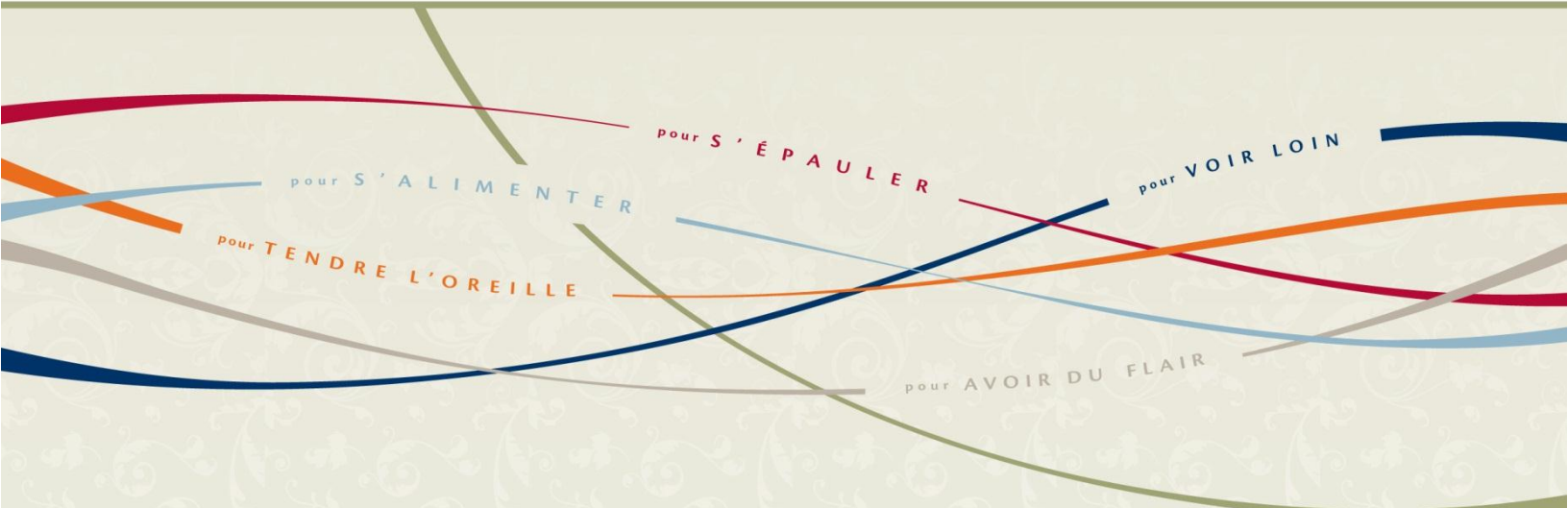




UNIS dans TOUS les SENS

Évaluation du risque pour la santé associé à la qualité de l'air ambiant à Shawinigan (secteurs Saint-Marc, Christ-Roi, Sainte-Croix et L'Assomption)



pour S'ALIMENTER
pour S'ÉPAULER
pour VOIR LOIN
pour TENDRE L'OREILLE
pour AVOIR DU FLAIR

Agence de la santé
et des services sociaux
de la Mauricie
et du Centre-du-Québec

Québec 

Évaluation du risque pour la santé associé à la qualité de l'air ambiant à Shawinigan

(secteurs Saint-Marc, Christ-Roi, Sainte-Croix et L'Assomption)

Document rédigé par :

la Direction de santé publique de la Mauricie et du Centre-du-Québec

En collaboration avec :

l'Institut national de santé publique et le
ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs

Auteurs et collaborateurs

Plusieurs personnes, auteurs et collaborateurs, ont participé à la rédaction et au processus de révision du contenu de ce document. Toutes ces personnes ont apporté un regard différent selon leurs champs d'expertise et nous les en remercions grandement.

Rédaction (en ordre alphabétique par contribution aux chapitres)

Document complet

Équipe santé et environnement, Direction de santé publique, Agence de la santé et des services sociaux de la Mauricie et du Centre-du-Québec :

- Judith Alain
- Josée Chartrand
- Rosalie Lefebvre
- Guy Lévesque
- Karine Martel
- Pierre Pelletier
- Ann St-Jacques
- Maude-Amie Tremblay

Sous la supervision de Gilles W. Grenier, M.D., directeur de santé publique, Agence de la santé et des services sociaux de la Mauricie et du Centre-du-Québec.

Collaboration aux chapitres 5 et 6 : Éléments du portrait environnemental

- Marcel Binet, Josianne Guilbert et Louise Trudel, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction régionale de la Mauricie et du Centre-du-Québec
- Michel Bisson, Marie-Pier Brault, Manon Therrien et Pierre Walsh, Direction du suivi de l'état de l'environnement au ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs

Chapitre 7 : Section sur les HAP

Anciens membres de l'équipe santé et environnement, Direction de santé publique, Agence de la santé et des services sociaux de la Mauricie et du Centre-du-Québec :

- Louis Dionne
- Slavko Sebez
- Gilles W. Grenier

Chapitre 8 : Portrait sociosanitaire

Équipe connaissance/surveillance, Direction de santé publique, Agence de la santé et des services sociaux de la Mauricie et du Centre-du-Québec :

- Sylvie Bernier
- Yves Pépin

Révision (en ordre alphabétique)

- Linda Milette, M.D. et Maurice Poulin, M.D., Direction de santé publique, Agence de la santé et des services sociaux de la Mauricie et du Centre-du-Québec
- Marcel Binet, Josianne Guilbert et Louise Trudel, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction régionale de la Mauricie et du Centre-du-Québec
- Michel Bisson, Marie-Pier Brault, Manon Therrien et Pierre Walsh, Direction du suivi de l'état de l'environnement au ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
- Louise Normandin, Audrey Smargiassi, Christiane Thibault, Direction de la santé environnementale et de la toxicologie, Institut national de santé publique du Québec

Soutien administratif

- Josée Alarie
- Diane Bourassa
- Louise Dubé
- Marilyn Lacroix

Nous tenons également à souligner la collaboration de la Ville de Shawinigan, d'Environnement Canada et de Rio Tinto Alcan.

Dépôt légal – 2011

Bibliothèque et Archives nationales du Québec

Bibliothèque et Archives Canada

ISBN 978-2-89340-248-2 (version imprimée)

ISBN 978-2-89340-249-9 (version PDF)

Dans ce document, le générique masculin est utilisé dans le seul but d'alléger le texte et désigne tant les femmes que les hommes.

Toute reproduction totale ou partielle de ce document est autorisée, à condition que la source soit mentionnée.

Document disponible sur le site Internet de l'Agence

www.agencesss04.qc.ca

Table des matières

Avant-propos	1
1 Introduction	3
2 Historique et mise en contexte	5
3 Les contaminants atmosphériques ciblés à Shawinigan	9
3.1 Les contaminants liés à la production d'aluminium	10
3.1.1 Les contaminants ciblés	10
3.1.1.1 Dioxyde de soufre	10
3.1.1.2 Particules en suspension	11
3.1.1.3 Hydrocarbures aromatiques polycycliques	12
3.1.2 Les contaminants non ciblés	13
3.2 Les autres contaminants atmosphériques	14
4 Pollution atmosphérique et santé	15
4.1 Effets à court terme ou aigus	16
4.2 Effets à long terme ou chroniques	16
4.3 Autres facteurs de risque	17
4.4 Effet potentiel sur la santé des contaminants atmosphériques ciblés à Shawinigan	18
4.4.1 Dioxyde de soufre	18
4.4.2 Particules en suspension	19
4.4.3 Hydrocarbures aromatiques polycycliques	20
5 Normes et objectifs liés à l'air ambiant	23
5.1 Dioxyde de soufre	24
5.1.1 Normes applicables	24
5.1.2 Objectifs et lignes directrices	24
5.2 Particules en suspension	25
5.2.1 Normes applicables	25
5.2.2 Objectifs et lignes directrices	25
5.3 Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	26
5.3.1 Normes applicables	26
5.4 Sommaire des valeurs de référence utilisées	27
6 Évolution et portrait actuel de la qualité de l'air à Shawinigan	29
6.1 Surveillance de la qualité de l'air à Shawinigan	29
6.1.1 Réseaux de surveillance	29
6.1.2 Méthodes d'échantillonnage et d'analyse	31
6.1.3 Acquisition, validation et traitement des données	33
6.1.4 Assurance et contrôle de la qualité	34
6.1.5 Facteurs d'influence sur la qualité de l'air ambiant	34

6.2	Résultats et comparaison avec les normes en vigueur.....	36
6.2.1	Dioxyde de soufre	36
6.2.2	Particules en suspension.....	42
6.2.2.1	Particules en suspension totales (PST).....	42
6.2.2.2	Particules de moins de 10 µm (PM ₁₀).....	47
6.2.2.3	Particules fines (PM _{2,5}).....	52
6.2.3	Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).....	61
7	Estimation du risque	67
7.1	Utilisation des résultats du modèle de simulation AQBAT pour estimer les impacts sanitaires du SO ₂ et des PM _{2,5}	67
7.1.1	Description, avantages et limites du modèle AQBAT	67
7.1.2	Résultats AQBAT pour le SO ₂	70
7.1.3	Résultats AQBAT pour les PM _{2,5}	70
7.1.4	Discussion des résultats AQBAT	72
7.2	Estimation des risques de cancer associés aux HAP	73
7.2.1	Considérations générales	73
7.2.2	Historique des démarches d'estimation du risque réalisées par la DSP de la Mauricie et du Centre-du-Québec.....	74
7.2.3	Évaluation biologique de l'exposition	75
7.2.4	Estimation du risque relatif à l'exposition aux HAP à Shawinigan	76
8	Portrait sociosanitaire de la population de Shawinigan (territoire avant fusion).....	79
8.1	Méthodologie	79
8.1.1	Effectifs de population	79
8.1.2	Caractéristiques sociodémographiques de Shawinigan de 2006	80
8.1.3	Fichier des décès 2001-2005	80
8.1.4	Fichier des tumeurs 2001-2005 et 1995-1999	81
8.1.5	Fichier des décès 1994-1999	81
8.1.6	Fichier Med-Écho	81
8.2	Démographie	81
8.3	Caractéristiques socioéconomiques.....	82
8.4	Mortalité à Shawinigan.....	83
8.4.1	Espérance de vie.....	83
8.4.2	Indice comparatif de mortalité (ICM)	83
8.4.3	Principales causes de décès à Shawinigan	83
8.4.4	Évolution de la situation entre les périodes 1995-1999 et 2001- 2005	84
8.5	Incidence de cancer à Shawinigan.....	87
8.6	Hospitalisation des résidents de Shawinigan	87
8.7	Interprétation des écarts	92
9	Caractérisation du risque	95
9.1	Portrait de la qualité de l'air ambiant à Shawinigan	95

9.2	Estimation du risque	95
9.3	Portrait sociosanitaire	96
9.4	Autres facteurs de risque	97
9.5	Acceptabilité du risque	97
10	Conclusions et recommandations	99
	RÉFÉRENCES.....	103

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les effets néfastes sur la santé de la pollution atmosphérique (OMS, 2006).....	15
Tableau 2 : Les principaux HAP classés selon différentes organisations	21
Tableau 3 : Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air et cibles intermédiaires pour le SO ₂ : concentrations sur 24 heures et 10 minutes (OMS, 2006)	25
Tableau 4 : Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air et cibles intermédiaires pour les particules : concentrations moyennes annuelles et 24 heures (OMS, 2006).....	27
Tableau 5 : Normes et objectifs utilisés dans le document (les zones ombragées constituent les valeurs qui seront utilisées pour le portrait environnemental)	28
Tableau 6 : Contaminants mesurés par le programme de surveillance de la qualité de l'air à Shawinigan par le MDDEP et par l'usine Rio Tinto Alcan (RTA)	30
Tableau 7 : Nombre d'heures où les normes de la qualité de l'air sur 4 minutes pour le SO ₂ du MDDEP ont été dépassées aux stations Frigon (04130) et Saint-Joseph (04126)	38
Tableau 8 : Distribution des concentrations horaires de SO ₂ en 2008 pour l'ensemble des stations de mesure (en partie par milliard – ppb)	40
Tableau 9 : Distribution des concentrations moyennes mobiles sur 24 heures de SO ₂ en 2008 pour l'ensemble des stations de mesure (en partie par milliard – ppb).....	41
Tableau 10 : Distribution des concentrations journalières de PST en 2008 pour l'ensemble des stations de mesure au Québec, en microgrammes par mètre cube (µg/m ³) et dépassements de la norme du RQA de 150 µg/m ³	45
Tableau 11 : Distribution des concentrations journalières de PM ₁₀ en 2008 pour l'ensemble des stations de mesure au Québec (en microgrammes par mètre cube).....	50
Tableau 12 : Distribution des concentrations horaires de PM _{2,5} pour 2008, en µg/m ³	56
Tableau 13 : Distribution des concentrations moyennes journalières de PM _{2,5} pour 2008, en µg/m ³	58
Tableau 14 : Benzo(a)pyrène (BaP) au Québec en 2008, en ng/m ³	64
Tableau 15 : Impacts sanitaires de l'exposition à 11,2 µg/m ³ de PM _{2,5} (moyenne 2002) estimés par AQBAT comparés à un niveau de pollution anthropique nul pour la population de l'ancienne ville de Shawinigan (17 854 personnes en 2002).....	71
Tableau 16 : Résumé des résultats de différentes études d'estimations des risques de cancer associés à une exposition à 9,2 ng/m ³ de BaP, soit la moyenne observée à la station Frigon pour l'année 2009 (résultats préliminaires)	77

Tableau 17 : Indicateurs socioéconomiques pour la ville de Shawinigan (avant fusion), le RLS Centre-de-la-Mauricie, la région sociosanitaire de la Mauricie et du Centre-du-Québec et le Québec, 2006.....	82
Tableau 18 : Espérance de vie à la naissance selon le sexe pour la ville de Shawinigan et le Québec, 1995-1999 et 2001-2005	83
Tableau 19 : Nombres observés et attendus de décès selon la cause, Shawinigan (ancienne ville), 2001-2005. Les indices comparatifs de mortalité (ICM) en rouge sont significativement plus élevés à Shawinigan que ceux attendus au Québec.	85
Tableau 20 : Nombres observés et attendus de décès selon la cause, Shawinigan (ancienne ville), 1995-1999. Les indices comparatifs de mortalité (ICM) en rouge sont significativement plus élevés à Shawinigan que ceux attendus au Québec.	86
Tableau 21 : Nombres observés et attendus de nouveaux cas de tumeurs selon le type, Shawinigan (ancienne ville), 2001-2005. Les indices comparatifs d'incidence (ICI) en rouge sont significativement plus élevés à Shawinigan que ceux attendus au Québec.	88
Tableau 22 : Nombres observés et attendus de nouveaux cas de tumeurs selon le type, Shawinigan (ancienne ville), 1995-1999. Les indices comparatifs d'incidence (ICI) en rouge sont significativement plus élevés à Shawinigan que ceux attendus au Québec.	89
Tableau 23 : Taux ajustés d'hospitalisation (pour 10 000) selon le sexe et certains regroupements de diagnostics principaux, Québec, Shawinigan et reste du RLS Centre-de-la-Mauricie, 2001-2002 à 2005-2006. Les valeurs en rouge indiquent un taux statistiquement différent de celui du reste du Centre-de-la-Mauricie.	90
Tableau 24 : Taux ajustés d'hospitalisation (pour 10 000) selon le sexe et certains regroupements de diagnostics principaux, Québec, Shawinigan et reste du RLS Centre-de-la-Mauricie, 1995-1996 à 1999-2000. Les valeurs en rouge indiquent un taux statistiquement différent de celui du reste du Centre-de-la-Mauricie.	91

Liste des figures

Figure 1 :	Topographie de Shawinigan.....	6
Figure 2 :	Localisation des quartiers Saint-Marc, Christ-Roi, Sainte-Croix et L'Assomption près de l'aluminerie Rio Tinto Alcan (RTA) à Shawinigan.....	10
Figure 3 :	Sources de SO _x au Québec (Environnement Canada. <i>Sources de pollution au Québec</i> , 2006)	11
Figure 4 :	Sources de PM _{2,5} au Québec (Environnement Canada. <i>Sources de pollution au Québec</i> , 2006)	12
Figure 5 :	Pyramide des effets aigus associés à la pollution atmosphérique	16
Figure 6 :	Localisation des stations d'échantillonnage sous la responsabilité du MDDEP et celles appartenant à l'usine RTA	31
Figure 7 :	Rose des vents à Shawinigan (2000-2008), station météorologique Rio Tinto Alcan (données complètes à l'annexe 1)	35
Figure 8 :	Évolution des concentrations moyennes annuelles de dioxyde de soufre (SO ₂) aux stations Saint-Joseph (04126) et Frigon (04130) du MDDEP entre 1986 et 2008	36
Figure 9 :	Évolution des concentrations maximales horaires et journalières de dioxyde de soufre (SO ₂) aux stations Saint-Joseph (04126) et Frigon (04130) du MDDEP entre 1988 et 2008	37
Figure 10 :	Évolution du nombre de dépassements de la norme horaire et pourcentage de dépassements de la norme sur 24 heures pour le dioxyde de soufre (SO ₂) à la station Frigon (04130) entre 1986 et 2007	37
Figure 11 :	Nombre de jours où la ligne directrice de l'Organisation mondiale de la santé (20 µg/m ³ , soit environ 8 ppb) a été dépassée	39
Figure 12 :	Évolution des concentrations moyennes géométriques annuelles des particules en suspension totales (PST) à la station Frigon (04130) et à la station Saint-Joseph (04126 et SH-6) entre 1978 et 2008	43
Figure 13 :	Pourcentage des échantillons ayant dépassé 120 µg/m ³ , la norme sur 24 heures pour les particules en suspension totales (PST), aux stations Frigon (04130) et Saint-Joseph (04126 et SH-6) de Shawinigan entre 1978 et 2008	43
Figure 14 :	Évolution des concentrations moyennes géométriques (µg/m ³) des particules en suspension totales (PST) aux stations SH-1, SH-2 et SH-4 entre 2001 et 2008. La ligne pointillée représente la valeur de la norme annuelle.	44
Figure 15 :	Quartiles des concentrations de particules en suspension totales (PST) pour l'ensemble des stations de mesure au Québec en 2008	46
Figure 16 :	Évolution des concentrations moyennes annuelles arithmétiques des PM ₁₀ à la station Frigon (04130) entre 1994 et 2008	47
Figure 17 :	Nombre de jours de dépassement de la ligne directrice de l'OMS de 50 µg/m ³ pour les PM ₁₀ à la station Frigon (04130) entre 1994 et 2008.....	48

Figure 18 : Évolution des concentrations moyennes annuelles arithmétiques des PM ₁₀ à la station Christ-Roi (SH-1) entre 2001 et 2008	49
Figure 19 : Nombre de jours de dépassement de la ligne directrice sur 24 heures de 50 µg/m ³ pour les PM ₁₀ à la station Christ-Roi (SH-1) entre 2001 et 2008.....	49
Figure 20 : Quartiles des concentrations de particules inhalables (PM ₁₀) pour l'ensemble des stations de mesure au Québec en 2008	51
Figure 21 : Évolution des concentrations moyennes annuelles des particules fines (PM _{2,5}) aux stations Saint-Joseph (04126) et Frigon (04130) du MDDEP entre 1998 et 2008	52
Figure 22 : Concentrations moyennes de particules fines (en µg/m ³) par direction de vent aux stations Saint-Joseph (04126) et Frigon (04130) à Shawinigan, 2008.....	53
Figure 23 : Évolution des concentrations horaires maximales des particules fines (PM _{2,5}) aux stations Saint-Joseph (04126) et Frigon (04130) du MDDEP entre 1998 et 2008	54
Figure 24 : Nombre de jours où la concentration moyenne journalière des particules fines (PM _{2,5}) est supérieure à 30 µg/m ³ aux stations Saint-Joseph (04126) et Frigon (04130) du MDDEP entre 1998 et 2008	55
Figure 25 : Quartiles des concentrations horaires de particules fines (PM _{2,5}) pour l'ensemble des stations de mesure au Québec en 2008	57
Figure 26 : Quartiles des concentrations journalières de particules fines (PM _{2,5}) pour l'ensemble des stations de mesure au Québec en 2008	59
Figure 27 : Comparaison des concentrations horaires et journalières maximales de particules fines (PM _{2,5}) observées à Shawinigan, Montréal et Québec en 2008 et lors d'épisodes ou d'événements de mauvaise qualité de l'air	60
Figure 28 : Moyennes arithmétiques annuelles du benzo(a)pyrène (BaP) à la station Frigon (04130) entre 1994 et 2008	62
Figure 29 : Moyennes arithmétiques annuelles du benzo(a)pyrène (BaP) aux stations exploitées par Rio Tinto Alcan et à la station exploitée par le MDDEP entre 2001 et 2008	62
Figure 30 : Moyennes arithmétiques quinquennales du benzo(a)pyrène (BaP) à la station Frigon (04130) pour la période de 1999-2003 à 2004-2008	63
Figure 31 : Pyramide des effets aigus associés à la pollution atmosphérique calculés par AQBAT pour les PM _{2,5}	73
Figure 32 : Localisation de l'ancienne ville de Shawinigan	80

Liste des acronymes

1-OHP	1-hydroxypyrrène
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Microgramme par mètre cube
ng/m^3	Nanogramme par mètre cube
AFSSET	Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail
AQBAT	Air Quality Benefits Assessment Tool
ASSS	Agence de la santé et des services sociaux
BaP	Benzo[a]pyrrène
CCME	Conseil canadien des ministres de l'environnement
CEAEQ	Centre d'expertise et d'analyse environnementale du Québec
CESPA	Connaissance et surveillance de la pollution atmosphérique
CIRC	Centre international de recherche sur le cancer
CO_2	Dioxyde de carbone
DSP	Direction de santé publique
EFSA	Autorité européenne de sécurité des aliments
EPE	Entente sur la performance environnementale
FCCP	Fichier de conversion des codes postaux
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
HF	Fluorures d'hydrogène
ICI	Indice comparatif d'incidence
ICM	Indice comparatif de mortalité
INERIS	Institut national de l'environnement industriel et des risques
INRP	Inventaire national des rejets de polluants
INSPQ	Institut national de santé publique du Québec
LCPE	Loi canadienne protection de l'environnement
MDDEP	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
MPOC	Maladie pulmonaire obstructive chronique
MSSS	Ministère de la Santé et des Services sociaux
NHANES	National Health and Nutrition Examination Survey
OEHHA	Office of Environmental Health Hazard Assessment
OMS	Organisation mondiale de la santé
ONQAA	Objectifs nationaux de la qualité de l'air ambiant
PM_{10}	Particules de taille inférieure à 10 μm
$\text{PM}_{2,5}$	Particules de taille inférieure à 2,5 μm

ppb	Parties par milliard
ppm	Parties par million
PST	Particules en suspension totales
RAA	Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère
RLS	Réseau local de services de santé et de services sociaux
RNSPA	Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique
RQA	Règlement sur la qualité de l'atmosphère
RTA	Rio Tinto Alcan inc.
SO ₂	Dioxyde de soufre
UEA	Unités écologiques d'analyse
US EPA	Agence de protection de l'environnement des États-Unis

Avant-propos

Il est à noter que le présent rapport se concentre principalement sur la qualité de l'air et les impacts sanitaires dans les quartiers Saint-Marc, Christ-Roi, Sainte-Croix et L'Assomption de Shawinigan (voir figure 2 section 3). Le portrait environnemental au chapitre 6 s'intéresse donc à ces quartiers, puisque les stations d'échantillonnage y sont localisées. Toutefois, lorsqu'il est question de l'estimation du risque sanitaire au chapitre 7 et du portrait sociosanitaire au chapitre 8, le territoire de la ville de Shawinigan avant les fusions de 2002 constitue le territoire à l'étude (voir figure 32). Cette différence est due au fait que certaines données ne sont pas disponibles pour une plus petite unité géographique que ce territoire. Ainsi, dans tout le rapport, sauf lorsque mentionné explicitement, la dénomination « Shawinigan » est utilisée pour désigner le territoire de l'ancienne ville de Shawinigan. L'actuelle ville de Shawinigan inclut depuis 2002 les anciennes municipalités de Shawinigan-Sud, Grand-Mère, Saint-Gérard-des-Laurentides, Saint-Jean-des-Piles, Lac-à-la-Tortue et Saint-Georges-de-Champlain, qui ne sont pas considérées par la présente étude.

