscrite comme cause de son décès.
- Lien entre hospitalisations et pics de polluants

Références:
https://www.bbc.com/news/uk-england-london-55330945
https://www.bbc.com/news/uk-england-london-47255859

# GROUPE DE TRAVAIL SUR LES CONTAMINANTS ATMOSPHÉRIQUES

Présenté par
l'Administration portuaire de Québec

Le 26 septembre 2022

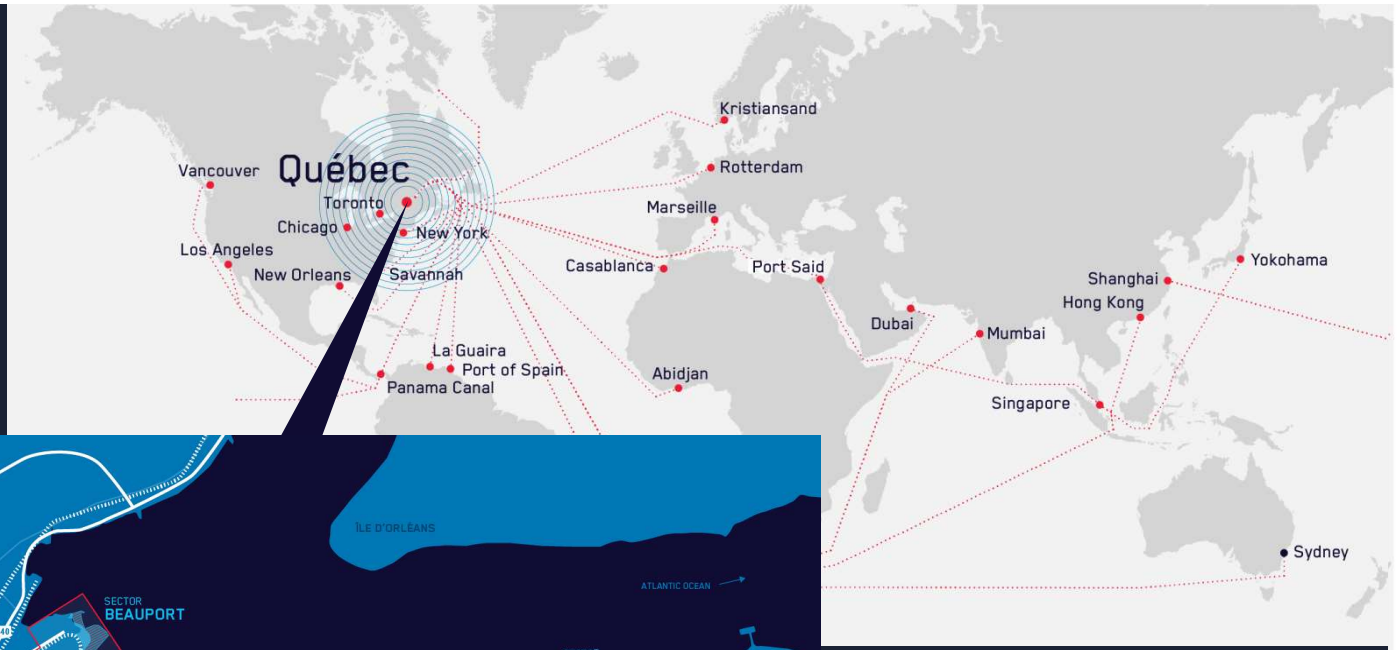
PORT QUÉBEC

# LE PORT DE QUÉBEC

# UN PORT AU CŒUR DE LA VILLE

PORT QUÉBEC

# TERRITOIRE PORTUAIRE



493 **HECTARES**
35 km$^2$ **DE PLAN D'EAU**

5 SECTEURS

11 TERMINAUX DÉDIÉS

3 TERMINAUX MULTIFONCTIONNELS

PORT QUÉBEC

# LE PORT DE QUÉBEC EN BREF

ORGANISME AUTONOME À GOUVERNANCE PARTAGÉE

CONNEXIONS FERROVIAIRES ET ROUTIÈRES

CARGAISONS ANNUELLES DE 20 MILLIARDS DE DOLLARS

CAPACITÉ D'ACCUEIL DE GROS NAVIRES

ACCÈS À DEUX CHEMINS DE FER

SERVICES MARITIMES COMPLETS

RÉSERVE FONCIÈRE

28 MILLIONS DE TONNES

L'UN DES 5 PORTS CANADIENS EN IMPORTANCE

UN MARCHÉ DE PLUS DE 100 MILLIONS DE CONSOMMATEURS

PLUS DE 1 000 NAVIRES PAR ANNÉE

230 000 VISITEURS PAR ANNÉE

PORT QUÉBEC

# UN PORT BALANCÉ ENTRE IMPORTS ET EXPORTS

ACTIVITÉS COMMERCIALES

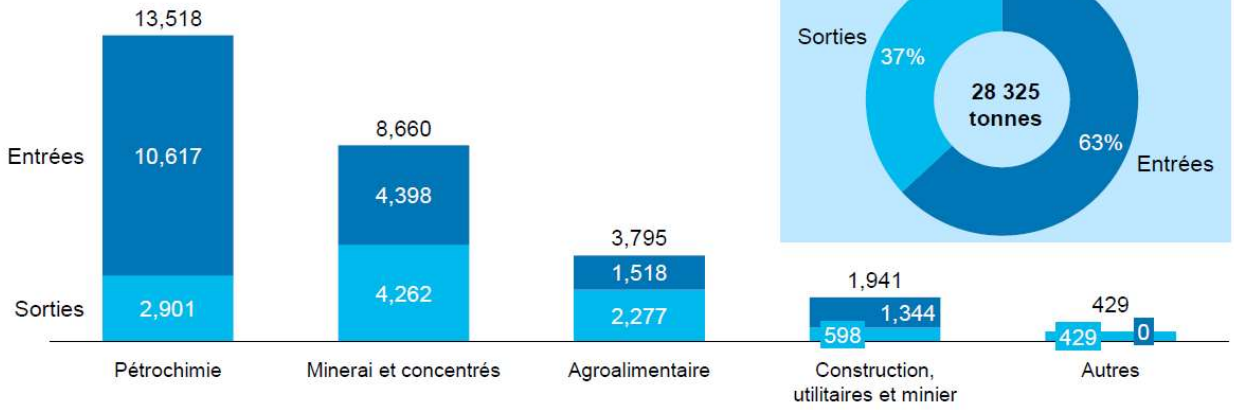
## Le Port de Québec, la porte d'entrée de plusieurs marchandises critiques

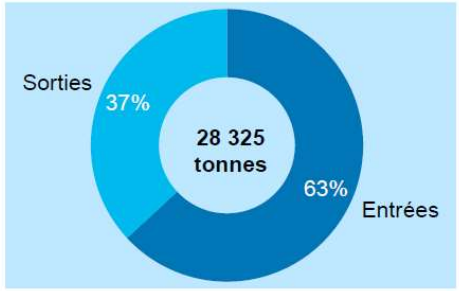
Le Port de Québec est principalement un port de transbordement, alors que les marchandises qui y transigent ne sont pour la plupart pas consommées ou produites dans la région

– Si l'on ne tient pas compte des tonnages liés aux opérations de la raffinerie de Valero, le Port de Québec est un lieu où l'on observe presque une parité entre imports et exports.

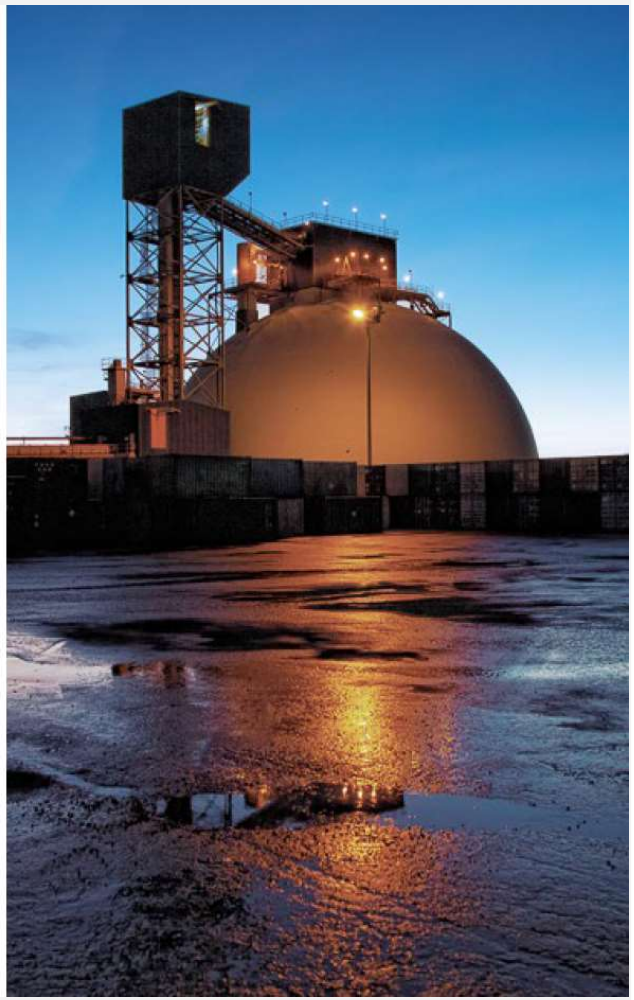
**Entrées et sorties de tonnage par industrie en 2021**

*2021, APQ, en milliers de tonnes*



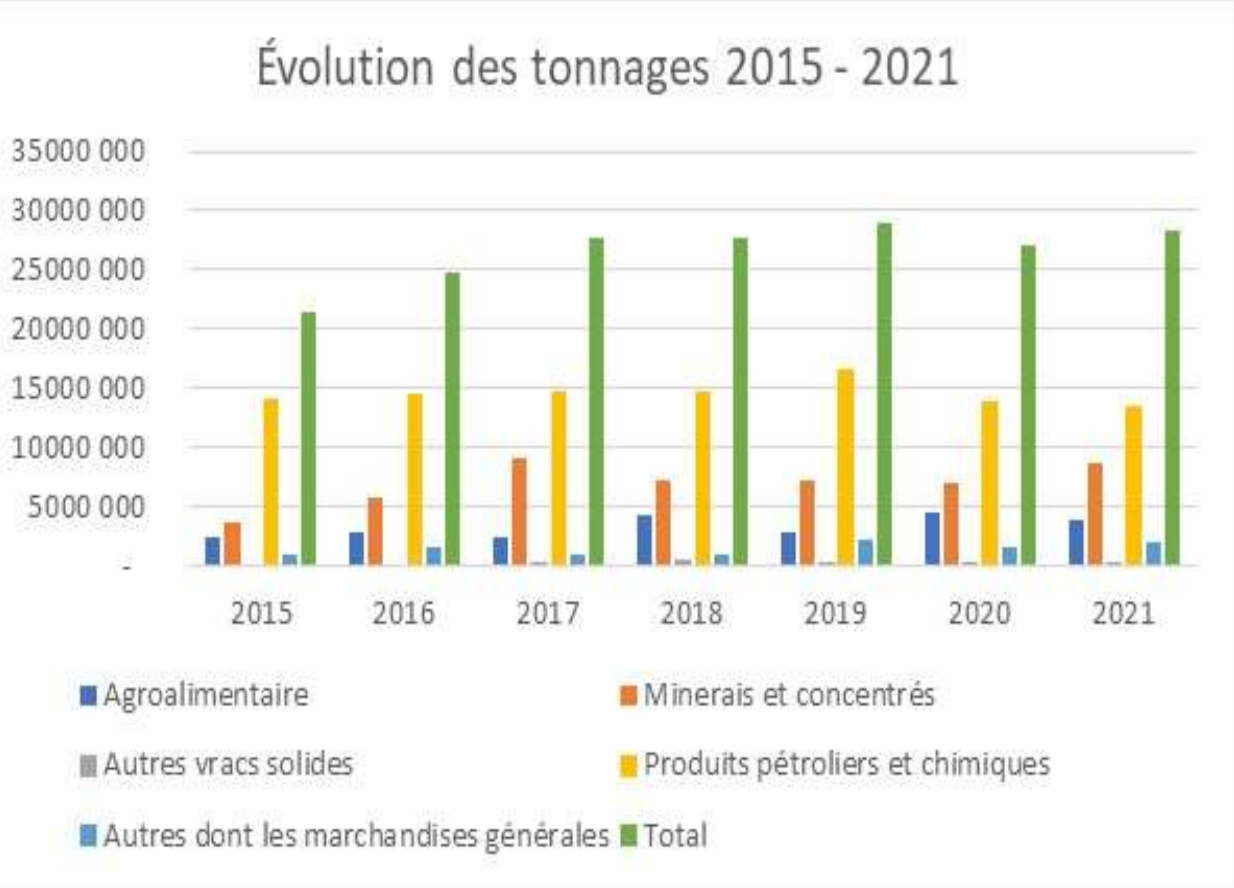




**Le Port de Québec est un port de transbordement dont le modèle d'affaires est éprouvé et qui se trouve dans une position stratégique au niveau géographique de par son statut de port en eau profonde le plus au cœur du continent.**



PORT QUÉBEC

# UN PORT DIVERSIFIÉ




- Produits pétroliers
- Minerai de fer
- Céréales
- Nickel
- Ferraille
- Granules de bois
- Sucre
- Engrais
- Acier

Et bien d'autres produits

PORT QUÉBEC

# BEAUPORT

PORT QUÉBEC

# LE SECTEUR DE BEAUPORT

**90** hectares de terrain portuaire

**6** principaux secteurs d'activité

- Chimique
- Recyclage
- Mines et minéraux
- Énergie
- Sidérurgie
- Construction

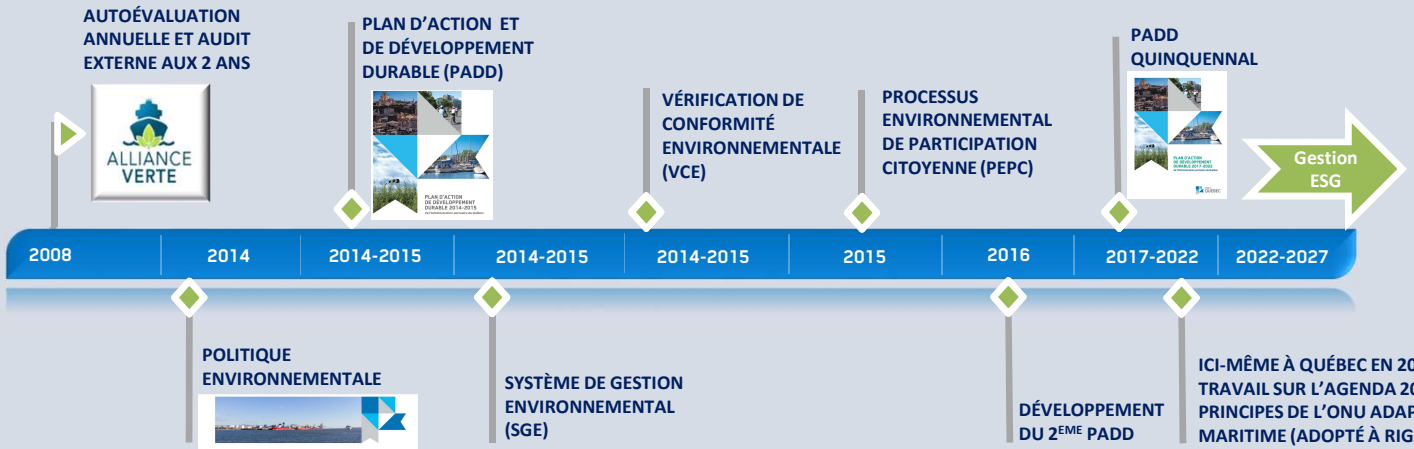
**5** terminaux portuaires

QSL IMTT Vopak GLENCORE béton provincial

- ✓ Volume total en transit à Beauport en 2021 : 11,4 millions de tonnes (m.t.)
- ✓ En chargement : 5,3 m.t.
- ✓ En déchargement : 6,1 m.t

PORT QUÉBEC

# LA GESTION ENVIRONNEMENTALE AU PORT DE QUÉBEC




- ✓ Membre fondateur de l'Alliance verte qui est maintenant présente aux États-Unis et en Europe
- ✓ L'APQ est l'une des premières organisations à obtenir une évaluation de 5 sur 5 dans 5 des 6 critères audités
- ✓ Autre certification en analyse : ISO-14001
- ✓ Le Port s'inscrira en 2022 comme l'un des premiers ports canadiens à faire une déclaration volontaire selon le Global Reporting Initiative (GRI)

## ALLIANCE VERTE ET LE PORT DE QUÉBEC

## ÉVALUATION 2021 DES ADMINISTRATIONS PORTUAIRES CANADIENNES (APC)

| ADMINISTRATIONS PORTUAIRES | GES ET POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES | PRÉVENTION DES FUITES | MANUTENTION ET ENTREPOSAGE DU VRAC SOLIDE | HARMONISATION DES USAGES | LEADERSHIP ENVIRONNEMENTAL | GESTION DES MATIÈRES RÉSIDUELLES | BRUIT SOUS-MARIN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Administration portuaire de Belledune | 1 | 2 | n.a. | 1 | 2 | 2 | 1 |
| Administration portuaire de Halifax | 5 | 5 | n.a. | 4 | 5 | 5 | 2 |
| Adm. portuaire de Hamilton-Oshawa (Hamilton) | 3 | 4 | n.a. | 4 | 4 | 4 | n.a. |
| Adm. portuaire de Hamilton-Oshawa (Oshawa) | 3 | 2 | n.a. | 4 | 3 | 3 | n.a. |
| Administration portuaire de Montréal | 5 | 5 | n.a. | 5 | 5 | 5 | n.a. |
| Administration portuaire de Nanaïmo | 3 | 2 | n.a. | 2 | 4 | 2 | 2 |
| Administration portuaire de Port Alberni | 2 | 2 | n.a. | 2 | 2 | 3 | 1 |
| Administration portuaire de Prince Rupert | 4 | 5 | n.a. | 5 | 5 | 4 | 3 |
| Administration portuaire de Québec | 5 | 5 | n.a. | 5 | 5 | 5 | n.a. |
| Administration portuaire de Sept-Îles | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 2 |
| Administration portuaire de St. John's, NL | 2 | 2 | n.a. | 4 | 3 | 2 | 2 |
| Administration portuaire de Thunder Bay | 3 | 2 | n.a. | 2 | 3 | 2 | n.a. |
| Administration portuaire de Trois-Rivières | 3 | 5 | n.a. | 4 | 4 | 2 | n.a. |
| Administration portuaire de Vancouver Fraser | 5 | 4 | n.a. | 5 | 5 | 3 | 5 |
| Administration portuaire de Windsor | 2 | 3 | n.a. | 5 | 3 | 2 | n.a. |
| Administration portuaire du Saguenay | 3 | 5 | n.a. | 5 | 3 | 2 | 2 |

- Le Port de Québec est la seule APC à avoir obtenu la cote de 5 dans chacun des critères évalués pour la 4e année consécutive

# MANDAT ENVIRONNEMENT

- Conformité environnementale
- Gestion environnementale
- Protection de l'environnement
- Gouvernance
- Communication

POLITIQUE ENVIRONNEMENTALE

Pour l'Administration portuaire de Québec (APQ), la gestion de l'environnement est plus qu'une obligation, c'est une responsabilité citoyenne ainsi qu'une priorité d'entreprise, que nous consolidons en tant que valeur d'entreprise. Celle-ci reconnaît que l'avenir à long terme du port et des collectivités environnantes à l'exercice de ses activités dépend de sa performance environnementale.

À cet égard, tel que défini dans sa politique de développement durable, l'APQ s'est donné comme objectif de poursuivre l'amélioration constante de sa performance environnementale sur l'ensemble de son territoire.

**L'Administration portuaire de Québec s'engage à**

**Conformité environnementale**

- Agir en conformité tout en visant d'aller au-delà de nos obligations et autres exigences auxquelles l'APQ souscrit.
- Recourir à des vérifications externes de conformité environnementale, et ce, sur l'ensemble de son territoire.

**Gestion environnementale**

- Développer et maintenir un système de gestion environnementale (basé sur la norme ISO 14001).
- Réaliser et actualiser une analyse des risques environnementaux des activités sur le territoire du port.
- Privilégier l'innovation, l'amélioration continue par l'intégration de technologies et d'équipements, de même que le développement et l'adoption de bonnes pratiques environnementales reconnues.
- En respect de notre procédure d'évaluation environnementale, identifier et gérer le risque pour l'environnement associé aux différents projets et mettre en place les mesures d'atténuation appropriées afin de minimiser les impacts environnementaux.

**Protection de l'environnement**

- Appliquer et faire la promotion des principes inhérents à la prévention de la pollution et de respect de la communauté, tant dans le cadre de nos activités, que de celles des utilisateurs.
- Signaler, corriger et effectuer le suivi des incidents environnementaux de manière à éviter leur récurrence.

**Gouvernance**

- Déployer des ressources et acquérir de l'expertise en cohérence avec l'engagement d'amélioration continue.
- Encourager l'application des principes et la mise en place d'actions favorisant une meilleure performance environnementale.
- Promouvoir une culture portuaire de gestion responsable et d'amélioration continue en protection de l'environnement.

**Communication**

- Diffuser cette politique environnementale aux employés, aux clients ainsi qu'au public.
- Faire une reddition de comptes de notre performance au moyen d'indicateurs de performance.

Mario Girard
**Président-directeur général**

21 Novembre 2014

# MANDAT ENVIRONNEMENT – CONFORMITÉ ENVIRONNEMENTALE

- **Environnement réglementaire (juridiction fédérale) [1] :**
  - **Loi maritime du Canada**
  - **Loi canadienne sur la protection de l'environnement**
  - **Loi sur les pêches**
  - **Loi sur les produits dangereux**
  - **Loi sur le transport de marchandises dangereuses**
- **Les règlements provinciaux et municipaux sont audités à titre de guide**
- **Évaluation systématique de la conformité des installations et des opérations (lois, normes et bonnes pratiques)**
  - ✓ 1er cycle (2014-2016), 15 VCE complétées et plans d'action suivi
  - ✓ 2e cycle (2018-2022) en cours, 13 VCE complétées et suivi des plans d'actions en cours
  - ✓ Priorisation des non-conformités
    - 1: réglementé au fédéral ou avec impact immédiat sur l'environnement
    - 2: réglementé au provincial ou municipal sans impact immédiat sur l'environnement
    - 3: bonnes pratiques
  - ✓ Suivi et accompagnement auprès des utilisateurs

**[1] Procureure générale du Québec c. IMTT-Québec Inc. :**

✓ La Cour supérieure a conclu que le site actuel des installations d'IMTT appartient au gouvernement du Canada et qu'IMTT est une entreprise de juridiction fédérale. La Loi sur l'environnement ne s'applique pas à cette entreprise : les dispositions invoquées « sont constitutionnellement inopérantes par rapport aux activités et installations d'IMTT », selon la Cour

✓ La Cour d'appel avait toutefois indiqué que les lois et les règlements provinciaux visant le contrôle des contaminants s'appliquent au Port de Québec, *« en principe, jusqu'à preuve du contraire »*

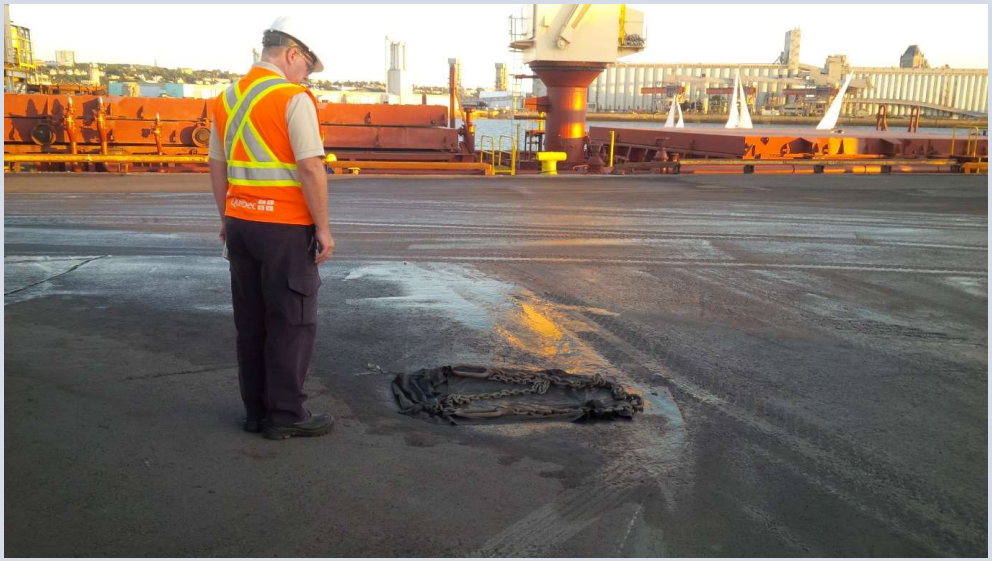
# MANDAT ENVIRONNEMENT – GESTION ENVIRONNEMENTALE

- ✓ Système basé sur ISO-14001

- ✓ Principaux domaines d'intervention :
  - ✓ Gestion des eaux : surfaces, souterraines, potable, baignade, etc.
  - ✓ Gestion de la qualité de l'air
  - ✓ Gestion des GES et impacts des changements climatiques
  - ✓ Gestion des sols et des sédiments
  - ✓ Gestion des nuisances sonores
  - ✓ Biodiversité : faune et flore
  - ✓ GMR
  - ✓ Gestion des opérations maritimes : eaux grises, entretien des navires au port, épurateurs de cheminée, etc.

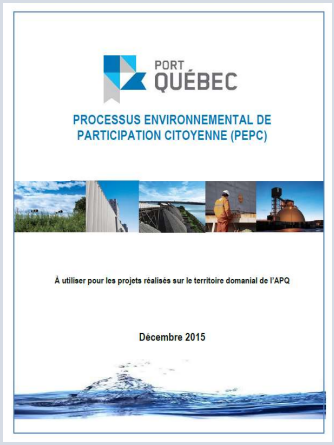
- ✓ Gestion des incidents et des signalements sur le territoire : Sûreté du Port travaille avec les opérateurs et autres utilisateurs : surveillance environnementale 24h – 7j sur 7

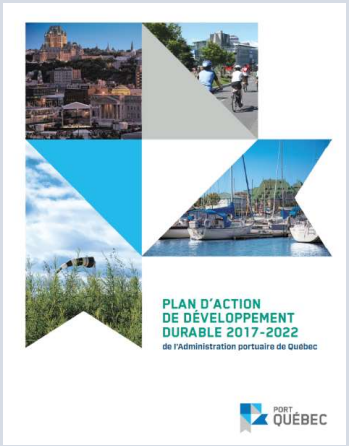
# MANDAT ENVIRONNEMENT – PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

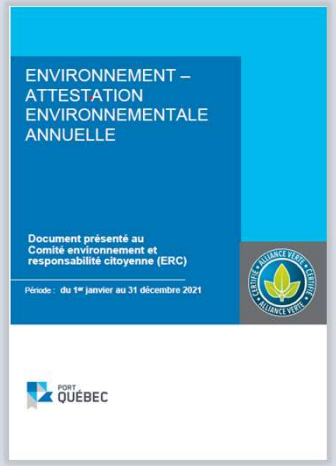


- ✓ Gérer, en collaboration avec les utilisateurs, les incidents environnementaux et les plaintes
- ✓ Assurer une bonne gestion des sols contaminés et des passifs environnementaux
- ✓ Planifier, réaliser des projets de protection et de réhabilitation de l'environnement
- ✓ Sensibiliser et renforcer le respect des meilleures pratiques
- ✓ Assurer une présence sur le terrain

# MANDAT ENVIRONNEMENT – GOUVERNANCE



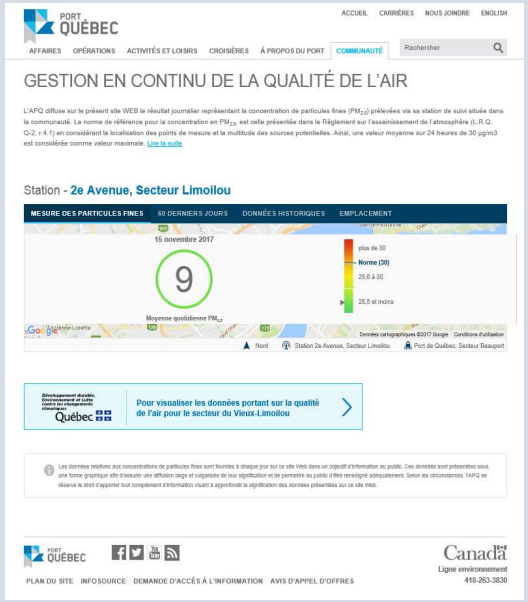




- ✓ Plus de 220 projets PEPC évalués depuis son entrée en fonction
- ✓ Première phase de révision et amélioration du PEPC complétées (2017) – deuxième phase en cours
- ✓ Élaboration et support dans la mise en œuvre du plan d'action DD (27 actions)
- ✓ Reddition de compte déposée au comité environnement et responsabilité citoyenne (ERC)
- ✓ Surveillance des nouveaux critères de l'Alliance verte

# MANDAT ENVIRONNEMENT – COMMUNICATION (VOLET AIR)

✓ Communication en ligne des résultats de $PM_{2,5}$ (novembre 2015)



# VOLET RELATIONS AVEC LA COMMUNAUTÉ

**20 %** **DU TERRITOIRE**

**CONSACRÉ AUX ACTIVITÉS RÉCRÉOTOURISTIQUES**

PORT QUÉBEC

# VOLET RELATIONS AVEC LA COMMUNAUTÉ

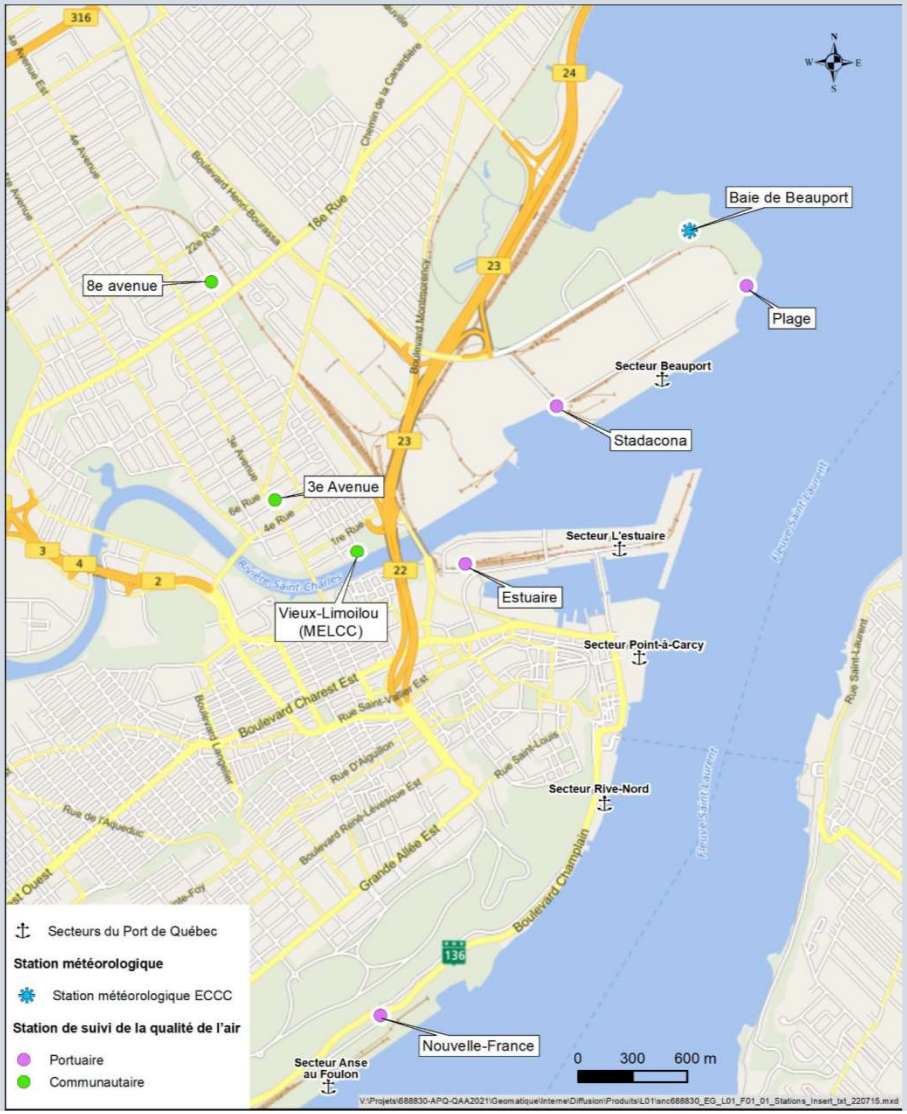
- En 2012, l'APQ a créé le CCPC (Comité de cohabitation Port-Communauté) :
  - ✓ Au moins quatre rencontres par année
  - ✓ Échanger avec 18 représentants de citoyens et organismes : (CCIQ, Consortium Mérici, Comités de citoyens du Vieux-Québec, Conseils de quartier limitrophes au Port, CMQ, SODES, CRE, NHW, etc.)
  - ✓ Découle du CCPC, la table APQ-Consortium Mérici (plusieurs rencontres et rencontre publique le 30 novembre dernier) et quelques comités de travail dont celui de l'aménagement du Bassin Brown
- En 2013, suite à l'évènement de la poussière rouge, le ministre responsable de la Capitale-nationale a créé le Comité de vigilance des activités portuaires (CVAP) et en a confié la gestion à la Ville de Québec :
  - ✓ 10 rencontres par année
  - ✓ 15 organisations (dont les conseils de quartiers limitrophes, DSP et MELCC) et deux élus municipal y siègent
- En 2013, création du CICEL (Comité intersectoriel sur la contamination environnementale et la qualité de l'air dans l'arrondissement de la Cité-Limoilou)
  - ✓ 10 rencontres par années dirigées par la DSP
  - ✓ 10 organisations représentées (industries comme White Birch, AIM et QSL), CRE, Ville de Québec, CIUSS-CN, etc.
- Entente-cadre avec la Nation Huronne-Wendat
- Plusieurs collaborations actuelles et à accentuer avec les organismes environnementaux : COOP Carbone, FASL, AF2R, ZIP, Organisme des bassins versant de la Capitale, etc.

# VOLET RELATIONS AVEC LA COMMUNAUTÉ (SUITE…)

*Nouvelle plateforme de participation citoyenne : https://jeparticipe.portquebec.ca/*

# CARTE DE LOCALISATION DES STATIONS

## 2 STATIONS DE QUALITÉ DE L'AIR AMBIANT SUR LA 3E ET 8E AVENUE



# RÉSUMÉ DES PARAMÈTRES MESURÉS PAR L'APQ

| Mesure | PM2.5 Temps Réel Alarmes | PM10 Temps Réel | PM10 (filtre) 7/7 | PM10/Métaux 1/3 | PST(filtre) 1/3 | PST/Métaux 1/3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Instrument | Sharp | Sharp | Partisol | Partisol | Hi-Vol | Hi-vol |
| Stadacona | X | X | X | X | X | X |
| Plage | X | X | X | X | X | X |
| 8e Avenue | X | | X | X | X | X |
| 3e Avenue | X | | X | X | X | X |
| Nouvelle-France | X | | | | X | |
| Estuaire | X | | | | | |

- **Les stations surlignées en jaune mesurent des paramètres attribuables à l'air ambiant, alors que les autres stations servent de réseau d'alertes et sont localisées sur des sites « portuaires » pour lesquels les paramètres « d'air ambiant » ne s'appliquent pas.**

# LOCALISATION DES STATIONS DANS LA COMMUNAUTÉ (AIR AMBIANT)

## STATION 8e AVENUE - ACTIVE DEPUIS 2016
## SHARP 5030, PARTISOL 2025I, HI-VOL, MET-ONE 034B

## STATION 3e AVENUE - ACTIVE DEPUIS 2016
## SHARP 5030, PARTISOL 2025I, HI-VOL, MET-ONE 034B

# SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE L'AIR

- ✓ Surveillance en temps réel pour les $PM_{2.5}$ et les $PM_{10}$ avec valeurs cibles (24h)
  - ➢ Pour les $PM_{10}$ , la valeur cible correspond à 50 µg/m³ basée sur la dernière cible intermédiaire de l'OMS (valeur recommandée finale de 45 µg/m³ )
  - ➢ Pour les $PM_{2.5,}$ la valeur cible 24h correspond à 85% de la norme du RAA, soit 25,5 µg/m³ qui se rapproche de la dernière cible intermédiaire de l'OMS à 25 µg/m³ (valeur recommandée finale de 15 µg/m³ )
- ✓ La validation des données enregistrées est effectuée par une vérification mensuelle par l'APQ de chaque station de mesure, incluant la liste des interventions effectuées et ainsi l'identification des périodes sans mesure ou avec mesures à être invalidées (ex. problème d'équipement)
- ✓ Pour les mesures séquentielles (moyennes quotidiennes), aucun traitement additionnel n'est requis avant de procéder aux analyses statistiques
- ✓ Pour les mesures en continu de $PM_{10}$ ou de $PM_{2.5}$, les données brutes validées sont rapportées à la minute. Les normes et critères de qualité de l'air étant sur des moyennes quotidiennes, ces données ont d'abord été réduites à des moyennes horaires, puis à des moyennes quotidiennes avant de procéder aux analyses statistiques sur les données quotidiennes. Pour qu'une moyenne horaire ou quotidienne soit valide, il faut que pour 75 % des minutes de l'heure ou 75 % des heures de la journée soient valides. Il s'agit de la procédure utilisée sur les réseaux gouvernementaux de suivi de la qualité de l'air.