1 Introduction

La pollution atmosphérique constitue un problème de santé publique dans plusieurs régions du monde, incluant le Canada et le Québec. Problème plus souvent associé aux grands milieux urbains, la pollution atmosphérique n'épargne toutefois personne, y compris les petites villes et les zones rurales, dépendamment de la proximité et de l'importance des sources de polluants et du transport aérien de ces derniers, parfois sur de longues distances.

La Loi sur les services de santé et les services sociaux du Québec (article 373) mandate le directeur de santé publique pour évaluer les risques à la santé de la population, surveiller son état de santé, l'informer des risques et, le cas échéant, voir à sa protection par des mesures appropriées.

Le présent rapport vise à réaliser un état de situation de la qualité de l'air ambiant à Shawinigan (quartiers Saint-Marc, Christ-Roi, Sainte-Croix et L'Assomption) et du risque pour la santé qu'on peut y associer. Il débute par l'historique et une mise en contexte du dossier. Il poursuit par la présentation des contaminants atmosphériques ciblés à Shawinigan, des effets sur la santé associés à ces contaminants, puis des normes et objectifs applicables. Suit une présentation de l'évolution et du portrait actuel de la qualité de l'air à Shawinigan (secteurs Saint-Marc, Christ-Roi, Sainte-Croix et L'Assomption). Puis, une estimation des impacts sanitaires associés à l'exposition à ces contaminants est présentée, suivie d'un portrait sociosanitaire de la population. Il se termine par une réflexion qui reprend l'ensemble des constats dans une perspective globale et dégage les avenues possibles d'action.

En somme, ce rapport tente de répondre aux questions suivantes :

- Quelles ont été les préoccupations de la Direction de santé publique (DSP) concernant la qualité de l'air extérieur à Shawinigan dans les dernières années? (chapitre 2)
- Quels sont les contaminants atmosphériques émis actuellement dans les quartiers Saint-Marc, Christ-Roi, Sainte-Croix et L'Assomption à Shawinigan? Quelles en sont les sources? (chapitre 3)
- Quels sont les effets sur la santé associés à la pollution atmosphérique et aux contaminants ciblés à Shawinigan selon la littérature scientifique? (chapitre 4)
- Est-ce que ces contaminants atmosphériques sont réglementés? Si oui, quelles sont les normes applicables? (chapitre 5)
- Quelle est la situation au regard de ces contaminants à Shawinigan? Comment cette situation se compare-t-elle à celle d'autres régions du Québec? (chapitre 6)
- Est-ce que cette situation comporte des risques pour la santé de la population? Si oui, dans quelles mesures? (chapitre 7)
- Certains problèmes de santé sont-ils plus fréquents à Shawinigan qu'ailleurs ? Ces problèmes de santé peuvent-ils être associés aux épisodes de mauvaise qualité de l'air? (chapitre 8)
- Comment peut-on qualifier ce risque par rapport aux autres facteurs en cause? S'agit-il d'un risque acceptable pour la santé de la population? (chapitre 9)

- Existe-t-il des solutions pour réduire l'exposition de la population aux épisodes de mauvaise qualité de l'air? Quelles sont les solutions pour améliorer la qualité de vie et la santé de cette population? (chapitre 10).

2 Historique et mise en contexte

Trop souvent, le développement industriel de certaines régions a entraîné le développement de quartiers résidentiels à proximité de grandes usines. Shawinigan n'a pas échappé à ce phénomène, à l'instar de plusieurs autres villes du Québec, par exemple Trois-Rivières, La Tuque, Sorel-Tracy, Saguenay, Baie-Comeau, Murdochville, Témiscamingue et Rouyn-Noranda.

L'histoire de Shawinigan débute par la construction de barrages et de la centrale électrique de la « Shawinigan Water and Power Company » au début du siècle. Afin de profiter de cette énergie électrique, différentes usines s'y sont installées. Des usines d'aluminium (ex. : Rio Tinto Alcan), de pâtes et papiers (ex. : usine Belgo) et de produits chimiques (ex. : Canada Carbide Co., le Canadian Carborundum Co. qui deviendra plus tard la Norton céramiques avancées Canada inc.) furent construites. Au moment de l'implantation de ces usines, les conséquences sanitaires de la pollution atmosphérique étaient méconnues et, par conséquent, non prises en considération. Shawinigan a ainsi longtemps été une ville industrialisée et le portrait historique de la qualité de l'air de cette ville reflète bien cette situation. Le déclin du secteur de l'industrie lourde a entraîné une amélioration notable de la qualité de l'air ambiant dans les années 80, 90 et 2000.

L'évolution des connaissances sur la pollution atmosphérique et de ses impacts sanitaires a entraîné des prises de conscience et des interventions progressives des autorités gouvernementales (fédérales, provinciales et municipales) au cours des dernières décennies au Québec¹. Les industries et les constructeurs automobiles se sont vus ainsi astreints à des normes environnementales de plus en plus sévères. Le domaine demeure en constante évolution et une nouvelle réglementation québécoise sur l'assainissement de l'atmosphère a été adoptée le 15 juin 2011.

À Shawinigan, une station d'échantillonnage de la qualité de l'air est implantée en 1978 par le ministère de l'Environnement de l'époque, puis une autre en 1986. Ces deux stations sont localisées près de la zone industrielle. Le portrait qui en découle est donc influencé en grande partie par les usines et ne représente pas la qualité de l'air ambiant pour l'ensemble du territoire de la ville actuelle de Shawinigan, mais plutôt pour les populations des quartiers Saint-Marc, Christ-Roi, Sainte-Croix et L'Assomption. Les contaminants mesurés à ces stations d'échantillonnage sont influencés par les émissions dans le secteur, mais aussi par la dérive de contaminants venant de l'extérieur, le vent, les conditions de stabilité atmosphérique et la topographie du site. Il convient d'ailleurs de mentionner que la topographie de Shawinigan forme une dépression dans ce secteur (voir figure 1) ce qui tendrait à limiter la dispersion de l'air et des contaminants vers l'extérieur (MDDEP, communication personnelle, 22 avril 2010).

Les préoccupations de la Direction de santé publique de la Mauricie et du Centre-du-Québec (DSP) pour la qualité de l'air à Shawinigan ont débuté dans les années 90, au moment de la réalisation du bilan de santé environnementale de la région (Dionne et Lévesque, 1996). En effet, malgré le constat d'une tendance à l'amélioration compte tenu de la décroissance du secteur industriel, le bilan révélait que certaines industries présentes sur le territoire de la ville de Shawinigan, notamment l'aluminerie Alcan (ci-après appelée RTA) utilisant un procédé de type *Söderberg*, produisaient toujours d'importantes émissions atmosphériques de matières polluantes. Parmi ces substances, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) furent jugés particulièrement

¹ Pour un historique des événements marquants concernant la qualité de l'air au Québec, voir le site du MDDEP, 2010a.

préoccupants. À cette époque, une autre forme de pollution, les particules en suspension dans l'air (dont certaines contiennent des HAP), était également présente, mais ne constituait pas encore un problème de santé publique formellement reconnu par les scientifiques.

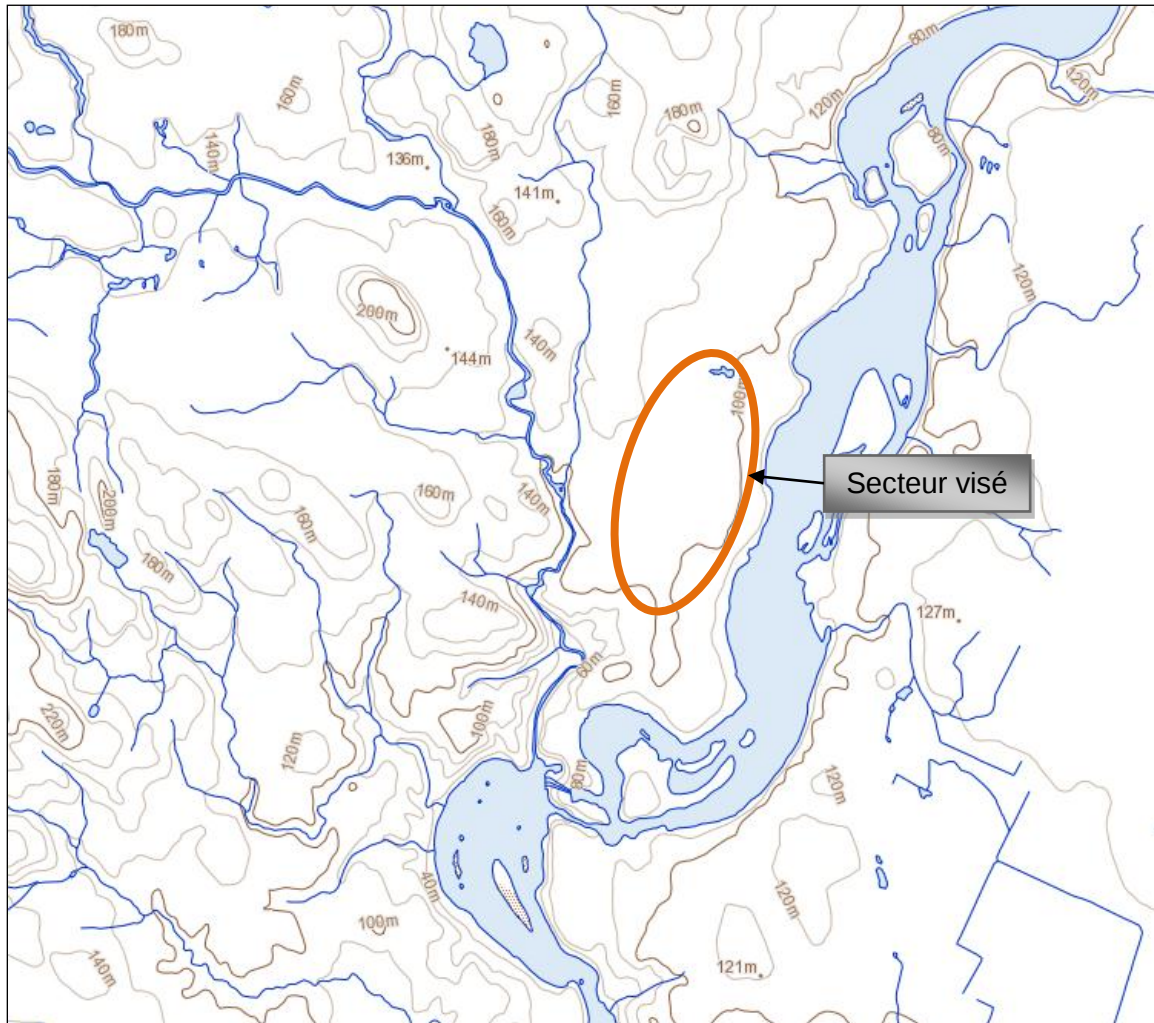


Figure 1 : Topographie de Shawinigan

Compte tenu de l'importance des émissions de HAP et de leurs effets potentiellement dangereux pour la santé humaine, la Direction de santé publique s'est alors engagée dans une série d'actions destinées à évaluer les risques spécifiques à ces substances afin d'intervenir. Une étude réalisée par la suite a confirmé l'exposition plus élevée des personnes vivant à proximité de l'aluminerie RTA comparativement à celle de groupes témoins situés à Trois-Rivières, une zone urbaine plus éloignée, située à 27 kilomètres au sud-est de Shawinigan (Gilbert et Viau, 1996).

Des campagnes de mesures du ministère de l'Environnement de l'époque ont démontré des concentrations significativement plus élevées de HAP dans les villes abritant des alumineries utilisant le procédé de type *Söderberg* (Jonquière, Shawinigan, Alma, Chicoutimi, Baie-Comeau, Beauharnois). À la suite de cette démonstration, un comité provincial composé principalement des directions de santé publique concernées, de

l'Université de Montréal et de la compagnie Alcan fut créé pour coordonner les recherches en ce qui concerne les risques pour la santé humaine découlant de l'exposition aux HAP dans l'environnement général autour de ces usines.

Parallèlement, en 1999, un plan décennal de gestion environnementale a été élaboré en partenariat par la Ville de Shawinigan, RTA, le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) et la DSP. Ce plan faisait appel à la participation du milieu tout en intégrant les préoccupations des divers partenaires. Faute d'un contexte favorable et suite à l'amélioration notable de la qualité de l'air ambiant, ce plan décennal n'a jamais été mis en application. Le suivi environnemental qui y avait été défini est néanmoins poursuivi par le MDDEP avec ses deux stations d'échantillonnage toujours en place. L'information collectée par ces deux stations devient accessible au public en temps réel sous forme d'indice de la qualité de l'air (IQA) sur le site Internet du MDDEP en 2004. Depuis mai 2007, cette information est aussi diffusée sur la chaîne d'information MétéoMédia/WeatherNetwork ainsi que sur son site Internet.

Au cours des années suivantes, le comité provincial poursuit ses activités et prend connaissance de divers rapports publiés sur l'exposition et les risques pour les populations québécoises exposées aux HAP émis par les procédés d'électrolyse d'aluminium de type *Söderberg* (Tremblay et autres, 2000; Vyskocil et Viau, 2000). Toutefois, aucune étude épidémiologique n'arrive à mettre en évidence de façon concluante un lien entre des excès de cancers dans une population avoisinant une aluminerie et les rejets de HAP par cette industrie, notamment à cause des facteurs multiples susceptibles de causer ces excès comme le tabagisme (Cartier et Gagnon, 2000).

Concurremment, des efforts sont réalisés par RTA afin de réduire ses émissions de HAP. La compagnie introduit l'utilisation d'un brai de houille à faible teneur en HAP. Cette intervention permet des réductions de 47 % des HAP émis par les usines *Söderberg* du Québec de 2001 à 2003 (Alcan inc., 2004), ce qui porte la réduction des émissions de HAP selon la compagnie à 88 % depuis 1983 (Alcan inc., 2002). Parallèlement, des réductions significatives des concentrations de particules fines ($PM_{2.5}$) et de dioxyde de soufre (SO_2) aux stations d'échantillonnage du MDDEP sont observées.

En 2002, une entente de partenariat est conclue entre Alcan métal primaire, l'usine de Shawinigan et le MDDEP concernant la surveillance de la qualité de l'air à Shawinigan.

En 2007, la tendance à la baisse des émissions atmosphériques de HAP constatée depuis plusieurs années à l'usine RTA de Shawinigan est renforcée par l'entente sur la performance environnementale (EPE) intervenue entre Alcan et Environnement Canada (Environnement Canada, 2008). Un comité de suivi est créé aux fins de l'entente et est composé de représentants de RTA, du syndicat des travailleurs de l'usine, de la Ville de Shawinigan, d'un comité de citoyens, d'Environnement Canada et, à titre d'observateurs, du MDDEP et de la DSP.

En 2011, l'adoption par le MDDEP du Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (c. Q-2, r. 4.1) vient consolider ces engagements en établissant des normes d'émission de HAP, de particules et de fluorures totaux applicables à compter du 1^{er} janvier 2015. Ces valeurs limites d'émission obligeront soit l'amélioration notable des émissions de l'usine ou l'arrêt des cellules *Söderberg* après cette date.

Par ailleurs, les directions de santé publique régionales et la Direction générale de la santé publique du MSSS se sont dotées d'un plan commun de surveillance sur l'état de santé de la population et de ses déterminants, où l'on retrouve entre autres des données

sur la qualité de l'air. Les objectifs de ce plan de surveillance incluent la réduction des problèmes de santé associés à la pollution atmosphérique et la surveillance des maladies qui peuvent y être associées. Pour toutes les régions du Québec, les données ont commencé à être colligées depuis 2007 afin de renseigner les DSP du Québec sur les problématiques environnementales spécifiques à leur territoire. La disponibilité de ces données a permis à la DSP d'amorcer en 2008 une démarche de bilan et de mise à jour du dossier de la qualité de l'air à Shawinigan.

Aussi, dans le but d'exercer une vigilance accrue de la surveillance de l'état de santé de la population de son territoire, la DSP tient compte également des situations jugées inquiétantes rapportées par le milieu tant de la part de citoyens que des autorités locales. Notons que dans le cas du dossier de la qualité de l'air à Shawinigan, cette préoccupation ne s'est manifestée que tout récemment par deux signalements en 2008, ce qui a confirmé l'utilité des travaux déjà en cours de la DSP.

En 2008 et 2009, plusieurs rencontres et consultations des principaux partenaires ont été initiées par la DSP avec le MDDEP, l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) et Environnement Canada, afin de colliger la meilleure information disponible sur l'état de la situation de la qualité de l'air extérieur à Shawinigan et sur l'estimation des risques sanitaires qui peut être faite de cette situation. Dans cette démarche, Environnement Canada a réalisé une modélisation des émissions de l'usine Rio Tinto Alcan (RTA) dans l'air ambiant (Environnement Canada, 2009). Le MDDEP a quant à lui réalisé un portrait de la surveillance de la qualité de l'air ambiant à Shawinigan depuis 1978. Enfin, la DSP a colligé l'information disponible et caractérisé le risque sanitaire pour les populations des quartiers St-Marc, Christ-Roi, Sainte-Croix et L'Assomption de Shawinigan. Le présent rapport constitue le résultat de ces derniers travaux.

En résumé

Le dossier de la qualité de l'air à Shawinigan (ancienne ville) constitue une préoccupation pour la Direction régionale de santé publique depuis les années 90, principalement en raison de la présence substantielle de HAP. Les interventions gouvernementales réalisées en concertation avec les intervenants et parties intéressées ont visé de façon particulière une meilleure connaissance de l'exposition et de la toxicité de ces substances dans un processus d'amélioration continue des conditions environnementales. L'observation de la diminution des émissions a pu être associée principalement aux améliorations apportées à l'usine RTA et au déclin du secteur de l'industrie lourde. En 2008, une plus grande disponibilité des données environnementales et sanitaires a amené la DSP à amorcer une démarche de bilan et mise à jour du dossier.

3 Les contaminants atmosphériques ciblés à Shawinigan

Les secteurs Saint-Marc, Christ-Roi, Sainte-Croix et L'Assomption de Shawinigan (figure 2) sont caractérisés par un passé industriel important. Force est de constater que la qualité de l'air dans ce secteur s'est beaucoup améliorée depuis les années 80, 90 et même depuis le début des années 2000, notamment à cause de la fermeture de certaines usines. Aujourd'hui, le dernier vestige du passé industriel de ces secteurs est l'aluminerie Rio Tinto Alcan (RTA), en opération depuis 1941.

Plusieurs études permettent d'estimer la contribution que l'aluminerie de Shawinigan peut avoir dans le portrait actuel de la qualité de l'air ambiant :

Un rapport réalisé pour l'Association de l'aluminium du Canada (RWDI, 2004) évalue la contribution des alumineries québécoises aux émissions de matières particulaires retrouvées dans les secteurs entourant ces industries. Ainsi, il est estimé que la contribution de l'usine RTA de Shawinigan pour le territoire du réseau local de Shawinigan (RLS Shawinigan) est de 30 % des émissions de PM_{10} et de 44 % des émissions de $PM_{2,5}$, ce qui en fait un émetteur majeur pour ce territoire. Il est intéressant de noter dans cette étude que sur les 10 alumineries en place au Québec, les émissions les plus importantes proviennent des usines utilisant le procédé *Söderberg*, dont l'usine de Shawinigan. De plus, pour la majorité des usines, la contribution des alumineries aux matières particulaires est plus grande à l'intérieur d'un rayon de 2 km. Au-delà de cette distance, l'impact des alumineries sur les concentrations de matières particulaires est moins perceptible.

De plus, un récent rapport d'Environnement Canada (Carter et Germain, 2007) examine l'impact de la fermeture en avril 2004 des salles de cuves *Söderberg* de l'usine de production d'aluminium Arvida d'Alcan sur les émissions et les concentrations de HAP dans le milieu. Ainsi, à Jonquière, les concentrations moyennes annuelles de HAP ont diminué de 76 % entre 2000 et 2005, ce qui démontre que les cuves *Söderberg* étaient responsables de la plus grande part des HAP mesurés autour de l'usine.

Enfin, une modélisation a été réalisée par SNC-Lavalin Environnement pour Environnement Canada en 2009 présentant l'impact des émissions de l'usine RTA de Shawinigan dans l'air ambiant pour les années 1990 et 2006 ainsi que pour des situations hypothétiques d'ajouts d'épurateurs secs et humides dans le procédé de fabrication d'aluminium. Ce rapport conclut que la production primaire de l'aluminium engendre un impact important sur la qualité de l'air locale à Shawinigan. De plus, l'implantation d'épurateurs secs et humides et le remplacement de 11 cheminées pourraient engendrer une diminution significative de ces émissions dans le milieu (Environnement Canada, 2009). Bien que cette dernière option soit matière à controverse, l'usine RTA de Shawinigan ayant annoncé l'arrêt de ses opérations de production d'aluminium vers l'année 2015, la modélisation réalisée permet d'apprécier que l'ajout d'épurateurs permettrait l'atteinte des critères et normes en vigueur pour l'air ambiant, notamment en regard des $PM_{2,5}$ et du BaP qui présentent actuellement des résultats préoccupants et dont il sera question plus en détails aux chapitres 5 et 6.

Ainsi, ces études démontrent que la contribution de l'aluminerie de Shawinigan est déterminante pour la qualité de l'air des quartiers Saint-Marc, Christ-Roi, Sainte-Croix et L'Assomption. C'est pourquoi une attention particulière a été portée aux contaminants atmosphériques émis par ce procédé de production d'aluminium.