# LES PROJETS D'AMÉLIORATION RELIÉS À LA QUALITÉ DE L'AIR DANS LES PROCHAINES ANNÉES

- ✓ **Collaboration partenariat Ville de Québec-MELCC-Port de Québec avec la participation active de l'Université Laval et de l'INO**

- ✓ **Accentuation de la canopée et de la plantation d'arbres sur le territoire portuaire – engagement auprès du CICEL respecté (1% de reboisement du territoire fin 2021)**
  - ➢ Projet de parc boisé urbain ( 4 hectares à la baie de Beauport) pour 2024-2025
  - ➢ Promenade portuaire du Foulon (6 hectares dans le secteur du Foulon) pour 2024-2025
  - ➢ Ceinture verte (plantation en continu)

- ✓ **Décarbonation de l'activité portuaire**
  - ❑ Électrification des navires à quai
    - ➢ Priorité sur les navires de croisières (2023-2025)
    - ➢ Études à conduire sur la flotte commerciale
  - ❑ Cible en lien avec l'accord de Paris sur les GES – travail en cours
    - ➢ Plan de gestion de l'énergie
  - ❑ Programme incitatif – Écocargo
  - ❑ Pratique LEED et ENVISION
  - ❑ Travail en collaboration avec les opérateurs
  - ❑ Travail avec les autres ports du Saint-Laurent : vision du corridor « vert » Saint-Laurent

- ✓ **Réseau de surveillance de la prochaine génération**
  - ❑ Renouvellement des équipements et bonification (ex. caméras, LIDAR, stations, capteurs, etc.)
  - ❑ Intelligence artificielle – modèle prédictif
  - ❑ Bonification des données disponibles au public

- ✓ **Innovation : Le Port de demain une solution aux enjeux urbains plutôt qu'un problème**
  - ❑ Nouveau carburant de demain : biocarburant, hydrogène vert, méthanol, etc.
  - ❑ Apport des technologies maritimes : pôles d'innovation à Québec

PORT QUÉBEC

IMTT
INTERNATIONAL-MATEX TANK TERMINALS

# Groupe de travail sur les contaminants atmosphériques

**IMTT-Québec inc.**

Secteur Beauport, Port de Québec

26 septembre 2022

STRICTLY CONFIDENTIAL

# 1

## Présentation de l’entreprise

IMTT-Québec

# Présentation de l’entreprise

## Profil corporatif et installations au Port de Québec

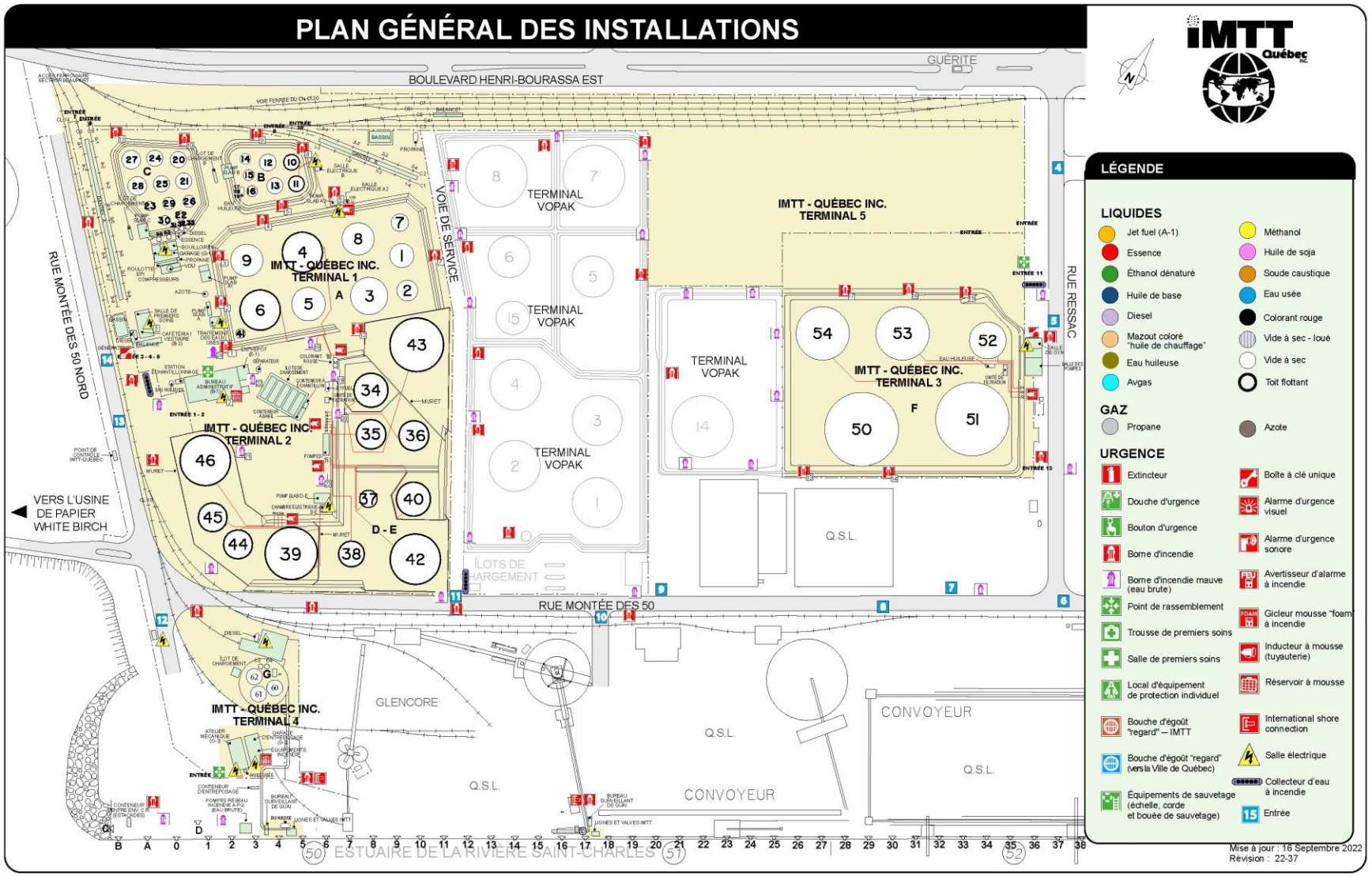
**IMTT**

- Basée à la Nouvelle-Orléans, en Louisiane, International-Matex Tank Terminals (IMTT) est un chef de file de l'industrie dans la manutention et le stockage de produits liquides en vrac grâce à l'exploitation de 19 terminaux en Amérique du Nord
- 17 terminaux aux États-Unis et 2 terminaux au Canada

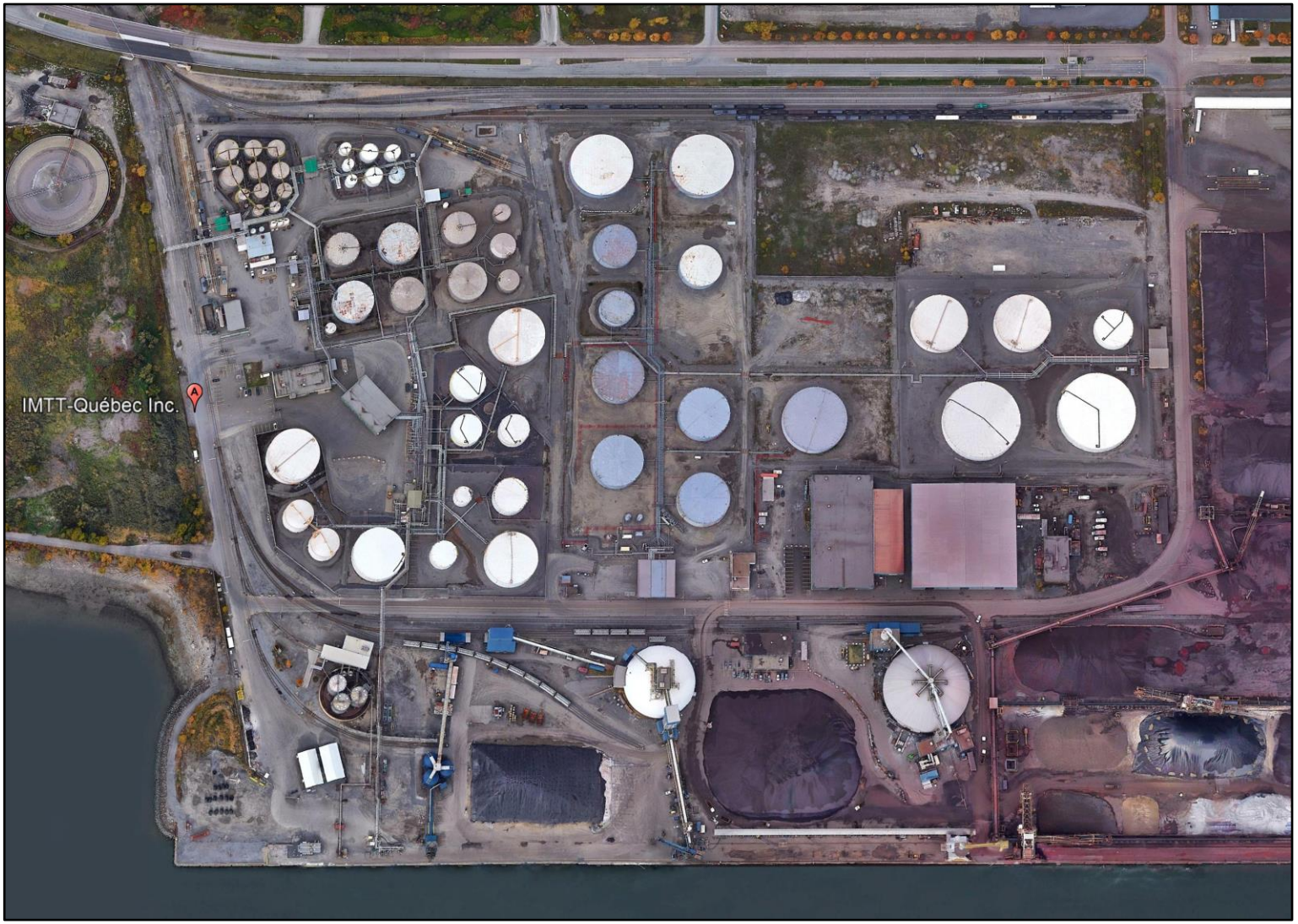
**Installations**

- IMTT-Québec est une entreprise de compétence fédérale et située au secteur Beauport du Port de Québec depuis 1988
- 58 employés (administration, opérations, entretien)
- Entreposage et manutention de produits de commodité en vrac liquide destinés à des usages : personnel, commercial et industriel
- 300 000 m3 de capacité d’entreposage
- 55 réservoirs avec capacité variant de 100 m3 à 34 500 m3

# Plan des installations d'IMTT-Québec



# Plan des installations d'IMTT-Québec



# Présentation de l'entreprise

## Opérations

**Opérations intermodales (navire, train, camion)**

- Liaisons maritimes régulières, notamment avec le Canada, les États-Unis, l'Europe, l'Amérique Centrale avec divers transporteurs maritimes
- Liaisons et services ferroviaires du CN et du CP
- Liaisons routières avec les accès routiers de la Ville de Québec

**Opérations sur le terminal : navire**

- Réception de produit : Opérations de transbordement aux quais 50 et 51 (à l'occasion, expédition de produit par navire)
- Tirants d'eau de 12,0 et 12,5 mètres à marée basse, respectivement, avec une marée moyenne de 5 mètres (15 pieds)
- Environ 100 navires annuellement d'une capacité variant de 12 000m3 à 55 000 m3

# Présentation de l'entreprise

## Opérations

**Opérations sur le terminal : wagons-citernes**

- Expédition/réception de produits par wagons-citernes
- Cour de triage pour l'entreposage temporaire des wagons-citernes
- 2 gantrys pour le chargement/déchargement des wagons-citernes (expédition : méthanol, carburant d'aviation, soude caustique, huile de soya)
- Environ 4 000 wagons citernes annuellement d'une capacité variant de 95 m3 à 110 m3

**Opérations sur le terminal : camions-citernes**

- Expédition/réception de produits par camions-citernes
- Libre-service 24/24 (expédition : essence, diesel, méthanol, carburant d'aviation, Avgas)
- Environ 15 000 camions-citernes annuellement d'une capacité variant de 15 m3 à 55 m3

# Présentation de l’entreprise

## Produits entreposés et manutentionnés

| APPELLATION | MANUTENTION |
|---|---|
| **Essence (ordinaire et suprême)** | N (In) - C (Out) |
| **Carburant d’aviation Jet A-1 (Jet fuel)** | N (In) - W-C (Out) |
| **Diesel, Huile à chauffage, Marine gas oil (MGO)** | N (In) - C (Out) |
| **Aviation Gasoline (Avgas)** | N (In) - C (Out) |
| **Éthanol dénaturé (mélange éthanol et essence)** | C (In) – C (Out) |
| **Méthanol** | N (In) - W-C (Out) |
| **Hydroxyde de sodium (Soude caustique)** | N (In) - W-C (Out) |
| **Huile de soya** | N (In) - W (Out) |
| **Huile de base** | N-W (In) - N-W (Out) |

# 2

## Environnement – Qualité de l’air

IMTT-Québec

# Environnement – Qualité de l’air

Politique Environnement, santé, sécurité et sûreté et Système Qualité

**Les grandes lignes de la Politique**

- IMTT s'engage à offrir un environnement de travail sécuritaire pour les employés et à réduire au minimum l'impact de ses activités sur l'environnement
- IMTT s'engage à se conformer aux règlements applicables en matière de santé et sécurité, d’environnement et de sûreté. Cette politique intègre le principe d'amélioration continue
- La participation des employés est indispensable au succès de la politique et elle est une condition d’emploi. Cette politique fait partie de l’engagement d’IMTT, en tant que citoyen corporatif responsable dans la communauté

**Manuel Qualité**

- Tous les aspects d’opération et de l’entreposage des différents produits confiés à IMTT-Québec sont soumis à des procédures strictes et détaillées afin d’assurer la sécurité des opérations
- IMTT-Québec possède et maintient les infrastructures nécessaires pour assurer le bon fonctionnement des équipements et des systèmes

# Environnement – Qualité de l’air

## Systèmes en place

**Réservoirs**

- Toits flottants pour les produits volatils (16 réservoirs)
- Produits : essence, méthanol, éthanol dénaturé, Avgas

**Libre-service camions-citernes**

- Récupération des vapeurs et destruction par combustion (VCU : Vapor Combustion Unit)
- Produits : essence, méthanol, diesel, carburant d’aviation

**Programme d’entretien**

- Inspections tout au long de l’année des infrastructures, des équipements, des systèmes et des réservoirs (ex.: norme API 653 : “Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction” )

# Environnement – Qualité de l’air

## Déclarations annuelles

**ECCC : Inventaire national des rejets de polluants (INRP)**

- Composés organiques volatils (COV): réservoirs, manutention, émissions fugitives, déversements
- Produits : essence, méthanol, éthanol, Avgas, Jet A-1, Kérosène Diesel, MGO
- Déclaration 2021 : 32 TM

**MELCC : Inventaire québécois des émissions atmosphériques (IQÉA)**

- Composés organiques volatils (COV) : réservoirs, manutention, émissions fugitives, déversements
- Produits : essence, méthanol, éthanol, Avgas
- Déclaration 2021 : 35 TM
- Gaz à effet de serre (GES) : sous les seuils de déclaration du règlement

# Environnement – Qualité de l’air

## Actions à venir

**VCU**

- Campagne d’échantillonnage des émissions (automne 2022)

**Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) : Règlement fédéral à venir :**

**Contrôle des émissions de composés organiques volatils (COV) provenant du stockage et du chargement de liquides pétroliers**

- Grands réservoirs de stockage hors sol
- Installations de chargement et de déchargement des camions, des trains et des navires

# Environnement – Qualité de l’air

## Actions à venir

**Approche réglementaire**

- Conception de l’équipement pour réduire les émissions :
  - Entreposage : toits flottants, régulation de la vapeur (récupération, destruction ou équilibrage)
  - Manutention : régulation de la vapeur (récupération, destruction ou équilibrage)

- Inspection et réparation pour le bon fonctionnement des équipements :
  - Entreposage :
    - Essais de limite inférieure d’explosivité (LIE)
    - Mesure des joints ouverts
  - Manutention :
    - Essais d’efficacité de récupération ou de destruction
    - Détection des fuites

# Environnement – Qualité de l’air

## Actions à venir

**Calendrier de mise en œuvre proposé par ECCC**

- Gazette du Canada partie I (GCI) : publication en 2022;
- Gazette du Canada partie II (GCII) : publication en 2023;
- Entrée en vigueur du règlement en 2024
- * À ce jour, ECCC n’a pas publié de « Projet de règlement »

**Programme d’opération, d'entretien et de suivi environnemental d’IMTT-Québec**

- Adaptation du programme actuel en fonction des exigences du « Règlement » :
  - Surveillance continue des systèmes en place (ex.: VCU)
  - Inspections (fuites : pompes, conduites, accessoires, etc.)
  - Acquisition de nouveau équipements, si nécessaire
- Mise en œuvre selon le calendrier d’ECCC

Questions

# QUESTIONS

GLENCORE

# Glencore au Port de Québec

**Présentation au GTCA**

26 septembre 2022

## Six sites industriels et trois centres administratifs au Québec

**Grâce à sa chaîne de valeur du cuivre, du zinc et sa mine de nickel, l'écosystème Glencore au Québec contribue à l'approvisionnement de ces métaux essentiels pour le développement de filières innovantes.**

FONDERIE HORNE

CCR

FGC
FONDERIE GÉNÉRALE DU CANADA
GENERAL SMELTING OF CANADA

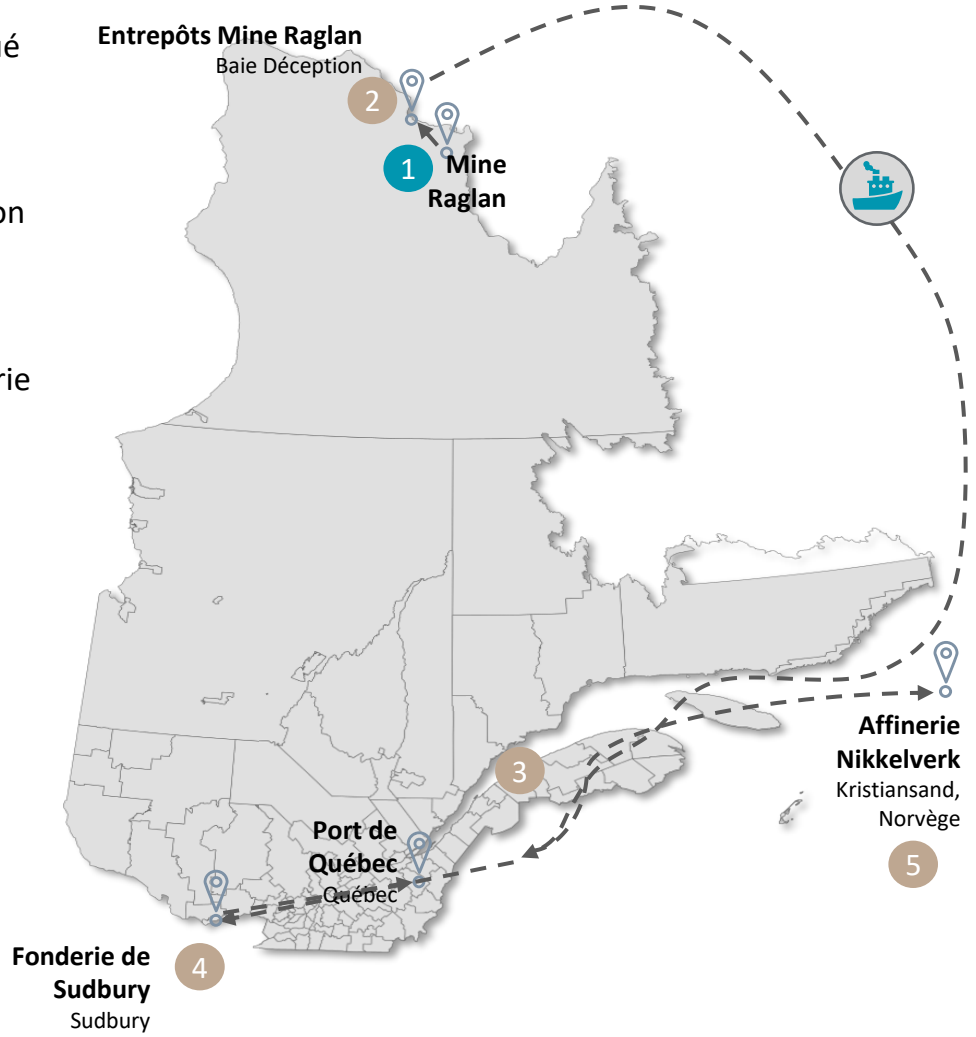
CEZinc

MINE RAGLAN

MINE MATAGAMI

## Du Québec à la Norvège

1. La mine traite en moyenne 1,5 million de tonnes de minerai au site de Mine Raglan, situé au Nunavik
2. Le concentré est transporté par voie maritime à bord d'un bateau brise-glace en direction du Port de Québec
3. À son arrivée au Port de Québec, il est transféré dans un train à destination de la Fonderie de Glencore, à Sudbury (Ontario)
4. Une fois à la fonderie de Sudbury, le concentré est coulé en matte et revient par voie ferroviaire vers le Port de Québec
5. La matte est alors expédiée vers l'affinerie Nikkelverk, une installation appartenant également à Glencore, en Norvège



## Installations de Glencore (*Note : Installations de Glencore en couleur)

## ISO 14001

Certifier sous la norme ISO 14001 depuis 2015 et membre de l'Alliance Verte depuis 2016.

Toutes nos opérations de la chaîne du nickel sont certifiées ISO 14001

- Mine Raglan
- Port de Québec
- Nos installations à Sudbury, Ontario
- Notre raffinerie de Nikkelverk en Norvège

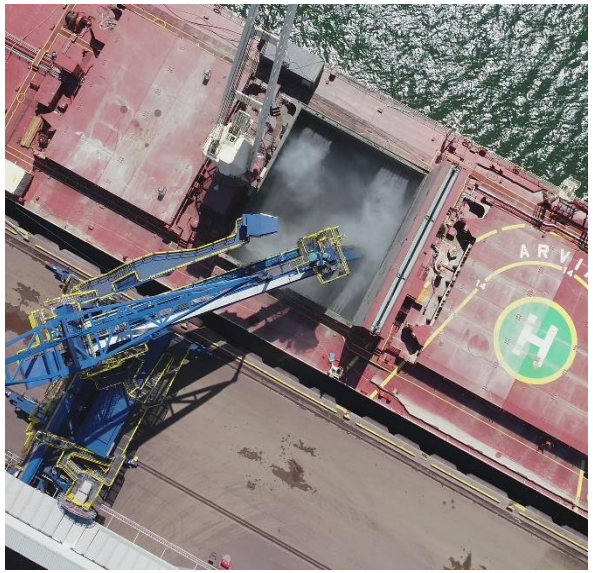
## Quelques exemples visuels

**50-55M$** investis par Glencore au Port de Québec depuis 2013 dans des mesures d'amélioration continue visant à réduire les émissions de poussières fugitives provenant de ses activités .

**Agrandissement et augmentation de la ventilation**

Investissement de 2.5 M$ (2014-2015)

Modification des bâtiments et l'ajout de soufflet d'étanchéité au déchargement, des goulottes étanches pour le chargement des wagons et nouveau dépoussiéreur.



**Système optimal de brumisation**

En ce qui concerne le chargement/déchargement des navires, la réduction des poussières à la source est assurée par l'utilisation d'un système optimal de brumisation.

Ce système a été ajusté au fil du temps pour contrôler les émissions potentielles de particules provenant à la fois du déchargement du concentré et du chargement de la matte dans les cales des navires.

**Nouveau déchargeur de concentré**

Investissement de 21 M$ en 2022-2021.

Équipement mobile sur rail permettant un déchargement efficace des 4 cales en limitant le mouvement de concentré.

**Investissement de 300 000$**

Année d'acquisition : 2015

Dédiées aux opérations de Glencore (voies pavées à proximité des installations de Glencore)

Équipement plus performant qu'un balai rotatif pour la récupération des poussières, qui contribue à maintenir propre l'environnement de travail extérieur en répondant aux objectifs de qualité de l'air et des eaux pluviales.

## Quelques exemples depuis 2013 (liste non complète)

### DÉCEMBRE 2013

- Installation de portes sur les bâtiments servant au chargement et au déchargement des wagons •
- Installation de manches de déchargement avec cadre porteur sur les wagons servant à expédier la matte de nickel •
- Amélioration de la surveillance du site grâce à un accès à distance aux caméras et à un suivi continu de la qualité de l'air
- Améliorations au système de distribution de l'eau pour le rabattement des poussières à l'intérieur des cales de bateaux •

### 2014

- Augmentation de la ventilation et ajout de dépoussiéreurs à manches filtrantes dans le bâtiment servant au chargement et au déchargement des wagons de matte de nickel •
- Test et installation de nouveaux indicateurs de niveau de charge radar pour wagons afin d'éviter le remplissage excessif
- Agrandissement du système de collecte de poussière et redirection des conduites de collecte de poussière afin d'optimiser la performance •
- Recouvrement du système de convoyeur transportant la matte de nickel •

### 2015

- Glencore reçoit la certification **ISO 14001** pour ses activités au Port de Québec
- Conception et mise en place d'un système de brumisation visant à abattre la poussière lors du déchargement des navires •
- Recouvrement complet de toutes les parties non recouvertes des systèmes de convoyeur

### 2016

- Obtention de la certification de l'Alliance verte
- Finalisation des améliorations apportées au système de brumisation et à la conception du chargement des navires •

### 2017 - 2018

- Conception d'un système d'aspiration à vide portable afin d'améliorer le nettoyage du site •

### 2019

- Installation d'un mur végétalisé à la limite ouest du port de Québec, travaux qui s'inscrivent dans un projet de végétalisation du port sur une période de 5 ans en collaboration avec l'autorité portuaire de Québec

### 2020

- Mise en place du nouvel équipement de déchargement du concentré

### 2021 et +

- Premier voyage du NM ARVIK I
- Évaluation des technologies pour un nouvel équipement de chargement de la matte de nickel
- Remplacement du dépoussiéreur No 10 •
- Projets de recherche pour le programme VISION afin d'utiliser des équipements spécialisés pour vider les cales en les gardant fermées •

## NM Arvik 1 (premier voyage a Québec juin 2021)

### Nouveau navire NM *ARVIK I*, qui sera en opération au Québec au printemps 2021

- **Engagement financier sur 20 ans** avec FedNav
- Année de construction : 2021
- Conception selon les plus hauts standards technologiques et exigences environnementales internationales
- Cales de forme carrée pour améliorer le processus et le temps de manutention lors du déchargement
- 8 expéditions par année
- **Le bateau augmentera la capacité de livraison** de concentré, **mais la capacité de production** de Mine Raglan **devrait demeurer similaire** dans les années à venir

| Comparaison | NM *ARCTIC* | NM *ARVIK I* |
|---|---|---|
| **Expéditions par année** | 8 | 8 |
| **Capacité maximale de transport de concentré par voyage** | 27 500 tonnes | 30 000 tonnes |
| **Quantité maximale de concentré transporté au Port de Québec par année** | 200 000 tonnes | 240 000 tonnes |

### Les activités maritimes de Glencore au Port de Québec, c'est …

- 8 navires de concentré par année
- 22 navires de matte par année
- 54 jours d'activités par année

Avec le changement de navire et la mise en fonction du nouveau déchargeur, le nombre de jours d'activités maritimes devrait passer à 46 par année

## Des éléments clé de la prévention

- **Les systèmes d'alerte de Glencore:**
  - Nous permet de prévenir des évènements et de réduire les effets environnementaux
  - Pour être efficaces, no alerte précoce mobilise le personnel de nos opérations
    - sensibiliser aux risques, assurer la bonne diffusion des messages et des alertes
    - maintienne en permanence un état de préparation et une capacité d'intervention rapide

# Projets à venir

## Vision Virtuelle

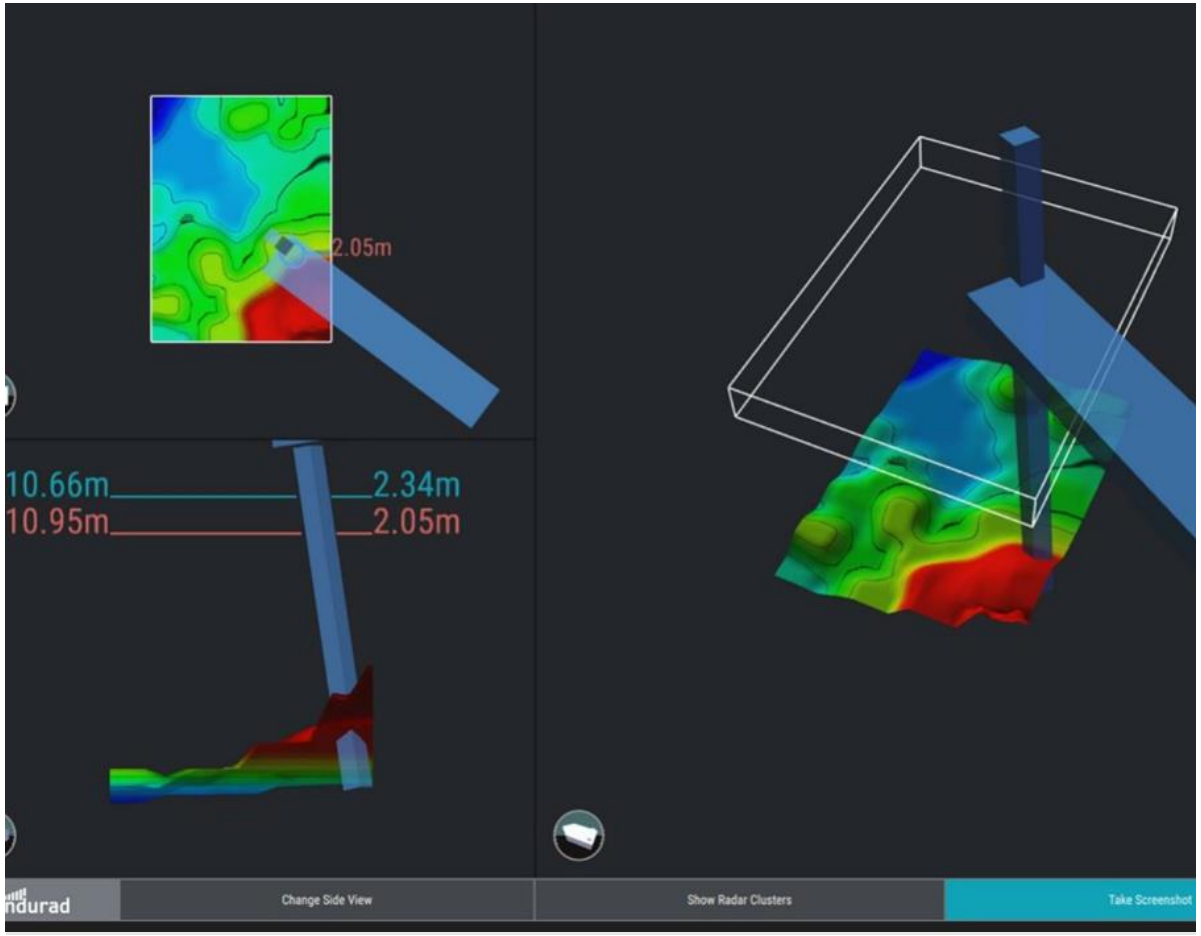


GLENCORE

## Anti-collision pour le nouveau déchargeur de navire

**Solution iShiploader qui répond aux exigences suivantes et établit une base pour une automatisation plus poussée:**

- **Évitement de collision pour les bras de déchargement et le portique de navire:**
  - à l'aide de capteurs radar indurad 1D et 2D, des clôtures radar seront créées autour du déchargeur du navire pour détecter les objets autour du déchargeur du navire et de fournir un signal à l'automate qui lui permettra de ralentir ou d'arrêter ses mouvements.
- **Aide au déchargement:**
  - à l'aide de capteurs radar 3D indurad, les bords de la cale seront scannés pour aider l'opérateur pendant le processus de déchargement.
- **Vue virtuelle de la cale du navire:**
  - à l'aide d'une paire de scanneurs radar, une vue 3D en temps réel du matériel à l'intérieur la cale du navire sera générée pour aider les opérateurs de déchargement des navires et assurer les paramètres de production pour les décisions de contrôle de processus.



## Nos engagements

**Nos infrastructures**

Maintenir et améliorer nos infrastructures

**ISO 14001**

Processus d'amélioration continue de nos pratiques environnementales

**Engagements**

Maintenir une collaboration active avec le CICEL, le MEMS et le Comité de vigilance du Port de Québec

# Merci · Thank you · Nakurmiik

Pour toute information:

Amelie.Rouleau@glencore.ca

Maurice.Moreau@glencore.ca

QSL
La réussite sur mesure^MD
LES SOCIÉTÉS LES MIEUX GÉRÉES
Waterstone
LES CULTURES D'ENTREPRISE LES PLUS ADMIRÉES DU CANADA
2020 · 2021

QSL
QUI NOUS SOMMES
Entreprise québécoise
Acteur clé de la chaîne d'approvisionnement
Opération de terminaux portuaires, arrimage, services maritimes, logistique et transport.
Notre vision: devenir la référence de l'industrie
+ 2000
employé.e.s
64
terminaux en Amérique du Nord
+ 26
millions de tonnes manutentionnées annuellement

QSL
NOTRE RÉSEAU
Agilité et flexibilité
Ancré dans les communautés
Équipes multidisciplinaires
Vaste flotte d'équipements mobiles
2
terminaux
à Québec
QUÉBEC – BEAUPORT
QUÉBEC – ANSE AU FOULON
CANADA
USA

Claudine Couture-Trudel siège également au Conseil d'administration de l'Alliance verte

7des 14 indicateurs s'appliquent aux opérateurs portuaires et aux manutentionnaires

La dimension ESG a pris une importance majeure dans la conduite des affaires.
Par exemple : Les principes comptables généraux des entreprises publiques incluent désormais l'analyse des risques liés aux changements climatiques. Les investisseurs et les gouvernements augmentent considérablement l'importance des critères ESG dans leur analyse des appels d'offres ou des financements. Les clients incluent également des critères ESG dans le choix de leurs fournisseurs.

Déjà engagés à nous améliorer de façon continue et mesurable sur le plan environnemental par l'entremise de l'Alliance verte, nous réévaluons maintenant tous les aspects de nos activités en fonction des principes du Pacte Mondial.

« Nous voulons déterminer comment mettre en œuvre toutes ces valeurs d'une manière cohérente dans notre stratégie d'entreprise, évaluer notre position actuelle et mesurer nos progrès. »

# SANTÉ ET SÉCURITÉ : NOTRE PRIORITÉ

- Procédures opérationnelles standardisées
- Audit
- REX (retour sur expérience)
- Intelex
- ISO 45001 (en cours)

SÉCURITÉ

QSL

# PRINCIPALES INITIATIVES RH

- Programme de leadership
- Utilisation de la technologie dans la formation technique
- Programme d'affectation interne
- Initiatives de conciliation travail-vie personnelle

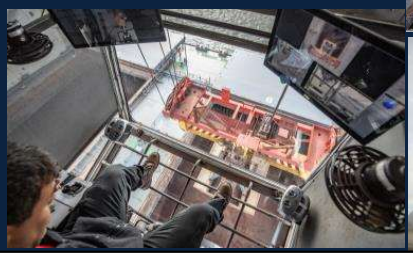
qsl_imperium_fr (2022-08)

QSL

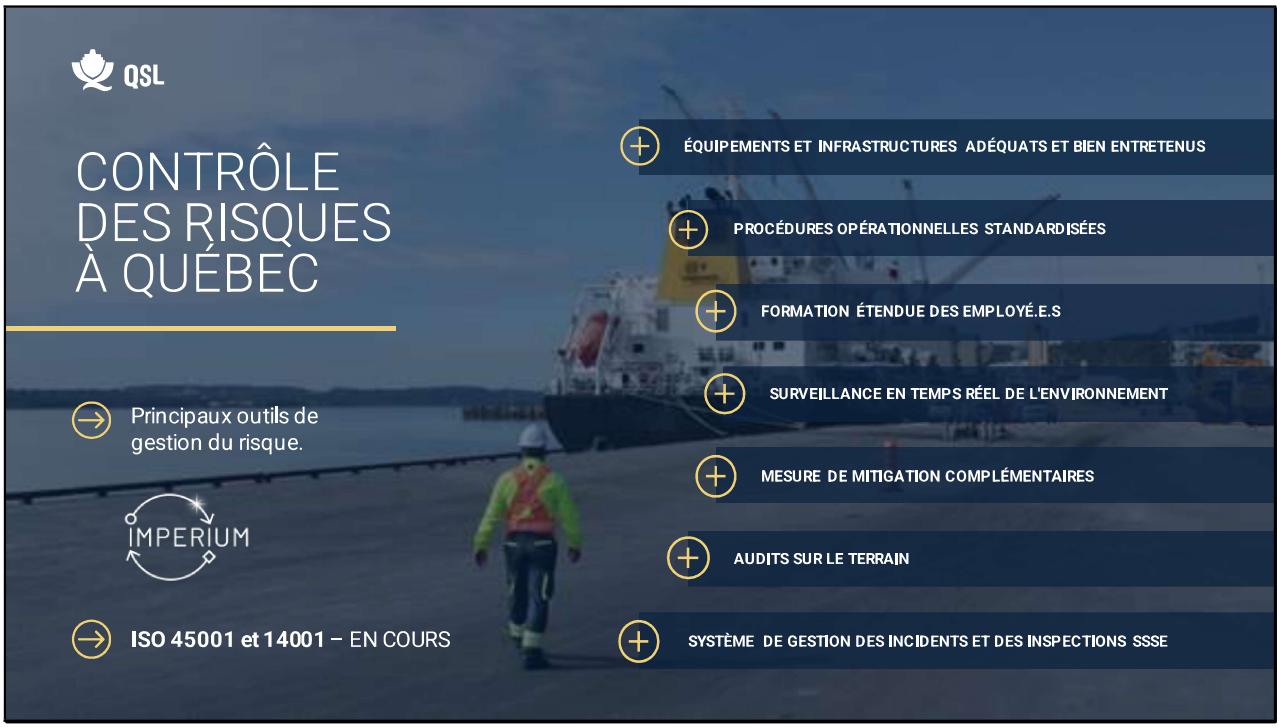
# NOS OPÉRATIONS À QUÉBEC

## TRANSBORDEMENT, ENTREPOSAGE ET TRANSPORT

- **Vrac**
  Sucre, sel, minerai de fer, soya, granules de bois, gypse, etc.
- **Produits de l'acier**
  Poutres, plaques, barres, bobines, etc.
- **Cargaisons générales et conteneurs**
  Approvisionnement des mines du Nord, marchandises générales



1- EAU : Empêcher les déversements de la cargaison dans les cours d'eau.
2- AIR : Réduire l'émission de contaminants atmosphériques tels que les émissions de gaz verts, les poussières, etc.
3- COHABITATION : Cohabitation harmonieuse : réduire la contribution au bruit ambiant, contrôler l'utilisation de la lumière. Attentes accrues de la société et des quartiers.
4- RESSOURCES : Gestion des ressources soutenue par l'approche du cycle de vie (identification des opportunités et des risques d'un produit ou d'une technologie, des matières premières à l'élimination) : gestion des résidus de cargaison, consommation de carburant et d'eau, gestion des déchets, économie circulaire




La hiérarchie du contrôle des dangers, bien connue en matière de santé et de sécurité, est également appropriée pour la gestion des risques environnementaux :

1- ELIMINER le risque (le risque zéro n'existe malheureusement pas)
2- MINIMISER le risque
3- CONTRÔLER le risque
4- PROTÉGER du risque

Exemple : lors de l'entretien de machinerie, des produits chimiques doivent être utilisés. Supposons que ces produits chimiques se déversent, sans intervention, dans le réseau d'égouts régulier, contaminant ainsi l'environnement. Ce processus est examiné pour
1- évaluer si les produits chimiques sont nécessaires à l'exécution du travail
2- évaluer s'ils peuvent être éliminés en toute sécurité sans aucune contamination
3- évaluer s'ils peuvent être réutilisés pour l'entretien futur de l'environnement.

Dans tous nos projets, nous concevons des infrastructures et des équipements spécifiques pour éliminer le risque en innovant. Le reste du risque est traité par une superposition de contrôles composés d'un large éventail de mesures de mitigation se

chevauchant les unes les autres.

PROCHAINE ÉTAPE : Nous sommes en train d'inclure tous ces points dans une norme ISO 45001 et 14001 centralisée et reconnue au niveau international.

VISER " L'IMPÉRIUM " : la conquête de la prévention et du contrôle des risques

1- Émissions dans l'air :
A- Surveillance de la météo
B- Surveillance des poussières
D- Convoyeurs électriques couverts
E- Suppression des poussières : canons à eau, bâches, arrosage des surfaces, nettoyage industriel continu du site et des machines
F- Procédures opérationnelles spécifiques (adaptées au type de cargaison, aux conditions météorologiques spécifiques, aux équipements, etc.)
G- Rapport annuel aux autorités gouvernementales
H- Processus de déclaration d'incident : A- Ligne téléphonique d'urgence pour les incidents environnementaux et Intelex B- Externes aux autorités gouvernementales

2- Rejet dans un cours d'eau
A- Déflecteurs brevetés sur mesure
B- Système de traitement des eaux (réseau de collecte des eaux souterraines, bassin de décantation, station de traitement physico-chimique)
C- Conception d'équipements sur mesure, programme de maintenance préventive
D- SOPs

E- Rapport annuel sur les rejets industriels dans l'environnement - aux autorités gouvernementales.
H- Processus de déclaration d'incidents : A- Ligne directe pour les incidents environnementaux et Intelex B- Externes aux autorités gouvernementales

3- Relations avec la communauté
A- Communication constante à travers les médias sociaux et traditionnels
B- Visites du terminal
C- Participation à de nombreux comités (ex. CICEL, Table de concertation pour une gestion intégrée du Saint-Laurent, étude de la qualité de l'air pour les communautés environnantes).
D- Réduction du bruit : Alarme de recul à bruit blanc

4- Ressources
A- Énergie : convoyeurs électriques, politique de marche au ralenti et télémétrie.
B- Bâchage : nouveau bâchage liquide (polymère)
C- Eau : nous utilisons l'eau non traitée du fleuve St-Laurent qui retourne au fleuve, une fois traitée par notre usine.
D- Économie circulaire : recyclage des déchets de cargaison

1- Initiative des employés
2- Sans précédent dans le contexte industriel extérieur (-40 à 40 degrés celcius)
3- Importance de la gestion du changement dans la réussite de ce projet
4- ½ million de bouteilles éliminées par an

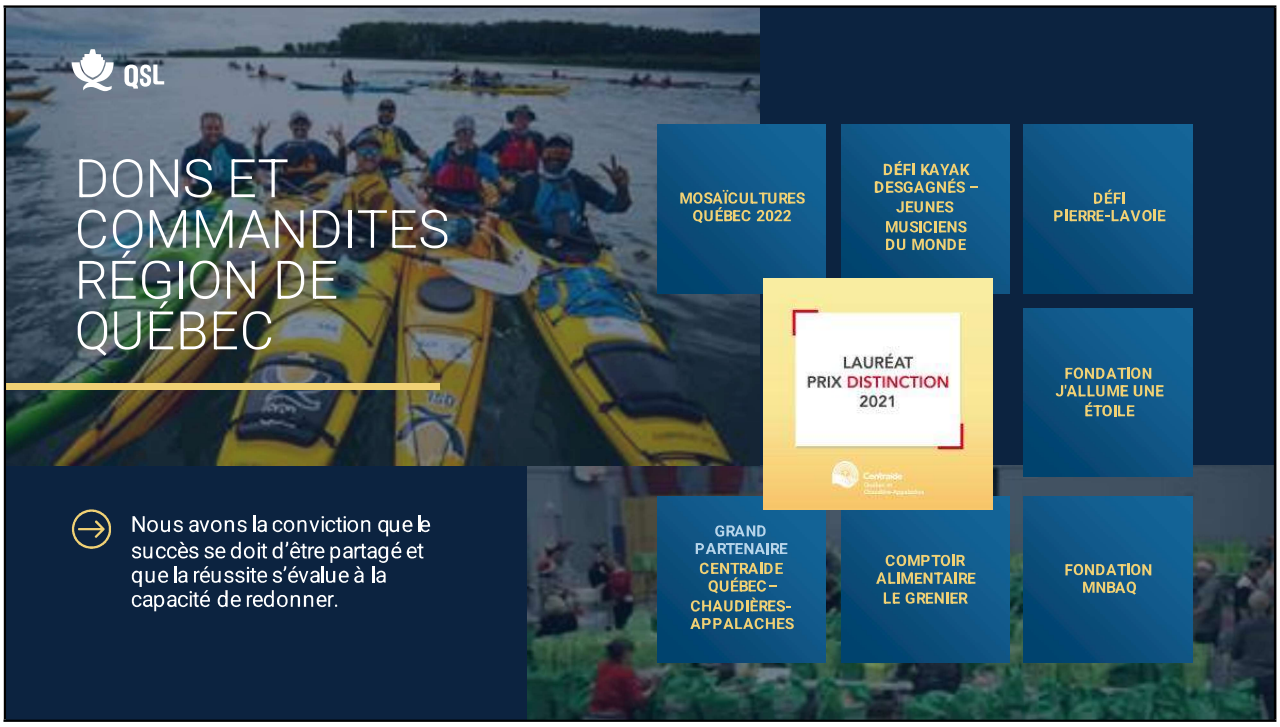
# INNOVATION

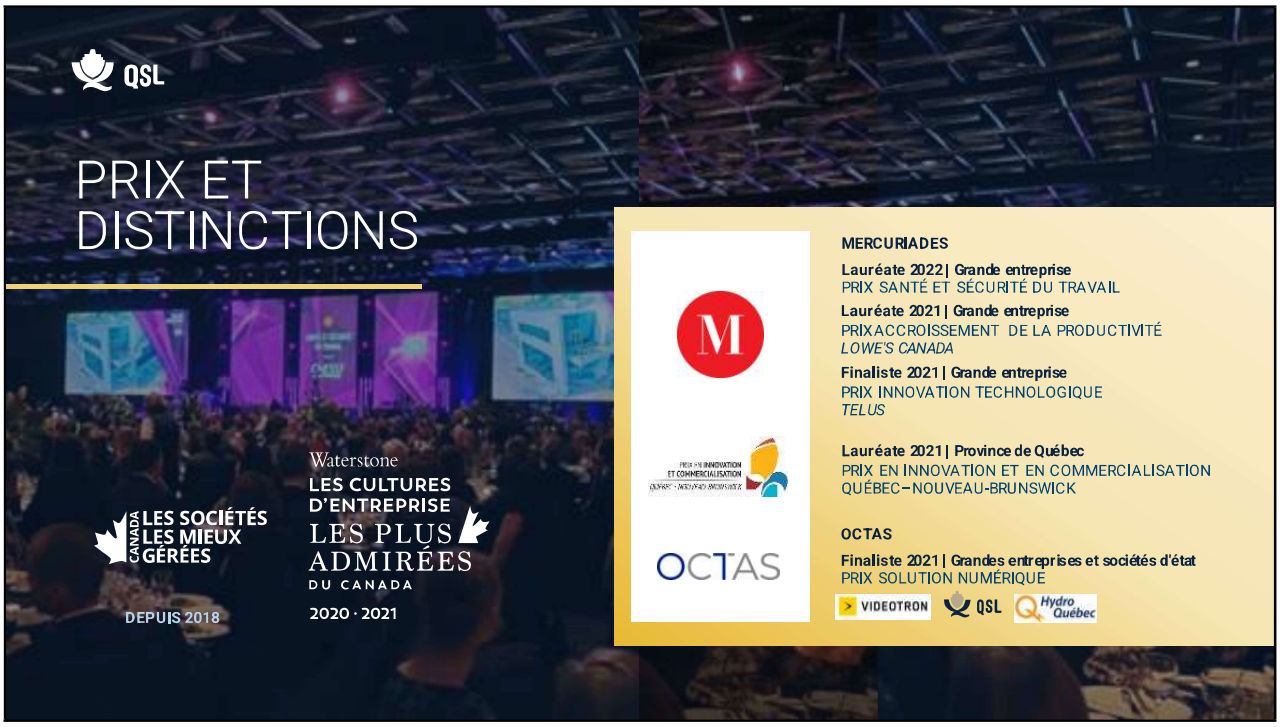
- Terminal virtuel
- Inventaire par drones
- Application REAC
- Télémétrie
- Intelex
- Projet DATA / TCE

*« Il est essentiel de bâtir des liens durables avec les collectivités où nous œuvrons. Si un projet ne crée pas de valeur pour toutes les parties prenantes, il échoue notre test des valeurs et n'est pas retenu. »*

**Robert Bellisle, président et chef de la direction, QSL**

Troupe de danse Sandokwa


QSL
DONS ET COMMANDITES RÉGION DE QUÉBEC
Nous avons la conviction que le succès se doit d'être partagé et que la réussite s'évalue à la capacité de redonner.
MOSAÏCULTURES QUÉBEC 2022
DÉFI KAYAK DESGAGNÉS – JEUNES MUSICIENS DU MONDE
DÉFI PIERRE-LAVOIE
LAURÉAT PRIX DISTINCTION 2021
FONDATION J'ALLUME UNE ÉTOILE
GRAND PARTENAIRE CENTRAIDE QUÉBEC–CHAUDIÈRES-APPALACHES
COMPTOIR ALIMENTAIRE LE GRENIER
FONDATION MNBAQ


QSL
PRIX ET DISTINCTIONS
LES SOCIÉTÉS LES MIEUX GÉRÉES
CANADA
DEPUIS 2018
Waterstone
LES CULTURES D'ENTREPRISE
LES PLUS ADMIRÉES
DU CANADA
2020 · 2021
OCTAS
MERCURIADES
Lauréate 2022 | Grande entreprise
PRIX SANTÉ ET SÉCURITÉ DU TRAVAIL
Lauréate 2021 | Grande entreprise
PRIX ACCROISSEMENT DE LA PRODUCTIVITÉ
LOWE'S CANADA
Finaliste 2021 | Grande entreprise
PRIX INNOVATION TECHNOLOGIQUE
TELUS
Lauréate 2021 | Province de Québec
PRIX EN INNOVATION ET EN COMMERCIALISATION
QUÉBEC–NOUVEAU-BRUNSWICK
OCTAS
Finaliste 2021 | Grandes entreprises et sociétés d'état
PRIX SOLUTION NUMÉRIQUE
VIDEOTRON
QSL
Hydro Québec

QSL
MERCI
QUESTIONS ET COMMENTAIRES
LES SOCIÉTÉS LES MIEUX GÉRÉES
Waterstone
LES CULTURES D'ENTREPRISE
LES PLUS ADMIRÉES
DU CANADA
2020 · 2021

# Déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère

**Direction des inventaires et de la gestion des halocarbures (MELCC)**

**29 septembre 2022**

Votre gouvernement

Québec

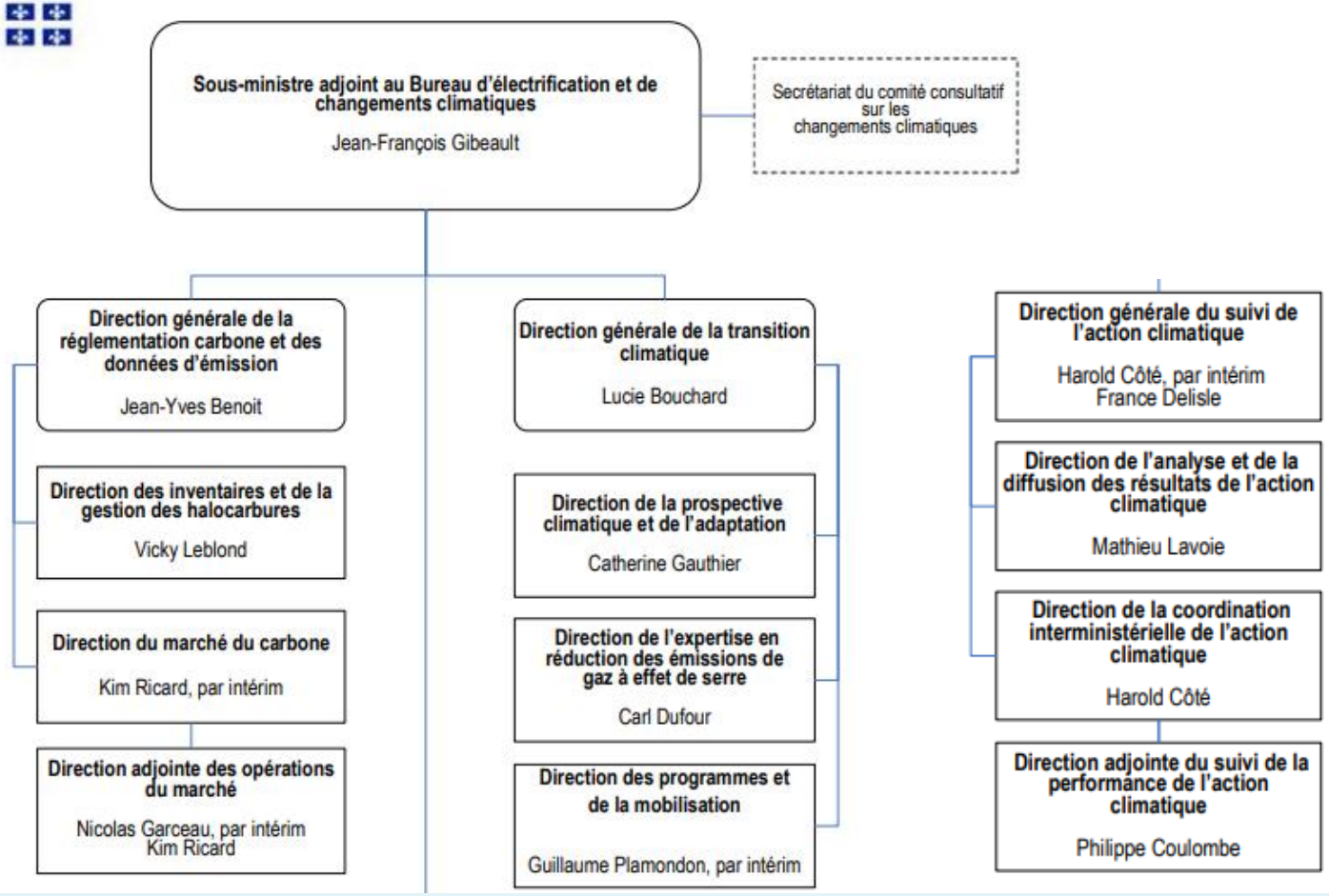
# Plan de présentation

- Introduction
- Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l’atmosphère
- Registre des émissions de contaminants atmosphériques
- Inventaire québécois des émissions de contaminants atmosphériques

# Direction des inventaires et de la gestion des halocarbures



Environnement et Lutte contre les changements climatiques
Québec



# Mandats de la Direction des inventaires et de la gestion des halocarbures



- Mise en œuvre et application du *Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère* (RDOCECA) et du *Règlement sur les halocarbure*
- Assurer la surveillance de l'état de l'environnement relativement aux phénomènes d'accroissement de l'effet de serre, des plus acides, du smog et de la pollution toxique ainsi que de dresser les inventaires de certains contaminants émis dans l'atmosphère
- Fournir l'expertise technique en échantillonnages des émissions atmosphériques

# Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère



- Utilisations des données:
  - Production de l'*Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre* et de l'*Inventaire québécois des émissions de contaminants atmosphériques*
  - Tarification carbone avec le marché du carbone (SPEDE)
  - Tarification du programme de réduction des rejets industriels
  - Support aux politiques, plans d'action, règlements ou dossiers stratégiques en lien avec la qualité de l'air
  - Développement d'indicateurs de risques en santé publique

# Historique

- Approche volontaire (1985-2007)
  - Industries remplissaient un formulaire personnalisé concernant leur production, la quantité de combustible utilisé, etc.
  - Ministère calculait les émissions (principaux contaminants, GES, toxiques)
  - Approche par secteur industriel (alumineries, usines de pâtes et papiers, cimenteries, etc.)
- Publication du Règlement sur la déclaration obligatoire en 2007
  - Loi sur la qualité de l'Environnement a dû être modifiée
  - Étroitement lié aux exigences fédérales (Inventaire national des rejets de polluants et déclaration des GES)
  - Approche par seuils de déclaration
  - Formulaire obligatoire
  - Contaminants couverts: GES, $SO_2$, $NO_x$, COV, Hg, particules, etc.
  - Déclaration: émissions, production et matières premières, consommation de combustibles, facteurs d'émission, etc.

# Principales caractéristiques

- Contaminants à déclarer:
  - $SO_2$, $NO_x$, COV, etc. (pluies acides et smog)
  - Hg, Cd, HAP, etc. (pollution toxique)
  - $CO_2$, $CH_4$, $N_2O$, etc. (effet de serre)

- Déclaration annuelle doit être produite au plus tard le 1er juin de l'année suivante

- Déclaration doit être faite via la prestation électronique de services IQEA

# Champ d’application, objet et interprétation

- Le RDOCECA s’applique à tout exploitant dont l’entreprise, l’installation ou l’établissement émet un des contaminants visés à un niveau qui est égal ou supérieur aux seuils de déclaration
- Le RDOCECA permet:
  - de déterminer les seuils à partir desquels les entreprises, les installations ou les établissements doivent déclarer
  - de déterminer les renseignements qui doivent être fournis, dont certains de nature confidentielle qui sont nécessaires au calcul des quantités d’émission

# Déclaration de certains contaminants à l'origine de la pollution toxique, des pluies acides et du smog



## Article 4: Contaminants mentionnés à la Partie I de l'annexe A

| Nom | Symbole | Numéro CAS* | Seuil de déclaration |
|---|---|---|---|
| Fluorures totaux (Ft) | - | 7782-41-4 | 10 tonnes |
| Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) | - | - | 50 kg annuellement pour l'ensemble des contaminants de la catégorie des HAP |
| Fluorène | $C_{13}H_{10}$ | 86-73-7 | |
| Phénanthrène | $C_{14}H_{10}$ | 85-01-8 | |
| Anthracène | $C_{14}H_{10}$ | 120-12-7 | |
| Pyrène | $C_{16}H_{10}$ | 129-00-0 | |
| Fluoranthène | $C_{16}H_{10}$ | 206-44-0 | |
| Chrysène | $C_{18}H_{12}$ | 218-01-09 | |
| Benzo (a) anthracène | $C_{18}H_{12}$ | 56-55-3 | |
| Benzo (a) pyrène | $C_{20}H_{12}$ | 50-32-8 | |
| Benzo (e) pyrène | $C_{20}H_{12}$ | 192-97-2 | |
| Benzo (b) fluoranthène | $C_{20}H_{12}$ | 205-99-2 | |
| Benzo (j) fluoranthène | $C_{20}H_{12}$ | 205-82-3 | |
| Benzo (k) fluoranthène | $C_{20}H_{12}$ | 207-08-09 | |
| Benzo (g, h, i) pérylène | $C_{22}H_{12}$ | 191-24-2 | |
| Indeno (1, 2, 3, -cd) pyrène | $C_{22}H_{12}$ | 193-39-5 | |
| Dibenzo (a, h) anthracène | $C_{22}H_{14}$ | 53-70-3 | |

# Déclaration de certains contaminants à l'origine de la pollution toxique, des pluies acides et du smog



## Article 5: Contaminants mentionnés à la Partie II de l'annexe A

| Nom | Symbole | Numéro CAS | Seuil de déclaration |
|---|---|---|---|
| Dioxyde de soufre | $SO_2$ | 7446-09-05 | 20 tonnes |
| Oxydes d'azote | $NO_x$ | 11104-93-1 | 20 tonnes |
| Composés organiques volatils | COV | - | 10 tonnes |
| Monoxyde de carbone | CO | 630-08-0 | 20 tonnes |
| Particules totales | PART | - | 20 tonnes |
| $PM_{10}$ | $PM_{10}$ | - | 0,5 tonne |
| $PM_{2.5}$ | $PM_{2.5}$ | - | 0,3 tonne |
| Ammoniac | $NH_3$ | 7664-41-7 | 10 tonnes FPU[1] |
| Mercure et ses composés | Hg | - | 5 kg FPU[1] |
| Plomb et ses composés | Pb | - | 50 kg FPU[1] |
| Cadmium et ses composés | Cd | - | 5 kg FPU[1] |
| Dioxines | - | - | Aucun seuil |
| Furanes | - | - | Aucun seuil |
| Benzène | $C_6H_6$ | 71-43-2 | 10 tonnes FPU[1] (1 tonne)[2] |
| Hexachlorobenzène | $C_6Cl_6$ | 118-74-1 | Aucun seuil |
| Formaldéhyde | $CH_2O$ | 50-00-0 | 10 tonnes FPU[1] (1 tonne)[2] |
| Arsenic et ses composés | As | - | 50 kg FPU[1] |
| Chrome hexavalent et ses composés | Cr | - | 50 kg FPU[1] |
| Soufre réduit total[3] | - | - | 10 tonnes FPU[1] |

1 - Quantité totale d'une substance fabriquée, préparée ou utilisée (FPU) d'une autre manière. Pour plus de détails sur ces seuils, consulter le site d'Environnement et Changement climatique Canada.

2 - Lorsque les émissions totales de composés organiques volatils dépassent le seuil de 10 tonnes, cette substance doit être déclarée individuellement au seuil d'une tonne.

3 - Exprimé sous forme de sulfure d'hydrogène.

# Déclaration de certains contaminants à l'origine de la pollution toxique, des pluies acides et du smog



Article 5: Contaminants mentionnés à la Partie II de l'annexe A

- Les seuils ne sont pas intégrés au RDOCECA
- Les seuils sont fixés par Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) via un avis public donné en application de l'article 46 de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement (LCPE)

**DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT**

CANADIAN ENVIRONMENTAL PROTECTION ACT, 1999

*Notice with respect to the substances in the National Pollutant Release Inventory for 2020 and 2021*

**MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT**

LOI CANADIENNE SUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT (1999)

*Avis concernant les substances de l'Inventaire national des rejets de polluants pour les années 2020 et 2021*

- Inventaire national des rejets de polluants (INRP)

# Déclaration de certains contaminants à l'origine de la pollution toxique, des pluies acides et du smog



- Déclaration faite par établissement (usine, lieu d'enfouissement, hôpital, incinérateur, etc.)
- Basée sur la meilleure information disponible
- Informations à déclarer, par source (activités, procédés, équipements)

# Limites des informations obtenues en vertu du RDOCECA



- Si les émissions d'un contaminant sont en dessous du seuil, elles n'ont pas à être déclarées
- Les petits émetteurs sont le plus souvent sous tous les seuils
- De plus, le seuil du nombre d'heures travaillées de l'INRP (20 000 h) soustrait les plus petites entreprises

# Registre des émissions de contaminants atmosphériques



- Publié sur le site de Données Québec: https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/registre-des-emissions-de-contaminants-atmospheriques
- Contient les émissions déclarées pour chacun des contaminants du RDOCECA par année et par établissement
- Les données proviennent des entreprises et les plus récentes sont non validées
- Fichier de données en CSV et XLSX
- À venir: fichiers géomatiques GeoJSON, FGDB et GPKG et service web WMS et REST

# Registre des émissions de contaminants atmosphériques

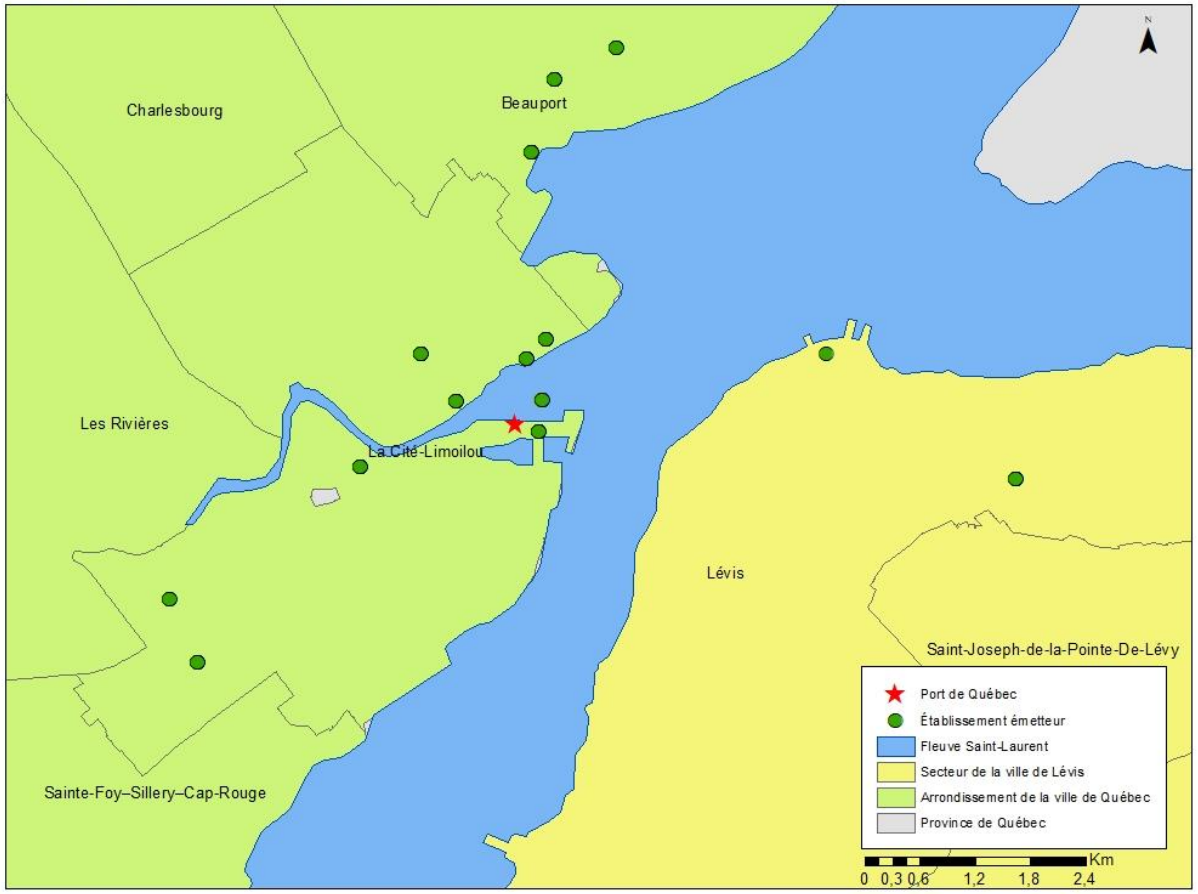


| Année | Établissements au Québec | Établissements dans un rayon de 6 km du Port de Québec |
|---|---|---|
| 2012 | 619 | 11 |
| 2013 | 615 | 11 |
| 2014 | 612 | 11 |
| 2015 | 614 | 11 |
| 2016 | 619 | 11 |
| 2017 | 634 | 12 |
| 2018 | 632 | 12 |
| 2019 | 635 | 12 |
| 2020 | 629 | 11 |
| 2021 | 615 | 11 |

# Registre des émissions de contaminants atmosphériques



Établissements à 6 km du Port de Québec déclarant des émissions de certains contaminants atmosphériques en vertu du RDOCECA entre 2012 et 2021.




Boulangerie Canada Bread, Limitée - Usine Beauport

Boulangerie Canada Bread, Limitée - Usine Lévis

Boulangerie Canada Bread,Limitée -(rue Vincent-Massey, Québec)

Chantiers Davie inc.

Ciment Québec inc. (Unibéton) - Beauport Usine de béton de ciment

Commandité Stadacona WB ltée (papetière)

Frito Lay Canada

G3 Canada Limited (Port de Québec)

Incinérateur ville de Québec

La Cité verte

Port de Québec - IMTT-Québec inc.

Port de Québec - Vopak Terminals of Eastern Canada inc.

PPG revêtement architecturaux Canada inc.

Rothmans, Benson & Hedges inc.

# Inventaire québécois des émissions de contaminants atmosphériques

Québec

Ministère de l'Environnement
et de la Lutte contre les changements climatiques

Nous joindre
English

Accueil | Ministre | Ministère | Air | Biodiversité | Changements climatiques | Développement durable | Eau
Évaluations environnementales | Matières résiduelles | Milieux agricole et aquacole | Milieu industriel | Pesticides | Terrains contaminés

Air

- Réseau de surveillance
- Indice de la qualité de l'air
- Smog
- Autres problèmes atmosphériques
- Rapports sur la qualité de l'air
- Émissions atmosphériques
- Laboratoire mobile TAGA
- Réglementation
- Changements climatiques

## Inventaire des émissions des principaux contaminants atmosphériques au Québec en 2008 et évolution depuis 1990

La pollution de l'air résulte principalement des activités humaines. À long terme, les émissions atmosphériques sont susceptibles de causer des déséquilibres dans le milieu atmosphérique en raison de leur continuité et de leur additivité, que ce soit à l'échelle locale ou planétaire. Certains phénomènes naturels comme les éruptions volcaniques et les incendies de forêt peuvent aussi causer des perturbations importantes dans l'atmosphère. Néanmoins, celles-ci sont généralement de courte durée.

Rapport 2008 (format PDF, 1,6 Mo)

**Documents antérieurs**

- Rapport 2007 (format PDF, 258 ko)
- Rapport 2005

Afin de connaître l'évolution des émissions atmosphériques de sources anthropiques, le Ministère a mis en place un système d'inventaire de ces émissions depuis 1985. L'Inventaire québécois des émissions atmosphériques (IQÉA) permet de déterminer l'origine, la nature et la quantité de certains contaminants émis dans l'atmosphère tels que :

# Inventaire des émissions des principaux contaminants atmosphériques au Québec en 2008 et évolution depuis 1990



- Publié en 2011
- Données de 1990 à 2008 pour les PM, $NO_x$, CO, COV et $SO_2$
- Données de 2008 pour les $PM_{2,5}$
- Produit avec les données et les sources d'émissions disponibles au moment de la compilation

# Comparaisons avec l'Inventaire d'ECCC des émissions de polluants atmosphériques 1990-2020



- L'Inventaire fédéral de 1990 à 2020 est régionalisé par province
- L'Inventaire du MELCC utilise des données spécifiques au Québec, par exemple:
  - les déclarations produites en vertu du RDOCECA
  - les ventes de pesticides au Québec
  - les quantités de béton bitumineux utilisées par le MTQ
  - les données de l'industrie forestière du MFFP

# Comparaisons avec l'Inventaire d'ECCC des émissions de polluants atmosphériques 1990-2020



L'Inventaire québécois 1990-2008 n'inclut pas certaines sources, comme:

- les poussières provenant des routes pavées et non pavées
- l'érosion éolienne des piles de résidus miniers
- le transport du charbon
- les feux de forêt prescrits et de bâtiment
- les sources provenant des activités agricoles

# Inventaire québécois 1990-2020 à venir

- Structure ressemblant à l'Inventaire des émissions de polluants atmosphériques fédéral
- Contaminants inventoriés: PM, $PM_{10}$, $PM_{2,5}$, CO, COV, $NO_x$ et $SO_2$
- Révision de toutes les sources d'émission par rapport au rapport 1990-2008 et ajout de certaines sources
- Pour le Québec en entier, il n'y a pas de régionalisation

SNC·LAVALIN

# Façonner un meilleur avenir pour notre planète et ceux qui l'habitent

2022

## Groupe de Travail sur la Contamination Atmosphérique (GTCA)

# La qualité de l’air dans le quartier de Limoilou et ses environs

Présentation de Jean-Luc Allard, SNC-Lavalin - le 6 octobre 2022

# Agenda

1. **Introduction**
2. **Sources en présence**
3. **Regard sur la dispersion des contaminants**
4. **Contaminants**
5. **Plan d'action et technologies d'assainissement de l'air**

SNC·LAVALIN

# Introduction

- Milieu urbain mixte et complexe
- Sources multiples
- Météorologie

Limite de la Zone

Source d'émission diffuse

Grands chantiers de construction (2010-2017)

Espace industriel

Petites et moyennes entreprises susceptibles de contribuer aux émissions atmosphériques

Source d'émission fixe retenue

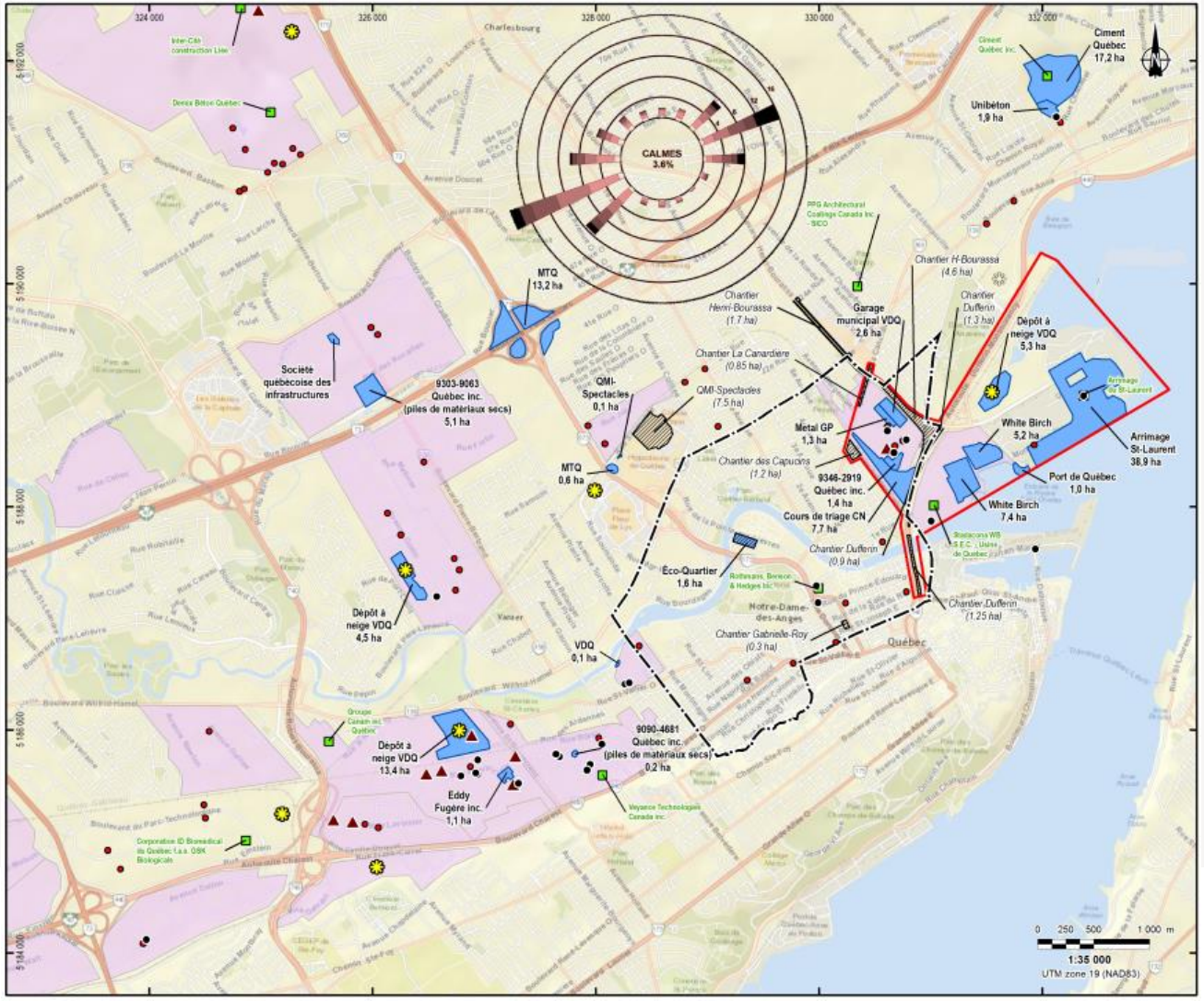
Industrie ayant fait une déclaration à l'INRP en 2015

Site de gestion de matières résiduelles

**Sites de dépôt à neige**

inutilisé

utilisé




SNC·LAVALIN

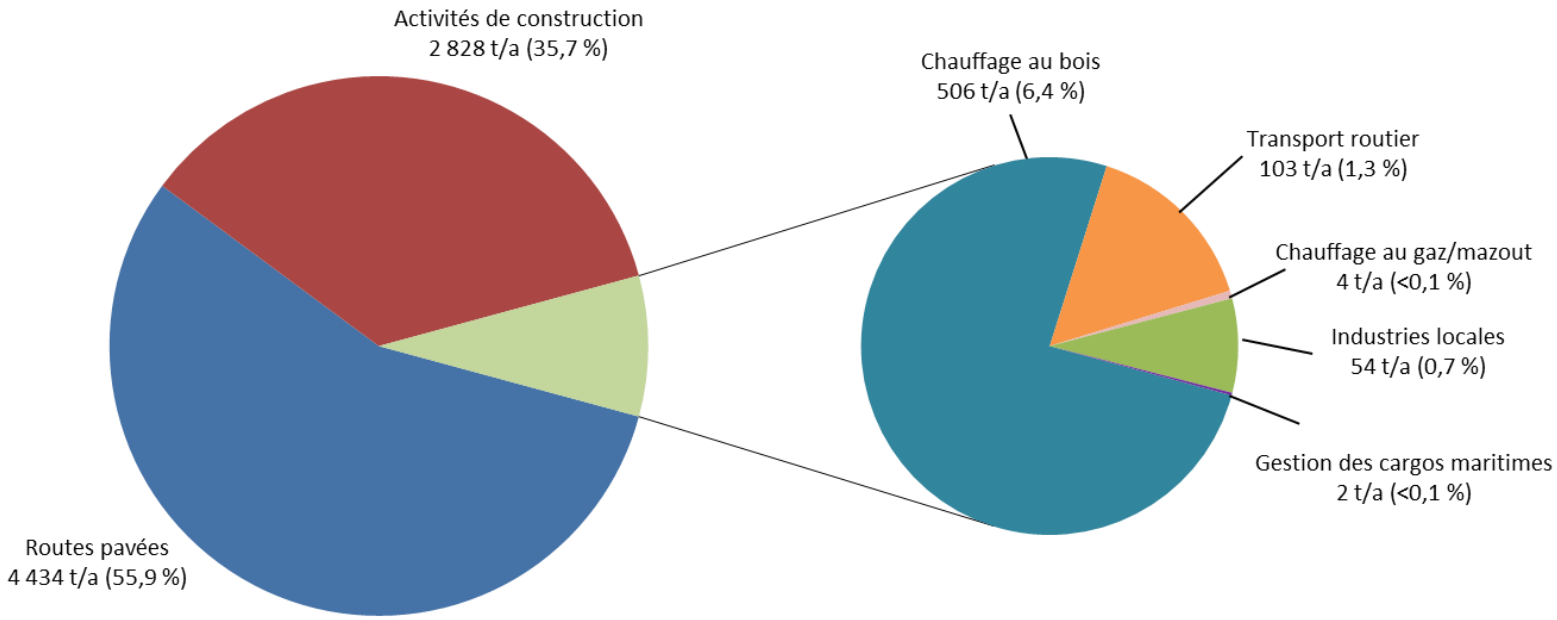
# Sources en présence

- Types de sources: Fixes, linéaires, surfaciques, volumiques
- Comment établir la contribution relative de ces sources dans l'air ambiant
  - Inventaire général basé sur la population dans la zone
  - Inventaire d'émissions GES et tendances
  - Inventaire fédéral et provincial d'émissions d'émetteurs spécifiques
  - Réseau d'air ambiant
  - Mesures et analyses des particules dans le secteur visé

SNC·LAVALIN

# Importance relative des émissions de PMT par secteurs d'activités

ECCC, PMT 2014: inventaire basé sur l'occupation du sol et les secteurs d'activité en tenant compte de la population dans la zone + 300m.




SNC·LAVALIN

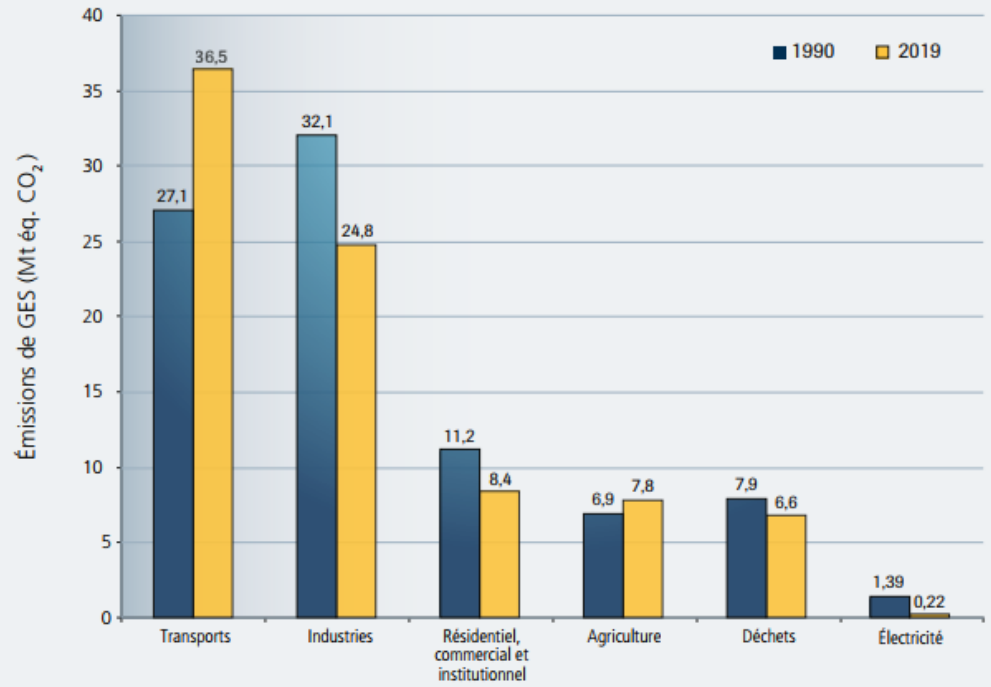
# GES 1990-2019
# Inventaire québécois des émissions de gaz effet de serre en 2019 et leur évolution depuis 1990.