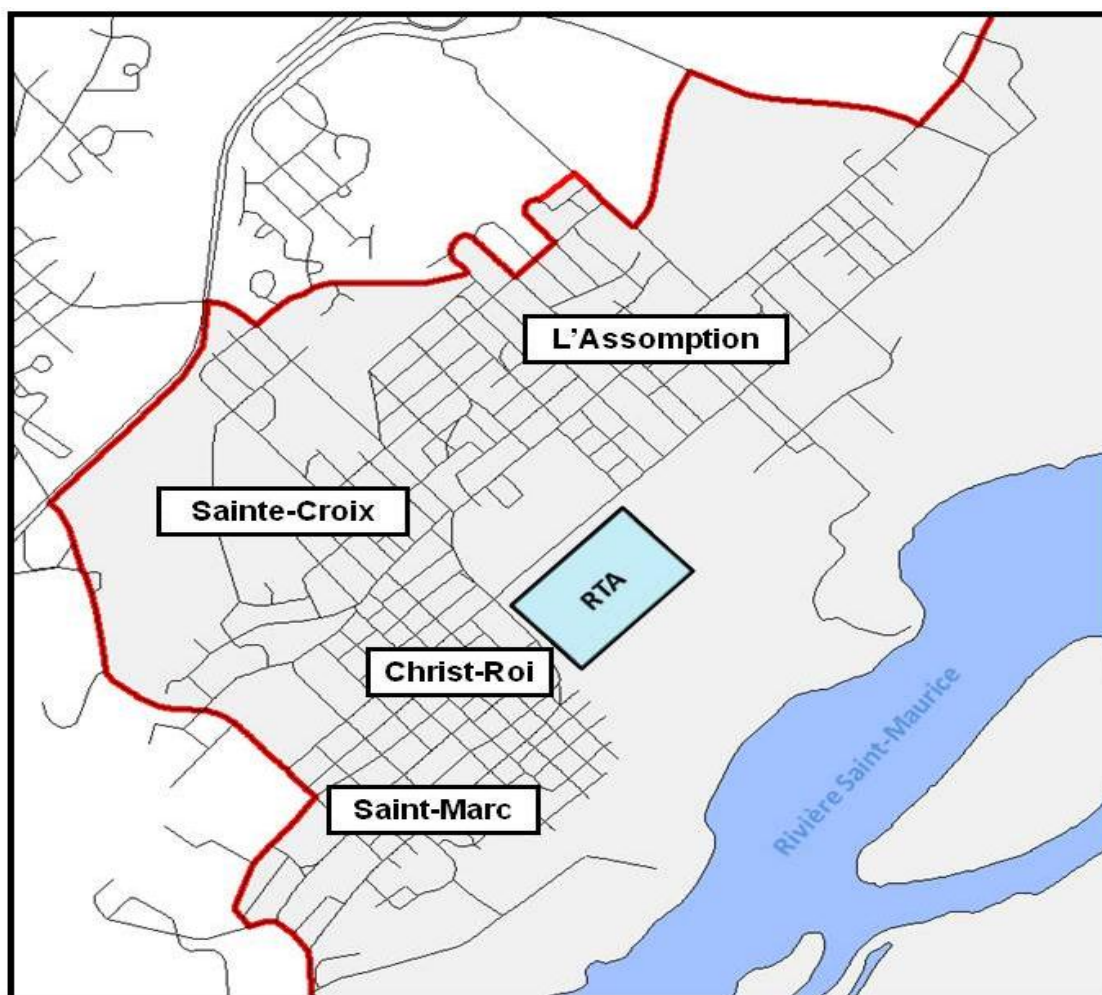


Figure 2 : Localisation des quartiers Saint-Marc, Christ-Roi, Sainte-Croix et L'Assomption près de l'aluminerie Rio Tinto Alcan (RTA) à Shawinigan

3.1 Les contaminants liés à la production d'aluminium

3.1.1 Les contaminants ciblés

Selon Santé Canada (2004b) et Environnement Canada (2009), les principaux contaminants atmosphériques associés à la production de l'aluminium sont : les particules, le dioxyde de soufre (SO_2), le dioxyde de carbone (CO_2), les composés fluorés et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Les données extraites de l'Inventaire national des rejets de polluants (INRP) pour les industries du Québec permettent d'estimer l'importance de ces émissions (Environnement Canada, 2010).

3.1.1.1 Dioxyde de soufre

La principale source anthropique de SO_2 est la combustion des énergies fossiles contenant du soufre provenant surtout des industries (complexes métallurgiques, usines de pâtes et papiers, raffineries de pétrole) (figure 3) et des systèmes de chauffage.

L'usine RTA de Shawinigan est le 20^e émetteur québécois de SO₂ sur les 119 installations qui ont déclaré cette substance à l'INRP, avec 2 192 tonnes émises, soit 1,6 % du total québécois, alors que le total des alumineries québécoises a émis 20 % des émissions industrielles de SO₂ de 2008. À titre comparatif, le transport émet 7 % du SO₂ du Québec.

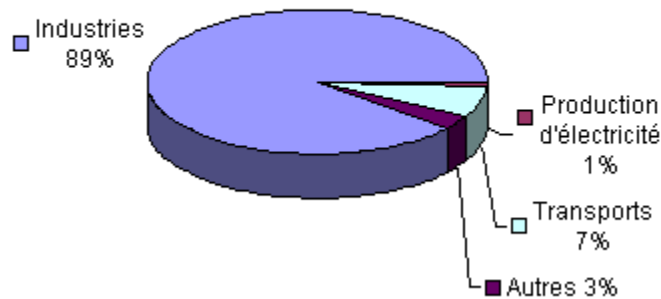


Figure 3 : Sources de SO_x au Québec (Environnement Canada. *Sources de pollution au Québec*, 2006)

3.1.1.2 Particules en suspension

Les particules en suspension sont des polluants atmosphériques qui consistent en un mélange complexe de substances organiques et minérales en suspension dans l'air. Elles sont de taille, de composition et d'origine diverses. Elles proviennent à la fois de sources naturelles comme les incendies de forêt ainsi que de sources anthropiques comme la combustion de carburants dans le secteur des transports, les procédés industriels, l'application de pesticides et d'engrais, les incinérateurs ainsi que le chauffage au bois.

Leurs propriétés se définissent en fonction de leurs diamètres aérodynamiques rapportés en micromètres (µm), soit les particules en suspension totales (0 à 50 µm), les PM₁₀ (inférieures à 10 µm) et les particules fines PM_{2,5} (inférieures à 2,5 µm). Les PST et les PM₁₀ sédimentent ou sont nettoyées par les précipitations généralement dans les quelques heures qui suivent leur émission. Les PM_{2,5} peuvent rester en suspension pendant des jours ou des semaines et, par conséquent, sont susceptibles de parcourir de longues distances (OMS, 2005).

Selon les données de l'INRP, au Québec en 2008, l'usine de Shawinigan est le deuxième émetteur industriel de particules fines avec 1 034 tonnes émises. À titre de comparaison, les alumineries québécoises auraient quant à elles été responsables de 44 % du total des 11 659 tonnes de PM_{2,5} émises par les industries. Le chauffage résidentiel au bois représente quant à lui la plus importante source québécoise de PM_{2,5} avec 46 % des émissions globales alors que le transport est responsable de 19 % de ces émissions (voir figure 4) (Environnement Canada. *Sources de pollution au Québec*, 2006).

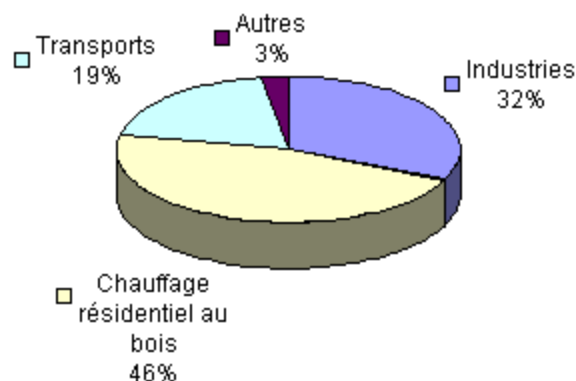


Figure 4 : Sources de PM_{2,5} au Québec (Environnement Canada. *Sources de pollution au Québec*, 2006)

L'usine RTA de Shawinigan se classe aussi parmi les 3 premiers émetteurs industriels québécois de PM₁₀ et de PST. Les alumineries du Québec auraient ainsi émis 46 % des émissions industrielles de PM₁₀ et 17 % des émissions industrielles de PST.

Les émissions de particules en suspension sont assujetties aux normes du Règlement québécois sur la qualité de l'atmosphère (RQA, c. Q-2, r. 20). Une norme de 50 mg/m³ pour chaque source est applicable (article 25). Un maximum de 22,5 kg de particules par tonne d'aluminium produit (article 38) était aussi applicable jusqu'en 2011. Maintenant, le nouveau Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (c. Q-2, r. 4.1) prévoit des normes d'émission spécifiques pour les séries de cuves existantes de type « anodes Söderberg à goujons horizontaux » (article 134). À noter que l'aluminerie de RTA à Shawinigan est la seule de ce type au Québec, de même qu'au Canada. Ce type de procédé ne doit pas émettre dans l'atmosphère des particules au-delà de 16 kg par tonne d'aluminium produit au 30 juin 2011, ce qui est réduit à 7 kg/t à partir du 1^{er} janvier 2015.

3.1.1.3 Hydrocarbures aromatiques polycycliques

Les HAP sont issus de combustions incomplètes et émis dans les suies et fumées provenant à la fois de sources naturelles et anthropiques. Parmi les sources anthropiques, on retrouve des sources fixes (les industries de pétrochimie et d'aluminium, les incinérateurs de déchets et les poêles à bois) ainsi que des sources mobiles comme les automobiles. En milieu naturel, les incendies de forêt contribuent de façon significative aux émissions. Néanmoins, l'exposition de la population générale aux HAP est principalement reliée à l'inhalation de fumée de cigarette ainsi qu'à la cuisson des aliments (en particulier les aliments fumés, frits ou cuits sur charbon de bois (Van Rooij et autres, 1994). Ainsi, l'apport des HAP atmosphériques s'ajoute aux HAP provenant des autres sources (tabac, alimentation et eau de consommation).

Les émissions de benzo(a)pyrène (BaP), de la famille des HAP, sont déclarées à l'INRP. 14 installations québécoises ont déclaré en émettre en 2008, dont 8 sont des alumineries, et l'aluminerie de Shawinigan est la première émettrice, avec 65 % des émissions industrielles totales. Il est aussi à noter que les données préliminaires de

l'INRP pour 2009 montrent que l'usine RTA de Shawinigan serait responsable de plus de 75 % des émissions industrielles québécoises de BaP. Cette hausse est due à la fermeture en avril 2009 de l'aluminerie de Beauharnois qui possédait aussi des cuves utilisant le procédé *Söderberg*.

Tel que mentionné au chapitre 2, les HAP émis par les alumineries sont une préoccupation des autorités gouvernementales et de l'industrie depuis plusieurs années. Une entente de performance environnementale (EPE) a d'ailleurs été signée en avril 2008 entre Environnement Canada et les compagnies propriétaires des usines *Söderberg* situées à Kitimat (Colombie-Britannique), Beauharnois, Shawinigan et Baie-Comeau. Ces ententes prévoient, entre autres, un échéancier pour l'atteinte des objectifs, l'élaboration d'un plan d'amélioration continue, la déclaration annuelle des progrès réalisés et la vérification par un professionnel indépendant de l'atteinte des objectifs afin de diminuer les émissions atmosphériques de HAP (Environnement Canada, 2010).

Les objectifs d'émissions par tonne d'aluminium produite pour l'usine de Shawinigan passeront de 1,05 kg en 2008 à 0,85 kg en 2012 et à 0,20 kg en 2015. En 2009, les émissions se situent à 0,99 kg par tonne d'aluminium produite, ce qui respecte les objectifs de l'EPE, mais qui représente une hausse par rapport aux émissions de 2008 (0,85 kg). Les problèmes d'approvisionnement en brai à faible HAP sont les principaux facteurs responsables de cette hausse en 2009, de même que des perturbations du procédé qui occasionnent davantage d'ouverture des cellules d'électrolyse (RTA, 2010).

Le Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère adopté en 2011 prévoit quant à lui des normes d'émission de HAP pour l'aluminerie. Celle-ci ne doit pas émettre dans l'atmosphère des HAP au-delà de 1,05 kg par tonne d'aluminium produit au 30 juin 2011 et 0,2 kg/t au 1^{er} janvier 2015. Ces normes sont en concordance avec les objectifs de l'EPE et selon les résultats fournis par l'entreprise, RTA satisfait aux normes applicables pour 2011.

3.1.2 Les contaminants non ciblés

Le dioxyde de carbone a aussi été identifié comme un gaz émis par les procédés de production d'aluminium. Par contre, il s'agit d'un gaz à effet de serre et il contribue à la problématique des changements climatiques, il a donc des impacts environnementaux et sanitaires planétaires. À cet égard, il ne présente pas d'impact ou de risque d'impact spécifique pour la population de Shawinigan, c'est pourquoi il n'est pas considéré dans la présente analyse.

Aussi, les fluorures ne sont pas considérés comme un enjeu de santé (ministère de l'Environnement et de la Faune, 1997). Les préoccupations liées à ce contaminant concernent plutôt les végétaux à proximité des alumineries pour le risque de dépérissement des espèces sensibles, particulièrement les conifères, ainsi que le bétail qui pourrait se nourrir de végétaux contaminés et augmenter le risque d'ostéoporose. Les normes québécoises sur les fluorures visent d'ailleurs à minimiser ce dernier risque en établissant une concentration maximale de fluorures dans le fourrage destiné à l'alimentation des animaux. Ce contaminant n'est donc pas non plus considéré ici.

3.2 Les autres contaminants atmosphériques

D'autres substances présentes dans l'air extérieur peuvent avoir des impacts sur la santé publique, telles que l'ozone, le dioxyde d'azote et le monoxyde de carbone. Toutefois, ces contaminants ne sont pas échantillonnés aux stations de surveillance de la qualité de l'air ambiant du MDDEP à Shawinigan, le portrait dans l'air ambiant de ce secteur n'est donc pas disponible actuellement pour ces substances. De plus, ces contaminants n'ont pas été identifiés comme étant émis de façon significative par le procédé de production d'aluminium, ni comme faisant partie des substances préoccupantes dans le portrait industriel actuel spécifique à Shawinigan. Ces contaminants n'ont donc pas été considérés dans la présente estimation des risques.

En résumé

Les principaux contaminants atmosphériques à Shawinigan pouvant avoir un impact sur la santé sont le dioxyde de soufre (SO₂), les particules en suspension et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Ces composés proviennent pour une grande part de la production d'aluminium et peuvent aussi être liés à plusieurs autres sources.

4 Pollution atmosphérique et santé

Il est maintenant universellement reconnu que la pollution atmosphérique contribue à la morbidité et à la mortalité au sein de la population. Plusieurs effets sur la santé peuvent effectivement être reliés à la pollution atmosphérique (voir Tableau 1). Ces effets sont généralement divisés en effets à court terme ou aigus, soit l'apparition d'effets dans les heures ou les jours suivants une augmentation de la concentration de polluants, et ceux à long terme ou chroniques, soit l'apparition d'effets après une exposition continue de plusieurs mois ou années à une concentration de polluants.

Selon l'OMS, l'estimation des impacts sanitaires de la pollution atmosphérique devrait inclure les effets aigus et chroniques. Toujours selon l'OMS, on peut attribuer en 2002, 1,4 % de tous les décès prématurés dans le monde à la pollution de l'air extérieur en milieu urbain. Une proportion similaire a été observée en Amérique du Nord (Ezzati et autres, 2002). À l'analyse des données de pollution atmosphérique et de mortalité de 8 villes canadiennes de 1998 à 2000, Santé Canada a estimé que dans ces villes, 5 900 décès par année étaient attribuables à la pollution atmosphérique² (Judek et autres, 2004), dont environ 1 800 seraient attribuables à une exposition à court terme et 4 200 à une exposition à long terme.

Tableau 1 : Les effets néfastes sur la santé de la pollution atmosphérique (OMS, 2006)

Exposition à court terme

Excès de : Mortalité journalière
Admissions à l'hôpital pour des problèmes respiratoires et cardiovasculaires
Visites à l'urgence pour des problèmes respiratoires et cardiovasculaires
Visites aux soins médicaux de première ligne pour des problèmes respiratoires et cardiovasculaires
Utilisation de médicaments pour des problèmes respiratoires et cardiovasculaires
Jours d'activités réduites
Absentéisme au travail
Absentéisme scolaire
Symptômes aigus (râles, toux, production de flegme, infections respiratoires)
Changements physiologiques (par exemple dans la fonction pulmonaire)

Exposition à long terme

Excès de : Mortalité en raison de maladies cardiovasculaires et respiratoires
Incidence et fréquence de maladies respiratoires chroniques (asthme, MPOC, changements pathologiques chroniques)
Changements chroniques des fonctions physiologiques
Cancers du poumon
Maladies cardiovasculaires chroniques
Problèmes lors de la croissance intra-utérine (faible poids à la naissance, retard de croissance intra-utérine)

² À titre comparatif, on estime qu'annuellement, le tabagisme entraîne 37 000 décès, ce qui correspond à plus de 16 % de tous les décès survenus parmi la population canadienne (Baliunas, 2007).

4.1 Effets à court terme ou aigus

Les études sur les effets à court terme de la pollution de l'air examinent les relations entre les variations journalières des concentrations de contaminants de l'air et certains indicateurs de santé. Les résultats de ces études effectuées sur de grandes populations démontrent une augmentation de la mortalité lors de journées où la pollution de l'air est plus marquée. Les personnes vulnérables, c'est-à-dire celles atteintes de cancer, de diabète et de maladies cardiovasculaires ou respiratoires, seraient les plus touchées.

Plusieurs autres effets aigus sur la santé ont également été associés à l'augmentation journalière des concentrations de contaminants de l'air : augmentation des symptômes respiratoires aigus, des cas de bronchite ainsi que des visites à l'urgence et des admissions à l'hôpital pour des problèmes cardiorespiratoires. Par exemple, lors d'études contrôlées, il a été démontré que les asthmatiques peuvent éprouver de la bronchoconstriction lors de la pratique d'une activité physique, et ce, à partir d'une concentration de 250 ppb de SO₂ sur 10 minutes (OMS, 2006).

La figure 5 illustre la sévérité croissante des effets aigus associés à la pollution atmosphérique en fonction de la proportion de la population affectée : à la base, des effets non apparents, réversibles et courants; dans le haut, des événements plus sévères et plus rares. Plus la gravité des effets augmente, plus le nombre de personnes touchées diminue.

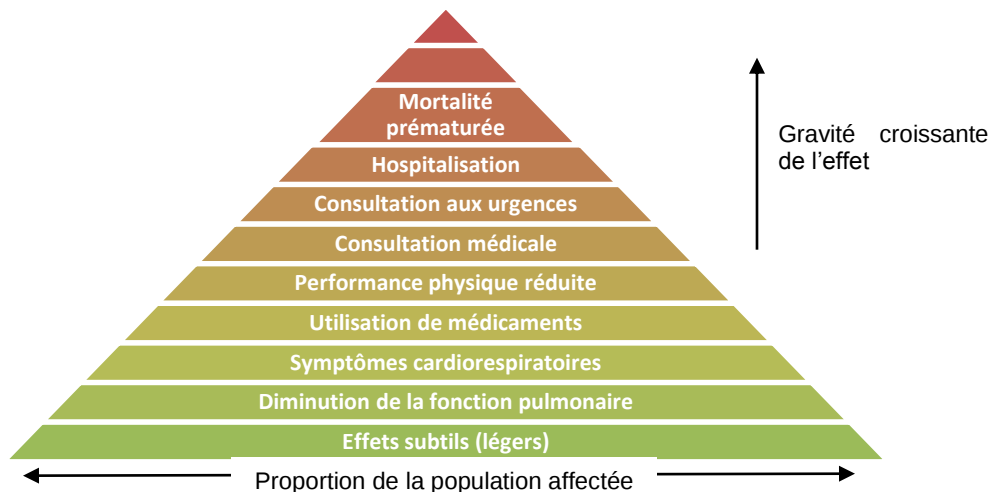


Figure 5 : Pyramide des effets aigus associés à la pollution atmosphérique

Source : Santé Canada, 2004b

4.2 Effets à long terme ou chroniques

Les études sur les effets à long terme de la pollution de l'air suivent et comparent la santé de populations résidant dans des régions présentant différentes concentrations de contaminants atmosphériques. Les résultats de ces études indiquent que l'exposition aux particules fines entraîne une augmentation du risque de mortalité cardiorespiratoire, particulièrement chez des populations vulnérables telles que les personnes affectées de cancer pulmonaire, d'asthme et de maladies pulmonaires obstructives et chez celles

souffrant de diabète, de maladies pulmonaires obstructives chroniques, d'insuffisance cardiaque congestive et de maladies inflammatoires comme l'arthrite rhumatoïde ou le lupus.

Par ailleurs, il a été démontré que plusieurs autres caractéristiques individuelles peuvent influencer les effets de la pollution sur la santé : le tabagisme (risque supérieur chez les fumeurs), le niveau d'éducation (risque supérieur chez les moins éduqués) ainsi que l'âge (risque supérieur chez les plus jeunes et les plus âgés).

4.3 Autres facteurs de risque

Les problèmes de santé reliés à la qualité de l'air, que ce soit des symptômes d'asthme, des problèmes cardiaques ou ultimement des décès, ont généralement des causes multifactorielles. Ainsi, la pollution atmosphérique constitue une cause de morbidité et de mortalité parmi plusieurs autres.

Par exemple, pour les maladies cardiovasculaires, l'usage régulier de tabac, l'hypertension artérielle, l'hypercholestérolémie, l'obésité et le diabète sont des facteurs de risque majeurs et reconnus (Agence de la santé publique du Canada, 2009).

Concernant les facteurs environnementaux, il ne faut pas négliger la qualité de l'air intérieur des résidences, des milieux de travail et des lieux publics, où les gens passent environ 90 % de leur temps, particulièrement durant les saisons froides. Plusieurs contaminants chimiques et biologiques s'y retrouvent et ont un impact sur le développement de maladies chroniques telles que l'asthme. En fait, il ressort de la littérature récente que la qualité de l'air intérieur aurait un impact plus important pour le développement de l'asthme que la qualité de l'air extérieur (Lioy et autres, 1991; Monn, 2001).

Aussi, l'air extérieur est influencé par plusieurs sources d'émission de contaminants, comme les émissions des véhicules motorisés, le chauffage au bois et les industries. Les épisodes de smog proviennent d'un mélange de polluants atmosphériques, surtout de particules fines et de l'ozone, qui limite la visibilité dans l'atmosphère. Ces épisodes ont des impacts sanitaires. Ils peuvent affecter les personnes vulnérables exposées et conduire à des augmentations des symptômes d'asthme, des visites à l'urgence pour problèmes respiratoires ou cardiaques ou à la réduction des activités physiques. De 2004 à 2008, la Mauricie a connu 42 jours de smog, soit en moyenne environ 8 jours par année (MDDEP, 2008).