## Ministère de l’environnement et de la lute aux changements climatiques

SNC·LAVALIN

# Émissions de GES au Québec par secteur d'activité en 1990 et en 2019

Figure 7
Émissions de GES au Québec
par secteur d'activité en 1990 et en 2019

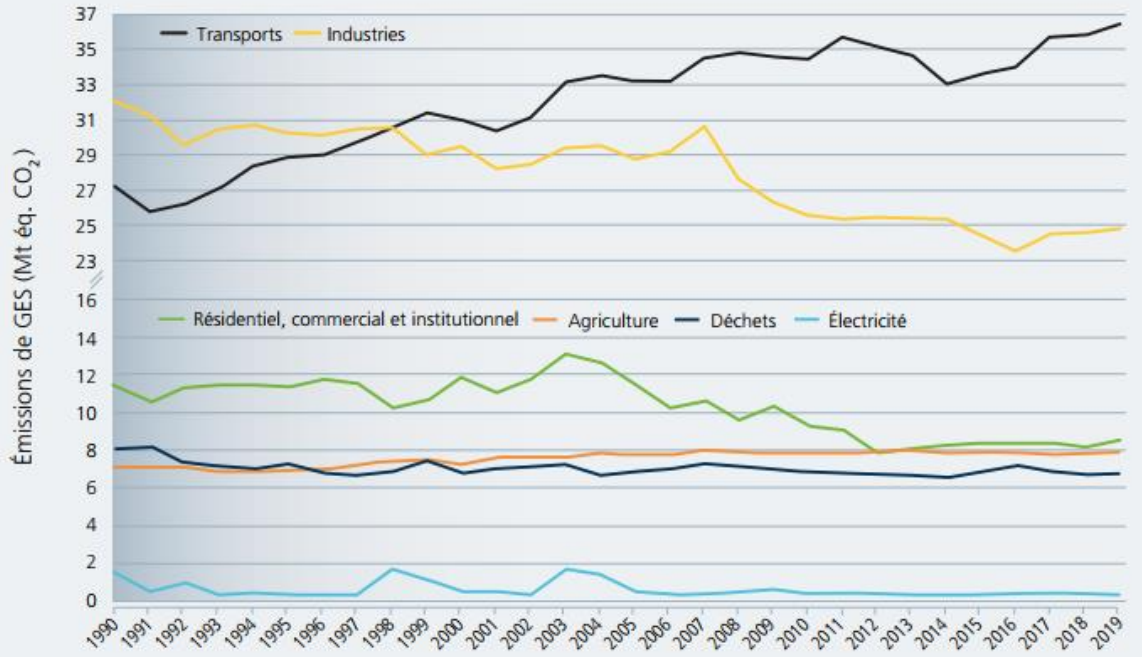



Référence: GES 1990-2019, Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2019 et leur évolution depuis 1990
**Ministère de l'environnement et de la lutte aux changements climatiques**

SNC·LAVALIN

# Émissions de GES au Québec par secteur d'activité entre 1990 et 2019

Figure 9
Émissions de GES au Québec
par secteur d'activité entre 1990 et 2019

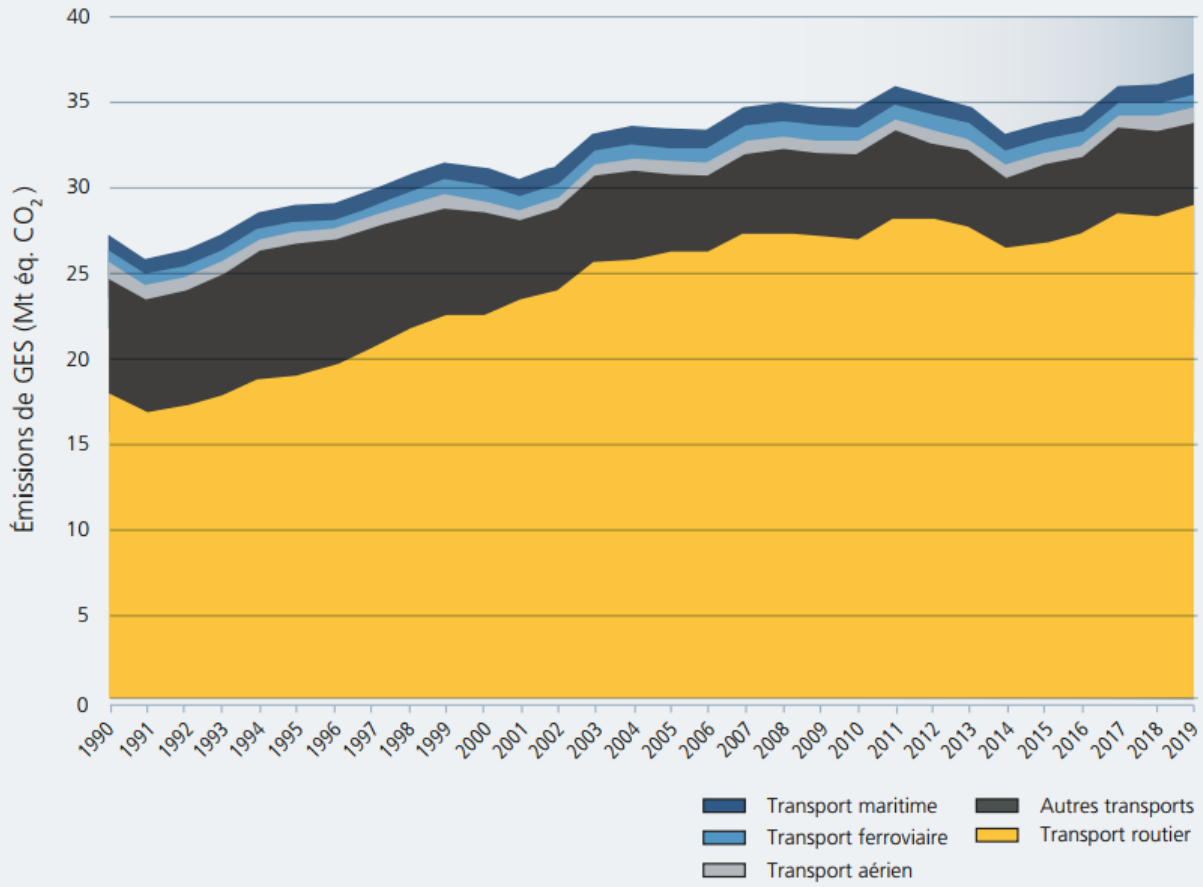



Référence: GES 1990-2019, Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2019 et leur évolution depuis 1990
**Ministère de l'environnement et de la lutte aux changements climatiques**

SNC·LAVALIN

# Répartition et évolution des émissions de GES des sous-secteurs des transport entre 1990 et 2019

Figure 12
Répartition et évolution
des émissions de GES des sous-secteurs
des transports entre 1990 et 2019

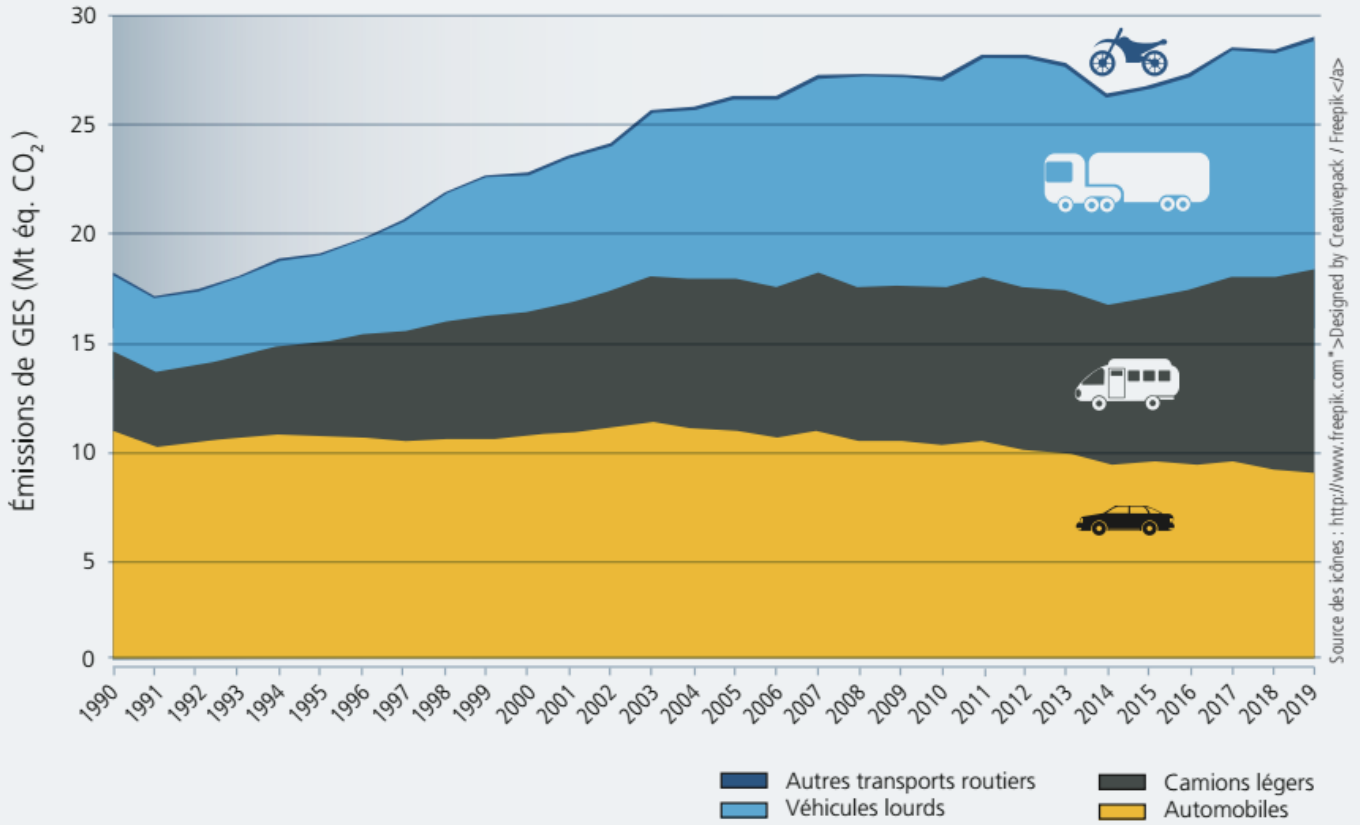



Référence: GES 1990-2019, Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2019 et leur évolution depuis 1990
**Ministère de l'environnement et de la lutte aux changements climatiques**

SNC·LAVALIN

# Répartition et évolution des émissions de GES des différentes categories de transports routiers entre 1990 et 2019

Figure 13
Répartition et évolution des émissions des différentes catégories de transports routiers entre 1990 et 2019




Référence: GES 1990-2019, Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2019 et leur évolution depuis 1990
**Ministère de l'environnement et de la lutte aux changements climatiques**

SNC·LAVALIN

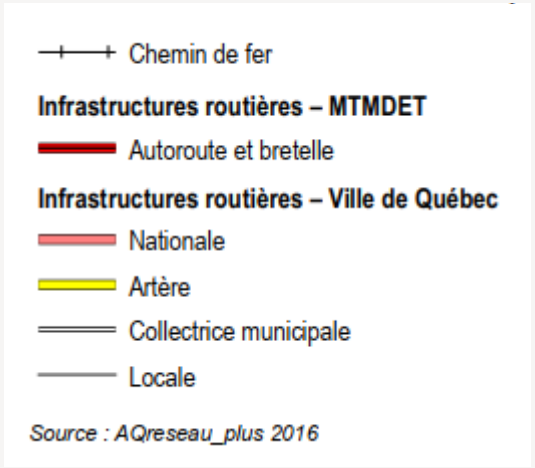
# Évolution des émissions des automobiles, des camions légers et des véhicules lourds et du nombre de véhicules en circulation (SAAQ, 2015,2020)[4] entre 1990 et 2019

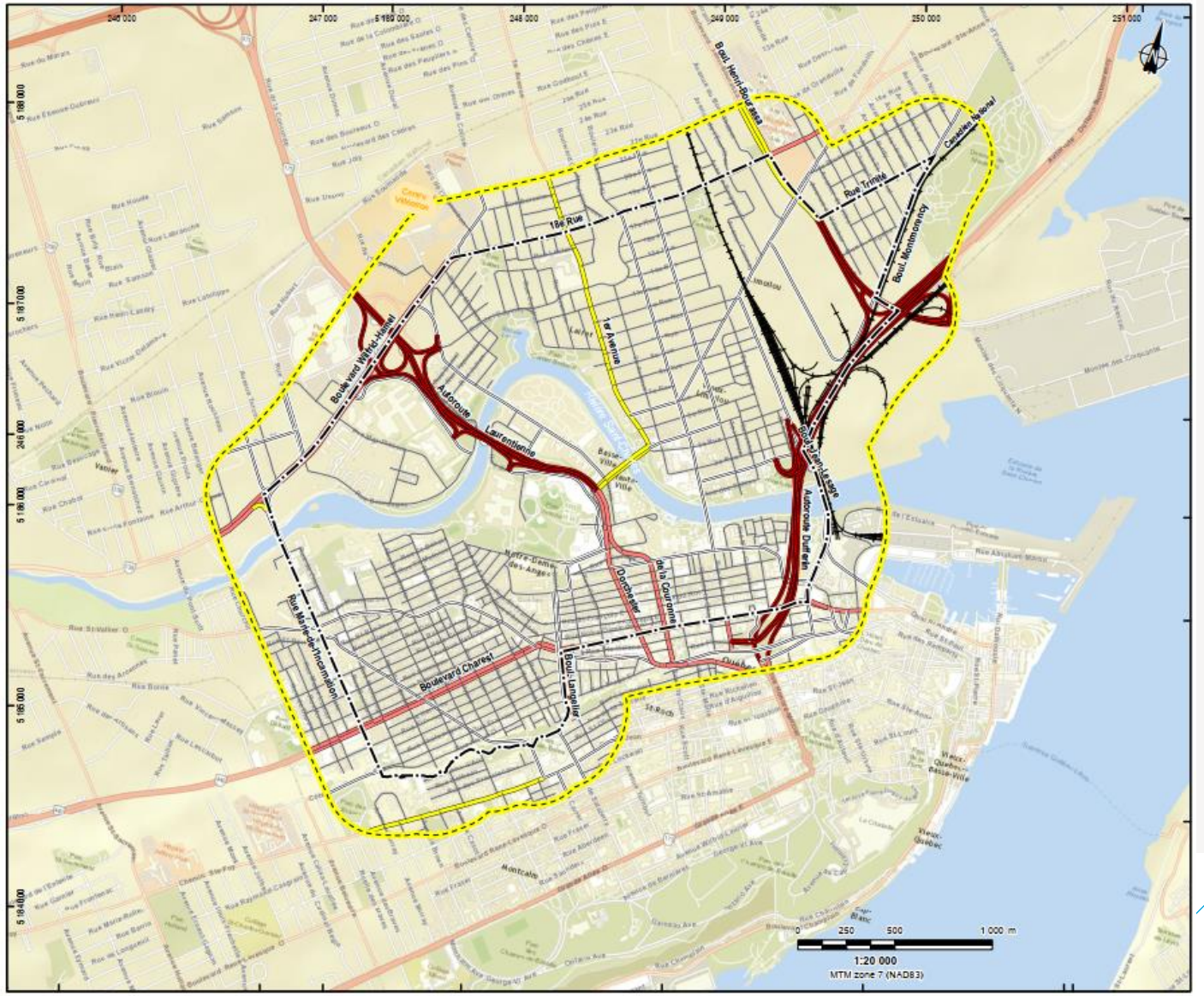
Référence: GES 1990-2019, Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2019 et leur évolution depuis 1990
**Ministère de l'environnement et de la lutte aux changements climatiques**

4. Les véhicules électriques sont inclus dans le nombre de véhicules.

# Infrastructure routière

- Axe Nord-Est Sud-Ouest:
  - Zone portuaire et industrielle
  - Aires ouvertes
  - Chemins de fer
  - Réseau autoroutier
  - Réseau routier provincial et local




SNC·LAVALIN

# Principaux grands émetteurs de $PM_{10}$ déclarés au régistre de l'INRP en 2015 dans la region de Québec et Lévis et leur distance du quartier Limoilou

| Entreprise | Ville | Émissions de $PM_{10}$ déclarées en 2015 (t) | Distance des limites de la Zone (km) |
|---|---|---|---|
| Énergie Valero Inc. Raffinerie Jean Gaulin | Lévis | 180 | 6,1 |
| Stadacona WB S.E.C. Usine de Québec (White Birch) | Québec | 8,7 | 0,23 |
| Sanimax ACI - Sanimax ACI | Charny, Lévis | 5,7 | 11,3 |
| GSK Biologicals Corporation | Sainte-Foy, Québec | 4,4 | 3,85 |
| Cie d'Arrimage de Québec Ltée | Québec | 4,0 | 1,3 |
| PepsiCo Canada ULC Usine de Lauzon | Lauzon, Lévis | 4,0 | 6,2 |
| Rothmans, Benson & Hedges Inc. | Québec | 2,6 | 0,1 |
| Ciment Québec inc.Beauport | Beauport, Québec | 2,5 | 2,5 |
| Université Laval, Centrale thermique | Sainte-Foy, Québec | 2,5 | 3,0 |
| Commandité Stadacona inc. (site Scierie Leduc) | Québec | 1,3 | 7,9 |
| Sintra inc. - Usine de Saint-Jean-Chrysostome | Saint-Jean-Chrysostome | 0,73 | 7,7 |
| InterCité construction Ltée. Usine #051 | Québec | 0,512 | 5,7 |
| PPG Architectural Coatings Canada Inc. SICO #1 Beauport | Beauport, Québec | 0,48 | 0,63 |
| Demix Béton, division de Groupe CRH (Canada) inc. Québec | Québec | 0,172 | 4,8 |
| Hexion Canada Inc. - Hexion - Saint-Romuald | Saint-Romuald Lévis | 0,139 | 5,5 |

SNC·LAVALIN

# Liste non exhaustive d'émetteurs industriels et commerciaux susceptibles de contribuer aux émissions de contaminants

| Nom de l'émetteur | Adresse | Distance de la Zone | Vents (%) *[1] |
|---|---|---|---|
| Laboratoire Mag Québec Inc. | 1219 rue Vincent-Massey | 970 m à l'ouest de la Zone | 50 |
| Acier Inox. Den-Mar | 1240 Rue des Artisans | 1,1 km à l'ouest de la Zone | 50 |
| AF Métal | 1485 Rue Provinciale | 1,8 km à l'ouest de la Zone | 40 |
| AIM Québec | 999 Boulevard Montmorency | À l'intérieur de la Zone | 100 |
| Cie d'Arrimage de Québec Ltée - Arrimage du St-Laurent | 500 Rue Ressac, G1J 5L7 | 1,3 km à l'est de la Zone | 35 |
| COREM | 1180, rue de la Minéralogie | 940 m à l'ouest de la Zone | 40 |
| Ébénisterie Globale | 85 Rue de Verdun | 270 m à l'ouest de la Zone | 60 |
| Eddy Fugère | 315 rue Jackson | 1,6 km à l'ouest de la Zone | 45 |
| G3 Canada Limited | 300 Dalhousie, G1K 7R3 | 900 m à l'est de la Zone | 35 |
| Glassine Canada Inc. | 1245 Boulevard Montmorency | À l'intérieur de la Zone | 100 |
| LM Métal Recyclage Inc. | 1450 Rue Semple | 1,6 km à l'ouest de la Zone | 35 |
| Métal Léger L & V Inc. | 485 Avenue Godin | 1,6 km à l'ouest de la Zone | 40 |
| Métal Protech | 1220 Rue des Artisans | 1,0 km à l'ouest de la Zone | 40 |
| Recyclage Vanier | 1095 Rue Vincent-Massey | 750 m à l'ouest de la Zone | 50 |
| Rothmans, Benson & Hedges Inc. - Usine de Québec | 185 Laurentienne, G1K 8C4 | À l'intérieur de la Zone | 100 |
| Sciage@Forage P.R.O. | 1270 Rue de la Jonquière | 1,8 km à l'ouest de la Zone | 35 |
| Stadacona WB S.E.C. - Usine de Québec | 10 Boulevard des Capucins, G1K 7H9 | 320 m au sud de la Zone | 40 |
| Tecno Métal Inc. | 1495 Rue Provinciale | 2 km à l'ouest de la Zone | 40 |
| Thibaudeau Métal Inc. | 325 Rue Lalemant | À l'intérieur de la Zone | 100 |
| Unibéton | 3725 Rue Saint-Henri | 2,2 km au nord-nord-est de la Zone | 10 |
| Usinage MCP Inc. | 1240 Rue des Artisans | 1,2 km à l'ouest de Zone | 45 |
| Usinage R D L Inc. | 840 Rue Saint-Vallier O | 250 m à l'ouest de la Zone | 55 |
| Ville de Québec - Incinérateur | 1210 Boulevard Montmorency, G1J 3V9 | À l'intérieur de la Zone | 100 |

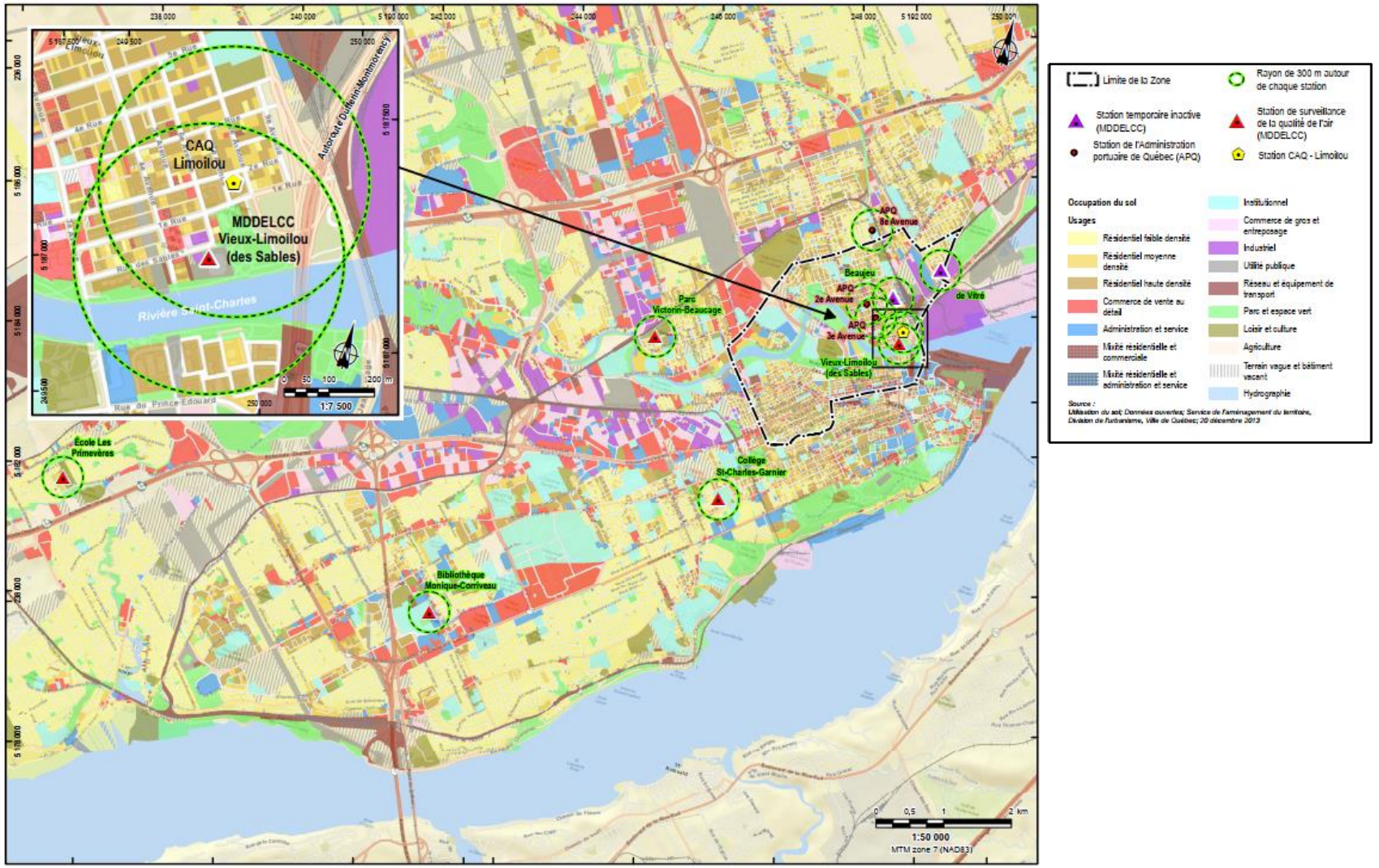
* Correspond à la portion approximative (à 5% près) du temps où les émissions en provenance de la source peuvent influencer la Zone en fonction de la direction des vents.

[1] Les vents ont été analysés avec la rose des vents de la station de Beauport pour les années 2010 à 2016.

Émetteurs à l'intérieur de la Zone

SNC·LAVALIN

# Localisation des stations de surveillance de la qualité de l'air ambiant et occupation du sol




SNC·LAVALIN

# Sources d'influence de la qualité de l'air à proximité des stations d'échantillonnage

| Station | Commentaires sur la localisation de la station |
|---|---|
| Vieux-Limoilou | La localisation de cette station comporte plusieurs facteurs qui expliquent pourquoi les concentrations de poussières y sont plus élevées qu'à d'autres stations.<br>Cette station est localisée dans un secteur résidentiel en bordure d'infrastructures importantes et d'un nombre élevé de sources d'émissions atmosphériques variées :<br>• La proportion des surfaces non pavées environnantes est significative<br>• Axes routiers importants : autoroute Dufferin-Montmorency, boulevard Jean-Lesage et desserte locale<br>• Voies ferrées du CN<br>• Aires ouvertes dans l'axe des vents dominants de l'ENE vers le secteur résidentiel avec plusieurs sources en amont des vents dominants<br>• Industries : ASL, AIM, White Birch, Incinérateur de Québec, etc.<br>• Sources surfaciques : dépôt à neige, surfaces non pavées ou pavées et poussiéreuses<br>• Garage de la ville de Québec |
| De Vitré | Cette station comporte plusieurs points en commun avec la station Vieux-Limoilou, puisqu'elle est située en bordure de nombreuses sources d'émissions.<br>• Industrielles : AIM, Glassine, Garage de la Ville de Québec<br>• La proportion des surfaces non pavées environnantes est significative<br>• Axes routiers importants : autoroute Dufferin-Montmorency, boulevard Jean-Lesage et dessertes locales<br>• Aires ouvertes dans l'axe des vents dominants de l'ENE vers le secteur résidentiel avec plusieurs sources en amont des vents dominants |
| Beaujeu | Comme pour les stations Vieux-Limoilou et De Vitré, de nombreuses sources contribuent aux concentrations de poussières mesurées à la station :<br>• Cour de triage du CN<br>• Industries : incinérateur de Québec, 9346-2919 Québec inc, etc.<br>• Chantier des Capucins<br>• Desserte routière locale : boulevard des Capucins, chemin de la Canardière, etc. |
| Beaucage | Cette station est située à l'ouest de la Zone. L'occupation du sol principalement résidentielle avec des surfaces gazonnées. La station est séparée de la zone industrielle située au nord-ouest par la voie ferrée. Aucune source significative d'émission de poussières n'a été identifiée à proximité de la station.<br>Les sources de matières particulaires identifiées à la station Vieux-Limoilou y ont peu ou pas d'influence. |
| De l'Église | Cette station est principalement entourée d'espaces verts et d'un milieu bâti varié, sans sources d'émission importantes.<br>La station est située à 5,5 km au sud-ouest de la Zone. Aucune contribution des sources de matières particulaires localisées à proximité de la station Vieux-Limoilou n'est probable. |
| Parc Primevères | La station est située à près de 10 km à l'OSO de la Zone. Aucune contribution des sources de matières particulaires localisées à proximité de la station Vieux-Limoilou n'est probable.<br>Aucune source significative d'émission de poussières n'est identifiée à proximité de la station, implantée à l'école Primevères dans un quartier dont l'occupation du sol est principalement composée de résidences et d'espaces verts. |
| St-Charles-Garnier | Comme pour la station Primevère, la station est localisée dans une école et l'occupation du sol est principalement composée de résidences et d'espaces verts. |

| Station | Commentaires sur la localisation de la station |
|---|---|
| | La station est à plus d'un kilomètre au sud-ouest de la Zone. Les sources de matières particulaires identifiées à la station Vieux-Limoilou y ont peu ou pas d'influence. |
| Limoilou | Cette station est située à proximité de la station MDDELCC Vieux-Limoilou. Elle est influencée par les mêmes sources à des degrés pouvant varier. |
| 2e Avenue | Cette station est située à l'intersection de la 2e Avenue et de la 8e Rue dans la Zone.<br>La station est dans l'axe des vents dominants du Port vers la station de mesure.<br>La station est située dans une zone résidentielle où les seules sources de poussières à proximité sont le réseau de routes locales. |
| 3e Avenue | Cette station est située à proximité de la station de la 2e Avenue, à l'intersection de la 3e Avenue et de la 5e Rue. Les caractéristiques du milieu sont similaires à celles de la station de la 2e Avenue. |
| 8e Avenue | Cette station est située sur la 8e Avenue à l'extrémité de la 20e Rue. La station est située (au Centre de formation Professionnelle de Limoilou) et est entourée par une zone résidentielle.<br>La station est située tout juste à l'extérieur de la Zone (140 m au nord). L'occupation du sol est principalement résidentielle. Aucun émetteur important n'est situé à proximité de la station mis à part le réseau routier de desserte local. |

SNC·LAVALIN

# Distances entre les stations de surveillance de la qualité de l'air ambient et les sources de contaminants (non exhaustif)

| | Station | rues locales | Aut. Dufferin | Boul. / Aut | Chemin fer CN | White Birch | AIM | CAQ | Garage Ville de Québec | Terrains vagues | Dépôt neige (1) | Dépôt neige (2) | Dépôt neige (3) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GROUPE 1 – Distances en mètres | Limoilou | < 5 m | 107 | 115 m boul. des Capucins | 189 | 507 | 824 | 1 382 | 907 | N/A | 1 323 | > 2 km | > 2 km |
| | Vieux Limoilou | 25 | 190 | 296 m aut. J.Lesage | 326 | 671 | 985 | 1 518 | 1 080 | N/A | 1 486 | > 2 km | > 2 km |
| | Vitré | < 5 m | 76 | 75 m boul. H.-Bourassa | 25 | 523 | 285 | 986 | 178 | N/A | 495 | > 2 km | > 2 km |
| | De Beaujeu | < 5 m | 454 | 49 m boul. Des Capucins | 99 | 594 | 385 | 1 500 | 500 | 125 au nord-est | 1 192 | > 2 km | > 2 km |
| GROUPE 2 – Distances en mètres | 2e Avenue | < 5 m | 785 | N/A | 554 | 1 040 | 828 | 1 924 | 931 | N/A | 1 624 | > 2 km | > 2 km |
| | 3e Avenue | < 5 m | 586 | N/A | 500 | 886 | 836 | 1 786 | 945 | N/A | 1 590 | > 2 km | > 2 km |
| | 8e Avenue | < 5 m | 1 318 | 391 m boul. H.-Bourassa | 76 | 1 515 | 775 | 2 166 | 659 | N/A | 1 650 | > 2 km | > 2 km |
| GROUPE 3 – Distances en mètres | Primevères (1) | 30 m | 13,000 | 500 m aut. Felix Leclerc | 459 | 13,065 | 12,910 | 13,974 | 13,043 | 324 Terrain vague au sud | 13,645 | 8,469 | 8,178 |
| | St-Charles Garnier (2) | 45 m | 3,000 | 125 m boul. René-Lévesque 460 m av. Grande Allée 750 m aut. Dufferin-Montmorency | 1 206 | 4,187 | 4,365 | 4,941 | 4 500 | N/A | 5 200 | 3 106 | 1 974 |
| | De l'Église Monique Corriveau (3) | < 5 m | 7,560 | 529 m aut. Henri-IV 526 m boul. Laurier 287 m boul. Hochelaga | 1 965 | 8 598 | 8 703 | 9 473 | 8 816 | N/A | 9 509 | 5 160 | 4 230 |

SNC·LAVALIN

# Occupation du sol en 2013 autour des stations de mesures de l'air ambiant à l'intérieur d'un rayon de 300 mètres de la station de surveillance de la qualité de l'air

| Usages | Stations temporaires inactives (MDDELCC) | | Stations actives (MDDELCC) | | | | | Stations de l'APQ | | | Station CAQ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Beaujeu | De Vitré | De l' Église | Saint-Charles-Garnier | Parc Primevères | Beaucage | Vieux-Limoilou | 2e Avenue | 3e Avenue | 8e Avenue | Limoilou |
| Résidentiel | **32,4 %** | 15,3 % | 14,6 % | **41,5 %** | **43,7 %** | 18,6 % | **28,7 %** | **43,4 %** | **39,4 %** | **42,2 %** | **26,8 %** |
| Transport | **40,2 %** | **45,0 %** | 14,0 % | 23,6 % | 19,7 % | **27,7 %** | **30,1 %** | **39,6 %** | **37,1 %** | **28,9 %** | **43,2 %** |
| Autres usages (loisirs, parcs, espaces verts, utilités publiques) | 0,9 % | 5,0 % | 8,0 % | 2,1 % | **29,8 %** | **30,5 %** | **34,5 %** | 1,1 % | 1,4 % | 4,6 % | 21,5 % |
| Commercial et résidentiel mixte | 7,5 % | 14,0 % | **20,9 %** | 0,9 % | 0,2 % | 13,1 % | 3,7 % | 11,6 % | 14,9 % | 0,9 % | 3,1 % |
| Institutionnel | 5,4 % | 0,0 % | **36,4 %** | **30,6 %** | 3,3 % | 3,4 % | 0,0 % | 2,4 % | 3,9 % | 12,0 % | 1,4 % |
| Industriel | 1,4 % | **20,5 %** | 3,7 % | 0,3 % | 0,1 % | 6,5 % | 2,8 % | 1,6 % | 2,2 % | 7,1 % | 3,3 % |
| Agriculture | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,6 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % |
| Terrains vagues et bâtiments vacants | 12,1 % | 0,3 % | 2,4 % | 1,1 % | 3,2 % | 0,1 % | 0,2 % | 0,3 % | 1,0 % | 4,4 % | 0,7 % |

SNC·LAVALIN

# Station d’échantillonnage Vieux Limoilou

- Vents dominants dans l’axe Nord-Est vers Sud-Ouest
  - Zone portuaire et industrielle
  - Terrains divers (en friche ou en terre et/ou asphaltés mais sources de matières particulaires
  - Lignes de chemin de fer et cour de triage
  - Réseau autoroutier
  - Réseau routier régional et local
  - Multiples zones de construction (habitations et réseau routier)
  - Plusieurs rues étroites et résidences directement adjacentes (maison-trottoir-rue)

SNC·LAVALIN

# Caractéristiques des stations de surveillance de la qualité de l'air dans l'analyse

| Nom de station | Localisation | Contaminant mesuré | Type d'appareil de mesure | Durée et fréquences d'échantillonnage | Périodes de mesure (mesures disponibles depuis 2010) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Réseau MDDELCC** | | | | | | |
| Vieux-Limoilou | Limoilou | $PM_{2.5}$<br>$PM_{10}$, métaux<br>$PM_T$, métaux | BAM-1020 ($PM_{2.5}$)<br>Hi-Vol ($PM_{10}$)<br>Hi-Vol ($PM_T$) | $PM_{2.5}$ (horaire, en continu)<br>$PM_{10}$ (24 h, aux 6 jours (2010-2015) et aux 2 jours (2016-2017))<br>$PM_T$ (24 h, aux 2 jours) | $PM_{2.5}$<br>$PM_T$<br>Métaux ($PM_T$)<br>Métaux ($PM_{10}$) | janvier 2010 à juin 2018<br>janvier 2010 au 13 juin 2018<br>avril 2010 au 1er juin 2018<br>avril 2010 au 1er juin 2018 |
| De l'Église et Monique-Corriveau | Sainte-Foy | $PM_T$,métaux | Hi-Vol | 24 h, aux 6 jours | $PM_T$<br>Métaux ($PM_T$) | janvier 2010 au 13 juin 2018<br>janvier 2011 à décembre 2014 |
| De Vitré[1] | Limoilou | | | | $PM_T$ et métaux | avril 2010 à mars 2012 |
| Beaujeu[1] | Limoilou | | | | | |
| Beaucage | Vanier | | | | $PM_T$<br>Métaux ($PM_T$) | janvier 2010 au 7 juin 2018<br>janvier 2011 à février 2016 et au 7 janvier 2018 |
| Parc Primevères | Champigny | $PM_{2.5}$ | BAM-1020 | Horaire, en continu | $PM_{2.5}$ | janvier 2010 à juin 2018 |
| Saint-Charles-Garnier | Saint-Sacrement | | | | | |
| **Réseau CAQ** | | | | | | |
| Limoilou | Limoilou | $PM_{10}$, métaux<br>$PM_T$, métaux | Hi-Vol | 24 h, à tous les jours | $PM_T$ et métaux<br>$PM_{10}$ et métaux | novembre 2013 au 13 juillet 2018<br>septembre 2016 au 13 juillet 2018 |
| **Réseau APQ** | | | | | | |
| 2e Avenue [2] | Limoilou | $PM_{2.5}$<br>$PM_{10}$, métaux<br>$PM_T$, métaux | SHARP ($PM_{2.5}$)<br>Partisol ($PM_{10}$)<br>Hi-Vol ($PM_T$) | $PM_{2.5}$ (à la minute, en continu)<br>$PM_{10}$ (24 h, à tous les jours)<br>$PM_T$ (24 h, aux 2 jours) | $PM_{2.5}$<br>$PM_T$ et métaux<br>$PM_{10}$ et nickel | juin 2015 à novembre 2017<br>juillet 2015 à novembre 2017<br>juin 2015 à novembre 2017 |
| 3e Avenue | Limoilou | | | | $PM_{2.5}$<br>$PM_T$ et métaux<br>$PM_{10}$ et nickel | février 2016 à juillet 2017<br>janvier 2016 à juillet 2017<br>décembre 2015 à juillet 2017 |
| 8e Avenue | Limoilou | | | | $PM_{2.5}$<br>$PM_T$ et métaux<br>$PM_{10}$ et nickel | février 2016 à juillet 2017<br>janvier 2016 à juillet 2017<br>janvier 2016 à juillet 2017 |

(1) Ces deux stations sont inactives depuis mars 2012.

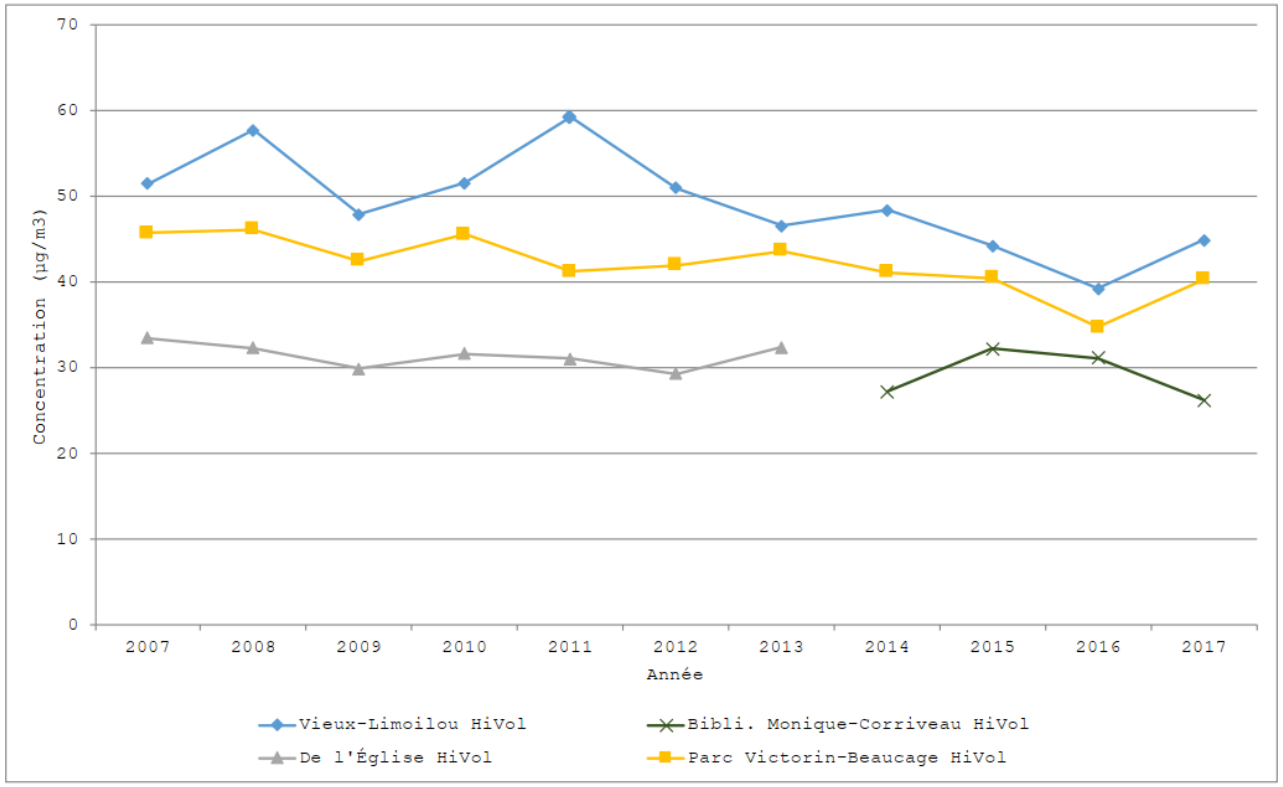
(2) Fin des activités le 30 novembre 2017.

SNC·LAVALIN

# Réseau de mesures dans l’air ambient

SNC·LAVALIN

# Concentrations moyennes annuelles de PST, 2007 à 2017, région de la Capitale-Nationale




- Station Vieux Limoilou: « pire cas »
- Tendance à la baisse (VL et Beaucage) ou stable (De l'Église)
- Les PST peuvent causer des effets d'ordre allergiques ou irritants
- Les PST affectent la qualité de vie des résidents: déposition sur les surfaces et augmentent le potentiel d'exposition aux contaminants transportés par les particules

Référence: Bilan initial de la qualité de l'air extérieur et ses effets sur la santé,
**Direction de santé publique**, Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale

SNC·LAVALIN

# Proportion et pourcentage de jours avec échantillonnage par année où il y a eu un dépassement de la norme quotidienne du Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère pour les PST[1]

| Année | Vieux-Limoilou | | Parc Victorin-Beaucage | | De l'Église | | Bibliothèque Monique-Corriveau | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | n | % | n | % | n | % | n | % |
| 2007 | 0/51 | 0,0 | 1/50 | 2,0 | 0/47 | 0,0 | --- | --- |
| 2008 | 4/58 | 6,9 | 1/59 | 1,7 | 0/55 | 0,0 | --- | --- |
| 2009 | 2/57 | 3,5 | 1/60 | 1,7 | 0/55 | 0,0 | --- | --- |
| 2010 | 2/41 | 4,9 | 3/57 | 5,3 | 0/55 | 0,0 | --- | --- |
| 2011 | 1/43 | 2,3 | 0/59 | 0,0 | 0/55 | 0,0 | --- | --- |
| 2012 | 1/55 | 1,8 | 1/58 | 1,7 | 0/57 | 0,0 | --- | --- |
| 2013 | 2/131 | 1,53 | 1/59 | 1,7 | 0/51 | 0,0 | --- | --- |
| 2014 | 2/48 | 4,2 | 0/60 | 0,0 | --- | --- | 0/58 | 0,0 |
| 2015 | 1/41 | 2,4 | 0/55 | 0,0 | --- | --- | 0/58 | 0,0 |
| 2016 | 1/57 | 1,8 | 0/53 | 0,0 | --- | --- | 0/58 | 0,0 |
| 2017 | 0/50 | 0,0 | 0/34 | 0,0 | --- | --- | 0/36 | 0,0 |

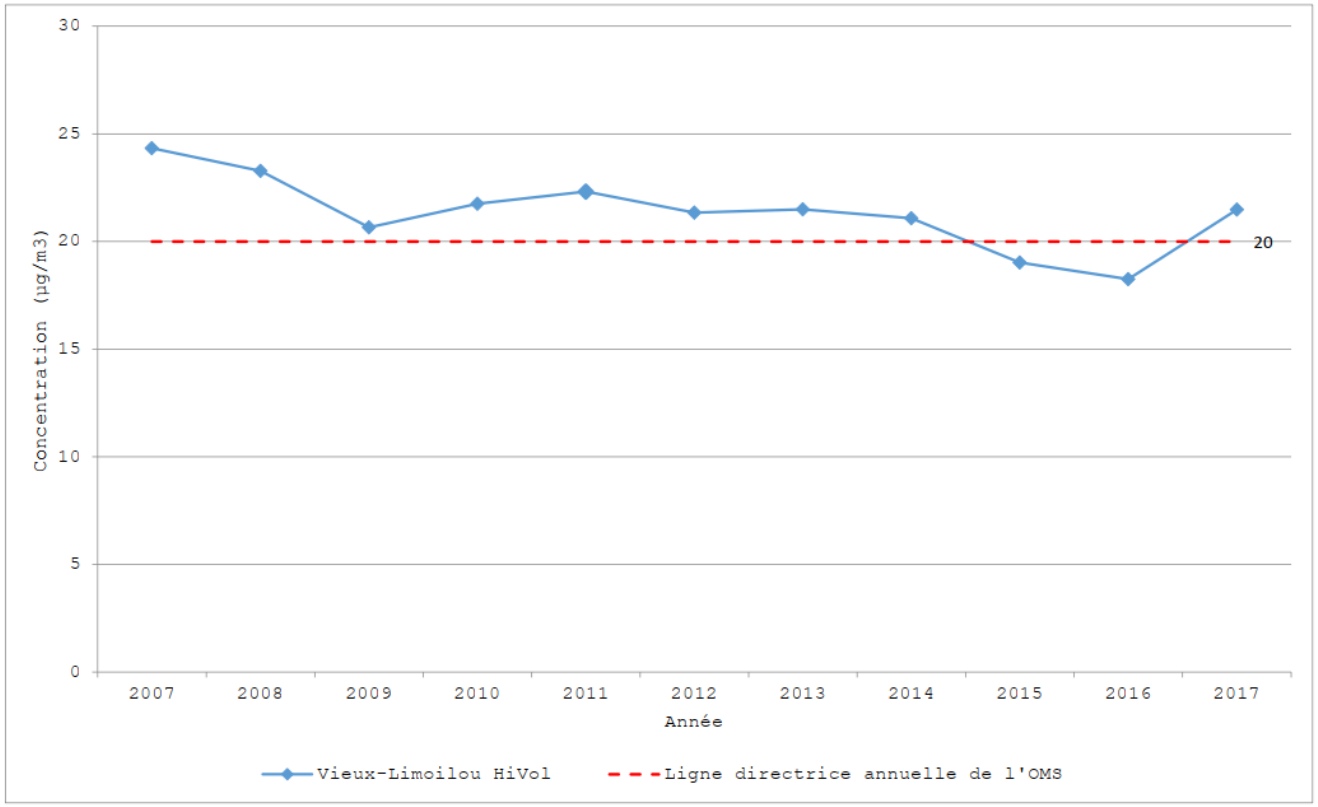
1) La norme quotidienne du RAA pour les PST est de 120 µg/m³.

- La multiplicité et le nombre de sources, l'effet « aires ouvertes » affecte particulièrement Vieux Limoilou (voir occupation du sol) et carte en introduction
- De L'Église et BMC sont moins affectés par la multiplicité des sources que Vieux Limoilou
- Parc Victorin-Beaucage en situation mitoyenne et tendance à la baisse

Référence: Bilan initial de la qualité de l'air extérieur et ses effets sur la santé,
**Direction de santé publique**, Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale

SNC·LAVALIN

# Concentrations moyennes annuelles de $PM_{10}$, 2007 à 2017, région de la Capitale-Nationale, station Vieux-Limoilou

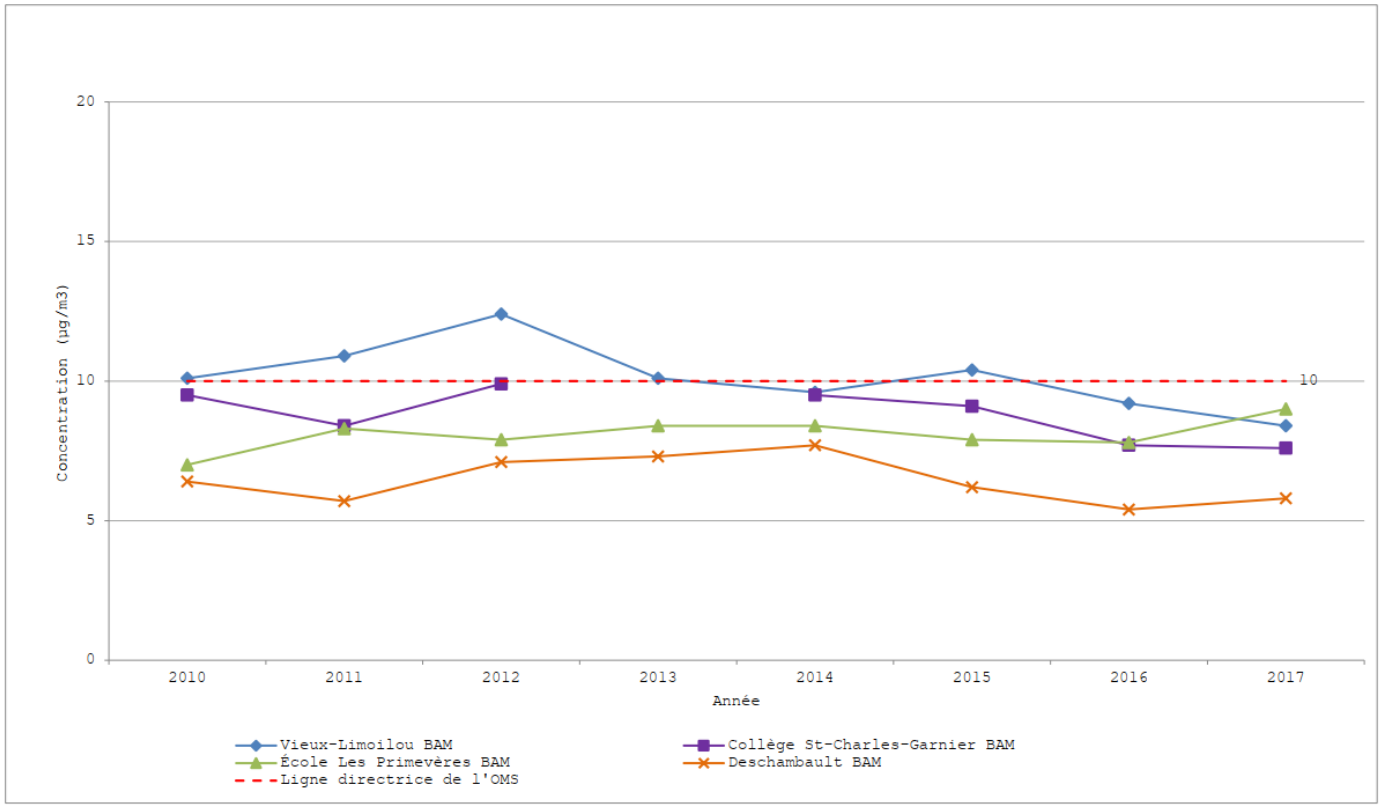



- PM10 non normé et mesuré qu'à cette station
- On constate une tendance à la baisse durant cette période
- Dépassement de la ligne directrice de l'OMS
- Multiplicité des sources

Référence: Bilan initial de la qualité de l'air extérieur et ses effets sur la santé,
**Direction de santé publique**, Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale

SNC·LAVALIN

# Concentrations moyennes annuelles de $PM_{2,5}$, 2007 à 2017, région de la Capitale-Nationale,




- Valeurs élevées en comparaison à la ligne directrice de l'OMS, surtout VL
- Valeurs stables et tendance à la baisse pour Vieux-Limoilou
- Le transport, la combustion fossile et le chauffage au bois sont les sources dominantes

Référence: Bilan initial de la qualité de l'air extérieur et ses effets sur la santé,
**Direction de santé publique**, Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale

SNC·LAVALIN

# Proportion de jours avec échantillonnage par année où il y a eu un dépassement du critère du règlement sur l'assainissement de l'atmosphere pour le $PM_{2,5}$ [1]
# Région de la Capitale-Nationale

| Année | Vieux-Limoilou | | St-Charles Garnier | | École Les Primevères | | Deschambault | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | n | % | n | % | n | % | n | % |
| 2010 | 4/339 | 1,2 | 4/339 | 1,2 | 2/301 | 0,7 | 3/359 | 0,8 |
| 2011 | 2/351 | 0,6 | 1/356 | 0,3 | 0/353 | 0,0 | 0/349 | 0,0 |
| 2012 | 9/356 | 2,5 | 6/363 | 1,7 | 4/358 | 1,1 | 1/347 | 0,3 |
| 2013 | 4/355 | 1,1 | 2/255 | 0,8 | 2/352 | 0,6 | 2/350 | 0,6 |
| 2014 | 1/356 | 0,3 | 0/355 | 0,0 | 1/357 | 0,3 | 0/345 | 0,0 |
| 2015 | 2/333 | 0,6 | 1/357 | 0,3 | 2/358 | 0,6 | 0/323 | 0,0 |
| 2016 | 0/342 | 0,0 | 0/338 | 0,0 | 1/331 | 0,3 | 0/340 | 0,0 |
| 2017 | 1/357 | 0,3 | 0/347 | 0,0 | 0/352 | 0,0 | 0/350 | 0,0 |

1) La norme quotidienne du RAA pour les $PM_{2,5}$ est de 30 µg/m$^3$.

- Des dépassements surviennent à toutes les stations mais avec des contributions de sources variables
- Les dépassements semblent en baisse sur une base annuelle

Référence: Bilan initial de la qualité de l'air extérieur et ses effets sur la santé,
**Direction de santé publique**, Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale

SNC·LAVALIN

# Proportion de jours avec échantillonnage par année où il y a eu un dépassement de la ligne directrice quotidienne de l'OMS pour les $PM_{2,5}$ [1], 2010 à 2017
# Région de la Capitale-Nationale

| Année | Vieux-Limoilou | | St-Charles Garnier | | École Les Primevères | | Deschambault | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | n | % | n | % | n | % | n | % |
| **2010** | 9/339 | 2,7 | 11/339 | 3,2 | 5/301 | 1,7 | 5/359 | 1,4 |
| **2011** | 9/351 | 2,6 | 2/356 | 0,6 | 4/353 | 1,1 | 0/349 | 0,0 |
| **2012** | 17/356 | 4,8 | 11/363 | 3,0 | 9/358 | 2,5 | 1/347 | 0,3 |
| **2013** | 9/355 | 2,5 | 4/255 | 1,6 | 7/352 | 2,0 | 3/350 | 0,9 |
| **2014** | 5/356 | 1,4 | 3/355 | 0,8 | 4/357 | 1,1 | 0/345 | 0,0 |
| **2015** | 8/333 | 2,4 | 6/357 | 1,7 | 7/358 | 2,0 | 0/323 | 0,0 |
| **2016** | 3/342 | 0,9 | 2/338 | 0,6 | 4/331 | 1,2 | 0/340 | 0,0 |
| **2017** | 3/357 | 0,8 | 0/347 | 0,0 | 5/352 | 1,4 | 0/350 | 0,0 |

1) La ligne directrice quotidienne de l'OMS pour les $PM_{2,5}$ est de 25 µg/$m^3$.

Référence: Bilan initial de la qualité de l'air extérieur et ses effets sur la santé,
**Direction de santé publique**, Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale

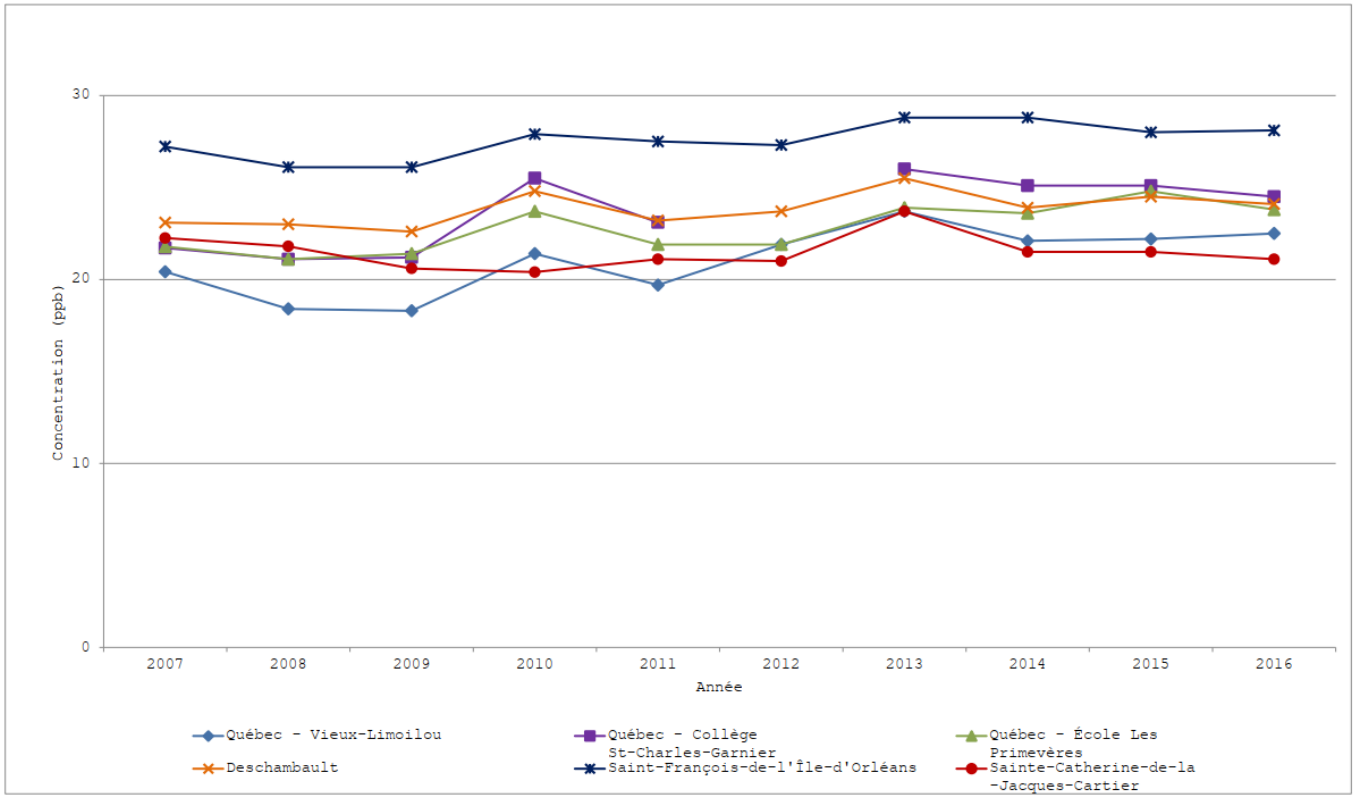
SNC·LAVALIN

# Période de 2007-2017: $NO_X$, CO, $SO_2$ et $O_3$

- Les concentrations moyennes annuelles de $NO_2$ diminuent durant la période
- Aucun dépassement des $NO_2$, $SO_2$ et CO vs RAA et OMS
- La concentration moyenne annuelle d'ozone est en augmentation à Vieux Limoilou, St-Charles Garnier et Primevères
  - Il y a peu de dépassement de la norme horaire et quelques jours de dépassement de la norme 8h

SNC·LAVALIN

# Concentrations moyennes annuelles d'$O_3$, 2007 à 2017, région de la Capitale-Nationale,




- Concentration moyenne annuelle en hausse à Vieux Limoilou, St-Charles-Garnier et Primevères

Référence: Bilan initial de la qualité de l'air extérieur et ses effets sur la santé,
**Direction de santé publique**, Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale

SNC·LAVALIN

# Comment établir la contribution relative des sources en présence

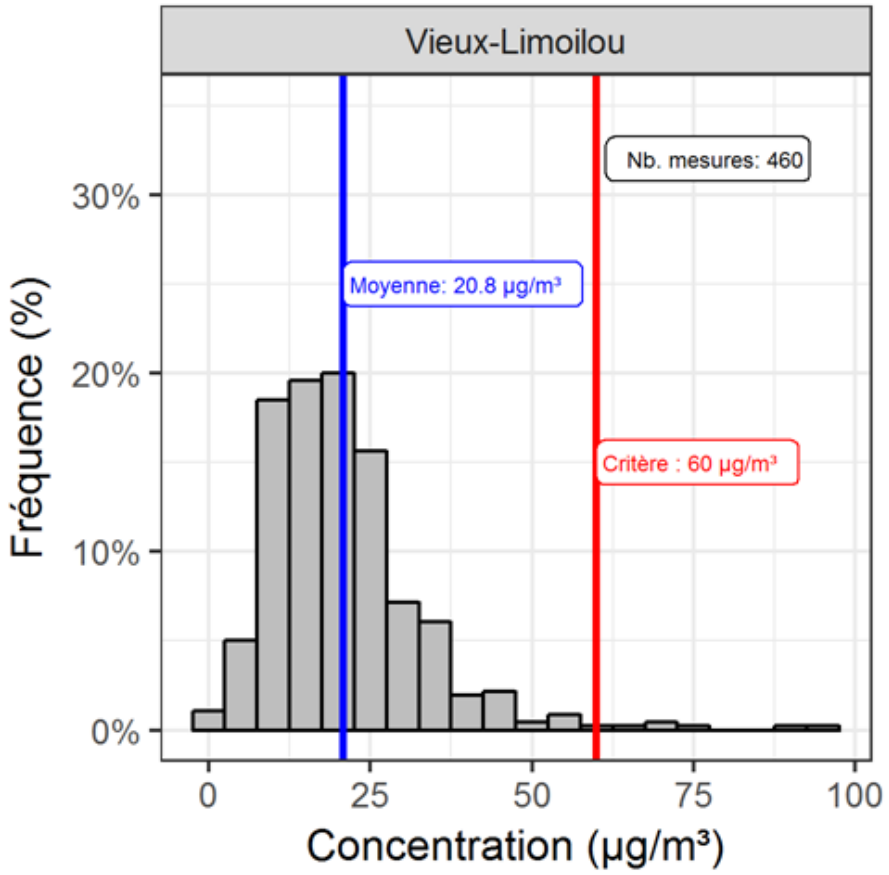
- Analyse des particules récoltées par le réseau d'échantillonnage
- Caractérisation des sources et dispersion atmosphérique

SNC·LAVALIN

# Analyse de filtres du MELCC à partir d'échantillonneurs à grand débit

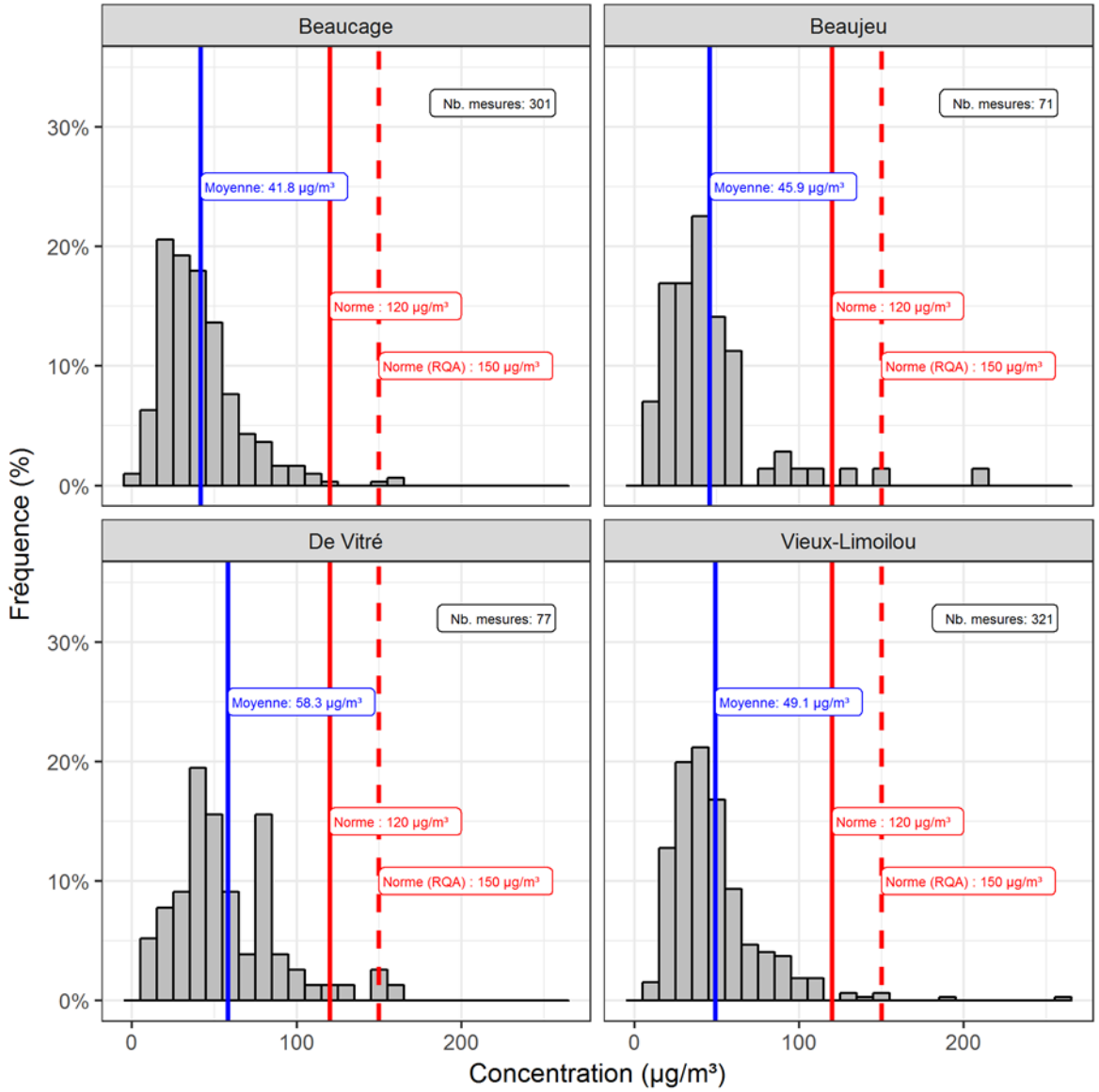
SNC·LAVALIN

# Histogramme des mesures journalières de $PM_{10}$ à la station Vieux-Limoilou entre novembre 2010 et fin 2015



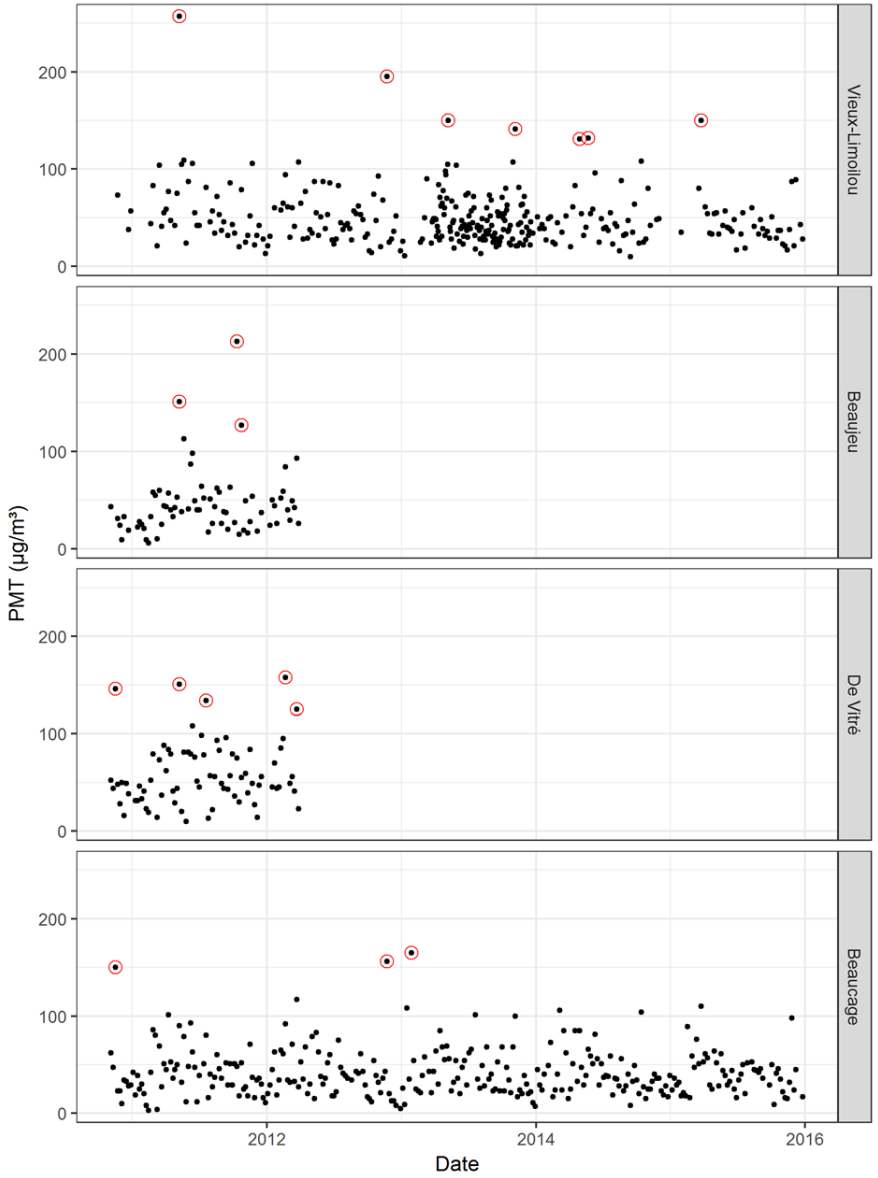

SNC·LAVALIN

# Histogramme des mesures journalières de $PM_T$ entre novembre 2010 et fin 2015




SNC·LAVALIN

# Concentrations journalières de $PM_T$ – Stations MELCC




SNC·LAVALIN

# Liste des échantillons demandés et ceux transmis

| Date d'échantillonnage | Numéro de filtre MDDELCC | Station | Paramètre | Conc. (µg/m$^3$) MDDELCC | Nombre de poinçons reçus | Numéro COREM |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 16-nov-10 | n.d. | Vieux-Limoilou | $PM_{10}$ | 70 | n.d. | n.d. |
| | n.d. | Beaujeu | $PM_T$ | 146 | n.d. | n.d. |
| | n.d. | Victorin-Beaucage | $PM_T$ | 150 | n.d. | n.d. |
| 09-mai-11 | n.d. | de Vitré | $PM_T$ | 151 | n.d. | n.d. |
| | 58722 | Vieux-Limoilou | $PM_{10}$ | 90 | 2 | 108 874 - 01 |
| | n.d. | Vieux-Limoilou | $PM_T$ | 257 | n.d. | n.d. |
| | n.d. | Beaujeu | $PM_T$ | 151 | n.d. | n.d. |
| 20-juil-11 | n.d. | Beaujeu | $PM_T$ | 134 | n.d. | n.d. |
| 12-oct-11 | n.d. | de Vitré | $PM_T$ | 213 | n.d. | n.d. |
| 24-oct-11 | n.d. | de Vitré | $PM_T$ | 127 | n.d. | n.d. |
| 21-févr-12 | 64710 | Beaujeu | $PM_T$ | 158 | 2 | 108 874 - 02 |
| 22-mars-12 | 70823 | Beaujeu | $PM_T$ | 125 | 2 | 108 874 - 03 |
| 23-nov-12 | 73004 | Vieux-Limoilou | $PM_{10}$ | 93 | 2 | 108 874 - 04 |
| | 73216 | Vieux-Limoilou | $PM_T$ | 195 | 2 | 108 874 - 05 |
| | 73217 | Beaucage | $PM_T$ | 156 | 2 | 108 874 - 06 |
| 28-janv-13 | 73014 | Vieux-Limoilou | $PM_{10}$ | 64 | 2 | 108 874 -07 |
| | 75930 | Beaucage | $PM_T$ | 165 | 2 | 108 874 - 08 |
| 08-mai-13 | 79283 | Vieux-Limoilou | $PM_T$ | 150 | 2 | 108 874 - 09 |
| 06-nov-13 | 82157 | Vieux-Limoilou | $PM_{10}$ | 72 | 2 | 108 874 - 10 |
| | 84007 | Vieux-Limoilou | $PM_T$ | 141 | 2 | 108 874 - 11 |
| 12-févr-14 | 86081 | Vieux-Limoilou | $PM_{10}$ | 77 | 2 | 108 874 - 12 |
| 29-avr-14 | 93114 | Vieux-Limoilou | $PM_T$ | 131 | 2 | 108 874 - 13 |
| 23-mai-14 | 87973 | Vieux-Limoilou | $PM_T$ | 132 | 2 | 108 874 - 14 |
| 25-mars-15 | 103442 | Vieux-Limoilou | $PM_T$ | 150 | 2 | 108 874 - 15 |

SNC·LAVALIN

# Étude minéralogique des particules récoltées sur filtres provenant d'échantillonneurs Hi-Vol exploités par le MELCC

- Les filtres avec les plus hautes concentrations ont été sélectionnés afin de comprendre les sources dominantes lors de dépassements de critères
- L'analyse n'est valable qu'à la station visée et ses environs immédiats puisque la qualité de l'air varie dans l'espace et dans le temps
- Une analyse minéralogique a servi à identifier leur provenance
- Les échantillons confirment la présence ponctuelle de sources liées aux saisons. Par exemple, deux échantillons prélevés au printemps sont composés de près de 30% de matières organiques
- Les particules d'origine naturelle et les sels de déglaçage dont prédominants:
  - Ces particules représentent minimalement 58% de l'échantillon pour l'ensemble des filtres
  - Ces particules représentent plus de 90% dans 9 des 15 filtres

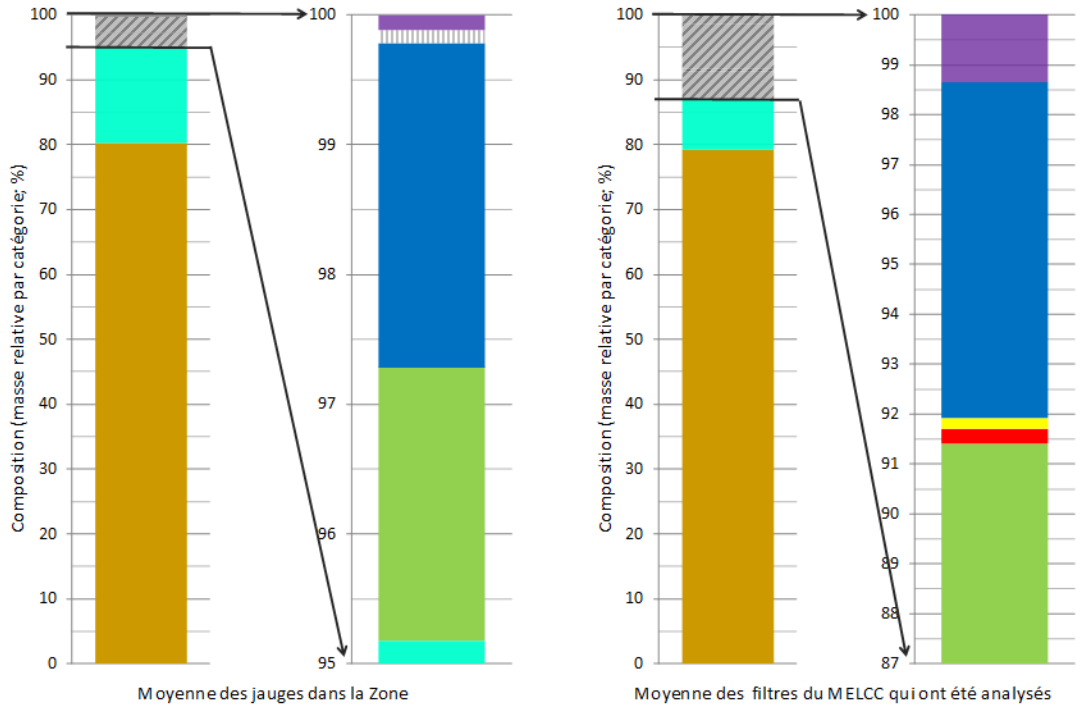
SNC·LAVALIN

# Tailles maximales, médiane et minimale des particules recueillies dans sur les filtres analysées

| Numéro de filtre | | Station | Date | Maximum (µm) | Médiane (µm) | Minimum (µm) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| COREM | MELCC | | | | | |
| #1 | 58722 | V. Limoilou | 9 mai 2011 | 15 | 9 | 3 |
| #2 | 64710 | Beaujeu | 21 fév. 2012 | 18 | 11 | 3 |
| #3 | 70823 | Beaujeu | 22 mars 2012 | 12 | 8 | 3 |
| #4 | 73004 | V. Limoilou | 23 nov. 2012 | 15 | 11 | 3 |
| #5 | 73216 | V. Limoilou | 23 nov. 2012 | 35 | 20 | 3 |
| #6 | 73217 | Beaucage | 23 nov. 2012 | 19 | 11 | 3 |
| #7 | 73014 | V. Limoilou | 28 jan. 2013 | Ces filtres contenaient trop de sels de déglaçage pour que la taille des particules puisse être mesurée avec précision (cas d'agglomération) | | |
| #8 | 75930 | Beaucage | 28 jan. 2013 | | | |
| #9 | 79283 | V. Limoilou | 8 mai 2013 | 30 | 17 | 3 |
| #10 | 85157 | V. Limoilou | 6 nov. 2013 | 18 | 9 | 3 |
| #11 | 84007 | V. Limoilou | 6 nov. 2013 | 15 | 12 | 3 |
| #12 | 86081 | V. Limoilou | 12 fév. 2014 | 50 | 29 | 3 |
| #13 | 93114 | V. Limoilou | 29 avr. 2014 | 12 | 11 | 3 |
| #14 | 87973 | V. Limoilou | 23 mai 2014 | 30 | 9 | 3 |
| #15 | 103442 | V. Limoilou | 25 mars 2015 | 18 | 7 | 3 |

SNC·LAVALIN

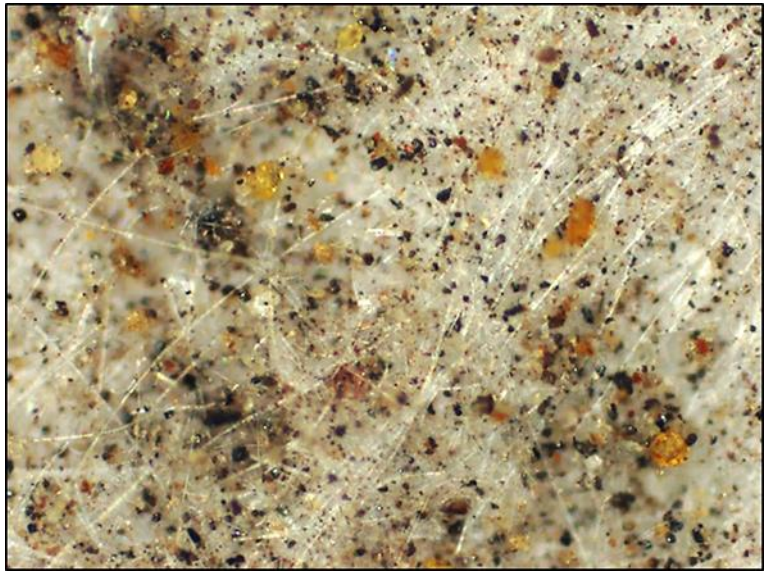
# Composition annuelle moyenne des échantillons de retombées de poussières prélevées et composition moyenne des filtres de qualité de l'air du MELCC




SNC·LAVALIN

# Exemple de surface d'un filtre

- On voit l'enchevêtrement de fibres de laine minérale en blanc et en gris
- Les résidus de combustion en noir
- Les particules de pollen sont sphériques et orangées
- Les particules inorganiques sont difficile à voir en microscopie optique mais sont facilement identifiables en microscopie électronique à balayage



SNC·LAVALIN

# Étude minéralogique et gravimétrique des retombées de poussières échantillonnées à l'aide d'un réseau de jauges

SNC·LAVALIN

# Objectifs du réseau de jauges à retombées de poussières

- Objectifs
  - Mesurer les taux de déposition de poussières dans la Zone et sa périphérie
  - Analyser la composition chimique et minéralogique pour en établir l'origine
  - Évaluer la variabilité spatiale et temporelle des retombées de poussières
- Normes
  - Le RQA avait une norme de 7,5T/km2/30 jours
  - Le RAA n'a plus de norme de retombées de poussières
  - L'ancienne norme a servi de valeur guide
- Problématique
  - La population considère les retombées de poussières comme une nuisance
  - Les particules collectées peuvent permettre d'identifier leur provenance et donc la contribution relative de ces sources

SNC·LAVALIN

# Plan d’échantillonnage relatif aux retombées de poussières

- Obtenir une couverture représentative du territoire
- Assurer une couverture plus dense de jauges à proximité du point d’origine des transects
- Mesurer pendant au moins 12 mois pour connaître la variabilité temporelle des retombées de poussières

SNC·LAVALIN

# Positionnement des jauges à retombées de poussières

Limite de la Zone

Jauge

Transect

Rayon de 300 m autour de chaque jauge

Station de surveillance de la qualité de l'air (MDDELCC)

**Occupation du sol**

**Usages**

- Résidentiel faible densité
- Résidentiel moyenne densité
- Résidentiel haute densité
- Commerce de vente au détail
- Administration et service
- Mixité résidentielle et commerciale
- Mixité résidentielle et administration et service
- Institutionnel
- Commerce de gros et entreposage
- Industriel
- Utilité publique
- Réseau et équipement de transport
- Parc et espace vert
- Loisir et culture
- Agriculture
- Terrain vague et bâtiment vacant
- Hydrographie

*Source :*
*Utilisation du sol; Données ouvertes; Service de l'aménagement du territoire, Division de l'urbanisme, Ville de Québec; 20 décembre 2013*

SNC·LAVALIN

# Positionnement des jauges à retombée de poussières

Limite de la Zone

Jauge

Transect

Rayon de 300 m autour de chaque jauge

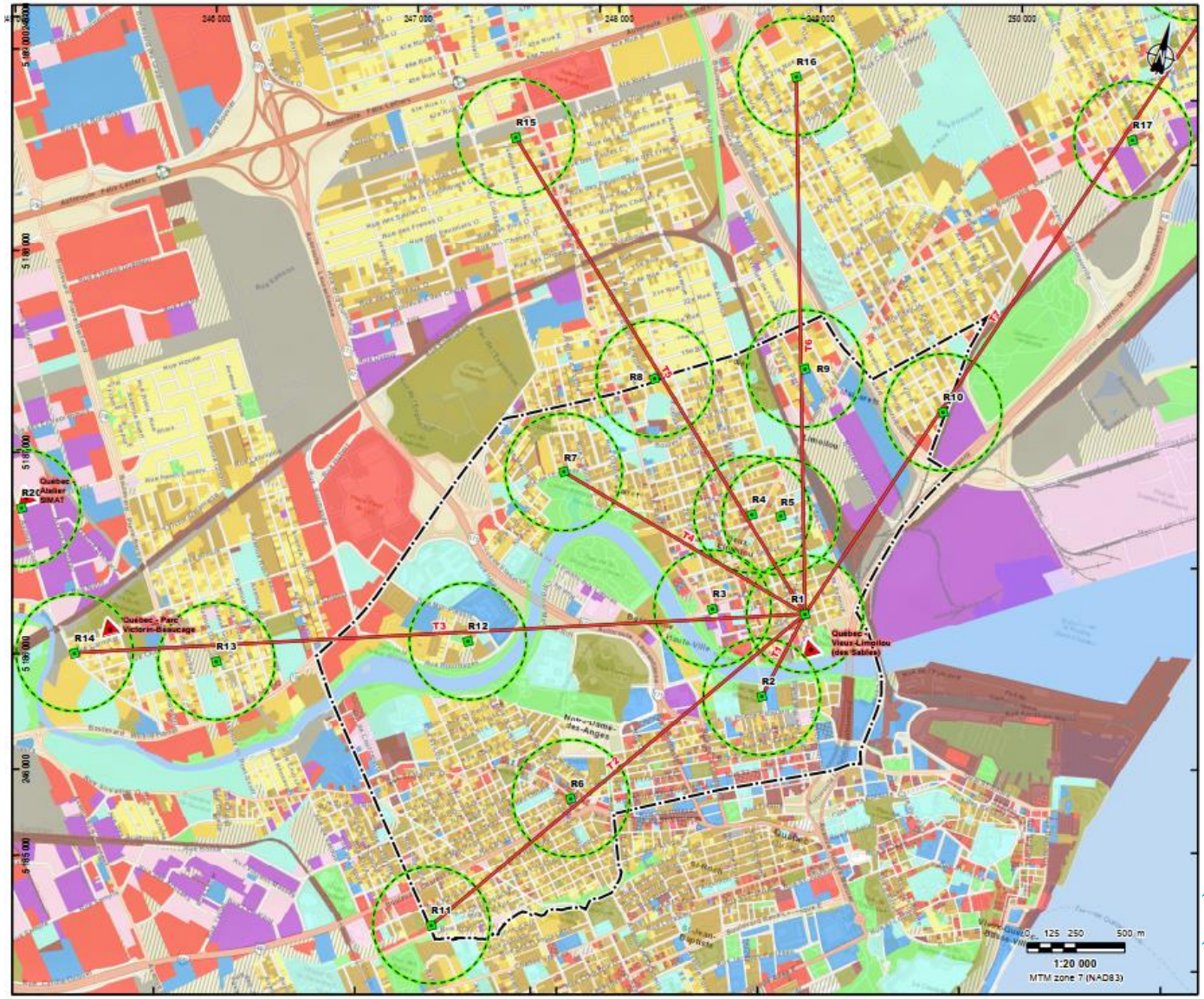
Station de surveillance de la qualité de l'air (MDDELCC)

**Occupation du sol**

**Usages**

- Résidentiel faible densité
- Résidentiel moyenne densité
- Résidentiel haute densité
- Commerce de vente au détail
- Administration et service
- Mixité résidentielle et commerciale
- Mixité résidentielle et administration et service
- Institutionnel
- Commerce de gros et entreposage
- Industriel
- Utilité publique
- Réseau et équipement de transport
- Parc et espace vert
- Loisir et culture
- Agriculture
- Terrain vague et bâtiment vacant
- Hydrographie

*Source :*
*Utilisation du sol; Données ouvertes; Service de l'aménagement du territoire, Division de l'urbanisme, Ville de Québec; 20 décembre 2013*