Concernant les facteurs individuels, on ne peut passer sous silence l'impact du tabagisme sur les excès de mortalité et de morbidité. En effet, au Québec, le tabagisme est responsable de 87 % des décès par cancer du poumon et de 33 % de tous les cancers. Le tabagisme est aussi un des facteurs de risque majeur des maladies cardiovasculaires, de l'asthme et des maladies pulmonaires chroniques. De même, les données scientifiques démontrent l'effet des habitudes de vie sur l'incidence du cancer et de diverses autres maladies. Ainsi, l'activité physique, la nutrition et les antécédents familiaux sont des facteurs qui jouent un rôle important dans l'incidence des problèmes de santé tels que le cancer et les maladies cardiovasculaires. Enfin, l'exposition professionnelle est un autre facteur de risque individuel important, surtout que Shawinigan a été l'hôtesse pendant près d'un siècle d'industries lourdes où les conditions de travail n'ont pas toujours été celles d'aujourd'hui.

Enfin, Shawinigan présente un taux de chômage (10,7 %) plus élevé que la région de la Mauricie et du Centre-du-Québec (7,2 %) et que l'ensemble du Québec (7,0 %).

(données de 2006). Il est reconnu que les conditions socioéconomiques ont un impact sur la santé. L'instabilité en matière d'emploi et le chômage provoquent une hausse de la détresse psychologique, non seulement chez la personne affectée, mais aussi parmi les membres de la famille ainsi qu'au sein de la collectivité. Le chômage serait associé à un recours plus fréquent aux services de santé ainsi qu'à divers facteurs de morbidité tels que l'anxiété et la dépression (Santé Canada, 2004a). La perte de relations de travail, d'un horaire structuré, d'un statut et d'une identité professionnelle, mais surtout la perte de salaire et les problèmes financiers qui en découlent sont au nombre des facteurs pouvant conduire à la détresse psychologique suite à la perte de l'emploi. En retour, la détresse psychologique ressentie peut affecter la probabilité de se trouver un nouvel emploi (Price et autres, 2002).

En définitive, comparativement à d'autres facteurs de risque comme le tabagisme, l'hypertension ou la sédentarité, la pollution de l'air peut représenter un risque individuel relativement faible pour la santé. Cependant, d'un point de vue populationnel, du fait qu'un grand nombre de personnes y sont exposées et ne peuvent s'y soustraire, la pollution atmosphérique peut avoir des impacts importants sur la santé d'une population. Ces impacts seront d'autant plus importants que l'exposition et la vulnérabilité des personnes exposées seront élevées.

4.4 Effet potentiel sur la santé des contaminants atmosphériques ciblés à Shawinigan

4.4.1 Dioxyde de soufre

Gaz incolore à l'odeur âcre et irritant, le dioxyde de soufre (SO₂) est un gaz réactif et soluble rapidement absorbé par les muqueuses des cavités nasales et des voies respiratoires supérieures (Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail, 1997). Le SO₂ peut être perçu dans l'air ambiant à des concentrations de l'ordre de 300 ppb (ministère de l'Environnement et de la Faune, 1997). Les asthmatiques sont particulièrement prédisposés aux effets sur la fonction respiratoire du SO₂, particulièrement lorsqu'ils font de l'exercice (OMS, 2006). Une proportion d'entre eux démontrera une bronchoconstriction après une exposition aiguë de quelques minutes au SO₂ à des niveaux de 250-500 ppb (Santé Canada, 1998). Des concentrations d'exposition d'un ordre de grandeur supérieur sont toutefois nécessaires pour produire des effets similaires chez les personnes en bonne santé. Par exemple, une exposition de 1 à 6 heures (varie en fonction de la sensibilité des individus) à des concentrations de 1 000 ppb est nécessaire pour causer une diminution réversible de la fonction respiratoire chez des travailleurs (Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail, 1997). Une exposition de 8 000 ppb est nécessaire pour provoquer une inflammation de la gorge et une légère irritation de la gorge et du nez. Une concentration d'environ 20 000 ppb est irritante, et une concentration de 500 000 ppb est tellement désagréable qu'une personne ne peut même pas prendre une seule inspiration profonde. L'Institut national de l'environnement industriel et des risques de France évalue à 3 000 ppb pour une exposition de 1 minute à 8 heures le seuil des effets réversibles aigus, et à une concentration bien supérieure (ex. : 47 000 ppb pour une exposition de 8 heures) pour des effets irréversibles.

Toutefois, des études épidémiologiques récentes ont également observé une augmentation de la mortalité associée à une exposition chronique à des concentrations beaucoup plus faibles de SO₂ (de l'ordre de quelques ppb moyenne 24 heures) (OMS,

2006). Une association entre les niveaux de SO₂ et les admissions hospitalières pour maladies cardiaques ischémiques a aussi été démontrée (Sunyer et autres, 2003). De plus, les concentrations de SO₂ sur 24 heures ont été clairement associées aux taux de mortalité journalière dans 12 villes canadiennes où la concentration moyenne n'était que de 5 µg/m³, la concentration moyenne de SO₂ la plus élevée étant inférieure à 10 µg/m³ (Burnett et autres, 2004). S'il y avait eu un seuil à partir duquel les effets se faisaient sentir dans l'une ou l'autre de ces études, il aurait été très bas.

4.4.2 Particules en suspension

La toxicité des particules est liée à leur composition chimique, mais surtout à leur taille qui détermine l'endroit de leur dépôt dans les voies respiratoires (Pope et Dockery, 1992; Anderson et autres, 1990). Plus elles sont fines, plus elles restent longtemps en suspension dans l'air et plus leur temps de séjour dans les poumons est long. D'un diamètre supérieur à 10 µm, elles sont filtrées par le nez et le pharynx. Celles d'un diamètre de 2,5 à 10 µm se déposent principalement dans la trachée et les bronches pour être ensuite expulsées par le mécanisme de clairance mucociliaire. Et finalement, les particules plus fines de moins de 2,5 µm atteignent les bronchioles et les alvéoles pulmonaires où se font les échanges gazeux avec le sang (OMS, 2005).

Parmi les études ayant examiné les effets nocifs des particules sur la santé, la fraction des particules grossières n'a généralement pas démontré de risque significatif contrairement aux PM₁₀ et aux PM_{2,5} (Dockery et autres, 1992; Schwartz et autres, 1996; Burnett et autres, 1997). Ces études font également ressortir que les particules fines PM_{2,5} présentent davantage de risque pour la santé que les PM₁₀ (Santé Canada, 2000). D'ailleurs, il est estimé que 25 à 60 % des PM_{2,5} peuvent se déposer dans la région alvéolaire, contrairement à moins de 5 % pour les particules d'environ 10 µm (Lippmann, 1977). Ces données justifient que la réduction de l'exposition aux particules devrait être axée sur la fraction fine (PM_{2,5}).

Les effets sur la santé sont multiples, mais ce sont surtout les systèmes respiratoire et cardiovasculaire qui sont affectés (OMS, 2005). L'impact sur le système cardiaque serait supérieur à celui sur le système respiratoire en raison de la prévalence plus élevée de maladies cardiovasculaires dans la population (Patry et autres, 2005). Les principaux effets sur la santé comprennent une augmentation de la mortalité et des hospitalisations dues à l'aggravation des maladies cardiorespiratoires, une diminution de la capacité pulmonaire et des effets à long terme, comprenant l'augmentation des cas de bronchite chronique et d'asthme ainsi qu'une augmentation du risque de cancer du poumon et de décès (Santé Canada, 2000).

Différents mécanismes peuvent expliquer les effets toxiques des particules respirables, soit : une obstruction des bronches, une diminution de la ventilation, une diminution de la défense immunitaire, une perturbation du système cardiovasculaire ainsi que des réactions inflammatoires au niveau alvéolaire et systémique (Lajoie, 1997).

L'ensemble des études épidémiologiques sur les particules PM_{2,5} et PM₁₀ démontrent la relation de type linéaire sans seuil des particules, comme quoi toute augmentation de la concentration ambiante de particules correspond à une augmentation des effets sur la santé (Santé Canada, 2000). Les critères recommandés par les différentes organisations représentent donc un objectif acceptable et réalisable pour réduire le plus possible les effets sanitaires plutôt qu'un seuil sous lequel il n'y a pas d'effet. Toutefois, même à de faibles niveaux de pollution, il peut y avoir dans une population (particulièrement si celle-ci est très grande) un sous-groupe de personnes

particulièrement sensibles pour lesquelles des effets sur la santé peuvent être observés. Le nombre d'effets observés sur la santé sera de plus en plus petit avec la diminution de la concentration ambiante de particules, voire éventuellement non observable, si la population est trop petite.

4.4.3 Hydrocarbures aromatiques polycycliques

Plusieurs études épidémiologiques en milieu professionnel ont montré que les HAP sont impliqués dans l'apparition de nombreuses formes de cancers chez l'homme. Le cancer du scrotum des ramoneurs de Londres a été l'un des premiers cancers professionnels identifiés, au 18^e siècle. Les cancers de l'œsophage et de l'estomac ont été reliés à l'ingestion d'aliments très fumés, tandis que les cancers de la vessie, des voies nasales ou du poumon surviennent après inhalation. Il est très difficile d'attribuer ces cancers à tel ou tel HAP, voire aux HAP en général, car les personnes atteintes sont souvent soumises à un mélange de polluants comprenant également des métaux (Armstrong et autres, 2004). Toutefois, des excès de cancers du poumon ont été observés chez des travailleurs exposés par inhalation à des mélanges contenant de fortes concentrations de HAP, notamment dans l'industrie de l'aluminium (Armstrong et autres, 2003). Les connaissances épidémiologiques sur la population en général sont, par contre, beaucoup moins évidentes.

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques comprennent plus de 100 substances de toxicité très variable. Le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a réévalué les HAP en 2006 et il dénombre une substance cancérigène (benzo[a]pyrène), trois probablement cancérigènes (cyclopenta[c,d]pyrène, dibenz[a,h]anthracène, dibenz[a,l]pyrène) et plus d'une douzaine de substances possiblement cancérigènes (CIRC, 2008; tableau 2). L'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA), répertorie 8 HAP comme étant cancérigènes pour l'homme lorsqu'ils sont présents dans les aliments (EFSA, 2008 ; tableau 2). Finalement, cinq HAP ont été jugés toxiques au sens de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement (LCPE), puisqu'ils ont été reconnus toxiques pour la santé humaine (gouvernement du Canada, 1999; tableau 2). D'autres HAP sont considérés à l'heure actuelle comme inclassables quant à la cancérogénicité pour l'homme (groupe 3 du CIRC) (pyrène, anthracène, benzo[g,h,i]pérylène, benzo[e]pyrène, fluoranthène, fluorène, phénanthrène).

Parmi les HAP couramment mesurés dans l'air ambiant à proximité des alumineries, on retrouve notamment le benzo[a]pyrène (BaP), le pyrène, le chrysène, le fluoranthène, le fluorène, le phénanthrène, l'anthracène, le benzo[e]pyrène, le dibenz[a,h]anthracène, le benzo[b,j,k]fluoranthène, l'idéno[1,2,3,cd]pyrène et le benzo[g,h,i]pérylène (Bouchard et autres, 2008) (tableau 2).

Tableau 2 : Les principaux HAP classés selon différentes organisations

HAP	Substances mesurées près des alumineries (Bouchard et autres, 2008)	Cancérigène pour l'homme selon CIRC, 2008*	Cancérigène dans l'alimentation (EFSA, 2008)	Composé jugé toxique au sens de la LCPE, 1999 (EC-SC, 1994)	Cancérigène selon US EPA (base de données IRIS)**
Benzo(a)pyrène	X	1	X	X	B2
Cyclopenta(c,d)pyrène		2A	X		
Dibenzo(a,h)anthracène	X	2A	X		B2
Dibenzo(a,l)pyrène		2A	X		
Benz(j)aceanthrylène		2B			
Benz(a)anthracène	X	2B	X		B2
Benzo(b)fluoranthène	X	2B	X	X	B2
Benzo(j)fluoranthène	X	2B	X	X	
Benzo(k)fluoranthène	X	2B	X	X	B2
Benzo(c)phenanthrène		2B	X		
Chrysène	X	2B	X		B2
Dibenzo(a,h)pyrène		2B	X		
Dibenzo(a,i)pyrène		2B	X		
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	X	2B	X	X	B2
5-méthylchrysène		2B	X		
Anthracène	X	3			D
Benzo(e)pyrène	X	3			
Benzo(g,h,i)pérylène	X	3			D
Dibenzo(a,e)pyrène		3	X		
Fluoranthène	X	3			D
Fluorène	X	3			D
Phénanthrène	X	3			D
Pyrène	X	3			D

* Groupe 1 : Substance cancérogène pour l'humain
 Groupe 2A : Substance probablement cancérogène pour l'humain
 Groupe 2B : Substance possiblement cancérogène pour l'humain
 Groupe 3 : Substance inclassable quant à la cancérogénicité pour l'homme

** B2 : Probablement cancérogène pour l'homme – Basé sur des indications suffisantes de cancérogénicité pour l'animal
 D : Ne peut pas être classé quant à sa cancérogénicité pour l'homme

En résumé

Les effets sur la santé de la pollution atmosphérique sont généralement divisés en deux catégories : court et long terme. Les effets à court terme (ou aigus) apparaissent dans les heures ou les jours suivants l'exposition aux polluants atmosphériques, contrairement aux effets à long terme (ou chroniques) apparaissant après une exposition continue de plusieurs mois ou années à une concentration de polluants. Il est reconnu que l'exposition à certains contaminants de l'air est associée à une augmentation de la mortalité et de la morbidité, particulièrement chez les personnes vulnérables qui souffrent de maladies pulmonaires ou cardiaques. Comparativement à d'autres facteurs de risque, la pollution de l'air représente un risque individuel relativement faible pour la santé. Cependant, du fait qu'un grand nombre de personnes y sont exposées, la pollution atmosphérique peut avoir des impacts sur la santé d'une population. Ces impacts pourront être d'autant plus importants que l'exposition et la vulnérabilité des personnes exposées seront élevées.

Pour cette étude du secteur Shawinigan, les polluants retenus sont le SO_2 , les particules en suspension et les HAP. Le SO_2 est un gaz réactif et soluble rapidement absorbé par les muqueuses des cavités nasales et des voies respiratoires supérieures pouvant causer des irritations de la gorge et du nez. Les particules consistent en un mélange complexe de substances organiques et minérales pouvant notamment affecter les systèmes respiratoire et cardiovasculaire, particulièrement en ce qui concerne les $\text{PM}_{2,5}$. Les HAP comprennent une centaine de substances issues de combustions incomplètes dont certaines sont considérées cancérogènes pour l'homme.

5 Normes et objectifs reliés à l'air ambiant

Ce chapitre présente les normes et objectifs dans l'air ambiant en vigueur pour les substances qui nous préoccupent dans les secteurs Saint-Marc, Christ-Roi, Sainte-Croix et L'Assomption de Shawinigan.

Il convient de mentionner que seules les « normes » sont issues de la réglementation et ont une valeur légale. Les normes nationales sont généralement établies en tenant compte des risques sanitaires, des risques environnementaux, de la faisabilité technique et de diverses autres considérations économiques et sociales (OMS, 2006). Les autres types de données (objectifs, cibles, lignes directrices) sont spécifiés par des organismes reconnus et servent de référence, donc permettent d'évaluer et de comparer les données sur l'air ambiant ou constituent des objectifs souhaitables à atteindre. Lors de l'utilisation de ces valeurs, une compréhension des différentes définitions et du contexte d'application est primordiale à leur interprétation. Une vigilance particulière est aussi de mise afin d'obtenir une mise à jour régulière de ces valeurs.

Il est d'usage en santé publique de faire une première recension des normes en vigueur actuellement au Québec, puis de comparer ces valeurs aux normes nationales et internationales reconnues. Si des écarts importants sont observés, une analyse de risque peut être réalisée et permet d'apprécier la différence du risque pour la santé entre la norme en vigueur et les autres valeurs proposées. Ensuite, la santé publique peut déterminer quelles sont les valeurs de comparaison à privilégier qui donnent le meilleur portrait de la situation et des risques pour la population.

Rappelons que pour plusieurs contaminants, une relation linéaire existe entre leurs concentrations dans l'air et leurs effets, c'est-à-dire que peu importe la concentration, même très faible, il y aura des effets néfastes sur la santé. Le dépassement ou l'atteinte des valeurs de référence ne signifie pas qu'il n'y ait pas d'impact sur la santé. Les normes et objectifs établis visent donc la gestion de ces contaminants et permettent de minimiser les risques sanitaires à un niveau jugé acceptable par les autorités, tout en respectant les capacités technologiques et économiques en vigueur, mais ne constituent pas des seuils associés à des niveaux de risques sanitaires nuls.

Les normes et objectifs utilisés dans le présent document proviennent de différents organismes reconnus. D'abord, depuis 1979, le MDDEP appliquait les critères de qualité de l'air ambiant du Règlement sur la qualité de l'atmosphère (c. Q-2, r. 20) (RQA) dans le cadre d'implantation de nouvelles usines ou lors de la modification de projets existants, ce sont donc des valeurs à considérer dans le portrait environnemental de Shawinigan.

Le MDDEP a adopté en juin 2011 le Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (c. Q-2, r. 4.1) (RAA) qui contient les normes applicables au Québec pour les émissions industrielles et la qualité de l'air ambiant. Les normes de qualité de l'air ambiant prévues dans ce règlement sont maintenant celles appliquées dans le contexte de l'implantation de nouveaux projets ou de modifications d'installations existantes. Il s'agit donc des normes les plus actuelles au Québec et elles seront utilisées en priorité comme valeurs de comparaison.

Les Objectifs nationaux de la qualité de l'air ambiant (ONQAA) émis par Santé Canada sont des cibles en matière de qualité de l'air extérieur établies à l'échelle nationale. Puisque la pollution atmosphérique relève principalement de la compétence des provinces, les gouvernements provinciaux peuvent adopter et mettre en œuvre des ONQAA en utilisant les mécanismes de leur choix (Santé Canada, 2006). Ces objectifs

pourraient donc être utilisés comme comparatif en l'absence de norme québécoise, mais ce n'est pas le cas pour les contaminants qui nous intéressent dans le portrait de la situation à Shawinigan, il n'y aura donc aucun de ces objectifs utilisé pour l'analyse du portrait environnemental.

Enfin, établies au terme d'une vaste révision des connaissances scientifiques, *les lignes directrices OMS 2005 concernant la qualité de l'air* constituent l'évaluation la plus largement reconnue et la plus actuelle des effets de la pollution aérienne sur la santé. Les valeurs recommandées par les lignes directrices représentent un objectif acceptable et réalisable pour réduire les effets sanitaires en fonction des contextes locaux, des moyens disponibles et des priorités de la santé publique. En plus des lignes directrices, l'OMS propose des *cibles intermédiaires* pour réduire progressivement la pollution de l'air. En atteignant ces cibles, on observera des réductions significatives des risques de maladies chroniques ou aiguës imputables à la pollution atmosphérique (OMS, 2006). Ces valeurs seront utilisées comme comparatif lorsqu'aucune norme québécoise n'est prévue ou lorsque les valeurs prévues par l'OMS diffèrent substantiellement de la norme applicable.

5.1 Dioxyde de soufre

5.1.1 Normes applicables

Les normes du Règlement sur la qualité de l'atmosphère (RQA) concernant le SO₂ sont de 500, 110 et 20 ppb pour respectivement une période d'une heure, 24 heures et une année. Le nouveau Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (RAA) prévoit quant à lui des valeurs de 400 ppb sur 4 minutes, 110 ppb sur 24 heures et 20 ppb annuellement.

5.1.2 Objectifs et lignes directrices

Les ONQAA de niveau maximum souhaitable sont de 172 ppb sur une heure, 57 ppb sur 24 heures et 11 ppb sur un an (Santé Canada, 2006).

Selon l'OMS, des études contrôlées sur des asthmatiques faisant de l'exercice indiquent qu'une proportion d'entre eux montre des modifications de la fonction pulmonaire et des symptômes respiratoires après une exposition de seulement 10 minutes au SO₂. Ainsi, l'OMS propose une valeur maximale de 191 ppb³ sur 10 minutes (OMS, 2006) afin de protéger les personnes vulnérables. Pour les effets à plus long terme, bien que des incertitudes demeurent quant à la responsabilité spécifique du SO₂ dans l'ensemble des effets de la pollution atmosphérique, une approche prudente a été adoptée et la ligne directrice sur 24 heures a été révisée à la baisse en 2005 à 20 µg/m³ soit environ 8 ppb (ancienne ligne directrice à 48 ppb) (OMS, 2006). Pour la moyenne 24 heures de SO₂, pour les pays où la ligne directrice peut être difficile à atteindre, elle recommande également une démarche progressive fixant des objectifs intermédiaires, soit une première cible intermédiaire de 125 µg/m³ (48 ppb) et une deuxième cible intermédiaire de 50 µg/m³ (19 ppb) (OMS, 2006) (tableau 3).

³ À noter que dans la publication de l'OMS en 2000 (WHO 2000), la conversion de 500 µg/m³ est donnée comme 175 ppb. Dans ce document, nous utilisons plutôt notre conversion de 500 µg/m³, soit 191 ppb.

Tableau 3 : Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air et cibles intermédiaires pour le SO₂: concentrations sur 24 heures et 10 minutes (OMS, 2006)

Cible	Moyenne sur 24 h (ppb)	Moyenne sur 10 minutes (ppb)	Base de la concentration choisie
Première cible intermédiaire	48		
Deuxième cible intermédiaire	19		Objectif intermédiaire basé sur le contrôle des émissions des véhicules à moteur, des émissions industrielles et/ou des émissions des centrales énergétiques. Ce serait un objectif raisonnable et faisable dans certains pays en développement qui conduirait à des améliorations importantes de la santé.
Lignes directrices relatives à la qualité de l'air	8	191	

5.2 Particules en suspension

5.2.1 Normes applicables

Les normes du RQA concernent exclusivement les PST, soit des valeurs de 70 µg/m³ pour la moyenne annuelle et de 150 µg/m³ pour une moyenne 24 heures. Par ailleurs, le RAA présente une norme pour l'air ambiant pour les nouvelles installations de 30 µg/m³ (moyenne 24 heures) pour les PM_{2,5} et de 120 µg/m³ pour les PST (moyenne 24 heures).

5.2.2 Objectifs et lignes directrices

Selon la Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie (2008), l'examen des décisions réglementaires au Canada, aux États-Unis et en Europe indique l'absence d'un consensus actuel quant au but à moyen ou à long terme qui devrait être fixé pour les matières particulaires. Néanmoins, la plupart des administrations recommandent des normes de santé pour les PM_{2,5} qui se situent entre 15 et 30 µg/m³ pour une moyenne de 24 heures, et entre 10 et 25 µg/m³ pour la moyenne annuelle. Pour les PM₁₀, une recommandation de 50 µg/m³ (moyenne de 24 heures – valeur à ne pas dépasser plus de 3 jours par an) est proposée par trois organisations. Ces recommandations seraient basées sur le principe de précaution et sur le fait que le seuil sous lequel la matière particulaire ne produit aucun effet néfaste sur la santé n'a pas encore été déterminé.