SNC·LAVALIN

# Taux de retombées de poussières (tm/km$^2$/30 jours) au cours de la période d'échantillonnage

| Site | Août 2017 | Sept. 2017 | Oct. 2017 | Nov. 2017 | Déc. 2017 | Jan. 2018 | Fév. 2018 | Mars 2018 | Avril 2018 | Mai 2018 | Juin 2018 | Juil. 2018 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R1-E1 | 7,27 | 6,48 | 5,92 | 6,53 | 3,79 | 3,42 | 3,93 | 9,58 | 14,24 | 16,95 | 10,66 | 5,14 |
| R1-E2 | 7,64 | 7,06 | 6,05 | 7,27 | 3,47 | 17,56 | 3,70 | 10,30 | 12,72 | 12,54 | 6,77 | 3,80 |
| R2-E1 | 7,45 | 6,76 | 7,47 | 4,13 | 1,35 | 1,41 | 1,43 | 2,31 | 4,22 | 4,55 | 6,47 | 6,38 |
| R2-E2 | 7,09 | 5,42 | 8,40 | 4,76 | 1,53 | 2,24 | 1,62 | 2,68 | 5,31 | 4,78 | 4,94 | 6,38 |
| R3-E1 | 7,24 | 7,54 | 8,63 | 4,90 | 2,75 | 2,30 | 3,07 | 7,56 | 12,48 | n.d. (F) | 4,88 | n.d. (E) |
| R3-E2 | | | 7,75 | 5,20 | 2,61 | 2,50 | 3,27 | 7,79 | 13,12 | 10,09 | 6,70 | n.d. (E) |
| R3-E3 | | | | | 2,55 | 1,91 | 6,16 (A) | 8,28 | 12,96 | n.d. (G) | 5,97 | n.d. (E) |
| R3-E4 | | | | | 2,73 | 2,70 | 43,67 (A) | 6,32 | 12,83 | 9,90 | 9,45 | n.d. (E) |
| R4-E1 | 8,45 | 7,42 | 9,59 | 5,60 | 3,55 | 2,57 | 2,84 | 9,58 | 17,21 | 12,60 | 6,61 | 4,77 |
| R4-E2 | 7,71 | 7,19 | 8,01 | 7,14 | 3,73 | 2,86 | 3,97 | 9,18 | 17,24 | 14,99 | 6,30 | 7,90 |
| R5-E1 | n.d.(B) | 8,50 | 8,06 | 4,90 | 3,60 | 2,73 | 2,84 | 8,48 | 14,75 | 11,38 | 6,81 | 9,49 |
| R5-E2 | 7,27 | 9,47 | 8,17 | 6,22 | 4,10 | 2,93 | 2,58 | 8,99 | 14,90 | n.d. (F) | 12,66 | 4,83 |
| R6-E1 | 9,57 | 7,76 | 9,03 | 11,12 | 4,02 | 2,87 | 6,33 | 17,84 | 15,06 | 19,83 | 9,82 | 7,34 |
| R6-E2 | | | n.d.(B) | 9,38 | 4,15 | 2,90 | 6,02 | 14,31 | 17,59 | 21,15 | 9,46 | 6,86 |
| R6-E3 | | | | | 4,04 | 2,28 | n.d. (B) | 16,67 | 19,58 | 20,31 | 9,02 | 7,00 |
| R6-E4 | | | | | 3,85 | 3,02 | 6,18 | 15,86 | 20,30 | 17,95 | 13,27 | 7,44 |
| R7-E1 | 6,87 | 5,96 | 6,95 | 17,47 (C) | 3,94 | 7,71 (C) | 36,85 (A) | 6,83 | 9,16 | 8,92 | 6,41 | 8,39 |
| R7-E2 | 9,26 | 5,79 | 7,64 | 17,80 (C) | 4,54 | 2,41 | 18,72 (A) | 6,56 | 8,45 | 8,67 | 5,11 | 7,60 |
| R8-E1 | 7,98 | 7,40 | 9,24 | 7,62 | 3,08 | 3,46 | 6,61 | 15,51 | 15,21 | 16,15 | 8,68 | 7,92 |
| R8-E2 | | | 8,21 | 7,54 | 3,94 | 3,48 | 6,19 | 15,37 | 13,64 | 19,56 | 7,80 | 6,44 |
| R9-E1 | 7,77 | 5,33 | 7,01 | 4,40 | 2,22 | 9,85 (D) | 2,57 | 3,64 | 10,72 | 11,16 | 4,20 | 3,22 |
| R9-E2 | | | 7,84 | 4,87 | 1,85 | 1,86 | 3,33 | 4,76 | 8,83 | 9,23 | 5,25 | 4,07 |
| R10-E1 | 7,62 | 7,08 | 12,66 | 4,54 | 1,84 | 4,28 | 2,50 | 7,08 | 9,30 | n.d. (F) | 7,37 | 6,26 |
| R10-E2 | 7,29 | 6,03 | 7,71 | 3,49 | 1,50 | 2,39 | 2,44 | 6,56 | 7,16 | 9,77 | 7,32 | 5,33 |
| R11-E1 | 10,02 | 8,85 | 8,57 | 8,69 | 2,93 | 2,44 | n.d. (E) | 5,09 | 13,20 | 9,38 | 4,79 H | 7,85 |
| R11-E2 | | | | 8,98 | 2,66 | 2,72 | n.d. (E) | 5,07 | 12,89 | 8,19 | 5,53 H | 4,84 |
| R12-E1 | 6,64 | 4,91 | 5,84 | 2,18 | 6,43 | 21,36 (A) | 33,67 (A) | 2,59 | 9,09 | 4,14 | n.d. (G) | 6,57 |
| R12-E2 | | | | 4,22 | 8,58 | 34,35 (A) | 29,08 (A) | 3,95 | 10,32 | 10,64 | 8,50 | 10,19 |
| R13-E1 | 7,26 | 6,28 | 5,36 | 2,39 | 1,96 | 2,08 | 2,67 | 3,35 | 6,48 | 9,31 | 3,61 | 5,74 |
| R13-E2 | | | | 3,51 | 1,83 | 2,28 | 1,73 | 3,47 | 6,51 | 7,27 | 8,45 | 4,37 |
| R14-E1 | 8,35 | 6,55 | 6,91 | 4,26 | 3,61 | 3,99 | 5,75 | 5,81 | 13,43 | 8,89 | 4,58 | 4,35 |
| R14-E2 | 8,36 | 5,70 | 8,49 | 3,76 | 2,94 | 3,58 | 4,48 | 6,36 | 10,78 | 5,28 | 5,30 | 3,23 |
| R15-E1 | 6,39 | 4,50 | 6,34 | 4,31 | 2,40 | 2,12 | 3,50 | 5,55 | 8,37 | 8,07 | 3,94 | 4,59 |
| R15-E2 | | | | 4,73 | 2,14 | 3,56 | 3,56 | 9,17 (C) | 7,44 | 8,60 | 7,64 | 2,66 |
| R16-E1 | 7,09 | 4,33 | 7,47 | 2,93 | 1,99 | 1,86 | 1,67 | 2,88 | 5,29 | 5,01 | 3,18 | 4,64 |
| R16-E2 | | | | 3,81 | 1,64 | 2,84 | 2,04 | 3,43 | 7,50 | 6,11 | 5,00 | 2,78 |
| R17-E1 | 5,36 | 4,56 | 4,97 | 3,01 | 12,29 | 58,29 (A) | 187,92 (A) | 2,61 | 7,96 | 4,81 | 2,63 | 2,90 |
| R17-E2 | | | | 2,46 | 14,88 | 29,90 (A) | 234,13 (A) | 2,11 | 6,41 | 4,61 | 2,46 | 3,36 |
| R18-E1 | 7,26 | 5,80 | 9,80 | 2,97 | 145,31 (A) | 304,01 (A) | 51,84 (A) | 2,72 | 9,82 | 10,12 | 8,71 | 3,88 |
| R18-E2 | | | | 3,52 | 143,76 (A) | 177,34 (A) | 23,15 (A) | 4,93 | 7,41 | 5,89 | 10,21 | 7,73 |
| R19-E1 | 6,48 | 5,76 | 7,30 | 4,63 | 2,00 | 1,64 | 2,74 | 3,32 | 6,41 | n.d. (F) | 6,18 | n.d. (G) |
| R19-E2 | | | | 4,22 | 1,99 | 1,33 | 2,33 | 2,92 | 9,98 | 7,48 | 4,15 | 2,66 |
| R20-E1 | 27,14 | 15,46 | 13,04 | 12,63 | 2,07 | 2,90 | n.d. (E) | n.d. (E) | 14,16 | 8,21 | 8,37 | 5,32 |
| R20-E2 | | | | 12,42 | 1,68 | 2,96 | n.d. (E) | n.d. (E) | 12,55 | 6,61 | 7,13 | 4,05 |
| R21-E1 | 6,17 | 5,09 | 5,92 | 2,97 | 2,16 | 2,33 | 1,81 | 2,38 | 4,29 | 3,55 | 2,19 | 2,48 |
| R21-E2 | 5,95 | 4,34 | 5,08 | 3,55 | 2,26 | 2,11 | 2,45 | 2,63 | 5,17 | 3,62 | 5,87 | 2,41 |
| R22-E1 | 8,03 | 6,55 | 6,29 | 3,55 | 43,34 A | 12,70 A | n.d. (B) | 5,74 | 8,61 | 5,66 | 5,27 | 2,73 |
| R22-E2 | 6,82 | 5,65 | 5,69 | 2,93 | 29,25 A | 6,56 A | 40,26 (A) | 5,23 | 7,99 | 6,03 | 3,49 | 1,60 |
| R22-E3 | | | | | 93,53 A | 29,78 A | 8,01 (A) | 5,66 | 8,23 | 6,28 | 3,56 | 3,64 |
| R22-E4 | | | | | 52,54 A | 21,17 A | 13,76 (A) | 6,65 | 8,92 | 6,92 | 5,09 | 3,49 |
| R23-E1 | 8,01 | 5,01 | 6,66 | 3,21 | 2,44 | 8,30 | 3,13 (A) | 2,70 | 5,18 | 4,28 | 4,38 | 5,30 |
| R23-E2 | 8,65 | 7,72 | 5,45 | 3,29 | 3,25 | 6,15 | 3,80 (A) | 1,15 | 5,66 | 4,30 | 3,77 | 10,12 |
| R24-E1 | 8,68 | 6,29 | 5,53 | 4,60 | 2,93 | 3,59 | 5,44 | 7,01 | 11,78 | 9,04 | 10,98 | 4,90 |
| R24-E2 | | | | 3,82 | 3,71 | 3,62 | 4,82 | 6,36 | 11,50 | 9,04 | 4,45 | 7,01 |

SNC·LAVALIN

# Taux de retombées de poussières comparés à la valeur guide de 7,5 tm/km$^2$/30 jours (1/2)

| Site | Août 2017 | Sept. 2017 | Oct. 2017 | Nov. 2017 | Déc. 2017 | Jan. 2018 | Fév. 2018 | Mars 2018 | Avril 2018 | Mai 2018 | Juin 2018 | Juil. 2018 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R1-E1 | 7,27 | 6,48 | 5,92 | 6,53 | 3,79 | 3,42 | 3,93 | 9,58 | 14,24 | 16,95 | 10,66 | 5,14 |
| R1-E2 | 7,64 | 7,06 | 6,05 | 7,27 | 3,47 | 17,56 | 3,70 | 10,30 | 12,72 | 12,54 | 6,77 | 3,80 |
| R2-E1 | 7,45 | 6,76 | 7,47 | 4,13 | 1,35 | 1,41 | 1,43 | 2,31 | 4,22 | 4,55 | 6,47 | 6,38 |
| R2-E2 | 7,09 | 5,42 | 8,40 | 4,76 | 1,53 | 2,24 | 1,62 | 2,68 | 5,31 | 4,78 | 4,94 | 6,38 |
| R3-E1 | 7,24 | 7,54 | 8,63 | 4,90 | 2,75 | 2,30 | 3,07 | 7,56 | 12,48 | * | 4,88 | * |
| R3-E2 | S.O. | S.O. | 7,75 | 5,20 | 2,61 | 2,50 | 3,27 | 7,79 | 13,12 | 10,09 | 6,70 | * |
| R3-E3 | S.O. | S.O. | S.O. | S.O. | 2,55 | 1,91 | * | 8,28 | 12,96 | * | 5,97 | * |
| R3-E4 | S.O. | S.O. | S.O. | S.O. | 2,73 | 2,70 | * | 6,32 | 12,83 | 9,90 | 9,45 | * |
| R4-E1 | 8,45 | 7,42 | 9,59 | 5,60 | 3,55 | 2,57 | 2,84 | 9,58 | 17,21 | 12,60 | 6,61 | 4,77 |
| R4-E2 | 7,71 | 7,19 | 8,01 | 7,14 | 3,73 | 2,86 | 3,97 | 9,18 | 17,24 | 14,99 | 6,30 | 7,90 |
| R5-E1 | * | 8,50 | 8,06 | 4,90 | 3,60 | 2,73 | 2,84 | 8,48 | 14,75 | 11,38 | 6,81 | 9,49 |
| R5-E2 | 7,27 | 9,47 | 8,17 | 6,22 | 4,10 | 2,93 | 2,58 | 8,99 | 14,90 | * | 12,66 | 4,83 |
| R6-E1 | 9,57 | 7,76 | 9,03 | 11,12 | 4,02 | 2,87 | 6,33 | 17,84 | 15,06 | 19,83 | 9,82 | 7,34 |
| R6-E2 | S.O. | S.O. | * | 9,38 | 4,15 | 2,90 | 6,02 | 14,31 | 17,59 | 21,15 | 9,46 | 6,86 |
| R6-E3 | S.O. | S.O. | S.O. | S.O. | 4,04 | 2,28 | * | 16,67 | 19,58 | 20,31 | 9,02 | 7,00 |
| R6-E4 | S.O. | S.O. | S.O. | S.O. | 3,85 | 3,02 | 6,18 | 15,86 | 20,30 | 17,95 | 13,27 | 7,44 |
| R7-E1 | 6,87 | 5,96 | 6,95 | * | 3,94 | * | * | 6,83 | 9,16 | 8,92 | 6,41 | 8,39 |
| R7-E2 | 9,26 | 5,79 | 7,64 | * | 4,54 | 2,41 | * | 6,56 | 8,45 | 8,67 | 5,11 | 7,60 |
| R8-E1 | 7,98 | 7,40 | 9,24 | 7,62 | 3,08 | 3,46 | 6,61 | 15,51 | 15,21 | 16,15 | 8,68 | 7,92 |
| R8-E2 | S.O. | S.O. | 8,21 | 7,54 | 3,94 | 3,48 | 6,19 | 15,37 | 13,64 | 19,56 | 7,80 | 6,44 |
| R9-E1 | 7,77 | 5,33 | 7,01 | 4,40 | 2,22 | * | 2,57 | 3,64 | 10,72 | 11,16 | 4,20 | 3,22 |
| R9-E2 | S.O. | S.O. | 7,84 | 4,87 | 1,85 | 1,86 | 3,33 | 4,76 | 8,83 | 9,23 | 5,25 | 4,07 |
| R10-E1 | 7,62 | 7,08 | 12,66 | 4,54 | 1,84 | 4,28 | 2,50 | 7,08 | 9,30 | * | 7,37 | 6,26 |
| R10-E2 | 7,29 | 6,03 | 7,71 | 3,49 | 1,50 | 2,39 | 2,44 | 6,56 | 7,16 | 9,77 | 7,32 | 5,33 |
| R11-E1 | 10,02 | 8,85 | 8,57 | 8,69 | 2,93 | 2,44 | * | 5,09 | 13,20 | 9,38 | 4,79 | 7,85 |
| R11-E2 | S.O. | S.O. | S.O. | 8,98 | 2,66 | 2,72 | * | 5,07 | 12,89 | 8,19 | 5,53 | 4,84 |
| R12-E1 | 6,64 | 4,91 | 5,84 | 2,18 | 6,43 | * | * | 2,59 | 9,09 | 4,14 | * | 6,57 |
| R12-E2 | S.O. | S.O. | S.O. | 4,22 | 8,58 | * | * | 3,95 | 10,32 | 10,64 | 8,50 | 10,19 |

SNC·LAVALIN

# Taux de retombées de poussières comparés à la valeur guide de 7,5 tm/km²/30 jours (2/2)

| Site | Août 2017 | Sep. 2017 | Oct. 2017 | Nov. 2017 | Déc. 2017 | Jan. 2018 | Fév. 2018 | Mars 2018 | Avril 2018 | Mai 2018 | Juin 2018 | Juil. 2018 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R13-E1 | 7,26 | 6,28 | 5,36 | 2,39 | 1,96 | 2,08 | 2,67 | 3,35 | 6,48 | 9,31 | 3,61 | 5,74 |
| R13-E2 | s.o. | s.o. | s.o. | 3,51 | 1,83 | 2,28 | 1,73 | 3,47 | 6,51 | 7,27 | 8,45 | 4,37 |
| R14-E1 | 8,35 | 6,55 | 6,91 | 4,26 | 3,61 | 3,99 | 5,75 | 5,81 | 13,43 | 8,89 | 4,58 | 4,35 |
| R14-E2 | 8,36 | 5,70 | 8,49 | 3,76 | 2,94 | 3,58 | 4,48 | 6,36 | 10,78 | 5,28 | 5,30 | 3,23 |
| R15-E1 | 6,39 | 4,50 | 6,34 | 4,31 | 2,40 | 2,12 | 3,50 | 5,55 | 8,37 | 8,07 | 3,94 | 4,59 |
| R15-E2 | s.o. | s.o. | s.o. | 4,73 | 2,14 | 3,56 | 3,56 | * | 7,44 | 8,60 | 7,64 | 2,66 |
| R16-E1 | 7,09 | 4,33 | 7,47 | 2,93 | 1,99 | 1,86 | 1,67 | 2,88 | 5,29 | 5,01 | 3,18 | 4,64 |
| R16-E2 | s.o. | s.o. | s.o. | 3,81 | 1,64 | 2,84 | 2,04 | 3,43 | 7,50 | 6,11 | 5,00 | 2,78 |
| R17-E1 | 5,36 | 4,56 | 4,97 | 3,01 | 12,29 | * | * | 2,61 | 7,96 | 4,81 | 2,63 | 2,90 |
| R17-E2 | s.o. | s.o. | s.o. | 2,46 | 14,88 | * | * | 2,11 | 6,41 | 4,61 | 2,46 | 3,36 |
| R18-E1 | 7,26 | 5,80 | 9,80 | 2,97 | * | * | * | 2,72 | 9,82 | 10,12 | 8,71 | 3,88 |
| R18-E2 | s.o. | s.o. | s.o. | 3,52 | * | * | * | 4,93 | 7,41 | 5,89 | 10,21 | 7,73 |
| R19-E1 | 6,48 | 5,76 | 7,30 | 4,63 | 2,00 | 1,64 | 2,74 | 3,32 | 6,41 | * | 6,18 | * |
| R19-E2 | s.o. | s.o. | s.o. | 4,22 | 1,99 | 1,33 | 2,33 | 2,92 | 9,98 | 7,48 | 4,15 | 2,66 |
| R20-E1 | 27,14 | 15,46 | 13,04 | 12,63 | 2,07 | 2,90 | * | * | 14,16 | 8,21 | 8,37 | 5,32 |
| R20-E2 | s.o. | s.o. | s.o. | 12,42 | 1,68 | 2,96 | * | * | 12,55 | 6,61 | 7,13 | 4,05 |
| R21-E1 | 6,17 | 5,09 | 5,92 | 2,97 | 2,16 | 2,33 | 1,81 | 2,38 | 4,29 | 3,55 | 2,19 | 2,48 |
| R21-E2 | 5,95 | 4,34 | 5,08 | 3,55 | 2,26 | 2,11 | 2,45 | 2,63 | 5,17 | 3,62 | 5,87 | 2,41 |
| R22-E1 | 8,03 | 6,55 | 6,29 | 3,55 | * | * | * | 5,74 | 8,61 | 5,66 | 5,27 | 2,73 |
| R22-E2 | 6,82 | 5,65 | 5,69 | 2,93 | * | * | * | 5,23 | 7,99 | 6,03 | 3,49 | 1,60 |
| R22-E3 | s.o. | s.o. | s.o. | s.o. | * | * | * | 5,66 | 8,23 | 6,28 | 3,56 | 3,64 |
| R22-E4 | s.o. | s.o. | s.o. | s.o. | * | * | * | 6,65 | 8,92 | 6,92 | 5,09 | 3,49 |
| R23-E1 | 8,01 | 5,01 | 6,66 | 3,21 | 2,44 | 8,30 | * | 2,70 | 5,18 | 4,28 | 4,38 | 5,30 |
| R23-E2 | 8,65 | 7,72 | 5,45 | 3,29 | 3,25 | 6,15 | * | 1,15 | 5,66 | 4,30 | 3,77 | 10,12 |
| R24-E1 | 8,68 | 6,29 | 5,53 | 4,60 | 2,93 | 3,59 | 5,44 | 7,01 | 11,78 | 9,04 | 10,98 | 4,90 |
| R24-E2 | s.o. | s.o. | s.o. | 3,82 | 3,71 | 3,62 | 4,82 | 6,36 | 11,50 | 9,04 | 4,45 | 7,01 |

s. o. : Sans objet

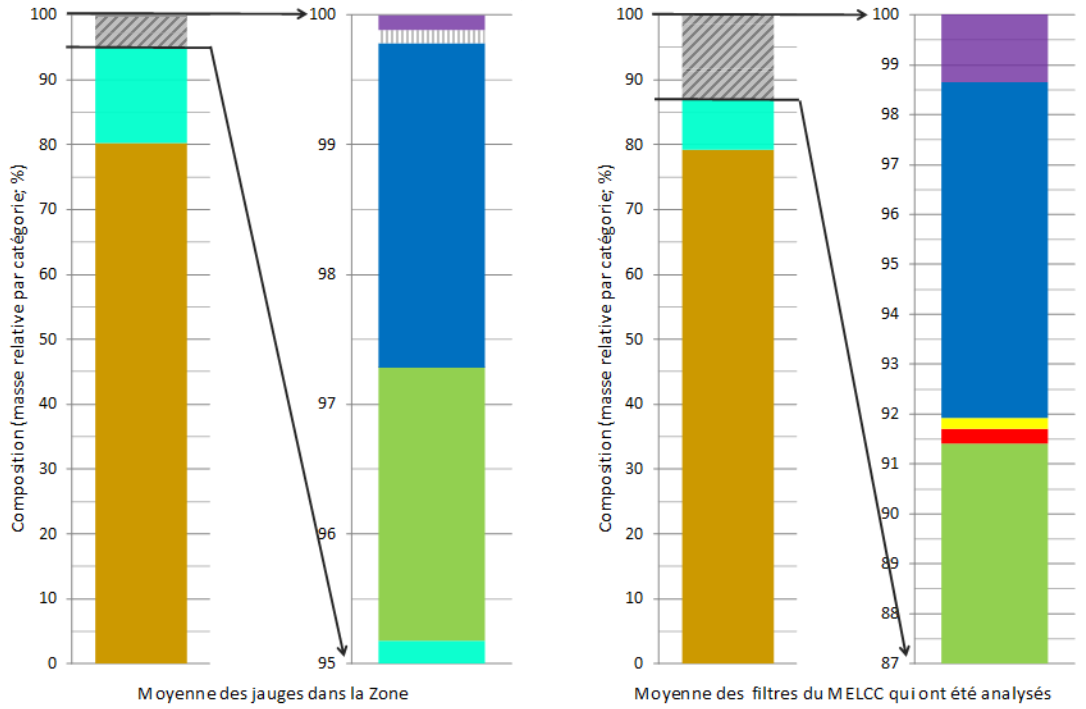
SNC·LAVALIN

# Plan d’échantillonnage relatif aux retombées de poussières

- Les minéraux naturels abondants dans la région de Québec compte pour environ 84% des échantillons prélevés
- Les sels de déglaçage compte pour environ 12% des échantillons prélevés
- Les autres catégories comptent donc en moyenne environ 4% des échantillons prélevés

SNC·LAVALIN

# Composition annuelle moyenne des échantillons de retombées de poussières prélevées et composition moyenne des filtres de qualité de l'air du MELCC




SNC·LAVALIN

# Catégories des poussières minerales présentes

| | |
|---|---|
| 1A | Sulfures métalliques de cuivre, de nickel, de zinc et/ou de fer transbordés dans le cadre des Activités. |
| 1B | Silicates riches en magnésium, rares dans l'environnement géologique autour de Québec, mais régulièrement rencontrés comme impuretés dans les concentrés de nickel. |
| 2 | Oxydes et hydroxydes de fer transbordés dans le cadre des Activités. |
| 3 | Matériaux inertes inexistants dans l'environnement géologique autour de Québec et qui peuvent être transbordés dans le cadre des Activités. |
| 4 | Matériaux inexistants dans l'environnement géologique autour de Québec, qui peuvent être transbordés dans le cadre des Activités, mais qui sont aussi une portion significative des matériaux de construction |
| 5A | Silicates régulièrement rencontrés dans la nature et qui composent l'essentiel des sables (sable abrasif, sable de plage). |
| 5B | Carbonates et phosphates régulièrement rencontrés dans la nature, qui composent l'essentiel des granulats utilisés dans la région de Québec. |
| 5C | Oxydes métalliques régulièrement rencontrés dans la nature et qui sont présents dans les sables (sable abrasif, sable de plage). |
| 6 | Sels de déglaçage abondamment utilisés dans les rues de Québec. |

- Catégorie 4: Matériaux Naturels abondants
  - Pierres des Apalaches (carrières le long du fleuve)
  - Pierres des basses terres du Saint-Laurent (calcaire)
  - Sable (remblai, granulat pour ciment, abrasif l'hiver)

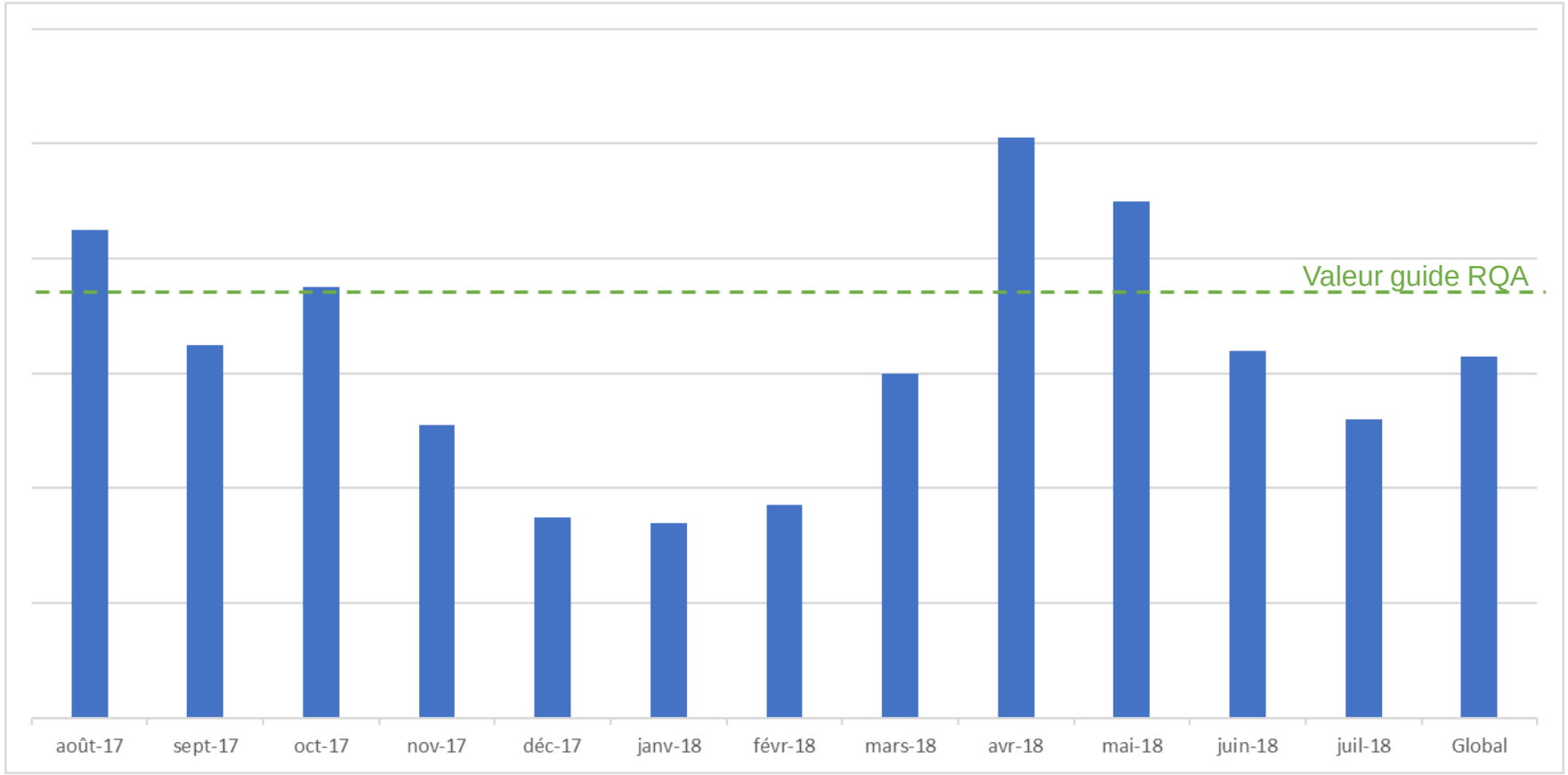
SNC·LAVALIN

# Tailles maximales, médiane et minimale des particules recueillies dans les jauges à retombées de poussières pendant la période d'échantillonnage

| Station | Maximum (µm) | Médiane (µm) | Minimum (µm) |
|---|---|---|---|
| R1 | 425 | 42 | 7 |
| R2 | 300 | 40 | 11 |
| R3 | 425 | 41 | 8 |
| R4 | 425 | 44 | 11 |
| R5 | 710 | 44 | 10 |
| R6 | 300 | 46 | 11 |
| R7 | 850 | 47 | 10 |
| R8 | 250 | 43 | 11 |
| R9 | 300 | 45 | 11 |
| R10 | 500 | 44 | 11 |
| R11 | 425 | 49 | 14 |
| R12 | 425 | 45 | 10 |
| R13 | 300 | 41 | 10 |
| R14 | 300 | 47 | 11 |
| R15 | 250 | 42 | 14 |
| R16 | 212 | 40 | 14 |
| R17 | 710 | 51 | 11 |
| R18 | 710 | 57 | 11 |
| R19 | 212 | 40 | 14 |
| R20 | 355 | 42 | 11 |
| R21 | 425 | 40 | 11 |
| R22 | 600 | 50 | 14 |
| R23 | 600 | 42 | 10 |
| R24 | 300 | 44 | 14 |

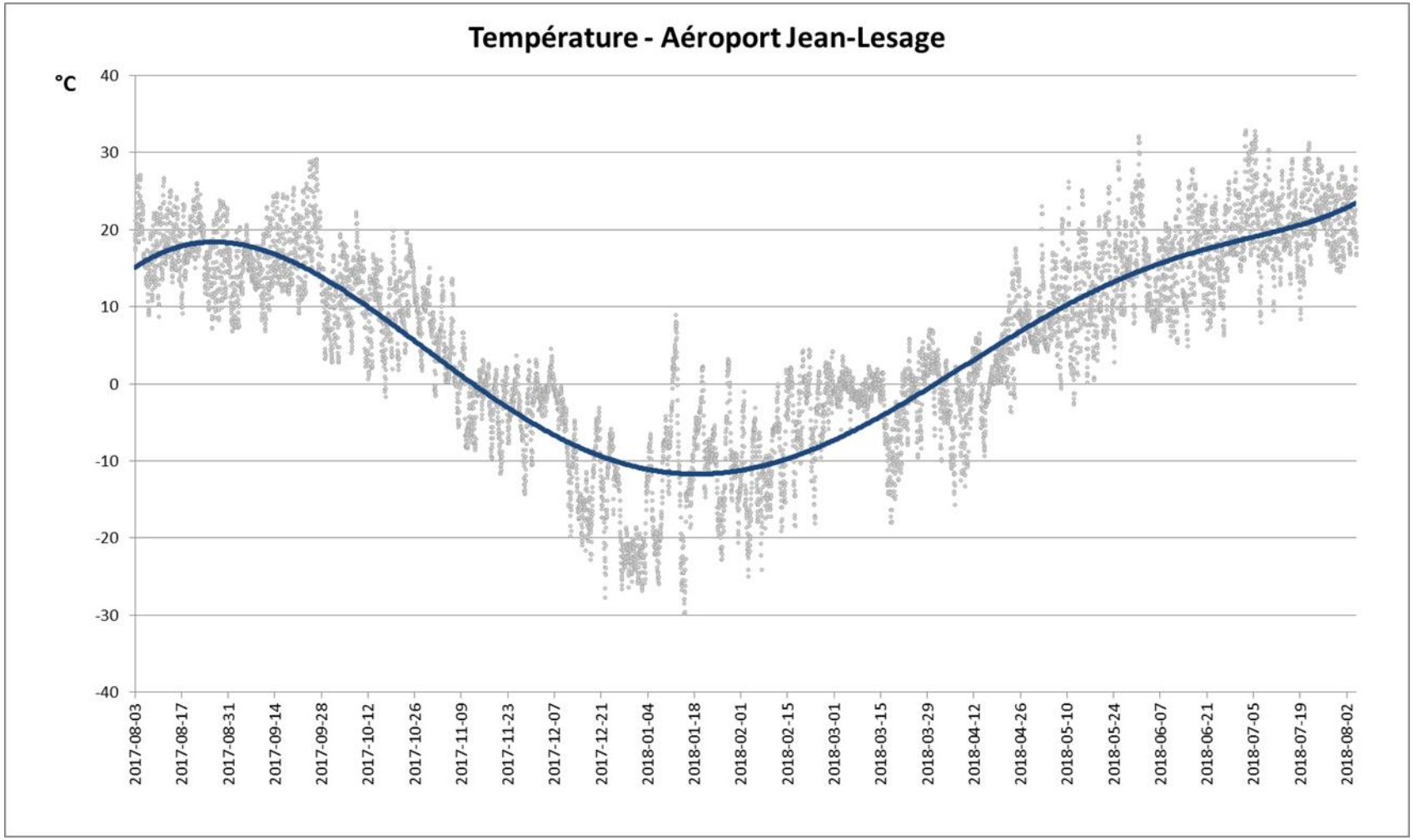
SNC·LAVALIN

# Variabilité du taux de retombées mensuels sur une année




SNC·LAVALIN

# Température - Aéroport Jean-Lesage




SNC·LAVALIN

# Émissions atmosphériques et dispersion

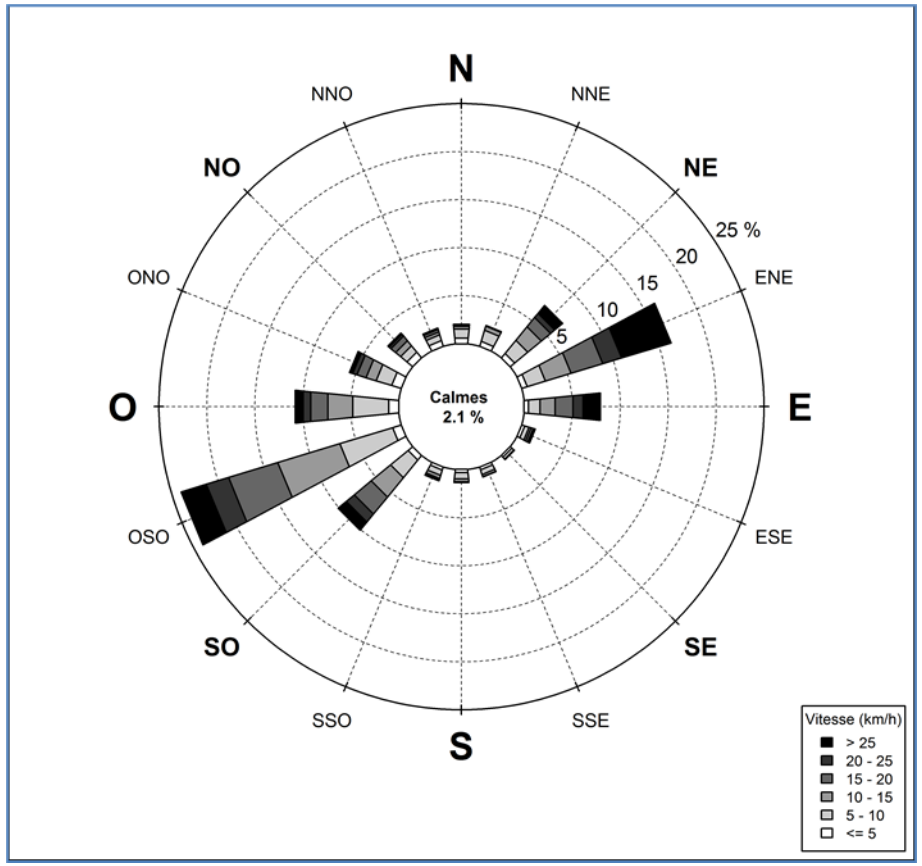
SNC·LAVALIN

# Regard sur la dispersion des contaminants

- Notions de dispersion
  - Météorologie
- Cas particuliers de dispersion
- Dispersion des matières particulaires
  - Contribution relative des sources à un récepteur donné
  - Analyse sources-récepteurs
- Constats

SNC·LAVALIN

# Rose des vents annuelle à la station de Beauport basée sur les observations enregistrées de 2000 à 2016

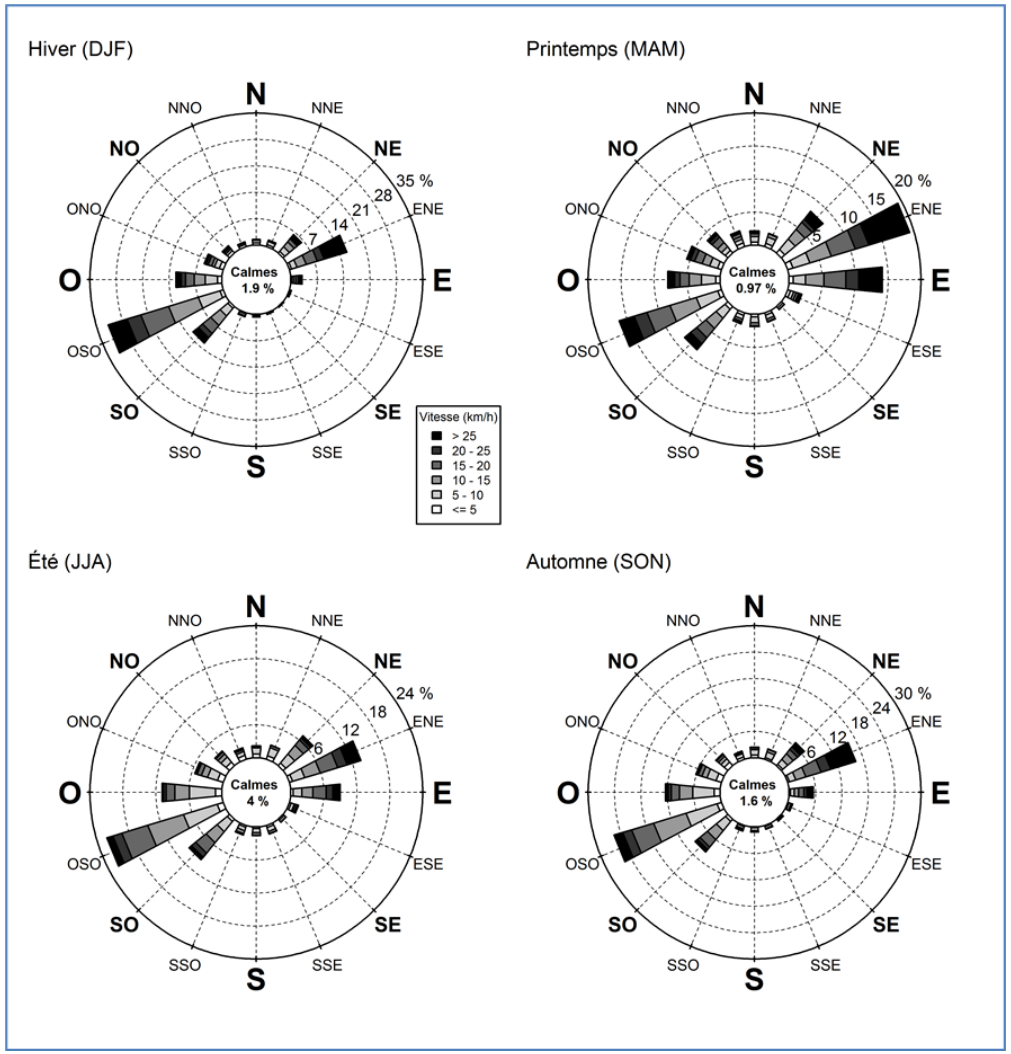



- L'axe dominant est ENE-OSO
  - ENE: 16% OSO: 24% (axe du St-Laurent)
  - Vitesse moyenne de 15km/h et calme 2.1%
  - Rafales fréquentes (plus de 31km/h)
    - *Moyenne: 36 à 49km/h*
    - *Maximale 43 à 111km/h*

- Sur une base annuelle, le vent souffle environ 30% du temps du fleuve vers le quartier Limoilou

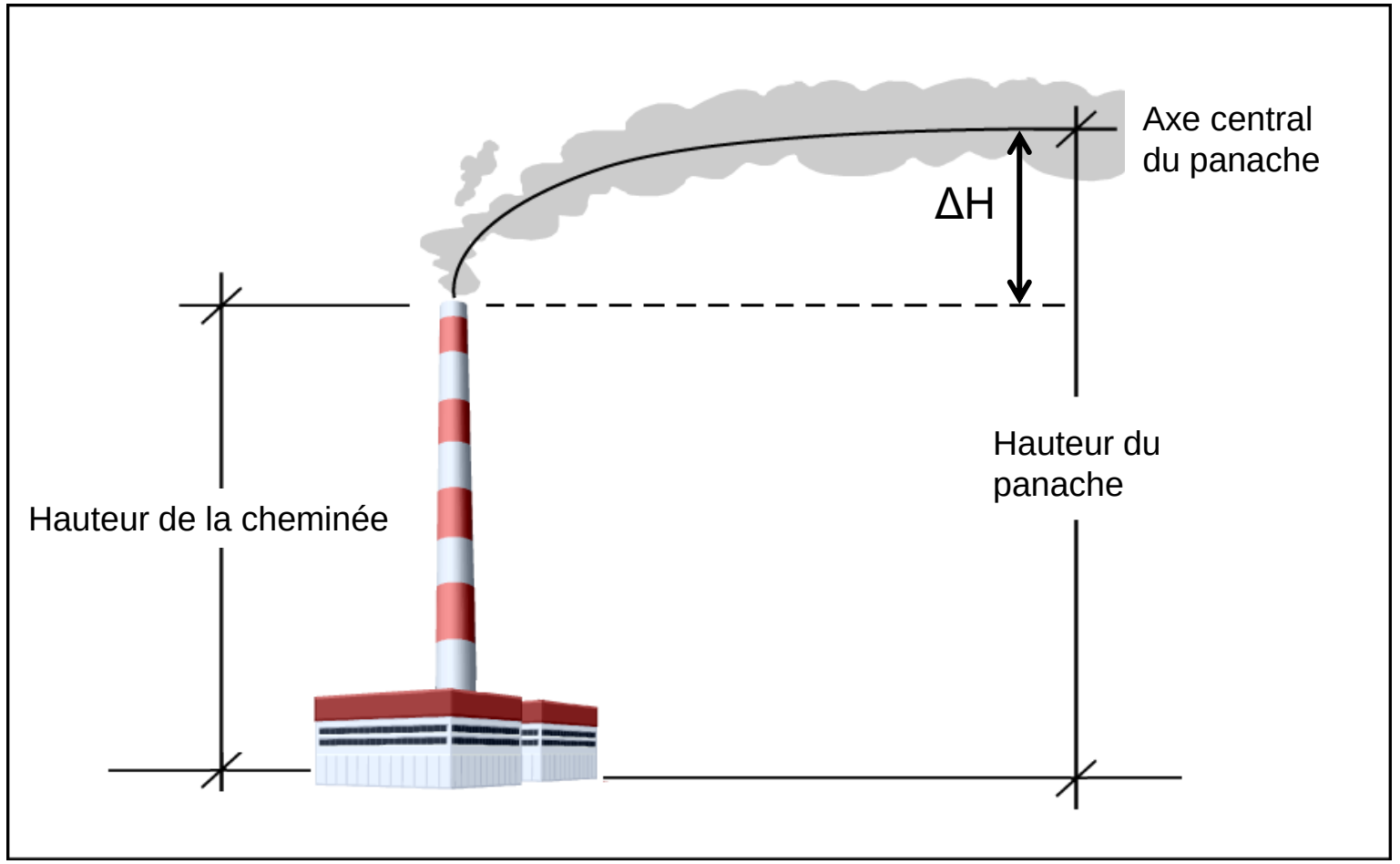
SNC·LAVALIN

# Rose des vents saisonnières à la station de Beauport de 2000 à 2016



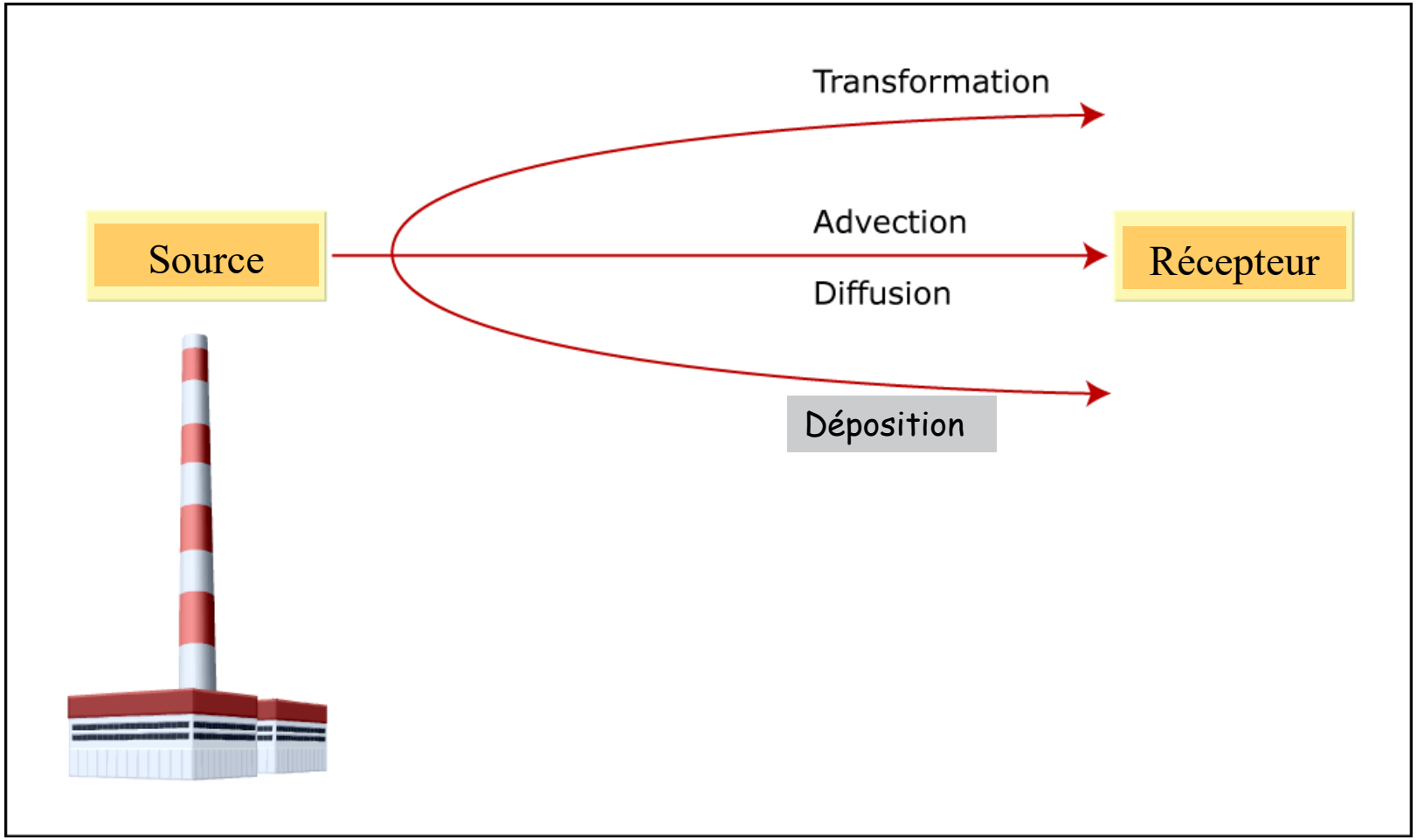

SNC·LAVALIN

# Élévation du panache



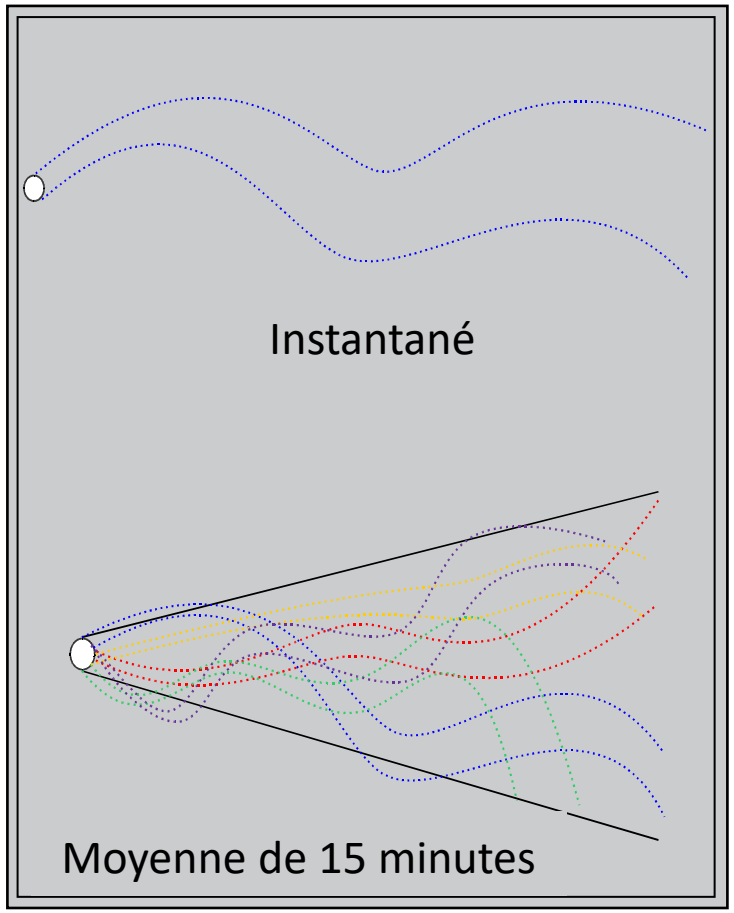

SNC·LAVALIN

# Destin des émissions




SNC·LAVALIN

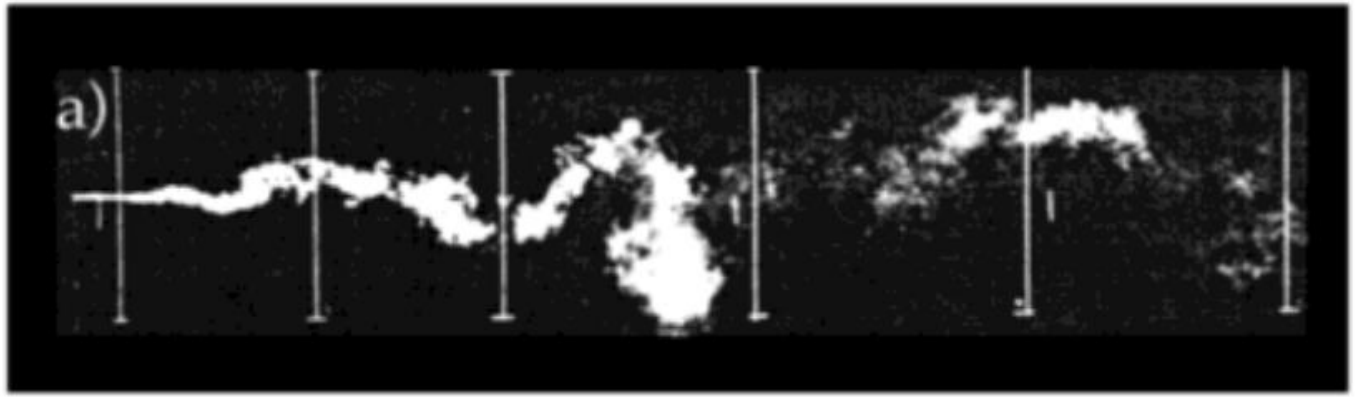
# Panache gaussien - Moyenne de 1 heure



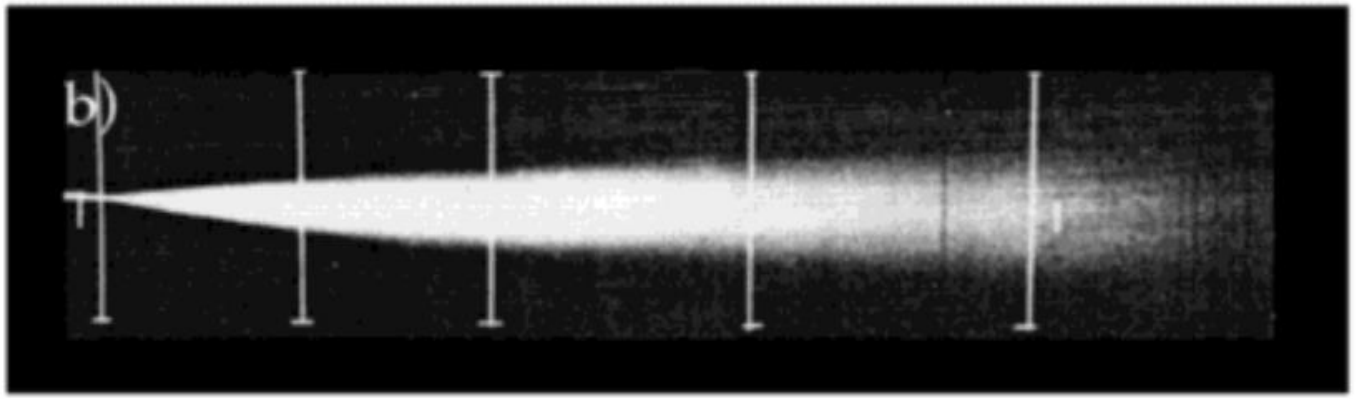
Moyenne de 15 minutes

SNC·LAVALIN

# Concept en modélisation de la dispersion atmosphérique




Instantané



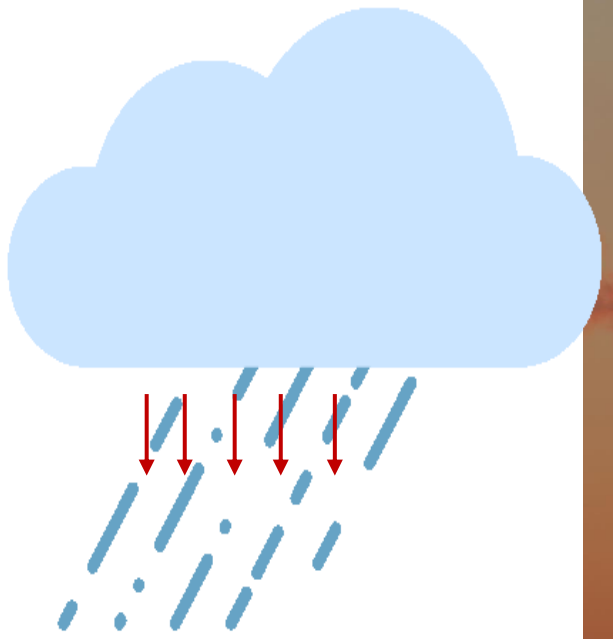

Moyenne de 15 minutes

«US EPA Fluid Modeling Facility»

SNC·LAVALIN

# Déposition

- La concentration d'un contaminant dans le panache de pollution est réduite par deux mécanismes:
- Dispersion
- Déposition



SNC·LAVALIN

# Déposition sèche (particules)

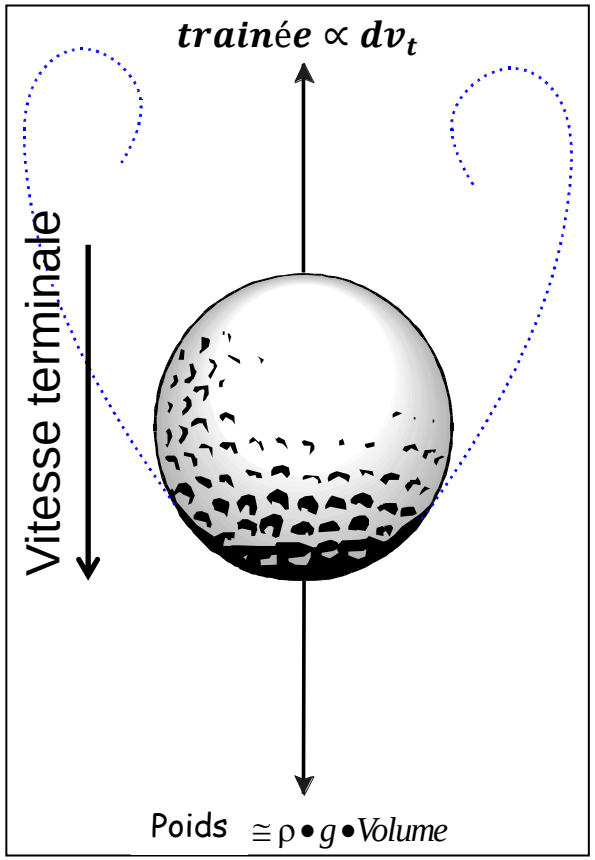
## Vitesse terminale (1-20 µm)

$$v_t \propto \rho d^2$$

**Densité: 2 g/cm³**

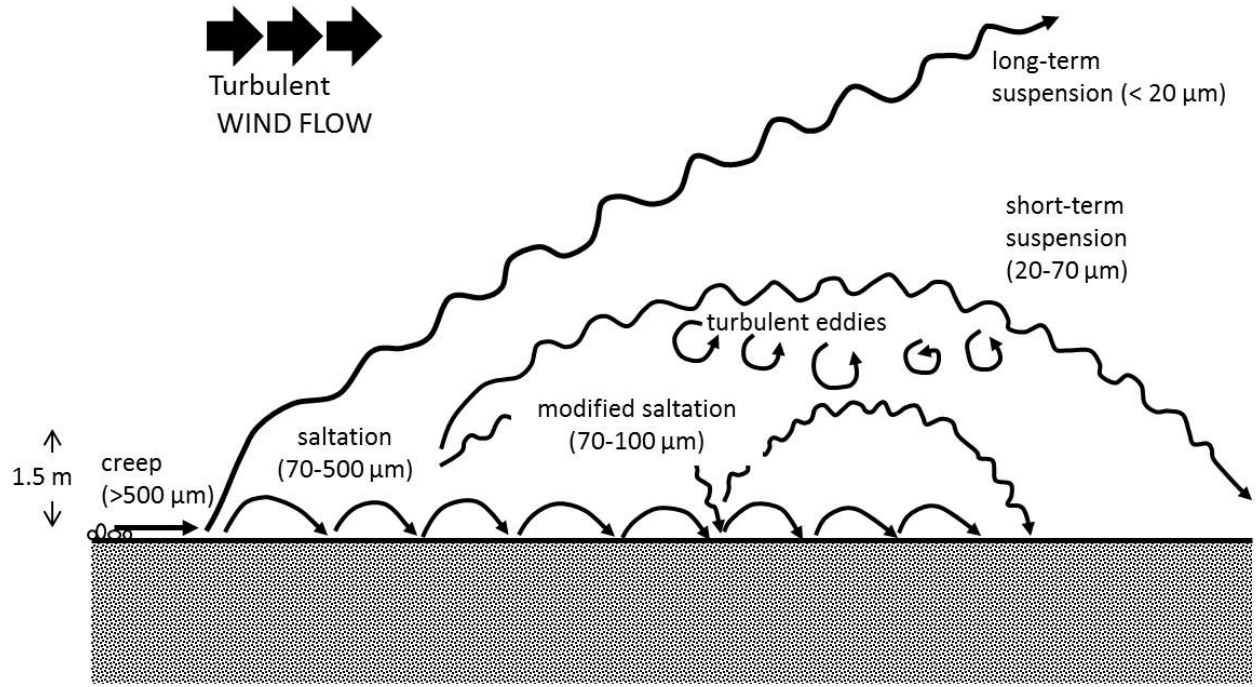
**2 µm → $v_t$ = 0,026 cm/s = 0,09 m/h**

**20 µm→ $v_t$= 2,43 cm/s = 8,7 m/h**




SNC·LAVALIN

# Mode de remise en suspension, transport et déposition des particules




source: Aeolian Dust and Dust Deposits – Kenneth Pye, 1987

SNC·LAVALIN

# Modes de remise en suspension, transport et déposition

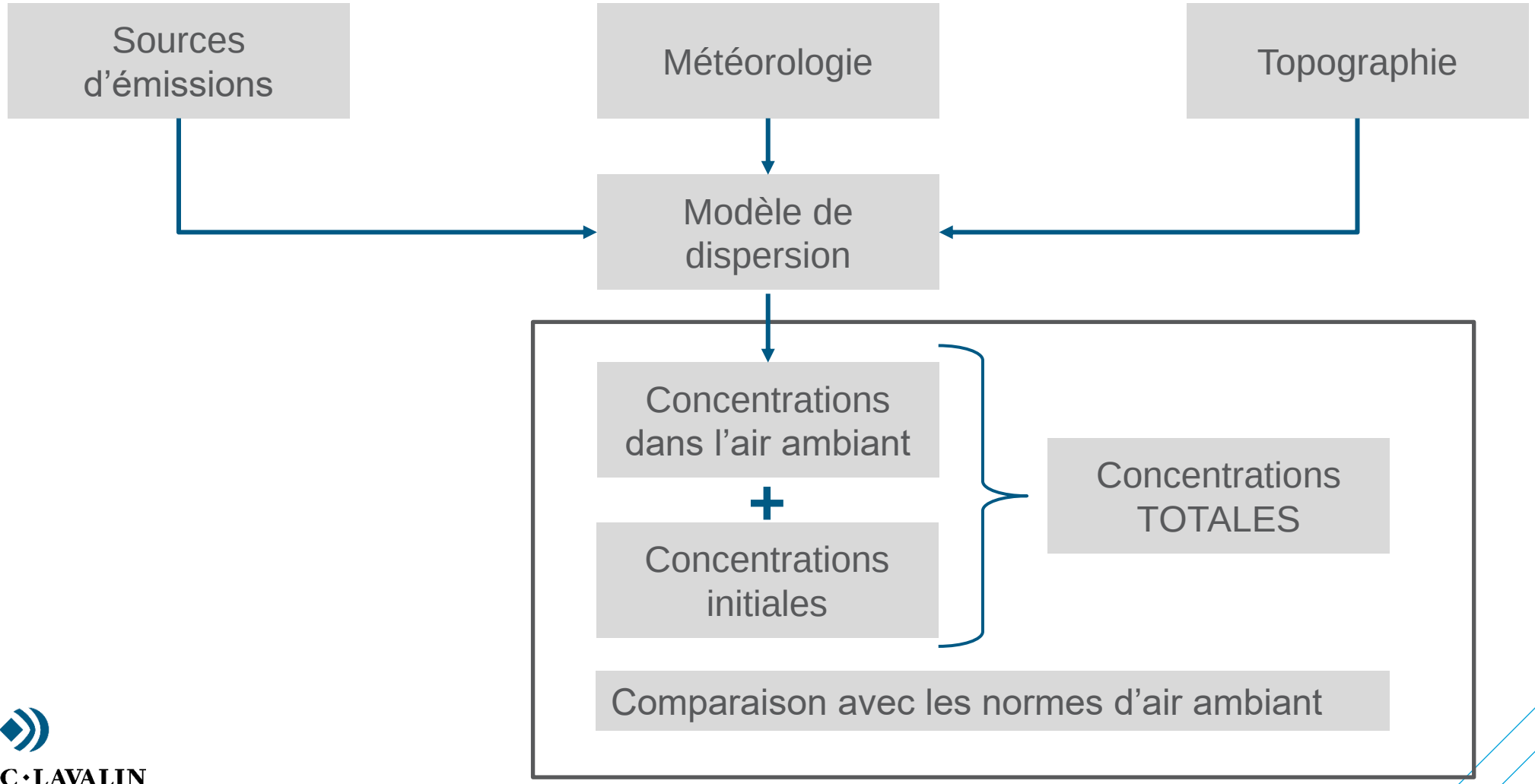
- Remise en suspension
  - Proportionnelle au vent
  - Dépend des sources et de leur positionnement et de la taille des particules
  - Les mesures de contrôles sont multiples
- Propagation
  - Les particules de moins de 20 microns peuvent demeurer en suspension et se disperser sur des kilomètres
  - En milieu urbain, la circulation broie et réentraîne les particules sur quelques mètres (70 um) à 1km (20um)
  - Les particules de 100 à 500um se déplacent par saltation (petits bonds) mais retombent presqu'immédiatement
  - Les particules de 70 à 100um (saltation modifiée) restent plus longtemps en suspension mais retombent
  - Les particules de plus de 500um ne s'envolent pas uniquement par le vent et roulent au sol mais peuvent être soulevées part une action mécanique (impact ou pneu d'un véhicule)

# Conditions susceptibles de favoriser l'émission et la déposition de poussières

- Déposition
  - Distance source-récepteur
  - Effets d'écrans des bâtiments; rues étroites; zones de vents faibles

SNC·LAVALIN

# MDA- Vue d'ensemble




SNC·LAVALIN

# Types de sources dans AERMOD

- Ponctuelles (POINT)
  - Cheminée, évents
- Volume (VOLUME)
  - Émissions fugitives de procédés, d'un bâtiment, activités minières
  - Dimensions horizontales identiques
- Surface (AREA, AERACIRC, AREAPOLY)
  - Biopile, site d'enfouissement, travaux terrain, parc de réservoirs, fugitives de procédés, érosion éolienne
- Buoyant Line Source (BUOYLINE)
  - Évents de toiture longilignes de bâtiments industriels (développée pour les évents des salles d'électrolyse des alumineries)

SNC·LAVALIN

# Informations requises sur les sources

- Ponctuelles
  - Position, hauteur, diamètre et orientation
  - Vitesse (m/s) et température (K) des gaz à la sortie
  - Dimensions et hauteurs des bâtiments voisins
    - Sillage des bâtiments
  - Taux d'émissions (g/s)

- Linéaire, surface et volume
  - Localisation, dimensions latérales, hauteur et taux d'émission (g/s, g/s/$m^2$)
  - Dimensions initiales du panache

SNC·LAVALIN

# Suggestion de plan d'action et mesures d'atténuation

SNC·LAVALIN

# Suggestions de plan d'action et technologies d'assainissement de l'air

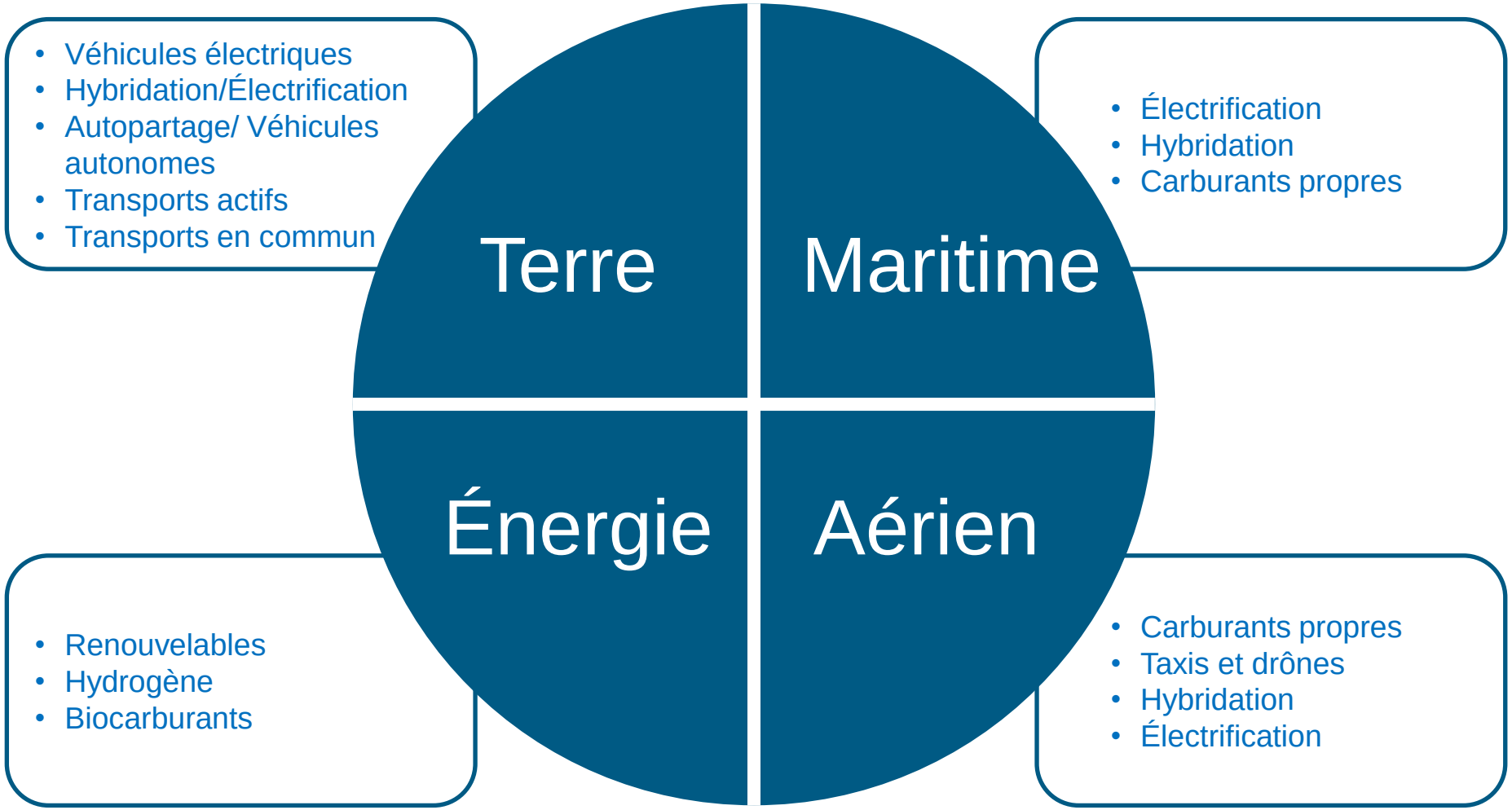
- Priorisation des sources selon les contaminants émis
  - Matières particulaires
  - Ozone
  - Autres contaminants gazeux
- Changement dans les procédures et gestion des opérations
- Technologies de réduction à la source
  - Madi: mesures d'aide à la décarbonatation du secteur industriel
  - Électrification/hybridation
- Gestion des émissions fugitives de matières particulaires

# Appréciation qualitative des différentes sources d'émission

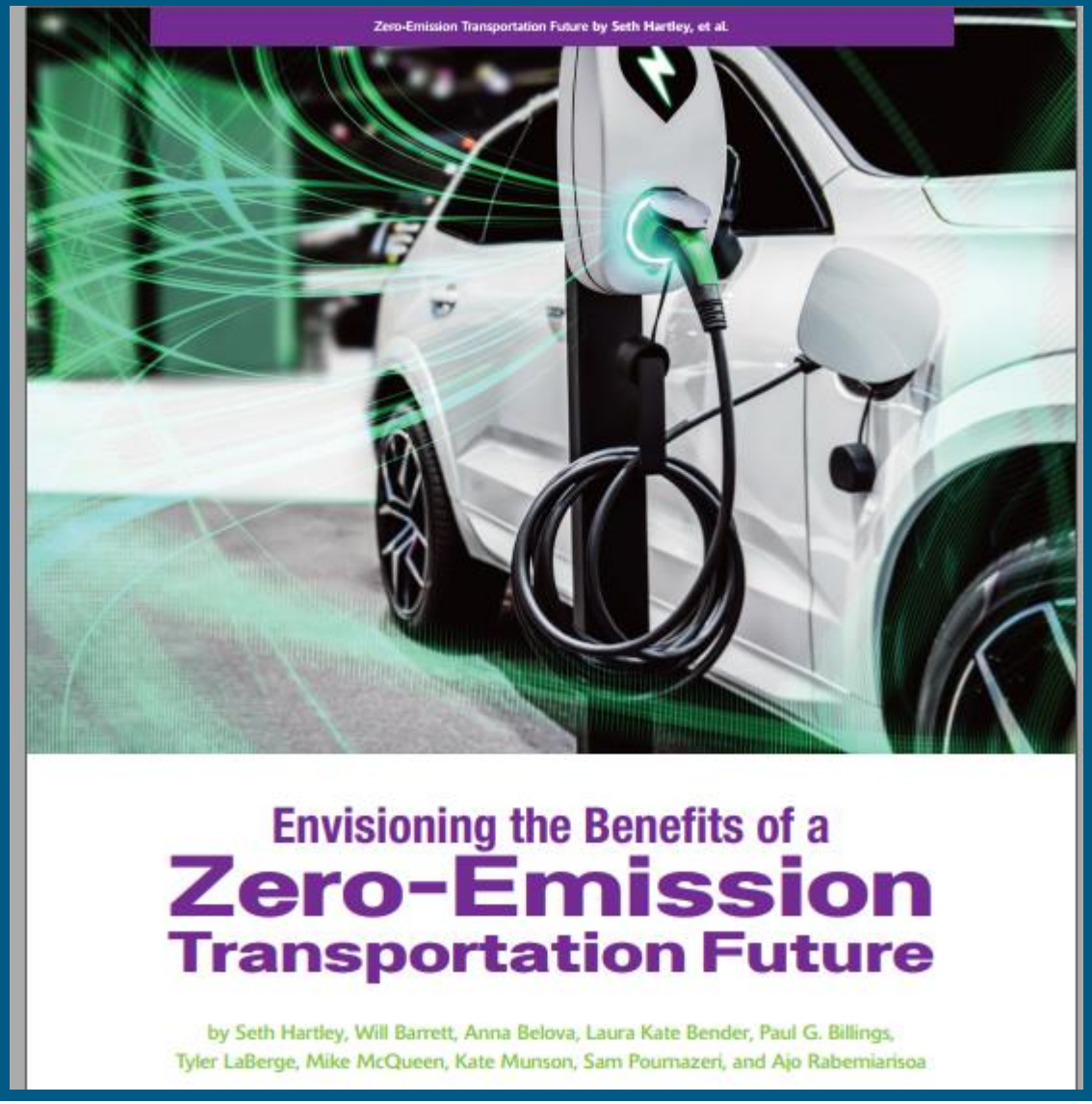
- Transports
  - Routier
  - Ferroviaire
  - Maritime
- Chantiers de construction/démolition
- Abrasifs/Sels de déglaçage épandus pendant l'hiver
- Industries et commerces
- Dépôts à neige, terrains divers et stationnements de grandes surfaces
- Sites de manutention de vrac
- Printemps/Automne: Émission de pollen, de spores et de matières organiques
- Hiver: foyers à combustion lente

SNC·LAVALIN

# Mesures d’atténuations en transport




SNC·LAVALIN




# Électrification des transports

SNC·LAVALIN

# Étude ICF et American Lung Association

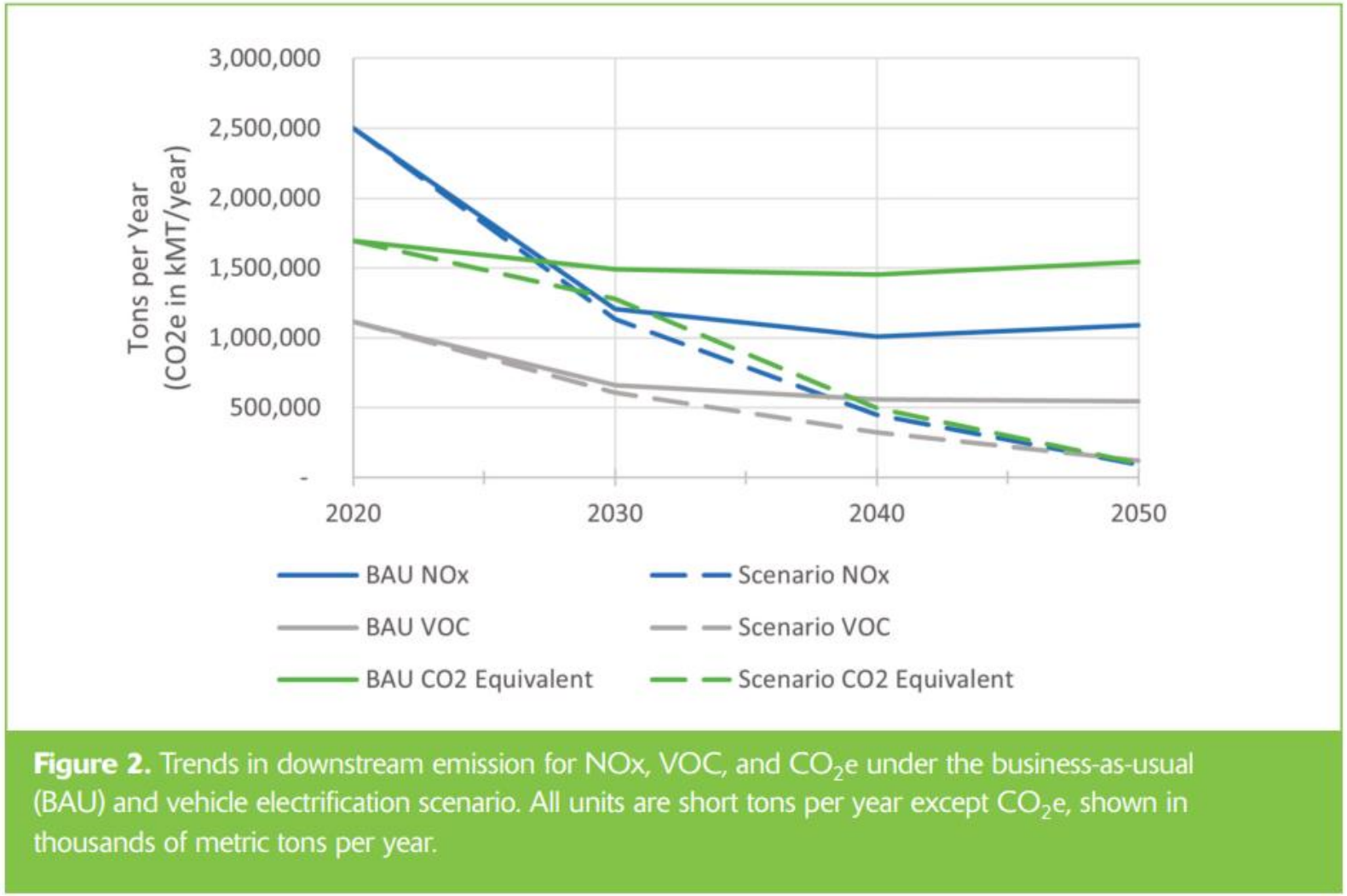



**Figure 2.** Trends in downstream emission for NOx, VOC, and $CO_2e$ under the business-as-usual (BAU) and vehicle electrification scenario. All units are short tons per year except $CO_2e$, shown in thousands of metric tons per year.

Référence: Zeroing in on Healthy Air: A National Assessment of Health and Climate Benefits of Zero-Emission Transportation and Electricity; American Lung Association, 2022
A&WMA – October 2022

# Étude ICF et American Lung Association

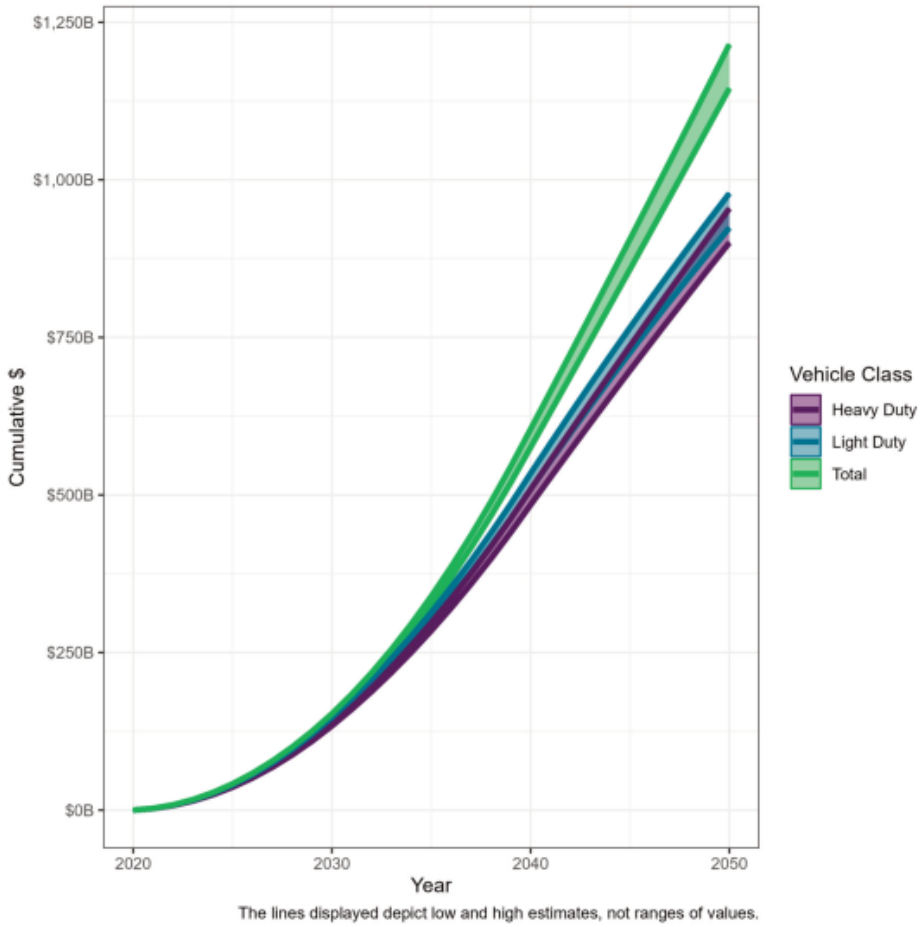



**Figure 4.** Low and high estimates of national, cumulative, total health benefits from 2020 relative to the business-as-usual (BAU) scenario (2017$, 3% discount rate). Note that Light plus Heavy does not equal the Total vehicle class, as all three include benefits from increasing renewables.

Référence: EM . The magazine for Environmental Managers – A&WMA – October 2022

# Assainissement de l’air

SNC·LAVALIN

# Contrôle des matières particulaires sur les chantiers (1/5)

- Ces mesures s'appliquent à plusieurs cas: usines, aires de manutention, surfaces empoussiérées, etc.
- La demande de permis de construction/opération devrait comprendre des exigences: devis de performance, critères à respecter, identification des zones sensibles, surveillance, pénalités, etc.
- On peut étendre les MP aux autres polluants par des exigence équivalentes (ex. Tier 4, etc.)
- Un plan de gestion des émissions fugitives de matières particulaires est essentiel et doit comprendre la formation des intervenants, les rôles et responsabilités de l'équipe environnement, le plan de suivi, les mesures d'atténuation à mettre en place, etc.
- Un personne doit être ultimement responsable de respecter ces exigences et doit avoir l'autorité requise pour y arriver
- Etc.