Soulignons qu'en vertu de l'Accord pancanadien sur l'harmonisation environnementale du Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME), des objectifs à atteindre en termes de particules fines (PM_{2,5}) ont été fixés à 30 µg/m³ pour la moyenne des 98^{es} percentiles des trois dernières années (Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie, 2008), mais cet accord n'a pas été signé par le Québec.

En ce qui concerne les lignes directrices déterminées par l'OMS pour les particules, comme il n'y a pas de seuil établi en dessous duquel on n'observe aucun effet néfaste sur la santé, l'objectif général est de parvenir à la plus faible concentration possible. Malgré tout, l'OMS estime qu'une moyenne annuelle de 10 µg/m³ pour les particules fines (PM_{2,5}) et de 20 µg/m³ pour les particules (PM₁₀) peut être considérée comme inférieure à la moyenne correspondant à la plupart des effets indésirables susceptibles

de se produire sur la santé de la population. Bien que ces effets ne puissent pas être écartés, l'OMS soutient que cette ligne directrice est atteignable dans les grandes régions urbaines des pays développés et que si elle était atteinte, elle permettrait de réduire considérablement les risques sanitaires (OMS, 2006).

Les lignes directrices déterminées par l'OMS pour la concentration moyenne sur 24 heures sont de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les particules fines ($\text{PM}_{2,5}$) et de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les particules (PM_{10}). Elles correspondent à la valeur du 99^e percentile des moyennes 24 heures pour une année, par conséquent, une valeur à ne pas dépasser plus de 3 jours par an.

Il est généralement recommandé que la moyenne annuelle prenne le pas sur la moyenne sur 24 heures puisque, lorsque les concentrations moyennes de particules fines sont faibles, les pics journaliers de pollution qui pourraient survenir sont moins préoccupants. Le fait d'atteindre les valeurs indicatives de la moyenne sur 24 heures permet cependant, selon l'OMS, de réduire les pics de pollution qui conduiraient autrement à une surmorbidity ou à une surmortalité importante (OMS, 2006).

En plus des lignes directrices, l'OMS propose des cibles intermédiaires, et ce, autant pour la concentration moyenne annuelle (Tableau 3) que pour la concentration moyenne sur 24 heures (Tableau 4).

5.3 Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

5.3.1 Normes applicables

Le RQA ne présente aucune norme environnementale pour les HAP, mais le RAA prévoit une valeur limite de $0,9 \text{ ng}/\text{m}^3$ dans l'air ambiant pour le benzo(a)pyrène. En effet, le BaP est l'un des composés les plus fréquemment mesurés comme « traceur » des HAP. Il est aussi utilisé comme étalon de toxicité des HAP, permettant ainsi d'exprimer les concentrations des autres HAP atmosphériques en « équivalent BaP ». De plus, les effets cancérogènes du BaP ont été prouvés chez l'homme (CIRC, 2008).

Cette norme est située très près de la concentration ambiante (ou pollution de fond) retrouvée habituellement en milieu urbain ($0,6 \text{ ng}/\text{m}^3$) influencé par des sources diverses comme le chauffage, les incinérateurs, les usines et la circulation automobile. Les résultats des projets de surveillance biologique suggèrent que l'atteinte de cette valeur permettrait d'éviter que les émissions provenant des alumineries ne représentent une source de surexposition mesurable aux HAP chez les personnes vivant à proximité (Tremblay et autres, 2000). Par ailleurs, mentionnons que les concentrations dans l'air ambiant de BaP qui correspondent à un risque d'un sur 1 million de développer un cancer pour une exposition à vie varient entre $0,3$ à $0,9 \text{ ng}/\text{m}^3$ selon les données toxicologiques et se situeraient à $0,01 \text{ ng}/\text{m}^3$ selon les études épidémiologiques (Tremblay et autres, 2000). L'utilisation de cette dernière concentration comme valeur de référence serait présentement une cible non réalisable puisqu'elle est largement inférieure à la concentration ambiante actuellement retrouvée en milieu urbain ($0,6 \text{ ng}/\text{m}^3$).

Tableau 4 : Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air et cibles intermédiaires pour les particules : concentrations moyennes annuelles et 24 heures (OMS, 2006)

Cible	Moyenne	PM ₁₀ (µg/m ³)	PM _{2,5} (µg/m ³)	Base de la concentration choisie
Cible intermédiaire 1	Moyenne annuelle	70	35	Ces concentrations sont associées à un risque de mortalité à long terme supérieur d'environ 15 % par rapport à la concentration des lignes directrices.
	24 h*	150	75	Basée sur les coefficients de risque publiés d'études multicentriques et de méta-analyses (augmentation d'environ 5 % de la mortalité à court terme au-dessus de la valeur de la ligne directrice).
Cible intermédiaire 2	Moyenne annuelle	50	25	En plus des autres avantages qu'elles présentent pour la santé, ces concentrations abaissent le risque de mortalité prématurée d'environ 6 % (2-11 %) par rapport à la première cible intermédiaire.
	24 h*	100	50	Basée sur les coefficients de risque publiés d'études multicentriques et de méta-analyses (augmentation d'environ 2,5 % de la mortalité à court terme au-dessus de la valeur de la ligne directrice).
Cible intermédiaire 3	Moyenne annuelle	30	15	En plus des autres avantages qu'elles présentent pour la santé, ces concentrations abaissent le risque de mortalité d'environ 6 % (2-11 %) par rapport à la deuxième cible intermédiaire.
	24 h*	75	37,5	Basée sur les coefficients de risque publiés d'études multicentriques et de méta-analyses (augmentation d'environ 1,2 % de la mortalité à court terme au-dessus de la valeur de la ligne directrice).
Lignes directrices relatives à la qualité de l'air	Moyenne annuelle	20	10	Ce sont là les concentrations les plus faibles auxquelles on a montré que la mortalité totale par maladie cardiopulmonaire et par cancer du poumon augmente avec un degré de confiance supérieur à 95 % en réponse à une exposition à long terme aux PM _{2,5} .
	24 h*	50	25	Basée sur le rapport entre les concentrations de PM sur 24 heures et sur un an.

* 99^e percentile (3 jours/an)

5.4 Sommaire des valeurs de référence utilisées

Lorsque disponibles, les normes québécoises seront utilisées pour l'analyse du portrait environnemental. En l'absence de normes, les objectifs nationaux (si disponibles), puis les lignes directrices de l'OMS seront utilisés comme comparatifs. Le tableau 5 ci-dessous présente un sommaire des normes, objectifs et lignes directrices disponibles et met en évidence les valeurs qui seront utilisées dans l'analyse du portrait environnemental de Shawinigan.

À noter qu'il existe à la fois une norme québécoise et un critère de l'OMS pour les PM_{2,5} et le SO₂ sur 24 heures. Dans le premier cas, la valeur de l'OMS de 25 µg/m³ se rapproche de la valeur du RAA de 30 µg/m³ et l'utilisation de la valeur de l'OMS comme comparatif n'a que peu d'impact sur l'interprétation des résultats, c'est pourquoi cette valeur n'a pas été considérée dans le portrait environnemental. Dans le cas du SO₂ sur 24 heures, la valeur de l'OMS de 8 ppb est considérablement en deçà de la valeur québécoise de 110 ppb, ce qui modifie l'interprétation du portrait de ce contaminant dans l'air ambiant, c'est pourquoi les deux valeurs ont été utilisées comme comparatif.

Tableau 5 : Normes et objectifs utilisés dans le document (les zones ombragées constituent les valeurs qui seront utilisées pour le portrait environnemental)

Substances	Période de référence	Normes du RQA c. Q-2, r. 20 ¹	Normes du RAA c. Q-2, r. 4.1 ²	ONQAA ³ Santé Canada 2006	OMS ⁴ Lignes directrices 2006
SO ₂ (ppb)	4 minutes		400 ⁵		
	10 minutes				191
	Horaire	500		172	
	24 heures	110	110	57	8 ⁶
	Annuel	20	20	11	
PST (µg/m ³)	24 heures	150	120		
	Annuel	70		60	
PM ₁₀ (µg/m ³)	24 heures				50 ⁶
	Annuel				20 ⁶
PM _{2,5} (µg/m ³)	24 heures		30		25 ⁶
	Annuel				10 ⁶
Benzo(a)pyrène (µg/m ³)	Annuel		0,0009		

¹ RQA : Règlement sur la qualité de l'atmosphère

² RAA : Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère

³ ONQAA : Objectifs nationaux de la qualité de l'air ambiant (Santé Canada, 2006)

⁴ OMS, 2005. (OMS : Organisation mondiale de la santé)

⁵ Cette valeur limite peut être excédée jusqu'à 0,5 % du temps sur une base annuelle, sans toutefois dépasser 500 ppb.

⁶ Ces valeurs représentent les lignes directrices de l'OMS, d'autres cibles intermédiaires sont également proposées (voir tableaux 3 et 4).

En résumé

Les normes dans l'air ambiant sont établies en tenant compte des risques pour la santé, pour l'environnement et de la faisabilité technique de leur application. D'autres valeurs établies par des organismes reconnus servent de référence ou de niveau souhaitable à atteindre.

Au Québec, il existe une norme pour le dioxyde de soufre, les particules en suspension totales, les particules fines (PM_{2,5}) et le benzo(a)pyrène. Les recommandations du gouvernement fédéral et de l'Organisation mondiale de la santé servent également de guide en l'absence de norme québécoise. Ainsi, tous les contaminants de l'air jugés préoccupants à Shawinigan pourront être comparés à l'une ou l'autre de ces valeurs de référence.

6 Évolution et portrait actuel de la qualité de l'air à Shawinigan

Ce chapitre présente l'évolution de la qualité de l'air ainsi que le portrait de la situation actuelle à Shawinigan. Les données utilisées proviennent majoritairement des stations du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) exploitées dans le cadre de son Programme de surveillance de la qualité de l'air. Certains résultats issus du réseau de mesure de la compagnie Rio Tinto Alcan (RTA) pouvant être comparés avec ceux du MDDEP ont aussi été considérés, en complément des résultats obtenus pour les paramètres mesurés par le MDDEP, afin d'avoir un aperçu plus large de la situation qui prévaut à Shawinigan. On constatera que les résultats de la mesure des PST, des PM_{10} et du BaP rapportés par RTA sont, dans l'ensemble, cohérents par rapport à ceux du MDDEP. Il est cependant important de noter que les résultats de RTA ne sont pas encadrés par un programme gouvernemental d'accréditation et que leur utilisation dans ce rapport ne constitue pas une reconnaissance officielle de la part du MDDEP.

6.1 Surveillance de la qualité de l'air à Shawinigan

Le MDDEP poursuit depuis plusieurs années des activités de surveillance de la qualité de l'air à Shawinigan en exploitant deux stations d'échantillonnage localisées en milieu résidentiel, à proximité de secteurs industriels. De son côté, RTA exploite trois stations et partage avec le MDDEP des activités d'échantillonnage à une quatrième station.

6.1.1 Réseaux de surveillance

La station Frigon 04130 (exploitée depuis 1978) est située au 363, rue Frigon, tandis que la station 04126 (exploitée depuis 1986) est située dans la cour de l'école Saint-Joseph au 1452, rue Châteauguay. RTA a pris depuis 2002 le relais du MDDEP pour la mesure des particules en suspension totales (PST) au même endroit (station SH-6). La qualité de l'air est mesurée à ces stations situées en milieu résidentiel. Elles sont représentatives de secteurs très influencés par les émissions d'activités industrielles, notamment une aluminerie. Elles ne sont donc pas représentatives de l'ensemble du territoire de l'ancienne ville de Shawinigan (avant les fusions municipales). Les polluants mesurés par le MDDEP comprennent le dioxyde de soufre, les particules en suspension (PST, PM_{10} , $PM_{2,5}$) ainsi que les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) – voir tableau 6.

Trois stations opérées par l'aluminerie RTA mesurent aussi la qualité de l'air à proximité de la zone industrielle. Les polluants mesurés par ces stations (RTA-SH-1, RTA-SH-2, RTA-SH-4) comprennent les particules en suspension totales (PST), les PM_{10} , le benzo(a)pyrène (BaP) ainsi que le fluorure d'hydrogène (tableau 6). De ces trois stations, la station RTA-SH-1 est la plus influencée par les émissions de l'aluminerie. La localisation de ces stations est présentée à la figure 6.

Tableau 6 : Contaminants mesurés par le programme de surveillance de la qualité de l'air à Shawinigan par le MDDEP et par l'usine Rio Tinto Alcan (RTA)

Contaminant	Frigon (04130) 363, rue Frigon (MDDEP)	École Saint- Joseph (04126) 1452, rue Châteauguay (MDDEP) (RTA-SH-6)*	RTA-SH-1 École Christ- Roi 2623, avenue Georges	RTA-SH-2 Commerce Bernier Peinture 2939, boul. des Hêtres	RTA-SH-4 Usine de Filtration** 1483, boul. des Hêtres (Stade, ancienne localisation)
Dioxyde de soufre (SO ₂)	X	X			
Particules fines (PM _{2,5})	X	X			
Particules en suspension totales (PST)	X	X (RTA)	X	X	X
Substances inorganiques particulières (dans les PST)***	X				
PM ₁₀	X		X		
Fluorure d'hydrogène (HF)			X	X	X
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et Benzo(a)pyrène (BaP)	X		X	X	X

* La station d'échantillonnage de l'école Saint-Joseph (04126) est opérée conjointement par le MDDEP et l'usine Rio Tinto Alcan (ALCAN-SH-6).

** Avant l'année 2006, la station ALCAN-SH-4 apparaissait sous le nom de station Gaston-Lessard.

*** Des analyses de substances inorganiques particulières ont été réalisées entre le 11 juin 1999 et le 29 juin 2000, puis pour l'année 2008.

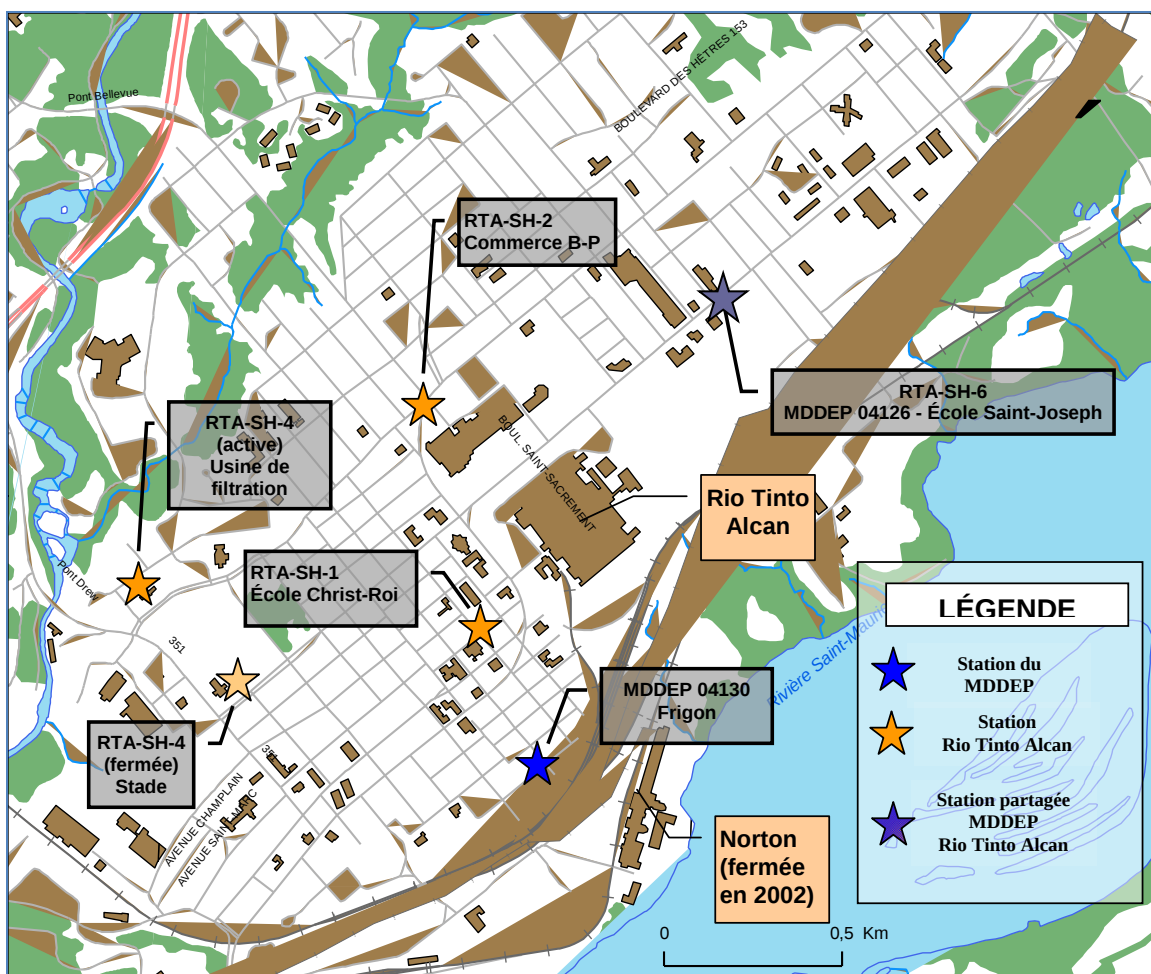


Figure 6 : Localisation des stations d'échantillonnage sous la responsabilité du MDDEP et celles appartenant à l'usine RTA

6.1.2 Méthodes d'échantillonnage et d'analyse

Comme pour l'ensemble des agences environnementales ou privées de l'Amérique du Nord œuvrant dans le domaine de la mesure des contaminants atmosphériques, les principes de mesure utilisés sont, pour les contaminants conventionnels, des méthodes de référence ou des méthodes équivalentes provenant de l'Environmental Protection Agency des États-Unis (US EPA). Ces méthodes sont équivalentes à celles indiquées dans le Règlement sur la qualité de l'atmosphère ou utilisées par Environnement Canada. Pour les contaminants non conventionnels, les méthodes utilisées proviennent du MDDEP.

Dioxyde de soufre

Le principe d'analyse du dioxyde de soufre (SO_2) repose sur la mesure de la fluorescence émise lorsque les molécules de gaz sont excitées par un rayonnement ultraviolet. Les appareils utilisés sont surtout de marque Monitor Lab, modèle 8850. Les concentrations de SO_2 sont présentées en partie par milliard (ppb).

Particules fines en suspension ($PM_{2,5}$ mesurées en continu)

TEOM (Tapered Element Oscillating Microbalance)/SES (Sampling Equilibrium System)

L'air ambiant est aspiré en continu à 16,7 litres/minute à travers un dispositif de séparation des particules (SCC – Sharp Cut Cyclone) qui ne laisse passer que les particules de 2,5 micromètres et moins. Ces particules sont accumulées sur un filtre de seize millimètres monté sur une tige constamment en vibration. L'accumulation de particules sur le filtre fait augmenter son poids, ce qui a pour effet de diminuer la fréquence de vibration de la tige. C'est la variation de la fréquence de vibration de la tige qui est convertie en débit massique ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) par un programme exécuté dans le microprocesseur de l'instrument.

Particules en suspension mesurées par échantillonnage séquentiel

- Particules en suspension totales (PST)

L'instrument utilisé pour la mesure des particules en suspension totales est un échantillonneur à grand débit, modèle GMW-2000H. L'air ambiant est aspiré à un débit d'environ 1 130 litres/min pendant 24 heures consécutives à travers un filtre retenant les particules d'un diamètre de 0,1 à 100 micromètres (μm). Les filtres requièrent un conditionnement et une pesée en laboratoire avant et après l'exposition. Ainsi, de minuit à minuit, tous les six jours (aux douze jours depuis 1999 à la station Frigon, aux trois jours avant 1983), un volume d'environ 1 600 m^3 d'air est filtré; les résultats sont exprimés en microgrammes de particules par mètre cube d'air ambiant ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). RTA utilise des équipements et une méthode similaire pour la mesure des PM_{10} .

- Particules en suspension dont le diamètre est inférieur à 10 μm (PM_{10})

L'instrument utilisé pour la mesure des particules en suspension dont le diamètre aérodynamique est inférieur ou égal à 10 μm est de marque Sierra Andersen, modèle 1 200/-MFC HVPM10 avec contrôleur de débit massique. L'air ambiant est aspiré à un débit d'environ 1,13 m^3/min pendant 24 heures consécutives à travers un filtre retenant les particules plus petites que 10 μm . Les filtres requièrent un conditionnement et une pesée avant et après l'exposition au Centre d'expertise et d'analyse environnementale du Québec (CEAEQ, MA. 100 – Part. 1.0). Ainsi, de minuit à minuit, tous les six jours, un volume d'environ 1 600 m^3 d'air est filtré; les résultats sont exprimés en microgrammes de particules par mètre cube d'air ambiant ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Rio Tinto Alcan utilise des équipements et une méthode similaire pour la mesure des PM_{10} .

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Le MDDEP prélève les échantillons destinés au dosage d'un ensemble de HAP à l'aide d'échantillonneurs à grand débit modifiés par l'ajout d'une cartouche contenant de la mousse de polyuréthane. Cette dernière a pour but de capter la phase gazeuse de ces composés semi-volatils. Pour les raisons données à la section 5.3, seul le BaP a été considéré aux fins de ce rapport. Les échantillons sont extraits à l'aide de solvants et analysés par chromatographie gazeuse à haute résolution et spectrométrie de masse à haute résolution (CEAEQ, MA. 400 – HAP 1.1). Chez RTA, seul le BaP est analysé à partir des échantillons de PST.

6.1.3 Acquisition, validation et traitement des données

Cette section présente succinctement les principaux éléments associés à l'acquisition, à la validation et au traitement des données réalisés par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.

Analyseurs en continu

La mesure du SO₂ et des PM_{2,5} est réalisée en mode continu. Dans le cas du SO₂, une lecture est effectuée toutes les dix secondes à l'aide d'un appareil enregistreur de données. Ces valeurs sont ensuite intégrées sur une période de quatre minutes et conservées par un système d'acquisition de données. Dans le cas des particules fines, une seule lecture est faite à la fin de l'heure. Une collecte horaire des données s'effectue automatiquement par ligne téléphonique entre les systèmes d'acquisition des données installés à chaque station et l'ordinateur central situé au bureau central de Québec (plus précisément à la Direction du suivi de l'état du milieu atmosphérique du MDDEP). Les systèmes d'acquisition de données sont des Campbell Scientific 23X programmés pour conserver en mémoire plusieurs semaines de données.