SNC·LAVALIN

# Contrôle des matières particulaires sur les chantiers (2/5)

- **Mesures d'atténuation**
  - Camions et autres équipements mobiles
    - Nettoyage avant la sortie des chantiers
    - Contrôler la vitesse (max, 15km/h)
    - Installer de bâches sur les camions
    - Limiter les entrées et sorties des chantiers
    - Utiliser des itinéraires qui contournent les zones sensibles
    - Éteindre les moteurs lorsqu'ils ne sont pas en usage (hybridation)
    - Exiger des équipements récents et en bonne condition
  - Autres équipements de manutention
    - Éteindre les moteurs des équipements non en usage
    - Utilisation d'équipements munis de systèmes de captage des matières particulaires
    - Utilisation d'équipements de manutention électriques favorisés
    - Convoyeurs recouverts lorsqu'à l'extérieur

SNC·LAVALIN

# Contrôle des matières particulaires sur les chantiers (3/5)

- **Mesures d'atténuation**
  - Piles d'entreposage de matériaux
    - Les piles doivent être recouvertes en tout temps
    - Les piles de matériaux excavés ne doivent pas être entreposés pour plus de 5 jours
    - Utiliser des barrières ou écrans pour éviter la dispersion des matériaux
  - Voies de circulation et aires d'accès
    - Si un produit abat-poussière est utilisé, il doit être homologué par le BNQ ou un équivalent et permettre de respecter les critères applicables (i.e. fréquence d'application), sur les voies de circulation en gravier
    - Entretenir les voies de circulation sur les chnatiers et aires d'accès (arrosage d'eau ou autre) empruntés par les camions et autres équipements mobiles afin de limiter les émissions diffuses vers les voies publiques
  - Hauteur de chute
    - Garder la hauteur de chute des matériaux au minimum possible lors des opérations de chargement et déchargement pour limiter la génération et soulèvement de MP

SNC·LAVALIN

# Contrôle des matières particulaires sur les chantiers (4/5)

- **Mesures d'atténuation**
  - Eau comme abat poussière
    - Lorsque nécessaire et par temps sec et venteux, utilisation de pulvérisateurs et/ou canons à eau pour contrôler les émissions (sols à nu, chemin d'accès, piles de matériaux, démolition, etc.)
    - Lorsque nécessaire, augmenter l'humidité des matériaux à manipuler (chargement et déchargement)
    - L'eau employée comme abat-poussières doit être exempte de contamination
    - *Sortie des matériaux par convoyeur: arrosage avant la chute pour limiter le soulèvement de MP*
  - Méthodes de travail
    - Choisir des équipements et méthodes de travail minimisant les émissions de particules
    - Réduire (et arrêter si nécessaire) les travaux lors de vents forts qui vont entraîner les MP à l'extérieur des limites du site
    - Planifier les travaux en tenant compte des prévisions météorologiques
    - L'utilisation de pistolets pneumatiques à air comprimé pour le nettoyage des surfaces est interdite
    - Implanter une procédure pour le suivi visuel des émissions de MP pour identifier les besoins en mesures d'atténuation supplémentaires
    - Aucune émission ne doit être visible à plus de 2 mètres d'un point de transfert ou de manutention
    - Il est interdit de procéder au brûlage de déchets
    - Utiliser des écrans lors de travaux de démolition pour limiter l'émission de MP

SNC·LAVALIN

# Contrôle des matières particulaires sur les chantiers (5/5)

- **Mesures d'atténuation**
  - Méthodes de travail - Dynamitage
    - Se référer au devis sur le dynamitage (pare-éclats, moniteurs de CO, etc.) pour les méthodes de contrôle des MP
  - Sensibilisation des intervenants
    - Les entreprises, entrepreneurs et fournisseurs appeler à réaliser des travaux sur le site doivent systématiquement être sensibilisés aux enjeux des émissions de MP

SNC·LAVALIN

# Contrôle des poussières - Chantier de construction

SNC·LAVALIN

# Contrôle des émissions particulaires et gazeuses

- Sélection d'un épurateur
  - Caractéristiques du gaz à traiter
    - *Température*
    - *Nature des contaminants: solides, gazeux, corrosifs, etc.*
    - *Charge de contaminants et variation dans le temps*
    - *Caractéristiques des particules: granulométrie, ionisable, etc.*
  - Espace disponible
  - Système existant de traitement d'eaux usées
  - Critère d'émission à respecter

SNC·LAVALIN

# Contrôle des émissions particulaires et gazeuses

- Épurateur pour polluants gazeux
  - Traitement par Absorption
  - Adsorption des contaminants
  - Incinération
- Épurateur pour émissions particulaires
  - Cyclones et séparateurs inertiels
  - Filtres à manche
  - Filtres électrostatique (jusqu'à 20 um)
  - Laveur de gaz (gaz et particules de moins de 20 um)
- Autres systèmes
  - Traitement par voie biologique

SNC·LAVALIN

# Assainissement de l’air

## Technologies de dépollution de l’air

### 1) Lavage ( scrubber)

### 2) Voie biologique

### 3) Adsorption

SNC·LAVALIN

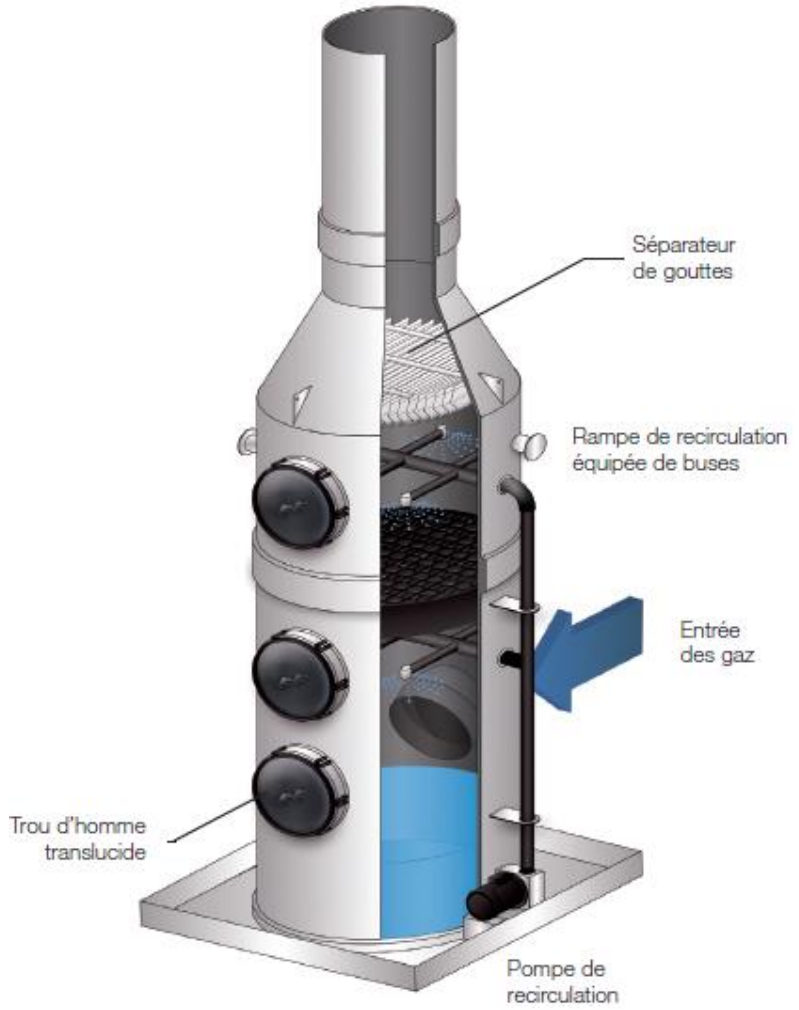
# Assainissement de l’air

## 1) Lavage par pulvérisation

- Système d’arrosage
  - ✓ Limite le risque de colmatage
  - ✓ Excellente répartition sur la surface du garnissage

- Dévésiculeur (ou pare-gouttelettes)
  - ✓ 99,9% d’efficacité sur les gouttelettes supérieures à 12 microns

- Équipements de régulation
  - ✓ Gestion des niveaux et appoints
  - ✓ Gestion des réactifs par une mesure du pH
  - ✓ Vidange automatique de la solution de lavage




SNC·LAVALIN

# Expertise – Assainissement de l'air

## 1) Lavage par pulvérisation : Exemple de la RAEBL

Stockage des produits chimiques à la RAEBL et dosage des produits chimiques, tours de lavage et ventilateur centrifuge moyenne pression

Conduites de ventilation et clapet de décharge

Conduite d'interception des odeurs sur les décanteurs

SNC·LAVALIN

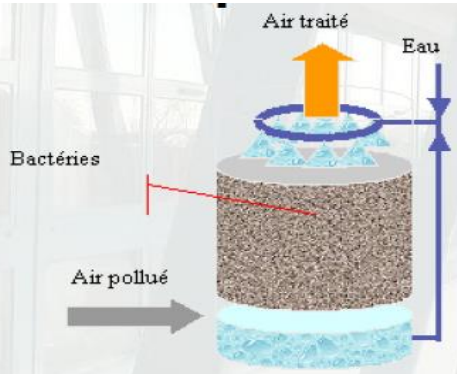
# Assainissement de l'air

## 2) Dégradation par voie biologique

### ➢ Biofiltres

➢Construction de l'enceinte en béton,
➢Façades intérieures de l'enceinte à protéger avec un liner plastique ou une résine anti-acide (pH 2)
➢Débits supérieurs à 10 000 $m^3/h$

### ➢ Filtres percolateurs

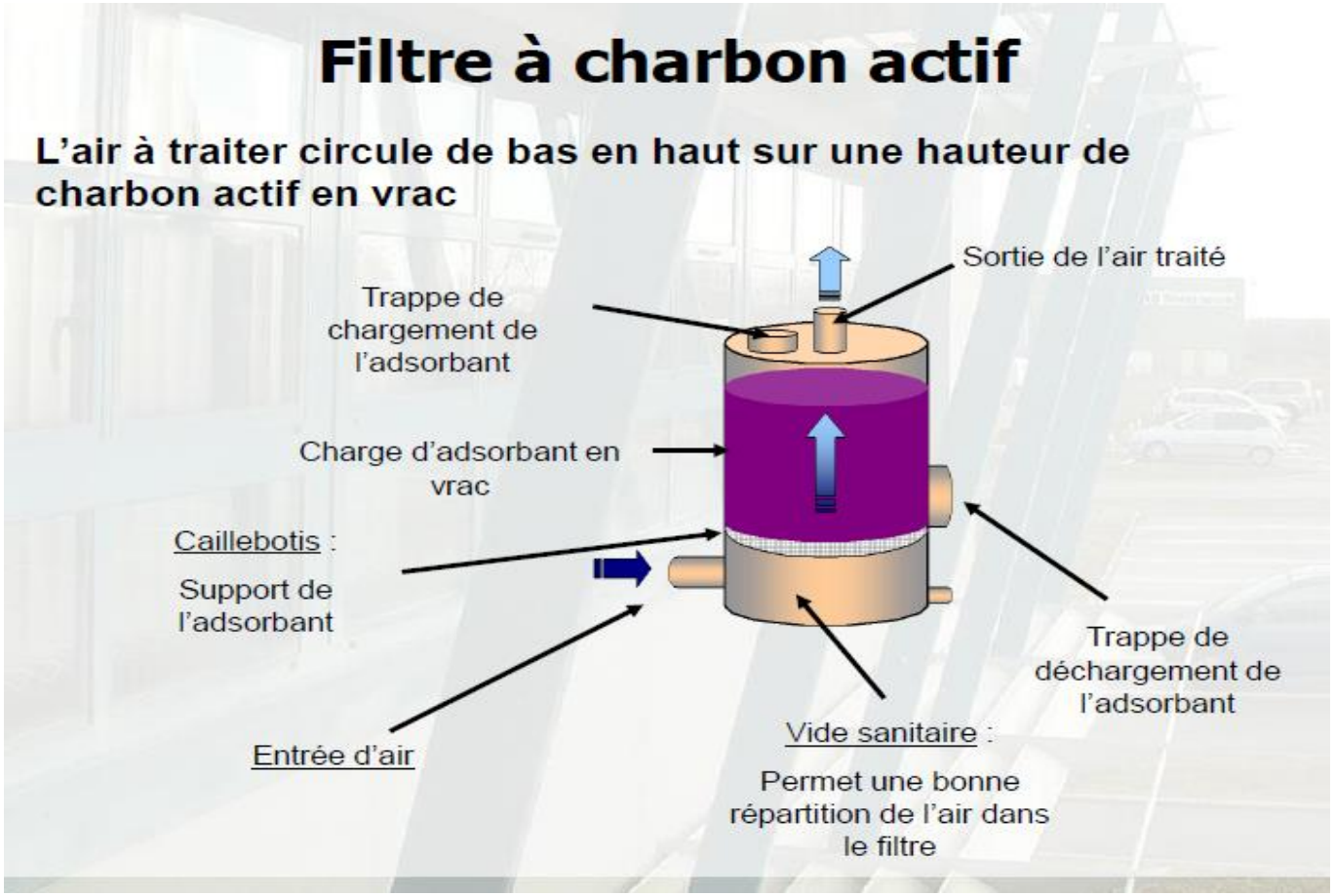



➢Avantages : faible perte de charge et durée de vie plus importante du support, encombrement réduit par rapport à un biofiltre

➢Inconvénient : consommation en eau et nutriments,

SNC·LAVALIN

# Assainissement de l’air
## 3) Adsorption

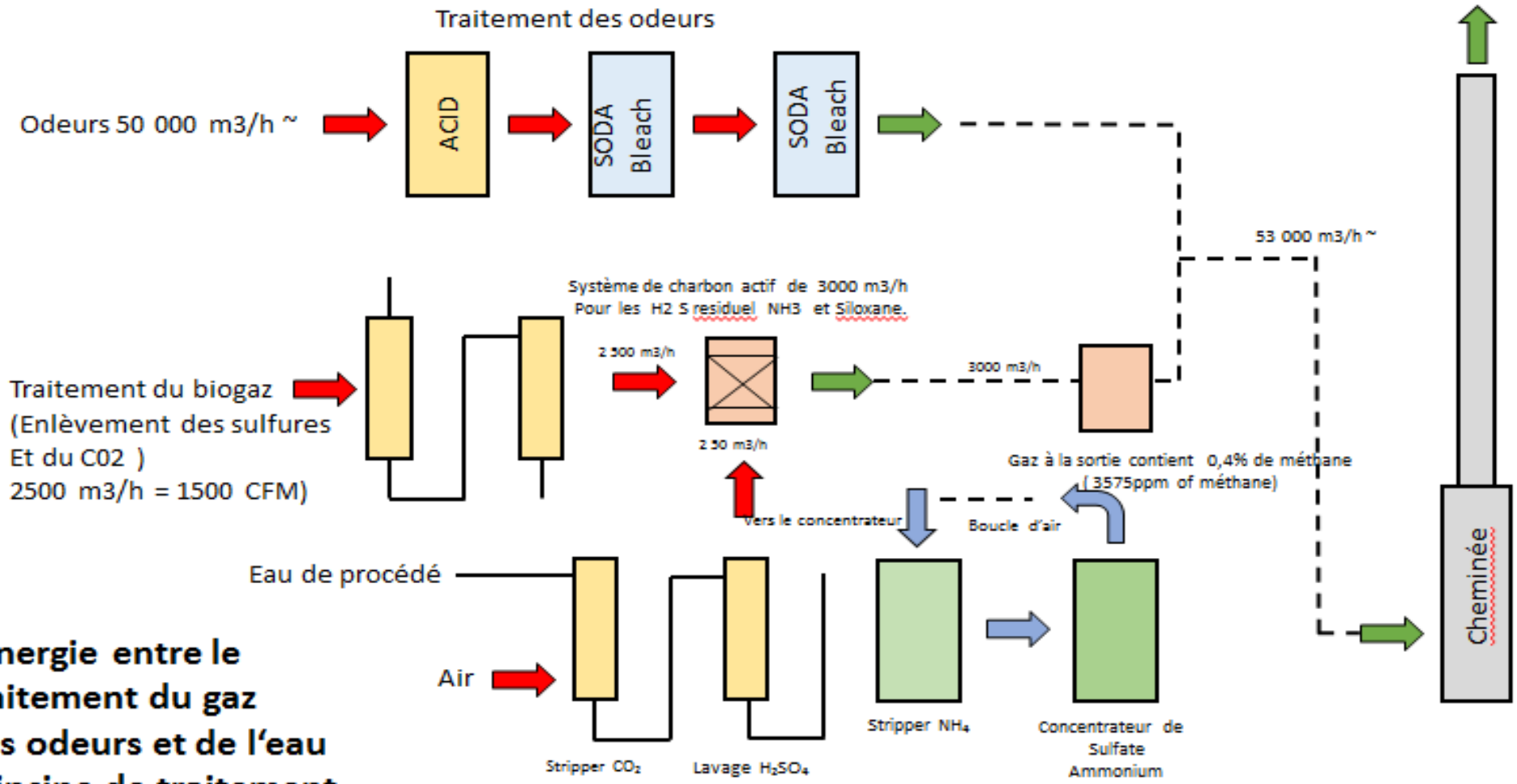


TCA (Tour à Charbon Actif), **pour des débits entre 300 et 6 000 m³/h**

SNC·LAVALIN

# Expertise – Assainissement de l'air

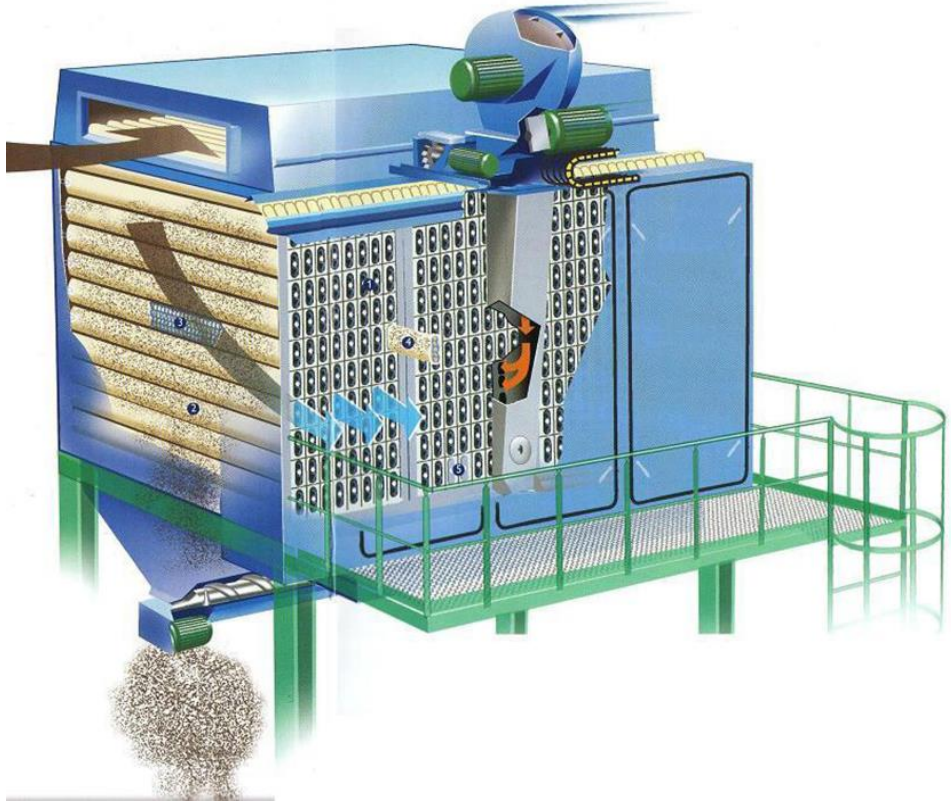
## Exemple: synergie entre le traitement du gaz, de l'eau de procédé et des odeurs et bilan d'air à traiter




**Synergie entre le traitement du gaz des odeurs et de l'eau Principe de traitement**

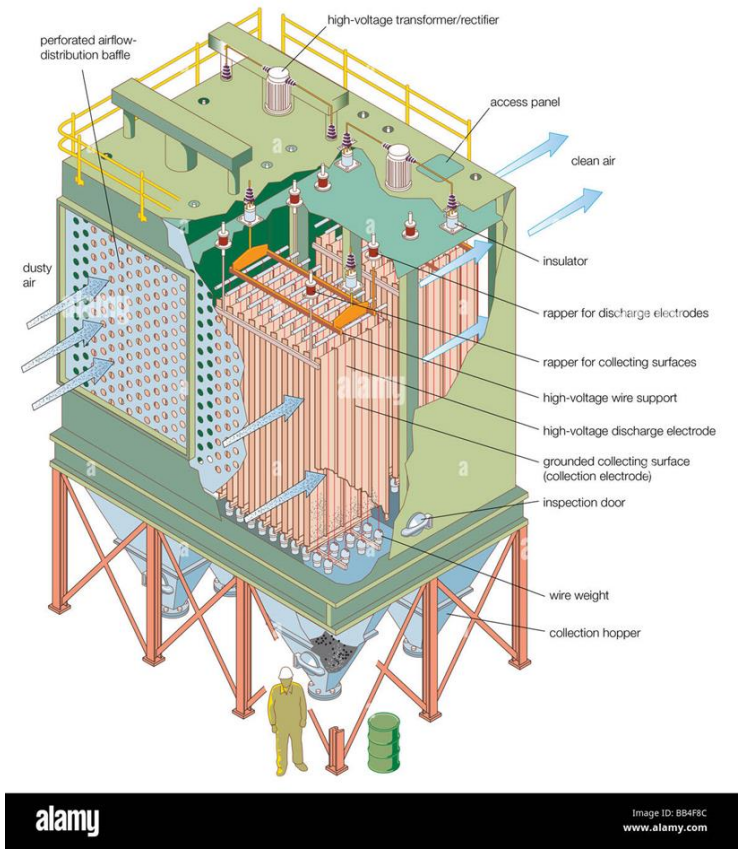
SNC·LAVALIN

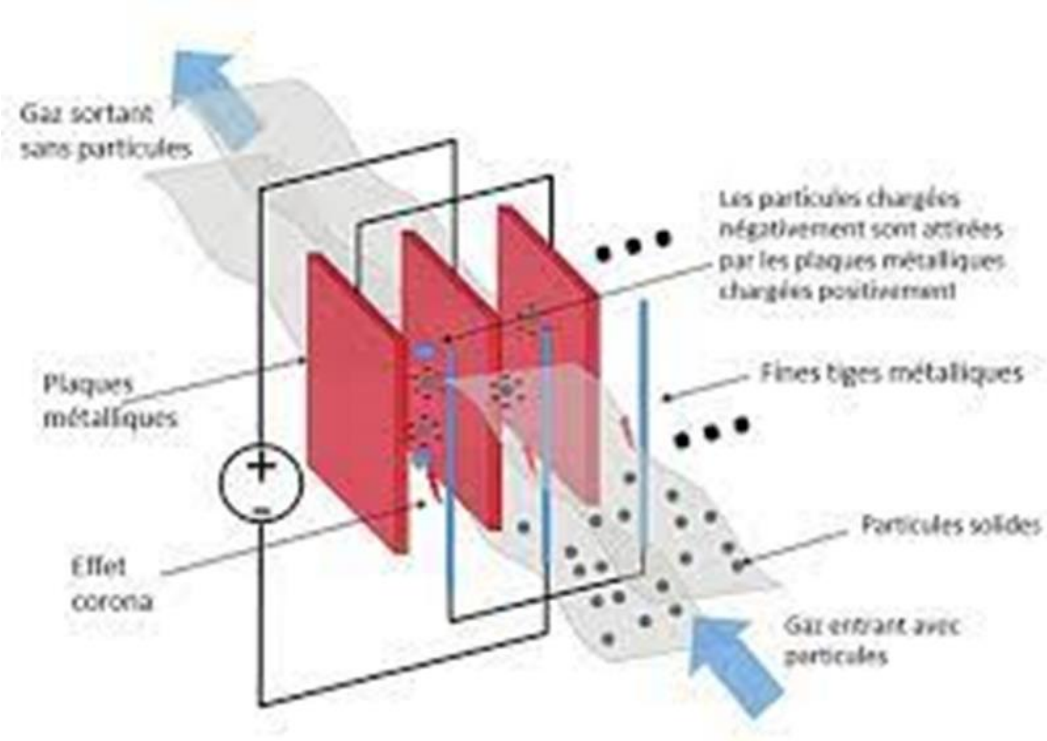
# Filtre à manches



SNC·LAVALIN

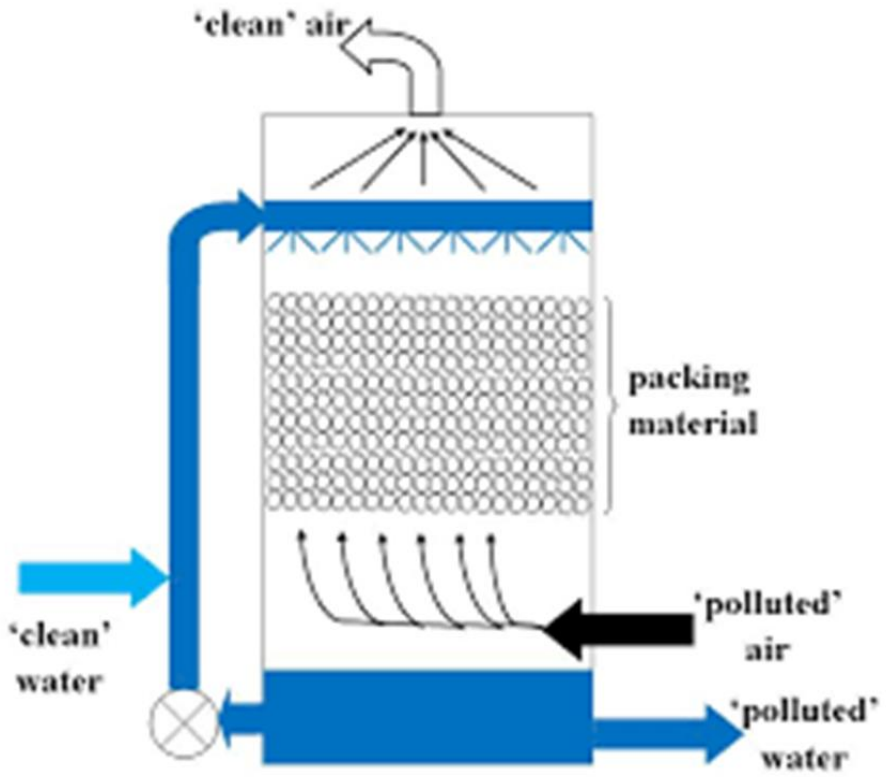
# Filtre électrostatique



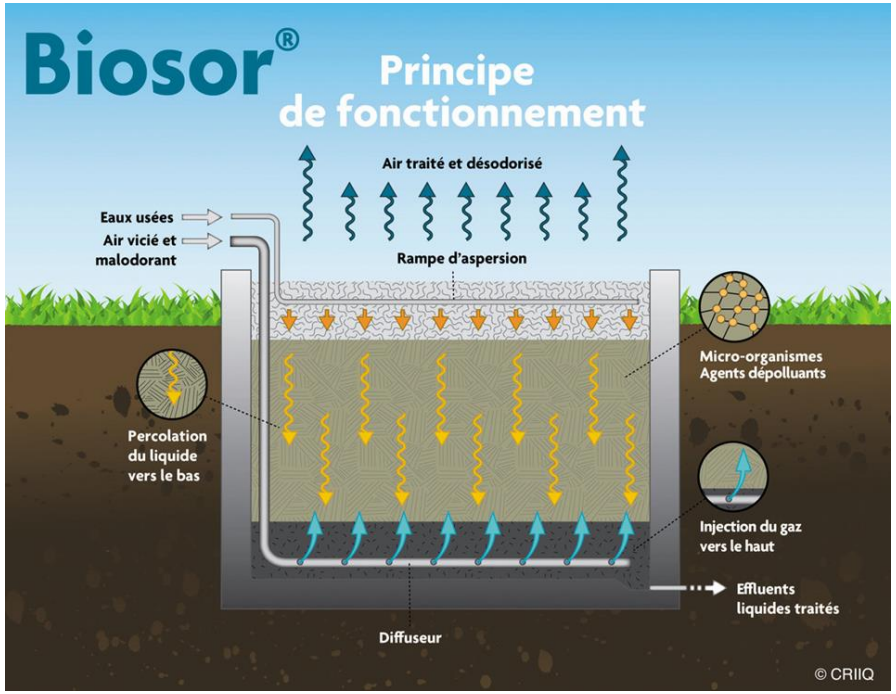

SNC·LAVALIN

# Laveurs de gaz



SNC·LAVALIN

# Biofiltres



SNC·LAVALIN

SNC·LAVALIN

FAIRE LA LUMIÈRE
SHEDDING LIGHT

# UNE SENTINELLE POUR LA GESTION DES ÉMISSIONS FUGITIVES DE POUSSIÈRES

François Châteauneuf

# Contexte

- Les émissions fugitives de poussières sont une problématiques commune à plusieurs secteurs industriels

- Conséquence:  particules fines affectent négativement la santé des populations vivant à proximité des industries émettrices
- Besoins:
  - Caractérisation de la contribution des activités industrielles
  - Identification proactive des sources d'émission et de leurs impacts sur la population
- Exigences:
  - Détection rapide des événements
  - Compréhension des variations spatiotemporelles des concentrations de particules
- Une gestion efficace des émissions exige des méthodes de détection adéquates

# Solution

- Approche: **Surveillance par LiDAR**
  - Mesurer la lumière rétrodiffusée par les particules présentes dans l'air
  - Inverser le signal LiDAR afin d'obtenir les concentrations relatives des particules
- Objectifs: **Capacités de mesures flexibles**
  - Concentration relative résolue spatialement le long de la ligne de visée
  - Possibilité d'obtenir des concentrations absolues à l'aide d'une procédure d'étalonnage
- Avantages: **Meilleure représentativité spatiotemporelle des concentrations**
  - Cartographie 2D (3D) des concentrations avec une résolution meilleure que 1 $m^2$ ($m^3$) sur une distance de plusieurs dizaines de mètres
  - Évaluation des taux d'émission
  - Discrimination entre les différentes sources d'émission
  - Surveillance de zones ou à la limite de propriété (fenceline)

# Prototype – Aperçu

- Sentinelle : un LiDAR courte portée pour utilisation en milieu industriel
- Éléments de la solution
  - Une tête LiDAR comprenant une source laser sécuritaire, un détecteur, et une caméra visible
  - Une plateforme motorisée permettant un balayage horizontal et vertical
  - Un senseur ponctuel pour l'étalonnage du LiDAR (cartes de concentrations absolues)
  - Une station météo
  - Un logiciel de communication et de contrôle

# Prototype – Caractéristiques et avantages

- Portable et facilement déployable
- Sécuritaire pour les employés sur le site (sécurité oculaire)
- Communication sans fil entre les composantes de la solutions
- Possibilité de mesurer les concentrations à des endroits dangereux ou difficilement accessibles
- Étalonnage semi automatisé en utilisant un senseur ponctuel
- Possibilité de définir plusieurs zones de balayage ou de régions d'intérêt
- Affichage en temps réel
- Détection automatique des événements d'émission
- Consignation des événements et génération d'alarmes
- Outil de gestion des données pour un traitement plus approfondi

FAIRE LA LUMIÈRE
SHEDDING LIGHT

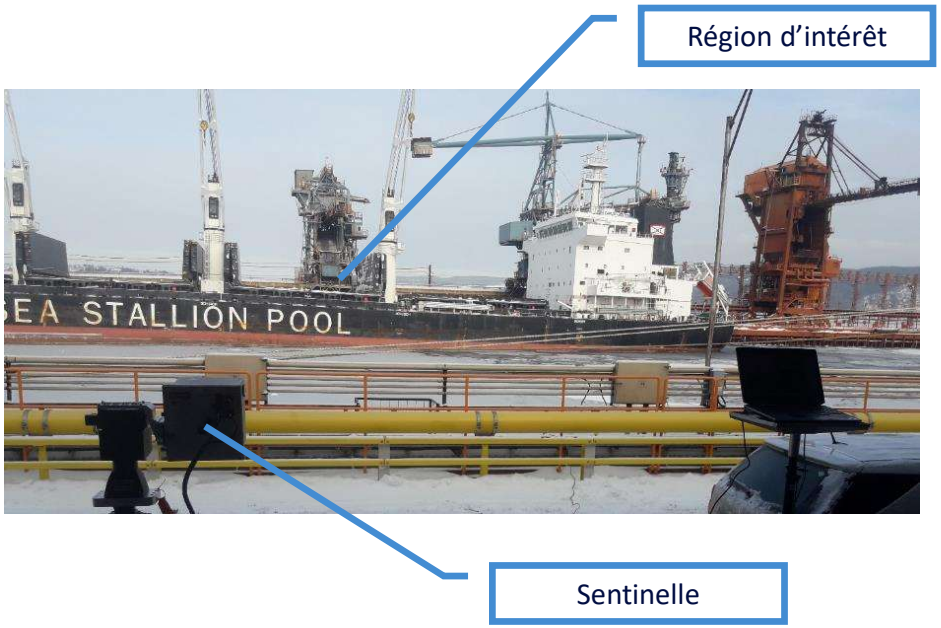
# PREMIER EXEMPLE DE CAMPAGNE DÉCHARGEMENT D'ALUMINE ET DE BAUXITE

Rio Tinto

# Objectifs de la campagne

- Quantifier l'efficacité de contremesures visant la réduction des émissions
- Campagne effectuée lors d'activités de déchargement de vrac sec au port Alfred de Rio Tinto
- Contraintes opérationnelles (sécurité du personnel et priorité aux activités industrielles) ont parfois limité la prise de données:
  - Positionnement du LiDAR non-optimal
  - Nombre réduit de séquences de mesure, etc.

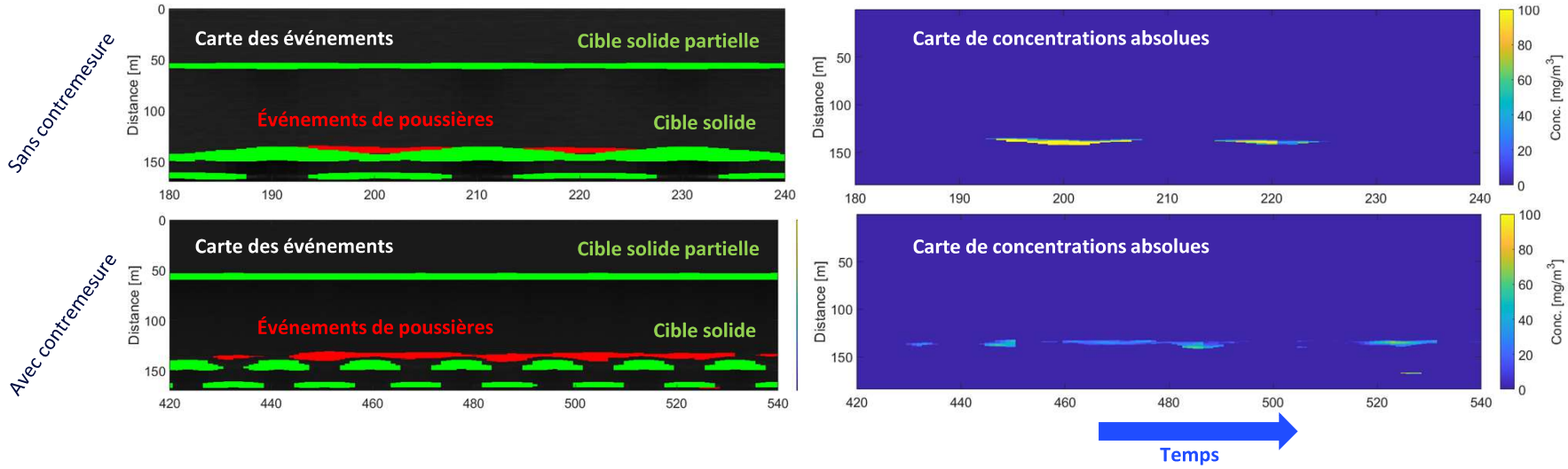
# Déchargement d’alumine – Contexte




- Déchargement d’alumine métallurgique
- Sentinelle positionnée à environ 140m du navire et visant la grue de déchargement
- Petit blayage vertical de ±0.5°
- Étalonnage pré-campagne effectué à l’aide d’un DustTrak DRX de TSI
- 3 approches visant la réduction des émissions ont été étudiées

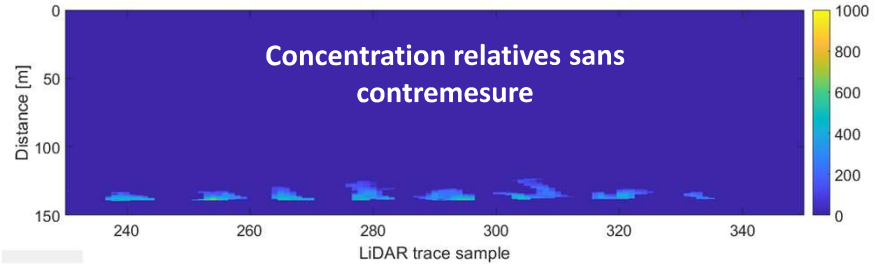
# Déchargement d'alumine – Résultats

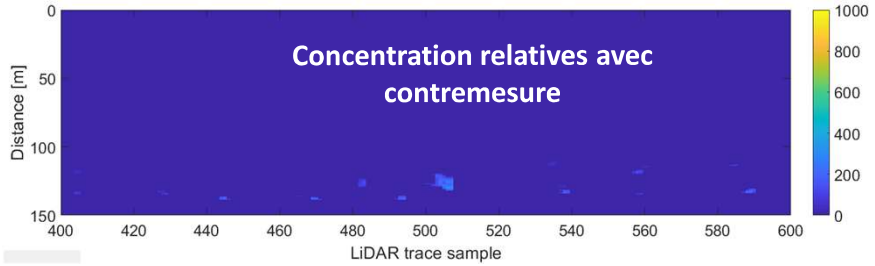
- Une procédure modifiée pour la piquée (et la levée) de la grue réduit les émissions fugitives de 80% (30%)
- Le nettoyage de la vis d'alimentation par inversion du moteur réduit les émissions fugitives de 50%



# Déchargement de bauxite – Contexte et résultats

- Prototype Sentinelle à environ 140m du navire et visant une grue de déchargement
- Balayage vertical de ±3°
- Mesure de concentrations relative (pas d'étalonnage à l'aide d'un senseur ponctuel)
- Un type de contremesure était étudié
  - Ajout d'un brumisateur réduit les émissions fugitives de 68%



# Résumé des campagnes

- Démonstration des avantages
  - Mesures possibles dans des endroits dangereux ou inaccessibles tout en restant à une distance sécuritaire
  - Mesures en temps réel pour un meilleur suivi de la dispersion des poussières
  - Information immédiate sur les performances des techniques de contrôle ou sur les processus générant de la poussière
- Bénéfices obtenus par Rio Tinto
  - Supporter la mise en œuvre de stratégies de gestion des poussières avec les meilleurs coût/bénéfice
  - Quantification de l'efficacité des stratégies de réduction
- Un réseau de senseurs ponctuels n'est pas une option
  - Contraintes opérationnelles sur le positionnement des senseurs
  - Limitation sur la couverture spatiale

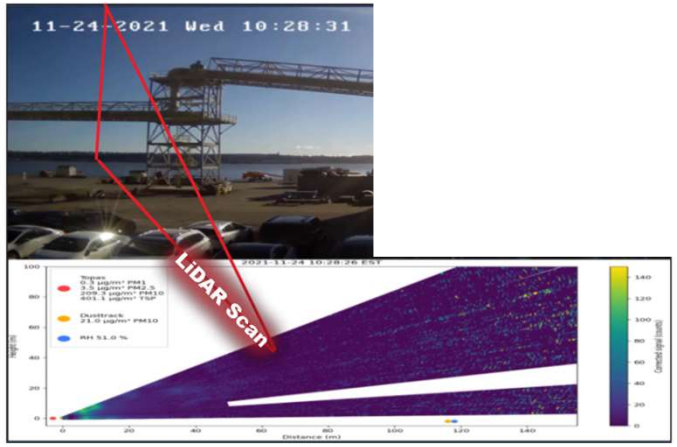
FAIRE LA LUMIÈRE
SHEDDING LIGHT

# DEUXIÈME EXEMPLE DE CAMPAGNE SURVEILLANCE D'UN SITE INDUSTRIEL

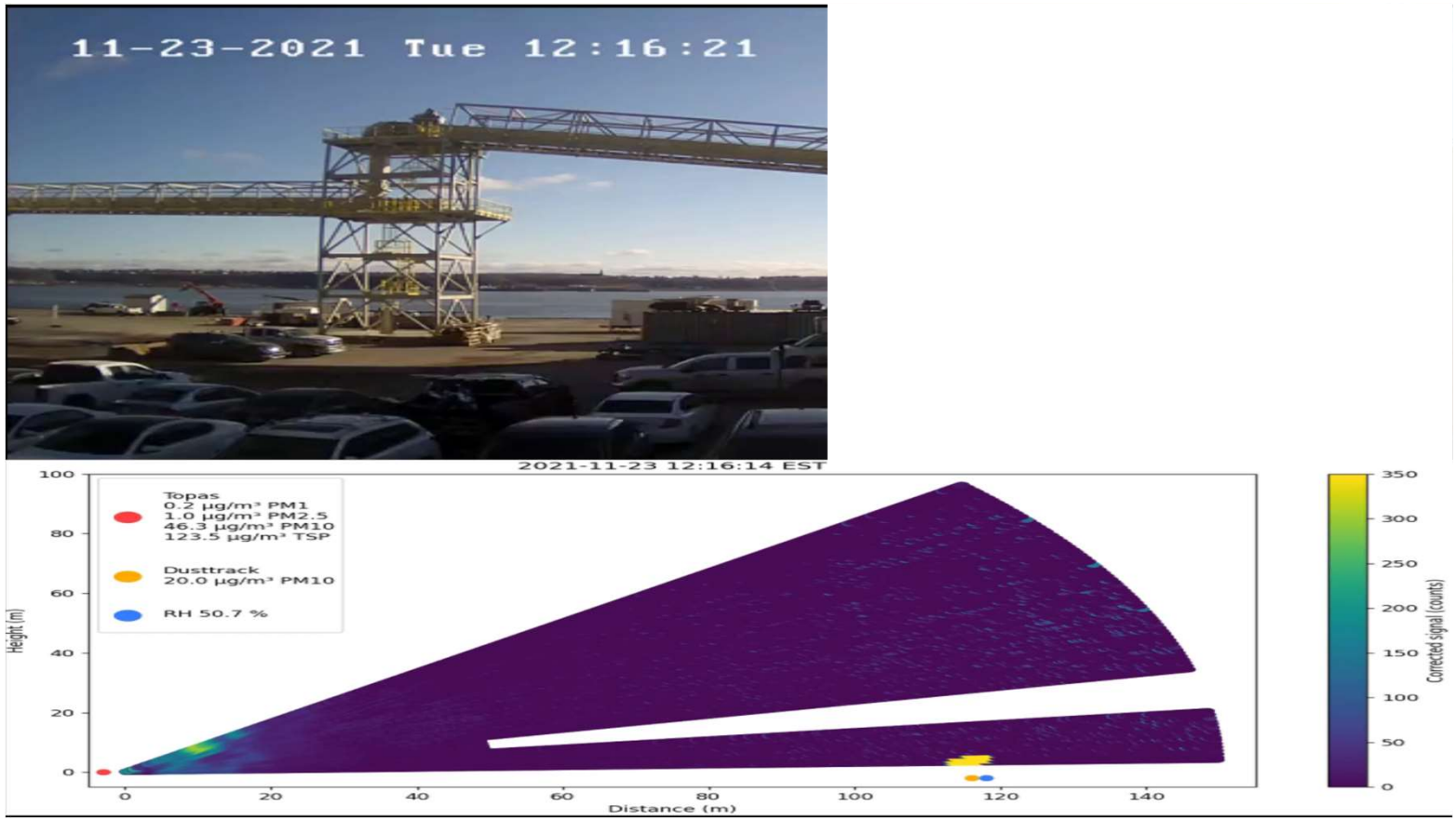
SNC·LAVALIN

# 2ième campagne – Site industriel

- Surveillance d'un site industriel
- Déploiement d'un LiDAR Sentinelle ainsi que de 2 senseurs ponctuels:
  - Topas de Turnkey Instruments
  - DustTrak de TSI



# 2ième campagne – Site industriel



# Résumé de la campagne

- Calibration préliminaire: Le LiDAR est plus sensible aux PM1 et PM2.5 qu'aux PM10 et TSP mais offre une limite de détection beaucoup plus basse que requis:
  - Limites de détection à 100 m sur 1 seconde:
    - PM1: 2 µg/m$^3$
    - PM2.5: 5 µg/m$^3$
    - PM10: 50 µg/m$^3$
    - TSP: 100 µg/m$^3$
- Avantages du LiDAR
  - Représentativité accrue des détections d'évènements par rapport aux capteurs ponctuels:
    - Meilleure couverture et résolution spatiale
    - Caractérisation et positionnement des évènements dans l'espace et le temps
    - Diagnostic des émissions et de leurs causes/sources
    - Limite de détection très basse
  - Proactivité vis-à-vis des émissions non détectables à l'œil nu mais qui peuvent générer des plaintes par déposition dans le temps

# Développements en cours

- Passage du prototype de démonstration à un produit robuste pour un déploiement 24/7 sur un site industriel pendant plusieurs années
  - Disponible à l'automne 2023
- Installation fixe pouvant être effectuée par une seule personne
- Interface de configuration simple et intuitive
- Définition de niveaux de criticité des émissions selon leurs concentrations, étendues et durées

INO

FAIRE LA LUMIÈRE
SHEDDING LIGHT

# MERCI!