Après avoir été validées et conservées dans la base de données ministérielle (CESPA), les concentrations moyennes sur quatre minutes sont ensuite intégrées sur une base horaire. Les moyennes horaires ne sont calculées que si 75 % des concentrations moyennes sur quatre minutes pour l'heure sont disponibles. Les moyennes sur 8 heures et 24 heures ne sont également calculées qu'en présence d'au moins 75 % des données horaires valides. Les moyennes mensuelles sont admises si on dispose d'au moins 50 % des valeurs journalières. Les moyennes annuelles doivent se conformer aux critères suivants : chaque trimestre doit contenir au moins deux mois ayant une moyenne mensuelle valide et l'ensemble de l'année doit compter plus de la moitié de données horaires valides. Lorsque ces critères sont satisfaits, toutes les données horaires valides sont utilisées pour le calcul de la moyenne annuelle.

Échantillonneur séquentiel et analyses chimiques des échantillons

Les échantillons sont recueillis le plus tôt possible après leur prélèvement par un opérateur qui les achemine au Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec en vue de leur analyse pondérale ou chimique. Les résultats sont versés dans la base de données ministérielle CESPA.

Pour les particules en suspension totales et les HAP à la station Frigon, les échantillons sont prélevés en alternance sur la base d'un prélèvement sur 24 heures mesuré une fois tous les douze jours (environ 30 mesures par an). Les moyennes annuelles sont calculées si au moins 50 % des observations sont disponibles par trimestre et si l'on dispose d'au moins 66 % des observations dans l'année. Les échantillons de PM₁₀ sont aussi prélevés sur la base d'un prélèvement sur 24 heures mesuré une fois tous les six jours.

Pour les résultats des PM₁₀, la moyenne arithmétique annuelle des échantillons sur 24 heures relevés une fois par six ou douze jours est calculée, ce qui représente, selon la fréquence des prélèvements, environ 60 ou 30 mesures par an. La moyenne est jugée représentative si au moins 50 % des observations sont disponibles par trimestre et si on dispose d'au moins 66 % des observations dans l'année.

6.1.4 Assurance et contrôle de la qualité

Au MDDEP, les différents analyseurs, échantillonneurs et autres appareils sont soumis à un programme d'entretien préventif, de sorte que les bris ou que le renouvellement de composantes qui nécessitent des remplacements réguliers minimisent la perte de données à cause de pannes. Les procédures d'assurance et de contrôle de la qualité sont succinctement les suivantes :

Analyseurs en continu

Les analyseurs de SO₂ font l'objet d'un étalonnage et, au besoin, d'une vérification (« audit ») tous les six mois à l'aide d'un gaz étalon. Entre deux étalonnages, un test quotidien est effectué. Ainsi, les échantillonneurs de contaminants gazeux reçoivent, entre 1 h et 2 h du matin généralement, une concentration nulle du contaminant mesuré (une valeur « zéro ») de même qu'une concentration connue à analyser (« concentration de référence »). De cette façon, on vérifie quotidiennement la précision et la stabilité de l'analyseur et du système d'acquisition des données. La période choisie pour faire cette vérification correspond habituellement à une période où peu de gens sont exposés à la pollution et où les concentrations pour plusieurs polluants sont en général plus faibles. Un écart de plus de 10 % par rapport aux réponses attendues entraîne une vérification plus poussée du fonctionnement des appareils.

Les valeurs du « zéro » et de la « concentration de référence » sont vérifiées chaque jour afin de déceler tout mauvais fonctionnement de l'analyseur ou de l'appareil enregistreur. Les valeurs générées par les vérifications ainsi que celles détectées comme anormales par le système de validation sont automatiquement exclues de la base des données horaires. D'autres validations sont faites manuellement par le personnel technique pour finaliser le processus de vérification d'heure en heure, de jour en jour, de mois en mois et d'une année à l'autre. Ces validations finales reposent sur des tests statistiques et des comparaisons sont réalisées entre stations, entre contaminants (ex. : O₃ et NO_x) et, au besoin, avec la météorologie.

Échantillonneurs séquentiels et analyses

Les échantillonneurs séquentiels sont étalonnés au moins deux fois par année, ce qui permet de s'assurer que les volumes d'air échantillonnés sont suffisamment précis.

Pour toute série d'échantillons transmise pour analyse, les recommandations des Lignes directrices concernant l'application des contrôles de la qualité en physico-chimie, DR-12-SCA-01, sont suivies par le CEAEQ afin de s'assurer d'une fréquence d'insertion adéquate en ce qui concerne les éléments de contrôle et d'assurance de la qualité (blanc, matériaux de référence, duplicata, etc.). Tous ces éléments d'assurance et de contrôle de la qualité suivent les mêmes étapes du protocole analytique que les échantillons.

6.1.5 Facteurs d'influence sur la qualité de l'air ambiant

Divers facteurs, dont la topographie locale et les conditions météorologiques (turbulence, vitesse et direction des vents, inversion thermique et température de l'air) contribuent à modifier l'aire de dispersion des polluants atmosphériques (Bisson, 1986 ; Quénel et autres, 2003). Le phénomène d'inversion peut être dû au refroidissement des couches d'air inférieures, ce qui survient généralement la nuit et par temps clair (Quénel et autres, 2003). La dispersion verticale des polluants est alors annulée, ce qui entraîne l'accumulation des polluants dans les couches près du sol.

Le présent rapport est basé sur les résultats d'un ensemble de stations toutes situées à courtes distances de l'aluminerie RTA à Shawinigan. Les émissions de polluants atmosphériques de cette usine étant relativement constantes aux cheminées à cause de la nature même du procédé, les conditions météorologiques influencent considérablement la variation des concentrations de polluants mesurées aux stations d'échantillonnage (MDDEP, 2010b).

Ainsi, les provenances dominantes de vents sont susceptibles de causer des concentrations plus élevées de polluants dans les secteurs influencés. Une rose des vents basée sur neuf ans de données (2000 à 2008) mesurées à la station météorologique située sur les terrains de RTA à Shawinigan est présentée à la figure 7 (voir l'annexe 1 pour les données brutes). Selon les données de cette station, les provenances dominantes des vents sont : NNO (10,8 %), NO (10,7 %), ENE (9,2 %) et N (9,2 %). Les provenances les moins fréquentes sont celles de NNE (3,2 %), SE (2,4 %) et ESE (2,1 %). Le temps calme (C) a prévalu 1,5 % du temps. Par rapport à l'aluminerie, la station Frigon 04130 serait surtout influencée par les vents provenant de NNO, N et NNE, dont les deux premières provenances sont dominantes. La station 04126 est pour sa part sous l'influence de vents de SSO et SO. Les vents de NNE et NE influencent la station RTA-SH-1, ceux de ENE et NE influencent respectivement la station RTA-SH-4 active et inactive. Enfin les vents SE, parmi les moins fréquents, sont susceptibles d'influencer la station RTA-SH-2.

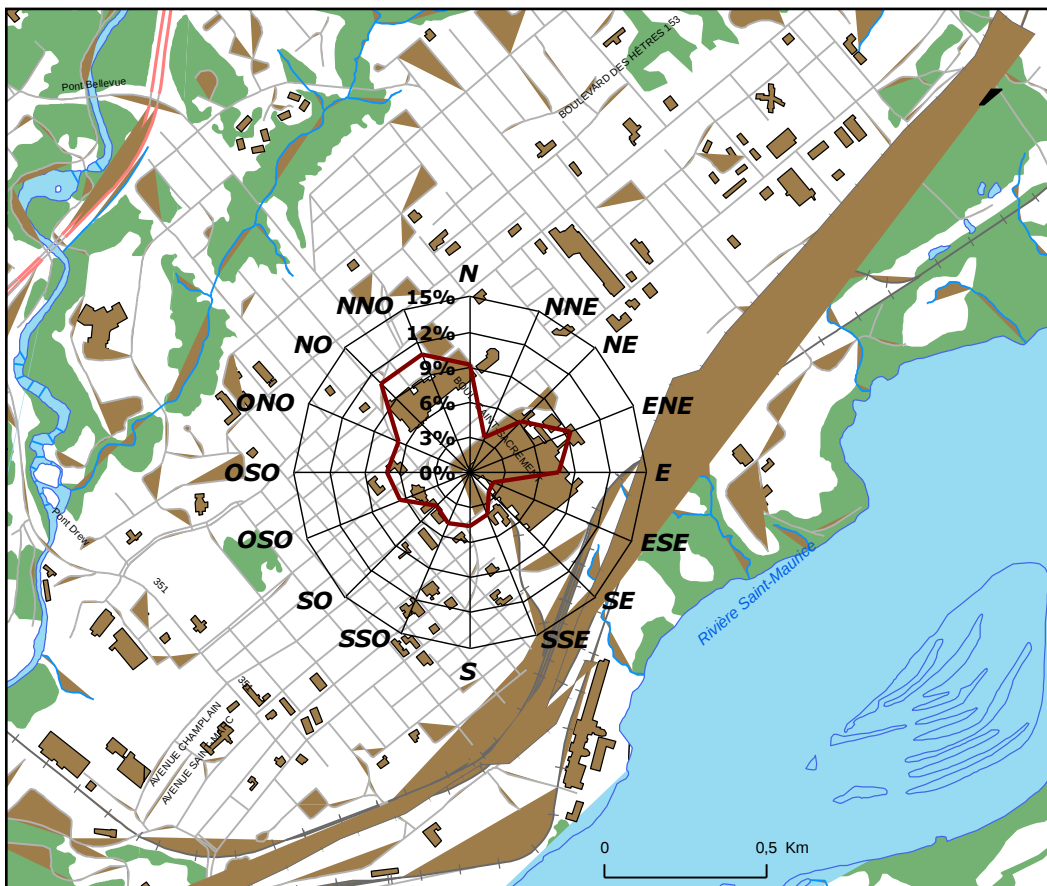


Figure 7 : Rose des vents à Shawinigan (2000-2008), station météorologique Rio Tinto Alcan (données complètes à l'annexe 1)

Note : Voir l'identification des stations à la figure 6.

6.2 Résultats et comparaison avec les normes en vigueur

Cette section présente les résultats mesurés aux stations exploitées par le MDDEP à Shawinigan, mais également celles exploitées sur l'ensemble du territoire québécois. La comparaison des résultats de qualité de l'air entre les régions et les villes demeure un exercice complexe en raison de la diversité des objectifs d'échantillonnage et de la représentativité spatiale des stations d'échantillonnage. En effet, une station peut avoir été placée dans un but de documenter un bruit de fond régional ou l'impact local de sources bien précises comme le transport ou des émissions industrielles. De plus, les techniques d'échantillonnage peuvent varier et leurs résultats ne sont donc pas toujours comparables. Ces différences peuvent entraîner une surévaluation ou une sous-évaluation de la qualité de l'air ambiant. Néanmoins, l'examen de l'ordre de grandeur des résultats des différentes stations permet une certaine mise en contexte indispensable à la compréhension de la situation qui prévaut à Shawinigan.

6.2.1 Dioxyde de soufre

Situation à Shawinigan

Il y a en moyenne annuelle actuellement dans l'air ambiant des quartiers de L'Assomption et de Saint-Marc de trois à quatre fois moins de dioxyde de soufre que dans les années 90. Non seulement cette diminution s'observe pour les concentrations moyennes annuelles (voir figure 8), mais aussi pour les concentrations maximales horaires et sur 24 heures (voir figure 9). De plus, selon le MDDEP, aucun dépassement n'a été observé à ces stations depuis les années 90 pour la norme annuelle (20 ppb). Quant à la norme horaire (500 ppb) et à la norme sur 24 heures (110 ppb), elles n'ont pas été dépassées respectivement depuis 1990 et depuis 2002 à la station Frigon (voir figure 10). Depuis 2002, aucune de ces normes n'a été dépassée à la station Saint-Joseph.

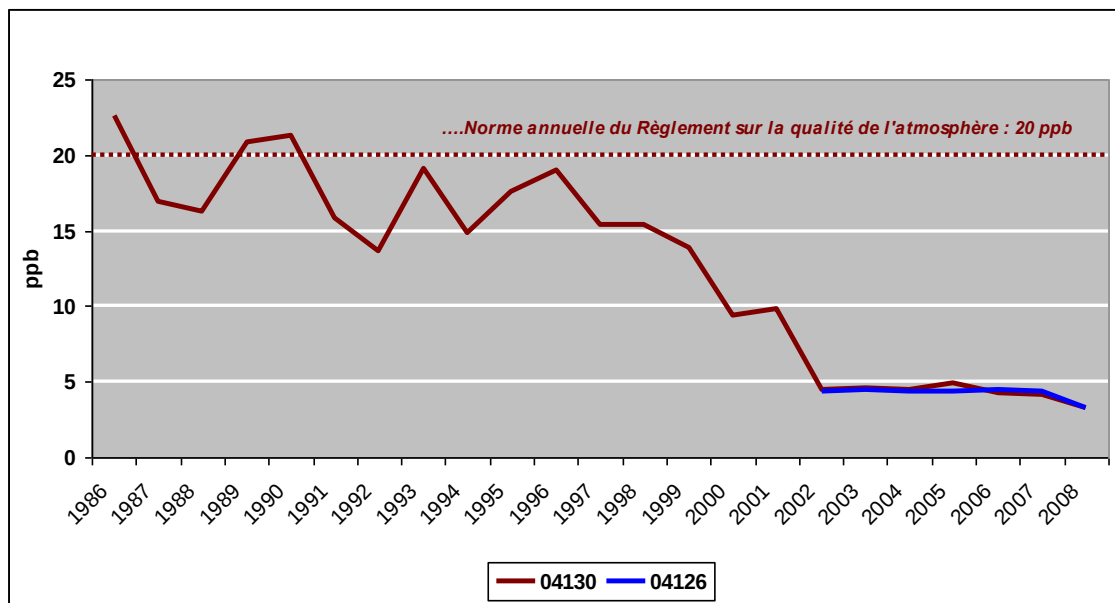


Figure 8 : Évolution des concentrations moyennes annuelles de dioxyde de soufre (SO₂) aux stations Saint-Joseph (04126) et Frigon (04130) du MDDEP entre 1986 et 2008

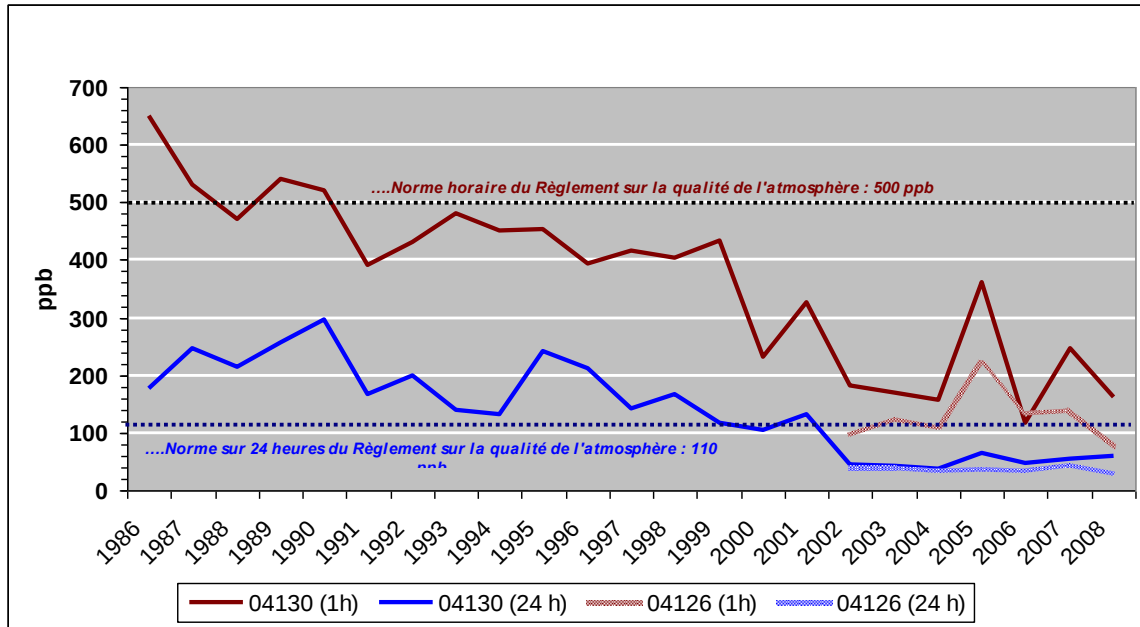


Figure 9 : Évolution des concentrations maximales horaires et journalières de dioxyde de soufre (SO₂) aux stations Saint-Joseph (04126) et Frigon (04130) du MDDEP entre 1988 et 2008

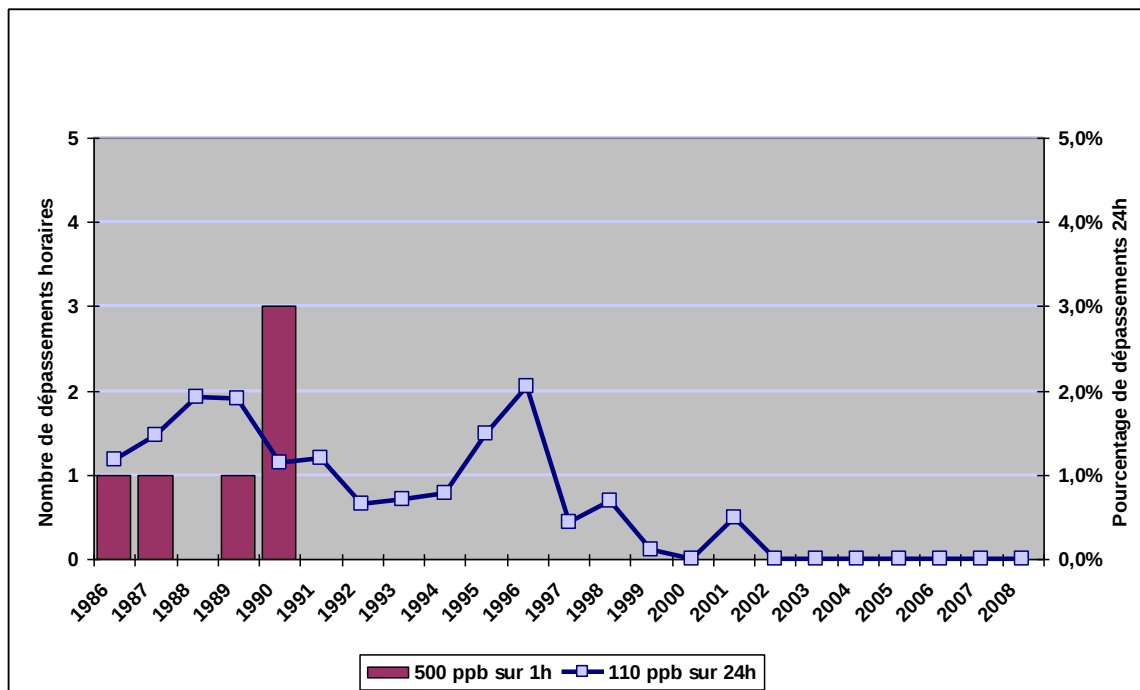


Figure 10 : Évolution du nombre de dépassements de la norme horaire et pourcentage de dépassements de la norme sur 24 heures pour le dioxyde de soufre (SO₂) à la station Frigon (04130) entre 1986 et 2007

Tel que mentionné à la section 5.1, le MDDEP utilise une norme de qualité de l'air de 400 ppb sur 4 minutes lorsqu'il évalue l'impact sur la qualité de l'air d'un nouveau projet (RAA). Cette valeur limite peut être excédée jusqu'à 0,5 % du temps sur une base annuelle, sans toutefois dépasser 500 ppb. Le tableau 7 montre qu'à Shawinigan, ces normes ont été respectées à la station Saint-Joseph (04126). À la station Frigon (04130), le nombre de valeurs maximales sur 4 minutes supérieures à la norme de 400 ppb sur 4 minutes n'a jamais excédé 0,5 % du temps. Deux dépassements de la norme de 500 ppb sur 4 minutes y sont survenus, le premier en 2001 (589 ppb), le second en 2005 (509 ppb).

Tableau 7 : Nombre d'heures où les normes de la qualité de l'air sur 4 minutes pour le SO₂ du MDDEP ont été dépassées aux stations Frigon (04130) et Saint-Joseph (04126)

Année	Nombre d'heures de dépassement 400 ppb sur 4 minutes		Pourcentage (moins de 0,5 %) Station Saint-Joseph (04126)		Nombre d'heures de dépassement 500 ppb sur 4 minutes	
	Station Frigon (04130)	Station Saint-Joseph (04126)	Station Frigon (04130)	Station Saint-Joseph (04126)	Station Frigon (04130)	Station Saint-Joseph (04126)
2001	10	nd	0,12 %	nd	1	nd
2002	0	0	0 %	0 %	0	0
2003	0	0	0 %	0 %	0	0
2004	0	0	0 %	0 %	0	0
2005	3	0	0,04 %	0 %	1	0
2006	0	0	0 %	0 %	0	0
2007	1	0	0,01 %	0 %	0	0
2008	0	0	0 %	0 %	0	0

L'Organisation mondiale de la santé propose aussi une ligne directrice sur 24 heures établie à $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit environ 8 ppb. Tel que mentionné au chapitre 4, cette valeur est conservatrice. En effet, il y a une grande incertitude quant à la part des effets sur la santé qui peut être liée au SO_2 dans les études servant de base à cette valeur. Néanmoins, il demeure intéressant d'observer le nombre de jours de dépassement de cette ligne directrice à Shawinigan et d'ainsi pouvoir évaluer l'impact potentiel du SO_2 sur les personnes vulnérables, notamment les asthmatiques, dans les quartiers Saint-Marc, Sainte-Croix, Christ-Roi et L'Assomption. La figure 11 montre l'évolution depuis 1995 du nombre de jours où la concentration sur 24 heures a dépassé cette valeur.

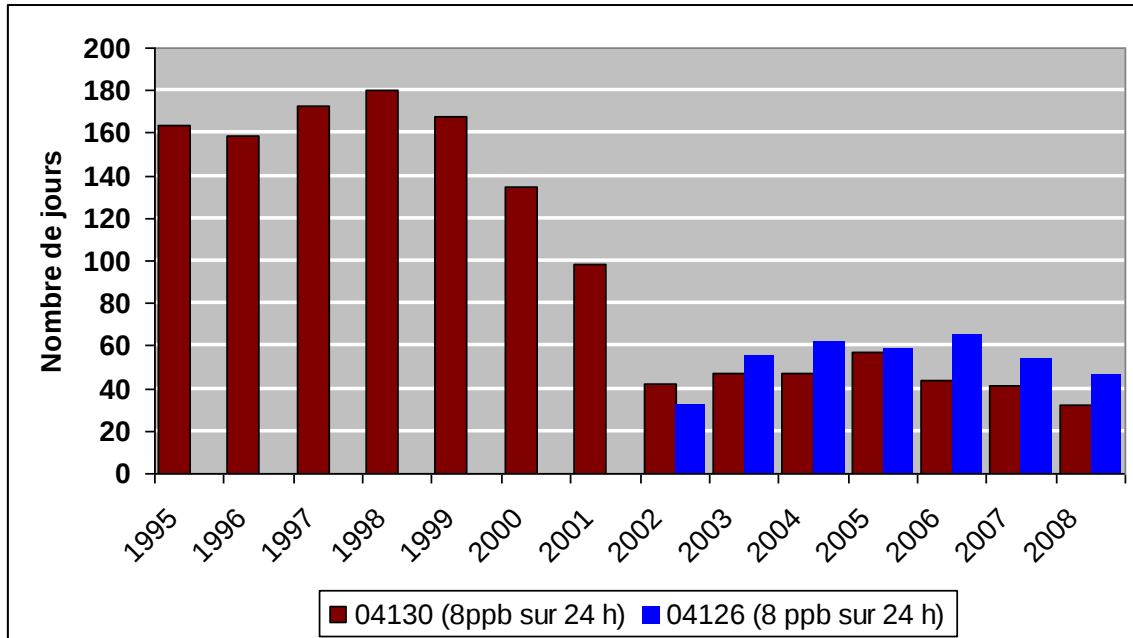


Figure 11 : Nombre de jours où la ligne directrice de l'Organisation mondiale de la santé ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit environ 8 ppb) a été dépassée

Comparaison avec les résultats de l'ensemble des stations de mesure du Québec

En 2008, les valeurs médianes et moyennes des distributions des concentrations horaires et sur 24 heures mobiles de SO_2 à Shawinigan étaient comparables à celles observées ailleurs au Québec en milieu urbain, tandis que les valeurs élevées des distributions (95^e, 98^e, 99^e et maximum) sont représentatives de secteurs urbains modérément influencés par une source d'émission industrielle de ce polluant. On peut comparer les divers éléments des distributions en consultant les tableaux 8 et 9.

Tableau 8 : Distribution des concentrations horaires de SO₂ en 2008 pour l'ensemble des stations de mesure (en partie par milliard – ppb)

Numéro de la station	Nom de la station	Municipalité	Nombre de données	Moyenne	Écart type	25e centile	Médiane	75e centile	95e centile	98e centile	99e centile	Maximum
07002	Hull (Ile)	Gatineau	7903	0,4	0,8	0	0	1	2	3	4	13
03029	Godin	Québec	1291	0,6	1,0	0	0	1	3	4	5	11
03006	Des Sables	Québec	8220	0,9	1,5	0	1	1	3	5	7	22
06804	Saint-Anicet	Saint-Anicet	8394	0,9	2,5	0	0	1	5	8	12	39
06760	Parc Océanie	Brossard	8305	1,1	1,4	0	1	1	4	5	7	15
04019	Ursulines	Trois-Rivières	8195	1,3	2,1	0	1	2	5	7	10	46
04048	Roy	Trois-Rivières	8181	1,6	3,7	0	1	2	5	10	18	65
04504	Bécancour (Aréna)	Bécancour	8398	1,7	3,5	0	1	1	6	12	19	76
06614	Varennnes 2	Varennnes	7993	1,7	3,0	0	1	2	7	11	14	52
06061	De Maisonneuve	Montréal	8679	1,8	2,8	0	1	2	7	11	14	35
06001	Jardin botanique	Montréal	8753	2,3	4,2	0	1	2	9	17	23	60
06007	Chénier	Montréal	8353	2,8	7,3	0	1	2	12	27	38	118
08042	Parc Tremblay	Rouyn-Noranda	8346	2,9	7,4	0	1	3	9	22	37	185
04126	Saint-Joseph	Shawinigan	8404	3,2	7,7	0	1	2	19	31	40	74
04130	Frigon	Shawinigan	8404	3,2	9,3	0	1	2	16	36	51	162
06672	George	Sorel-Tracy	8402	3,2	9,6	0	1	3	11	30	49	237
08044	Rhéaume	Rouyn-Noranda	8407	3,3	12,7	0	1	1	14	41	65	342
06003	Saint-Jean-Baptiste	Montréal	8700	3,6	5,4	1	2	4	13	20	27	67
06678	École Martel 2	Saint-Joseph-de-Sorel	8362	5,9	25,4	0	1	2	16	72	136	420
02016	Parc Berthier	Saguenay	8326	8,7	19,9	0	1	6	51	82	106	178
08401	Temiscaming	Témiscaming	8252	15,2	40,1	0	1	9	78	139	201	934

Tableau 9 : Distribution des concentrations moyennes mobiles sur 24 heures de SO₂ en 2008 pour l'ensemble des stations de mesure (en partie par milliard – ppb)

Nom de la station	Municipalité	Nombre de données	Moyenne	Écart type	25e centile	Médiane	75e centile	95e centile	98e centile	99e centile	Maximum
Hull (Ile)	Gatineau	8214	0,4	0,6	0	0	1	2	2	3	4
Godin	Québec	1305	0,6	0,7	0	0	1	2	3	3	3
Des Sables	Québec	8540	0,9	1,0	0	1	1	3	4	5	10
Saint-Anicet	Saint-Anicet	8758	0,9	1,6	0	0	1	4	6	8	13
Parc Océanie	Brossard	8634	1,1	0,9	0	1	1	3	4	4	8
Ursulines	Trois-Rivières	8549	1,3	1,2	0	1	2	4	5	6	8
Roy	Trois-Rivières	8485	1,6	2,1	1	1	2	5	8	11	27
Bécancour (Aréna)	Bécancour	8757	1,7	2,0	1	1	2	6	9	10	16
Varennnes 2	Varennnes	8327	1,7	1,7	1	1	2	5	7	9	13
De Maisonneuve	Montréal	8703	1,8	1,9	1	1	2	6	8	10	13
Jardin botanique	Montréal	8784	2,3	3,0	1	2	3	7	13	18	25
Chénier	Montréal	8373	2,8	5,2	0	1	3	12	17	29	61
Parc Tremblay	Rouyn-Noranda	8675	2,9	4,0	1	2	4	10	13	16	61
Saint-Joseph	Shawinigan	8777	3,2	4,6	0	1	4	13	18	21	31
Frigon	Shawinigan	8760	3,2	5,9	1	1	3	15	24	29	60
George	Sorel-Tracy	8780	3,2	4,4	1	2	4	11	17	21	61
Rhéaume	Rouyn-Noranda	8784	3,3	6,5	0	1	3	15	29	37	54
Saint-Jean-Baptiste	Montréal	8731	3,6	3,1	2	3	5	10	13	16	25
École Martel 2	Saint-Joseph-de-Sorel	8726	5,9	13,8	1	2	4	28	51	69	189
Parc Berthier	Saguenay	8670	8,7	12,9	1	3	11	35	45	53	124
Temiscaming	Témiscaming	8577	15,2	21,1	1	6	21	60	81	97	147

6.2.2 Particules en suspension

6.2.2.1 Particules en suspension totales (PST)

Situation à Shawinigan

Des deux stations du MDDEP, seule la station Frigon mesurait les PST en 2008. La station Saint-Joseph exploitée par le MDDEP jusqu'en 2001 a été relayée en 2002 par la station SH-6 exploitée par RTA.

Les concentrations moyennes géométriques annuelles des PST pour la station Frigon ont diminué de trois fois entre les années 1978 et 2008 (voir figure 12). En effet, on observe que la concentration pour les PST est passée de $>130 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à la fin des années 70 à environ $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 1986, pour osciller autour de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ jusqu'en 2008, ce qui se situe depuis 1986 en dessous de la norme annuelle de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le Québec. Ainsi, aucun dépassement de la norme sur 24 heures (norme du RQA : $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) pour les PST n'a été observé depuis l'année 2001 et peu de dépassements de la norme de 2011 (norme du RAA : $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ont été observés (voir la figure 13). À la station Saint-Joseph, les concentrations moyennes géométriques annuelles sont demeurées relativement stables depuis l'ouverture de cette station en 1986, variant entre 31 et $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$. À noter que même si cette station a été exploitée d'abord par le MDDEP, puis par RTA, les deux séries de données sont cohérentes par rapport à l'ensemble de la période.

Les données de RTA montrent un comportement similaire à celles de la figure 12 quant aux moyennes géométriques annuelles (de l'ordre de 35 à $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$) au cours de la période 2001 à 2008 (figure 14). Quelques dépassements de la norme du RQA sur 24 heures ont été rapportés pendant les années 2003, 2004 et 2007. Ils représentent 1,1 % de l'ensemble des résultats d'analyses qui ont été effectuées depuis 2001 (non représenté). Pour l'ensemble des quatre stations d'échantillonnage, depuis 2001, il y a eu 1 726 échantillons prélevés dont 19 excédaient la norme de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit 1,1 % de l'ensemble des résultats. Les moyennes géométriques des stations se situent en dessous de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, similairement aux données du MDDEP.

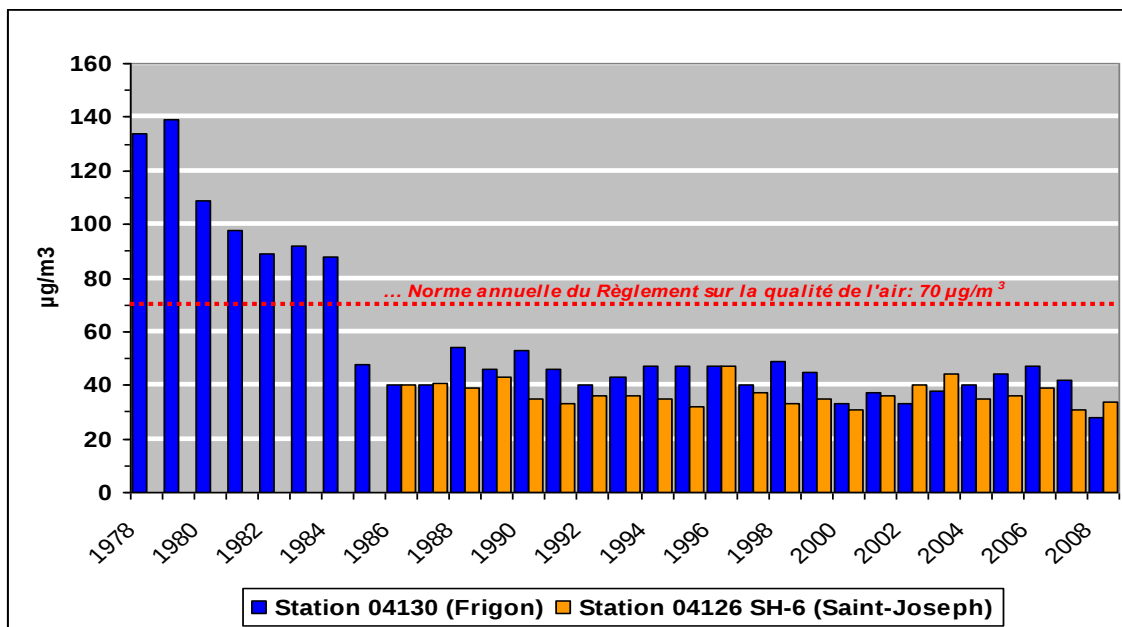


Figure 12 : Évolution des concentrations moyennes géométriques annuelles des particules en suspension totales (PST) à la station Frigon (04130) et à la station Saint-Joseph (04126 et SH-6) entre 1978 et 2008

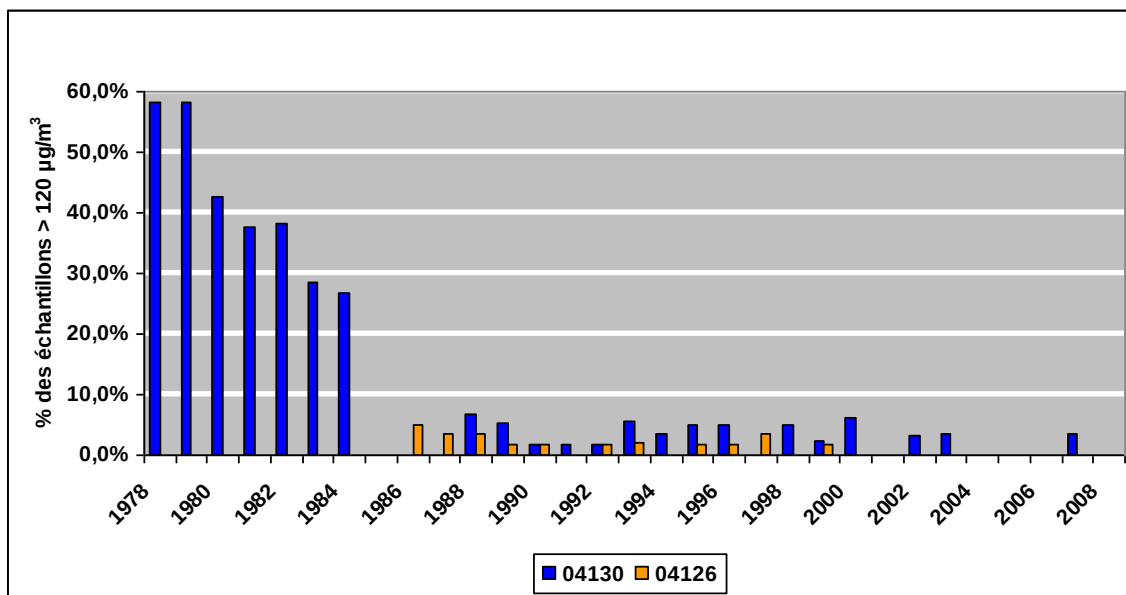


Figure 13 : Pourcentage des échantillons ayant dépassé $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, la norme sur 24 heures pour les particules en suspension totales (PST), aux stations Frigon (04130) et Saint-Joseph (04126 et SH-6) de Shawinigan entre 1978 et 2008

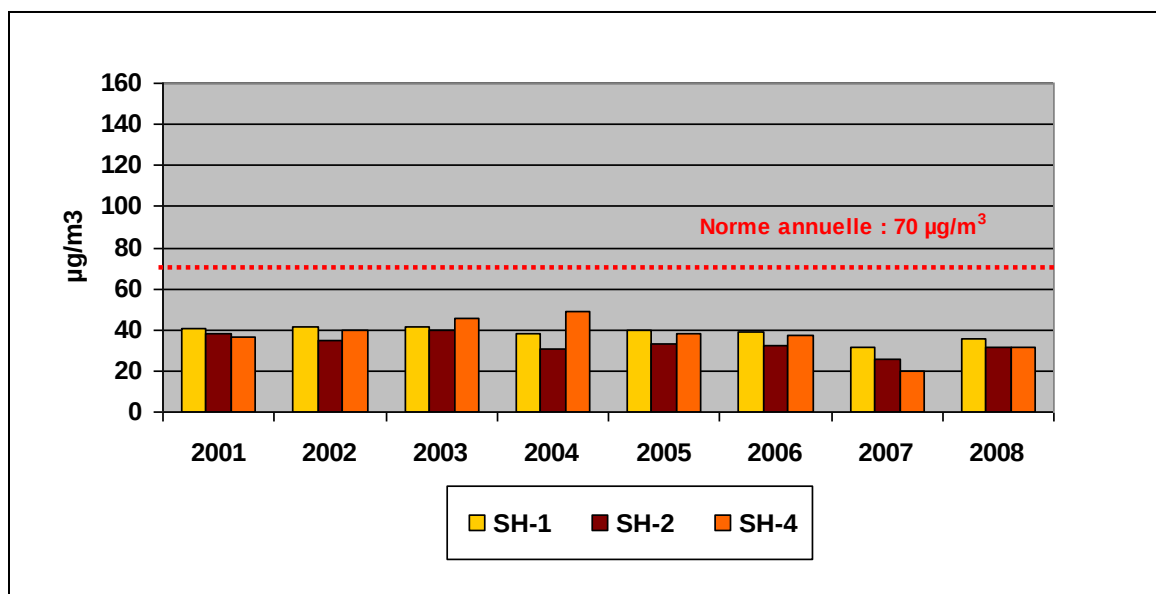


Figure 14 : Évolution des concentrations moyennes géométriques ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) des particules en suspension totales (PST) aux stations SH-1, SH-2 et SH-4 entre 2001 et 2008. La ligne pointillée représente la valeur de la norme annuelle.

Comparaison avec les résultats de l'ensemble des stations de mesure du Québec

En 2008, les concentrations moyennes des PST à Shawinigan sont comparables à celles mesurées ailleurs au Québec en milieu urbain. Elles sont toutefois inférieures à ce qu'on observe à certaines stations fortement influencées par le transport (surtout la remise en suspension de particules grossières due au passage des véhicules) ou à certains types d'activités industrielles ou à des chantiers de construction, tous deux générateurs de ce type de particules. On peut comparer la distribution des PST obtenue à Shawinigan avec celles observées ailleurs au Québec en consultant le tableau 10 et la figure 15.

Tableau 10 : Distribution des concentrations journalières de PST en 2008 pour l'ensemble des stations de mesure au Québec, en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) et dépassements de la norme du RQA de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Numéro de station	Nom de la station	Municipalités	Nombre de données	Moyenne géométrique	Minimum	25e centile	Médiane	75e centile	98e centile	Maximum	Nombre de dépassements	Nombre de dépassements
09350	Route 385	Forestville	43	5	2	4	5	8	17	19	0	0
03720	Notre-Dame-du-Rosaire	Notre-Dame-du-Rosaire	57	6	1	4	7	9	16	21	0	0
01810	Auclair	Auclair	58	7	1	5	7	11	19	20	0	0
04750	Édouard	Lac-Édouard	49	7	1	5	7	10	15	22	0	0
03730	Hilaire	Saint-Hilaire-de-Dorset	60	8	2	6	8	11	22	23	0	0
06501	Faustin	Saint-Faustin--Lac-Carré	48	8	2	6	8	11	19	23	0	0
07200	Mont-St-Michel	Ferme-Neuve	55	8	2	6	9	13	21	31	0	0
07400	La-Pêche	La Pêche	58	10	3	7	10	14	26	53	0	0
04740	Charette	Charette	61	14	4	9	14	18	38	41	0	0
06641	Saint-Simon	Saint-Simon	48	14	5	10	14	20	28	35	0	0
08042	École Murdoch	Rouyn-Noranda	117	15	3	10	15	27	49	56	0	0
05209	École Sacré-Cœur	Asbestos	55	18	9	12	19	24	45	82	0	0
06099	Sainte-Anne-de-Bellevue	Montréal	59	19	6	13	18	30	54	93	0	0
02621	Père Honorat	Saguenay	57	19	6	14	19	25	57	62	0	0
03123	Saint-Noël	Thetford Mines	53	21	7	16	23	29	58	72	0	0
02101	École Jean-Dequen	Alma	52	24	7	19	25	33	45	62	0	0
02202	Bureau de poste	Saguenay	50	26	8	20	25	34	93	125	0	0
04404	Haut Saint-Maurice	La Tuque	59	26	5	19	24	33	72	184	1	1,7
04130	Frigon	Shawinigan	28	28	9	18	28	39	78	89	0	0
03012	De l'Église	Québec	55	29	9	22	29	38	73	75	0	0
05013	Parc Webster	Sherbrooke	59	29	10	18	27	38	91	145	0	0
08006	255, 5e Rue	Rouyn-Noranda	115	29	5	18	28	49	97	129	0	0
04049	Éc. l'Assomption	Trois-Rivières	47	30	4	24	32	39	67	85	0	0
07002	Hull (Ile)	Gatineau	55	31	8	22	31	41	83	130	0	0
04048	Roy	Trois-Rivières	46	32	7	24	32	44	75	87	0	0
06013	Drummond	Montréal	60	34	15	24	32	48	87	136	0	0
06329	Résidence Marie-Lucie	Saint-Jérôme	51	35	5	23	35	54	101	150	0	0
06054	Hochelaga-Maisonneuve	Montréal	55	36	15	22	33	50	103	171	0	0
04052	Denoncourt	Trois-Rivières	58	37	7	28	35	51	121	129	0	0
03020	Beaucage	Québec	59	40	16	29	39	54	109	174	1	1,7
06006	Anjou	Montréal	53	48	13	35	47	68	128	139	1	1,8
03006	Des Sables	Québec	58	49	15	34	47	65	172	208	3	5,2
06355	Moisson Lanaudière	Joliette	54	49	8	25	52	73	153	184	2	3,7

Note : stations exploitées par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs et la Ville de Montréal

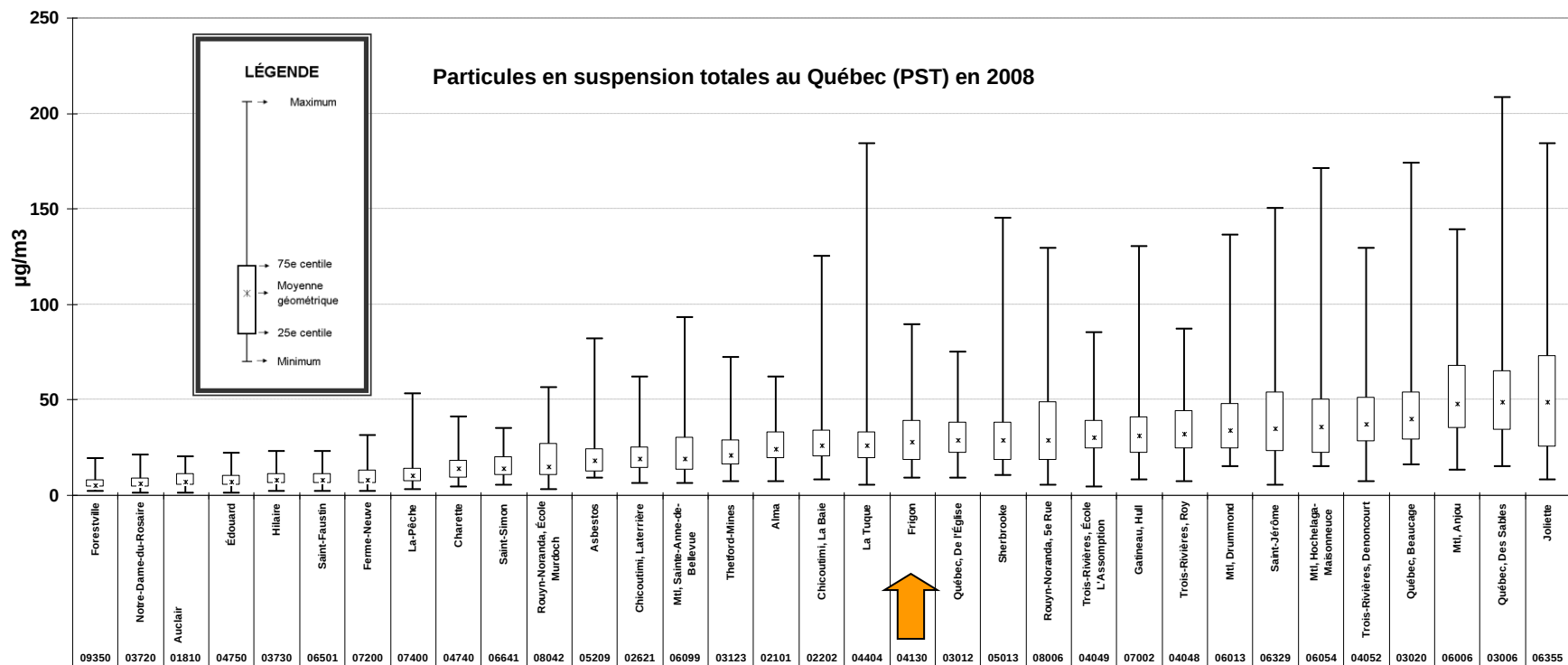


Figure 15 : Quartiles des concentrations de particules en suspension totales (PST) pour l'ensemble des stations de mesure au Québec en 2008

6.2.2.2 Particules de moins de 10 µm (PM₁₀)

Situation à Shawinigan

Station Frigon

Tel que mentionné au chapitre 5, il n'y a pas de norme pour les PM₁₀, c'est pourquoi les lignes directrices de l'OMS sont utilisées comme comparatif. Selon les données obtenues à la station Frigon (04130)⁴ par le MDDEP depuis les années 2000, les moyennes arithmétiques annuelles de PM₁₀ se situent autour de 20 µg/m³, ce qui représente une diminution de près d'un tiers comparativement aux années 90 (voir la figure 16). Depuis 2002, les concentrations moyennes annuelles oscillent autour de 20 µg/m³, soit la valeur recommandée par l'OMS pour la concentration moyenne annuelle limite pour les PM₁₀.

La valeur recommandée par l'OMS pour les concentrations sur 24 heures pour les PM₁₀ (50 µg/m³) a été dépassée une fois par année, sur une soixantaine d'échantillons entre 2004 et 2008, sauf en 2005 où elle a été dépassée deux fois (figure 17). Ces dépassements semblent être essentiellement causés par les émissions industrielles du secteur, ce qui n'exclut pas que d'autres sources d'émissions puissent aussi contribuer à influencer la qualité de l'air telles que le transport, le chauffage résidentiel au bois ou les incendies.

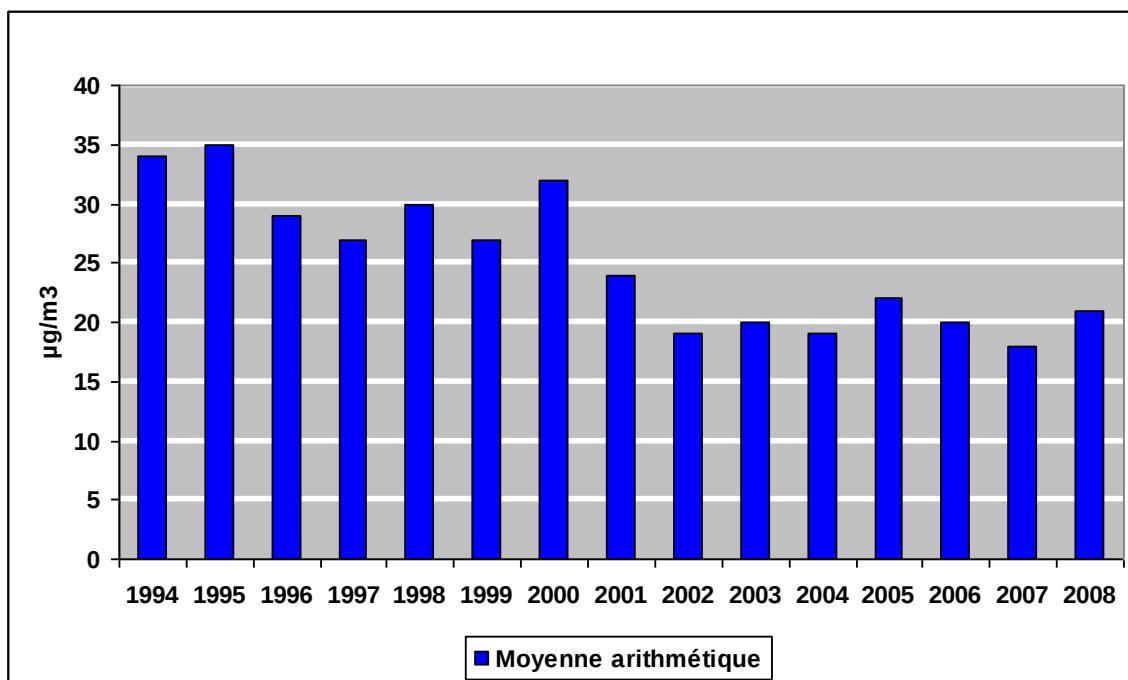


Figure 16 : Évolution des concentrations moyennes annuelles arithmétiques des PM₁₀ à la station Frigon (04130) entre 1994 et 2008

⁴ L'échantillonnage des PM₁₀ est similaire à celui des particules en suspension totales (pesées en laboratoire tous les six jours).

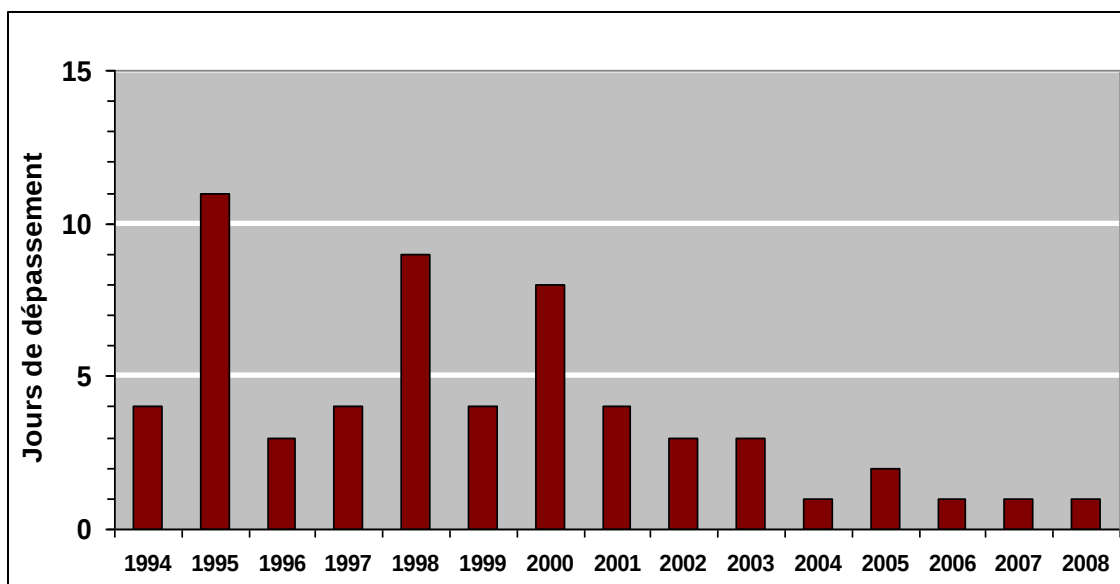


Figure 17 : Nombre de jours de dépassement de la ligne directrice de l'OMS de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM_{10} à la station Frigon (04130) entre 1994 et 2008

Station Christ-Roi

Pour leur part, les résultats recueillis par RTA à la station Christ-Roi (SH-1) se traduisent par des concentrations moyennes annuelles plus élevées qu'à la station Frigon du MDDEP. Différents facteurs peuvent expliquer cette situation. Comparativement à la station Frigon, la station Christ-Roi est située plus près de l'aluminerie et le nombre d'échantillons prélevés y est plus grand, ce qui se traduit par la détection de valeurs maximales plus élevées. Enfin, il est possible que sa localisation l'expose davantage aux émissions directes et indirectes associées à la circulation des automobiles et des camions sur les axes routiers situés à proximité.

Comme à la station Frigon, les moyennes annuelles de PM_{10} observées à cette station ont été relativement stables entre 2001 et 2008. Elles y ont cependant fluctué à un niveau plus élevé qu'à la station Frigon, entre 30 et $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (figure 18). Ces valeurs excèdent la valeur recommandée par l'OMS pour la concentration annuelle ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$). La station Christ-Roi est davantage exposée aux vents dominants par rapport à l'aluminerie que la station Frigon (voir la rose des vents de l'année 2008 à la figure 7).

La valeur recommandée par l'OMS ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 24 heures) a été dépassée 8 fois respectivement en 2007 et en 2008 (figure 19).

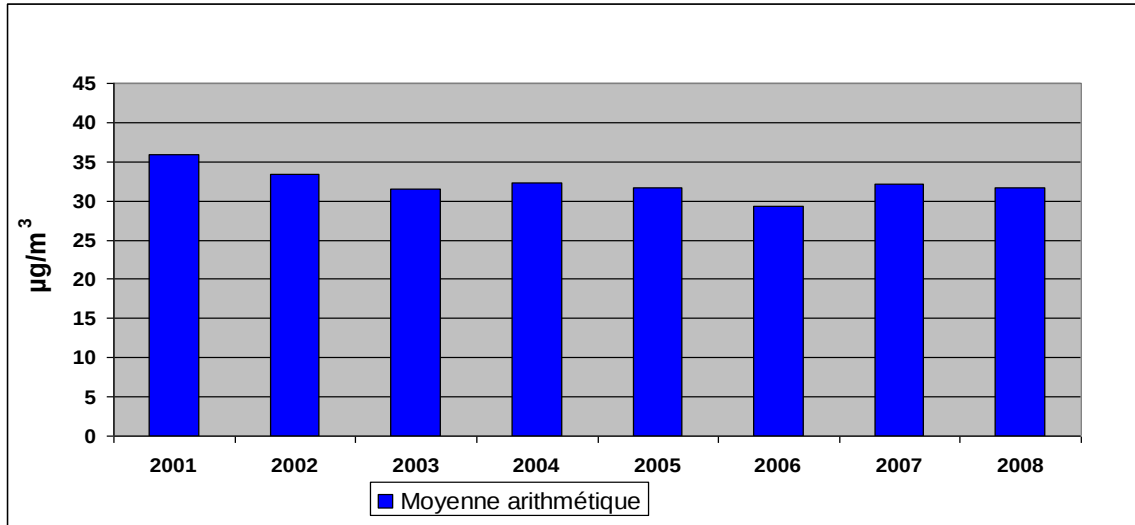


Figure 18 : Évolution des concentrations moyennes annuelles arithmétiques des PM₁₀ à la station Christ-Roi (SH-1) entre 2001 et 2008

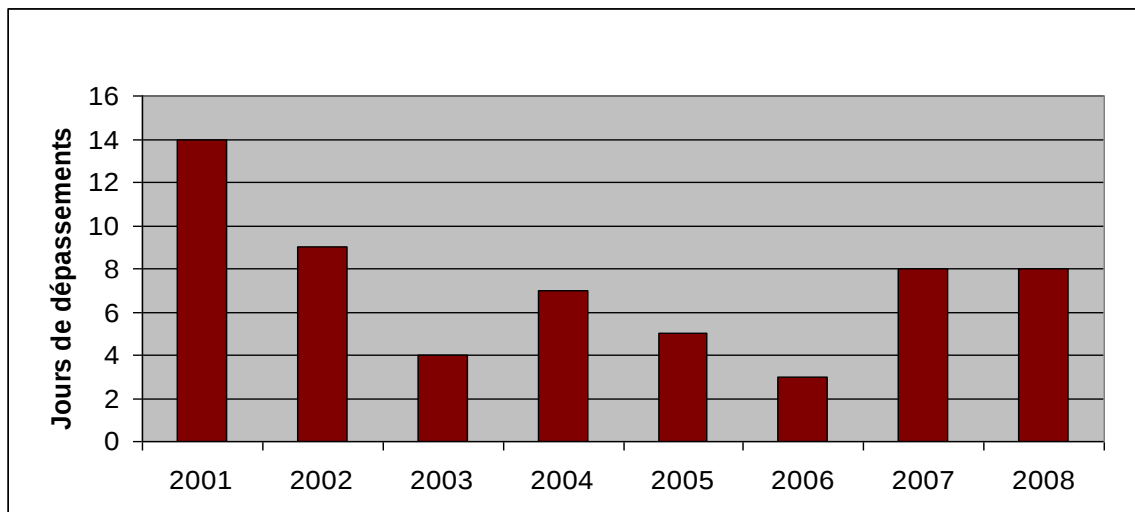


Figure 19 : Nombre de jours de dépassement de la ligne directrice sur 24 heures de 50 µg/m³ pour les PM₁₀ à la station Christ-Roi (SH-1) entre 2001 et 2008

Comparaison avec les résultats de l'ensemble des stations de mesure du Québec

En 2008, la situation à l'égard des PM₁₀ pour la station Frigon à Shawinigan est comparable à celle décrite plus haut pour les PST. Comme pour les PST, les concentrations sont semblables à celles observées généralement en milieu urbain, notamment en ce qui a trait à la moyenne arithmétique. Les concentrations maximales se comparent à celles d'autres stations fortement influencées par le transport ou certains types d'activité industrielle. On peut comparer la distribution des PM₁₀ obtenue à la station Frigon de Shawinigan avec celles observées ailleurs au Québec en consultant le tableau 11 et la figure 20. Cette comparaison ne comprend pas les résultats de la station Christ-Roi.

Tableau 11 : Distribution des concentrations journalières de PM₁₀ en 2008 pour l'ensemble des stations de mesure au Québec (en microgrammes par mètre cube)

Numéro de la station	Nom de la station	Municipalité	Nombre de données	Moyenne arithmétique	Minimum	25e centile	50e centile	75e centile	98e centile	Maximum
06620	L'Acadie	Saint-Jean-sur-Richelieu	54	12	4	9	11	15	33	33
06099	Sainte-Anne-de-Bellevue	Montréal	57	12	2	7	12	15	26	43
04504	Bécancour (Aréna)	Bécancour	60	14	4	9	12	15	37	39
01805	Murdochville-Génivar	Murdochville	50	16	7	10	15	20	31	32
04130	Frigon	Shawinigan	56	18	4	10	14	21	62	66
06054	Hochelaga-Maisonneuve	Montréal	58	18	6	10	14	22	45	87
06013	Drummond	Montréal	57	18	6	12	16	21	48	75
04019	Ursulines	Trois-Rivières	57	19	9	13	16	23	42	51
06003	Saint-Jean-Baptiste	Montréal	60	19	5	13	17	24	38	48
06044	Saint-Michel	Montréal	54	20	7	11	17	24	43	81
06760	Parc Océanie	Brossard	54	20	4	14	19	24	48	59
02016	Parc Berthier	Saguenay	48	21	4	10	18	26	57	61
08401	Temiscaming	Témiscaming	60	22	4	9	16	27	76	88
03006	Des Sables	Québec	61	23	4	15	20	28	61	78

Note : stations exploitées par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs et la Ville de Montréal

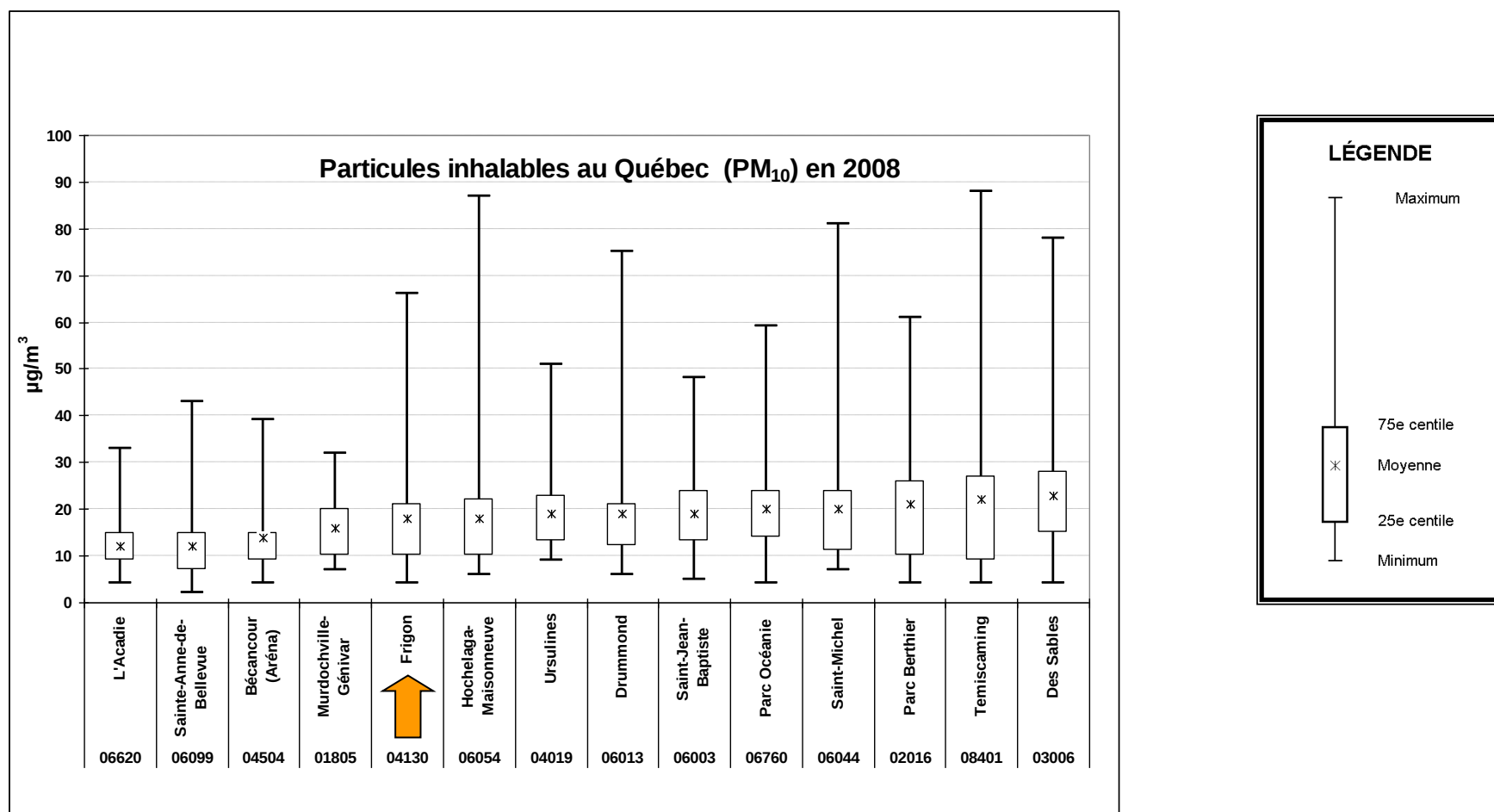


Figure 20 : Quartiles des concentrations de particules inhalables (PM₁₀) pour l'ensemble des stations de mesure au Québec en 2008

6.2.2.3 Particules fines (PM_{2,5})

Situation à Shawinigan

Les méthodes de mesure en continu des particules fines (PM_{2,5}) sont relativement récentes et elles ne sont disponibles au Québec que depuis une dizaine d'années. À Shawinigan, cette mesure a été implantée à la station Frigon en 1998 et à la station Saint-Joseph depuis 2003.

Les moyennes annuelles dans les années 1998-2000 étaient de l'ordre de 20 µg/m³ dans le quartier Saint-Marc (station Frigon). Elles se situent autour de 10 µg/m³ en 2008, soit près de deux fois moins de particules fines que dans les années 1998-2000 (voir figure 21). Pour la station du quartier de L'Assomption, les concentrations sont demeurées stables depuis son ouverture. Les concentrations moyennes annuelles mesurées en 2008 s'approchent ou passent sous la valeur de la ligne directrice de l'Organisation mondiale de la santé (moyenne annuelle de 10 µg/m³).

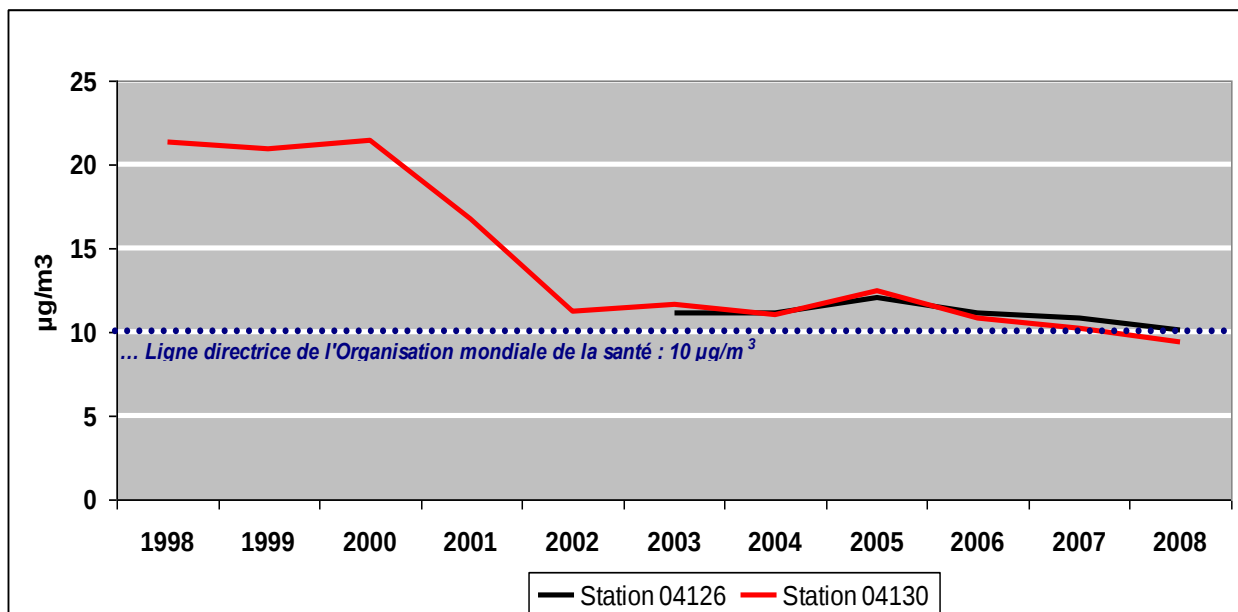


Figure 21 : Évolution des concentrations moyennes annuelles des particules fines (PM_{2,5}) aux stations Saint-Joseph (04126) et Frigon (04130) du MDDEP entre 1998 et 2008

La figure 22 montre les roses de pollution des deux stations pour l'année 2008. Une rose de pollution illustre les concentrations moyennes associées à chacune des 16 provenances de vent. L'aspect visuel du graphique ne doit donc pas être interprété comme un panache d'influence d'une source, mais bien comme des concentrations moyennes associées à une provenance du vent. La prépondérance de la source de particules fines se traduit par des concentrations horaires moyennes de 40 et 34 µg/m³ pour les vents de sud-sud-ouest et sud-ouest à la station Saint-Joseph (soit trois à quatre fois environ la moyenne annuelle) et de 29 µg/m³ pour les vents du nord à la station Frigon (environ trois fois la moyenne annuelle). À la station Frigon, les concentrations moyennes de l'année 2001, aussi illustrées en rouge, montrent qu'à cette époque les concentrations moyennes étaient aussi très influencées par les émissions provenant de l'usine Norton.

En ce qui a trait aux concentrations horaires maximales de particules fines rencontrées depuis 2002, elles sont près de trois fois moindres que dans les années antérieures et se situent aux environs de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (voir figure 23). Dans le cas de la station Frigon, la diminution de la moyenne et des valeurs maximales s'explique par la fermeture de l'usine de la compagnie Norton, située à proximité de la station.

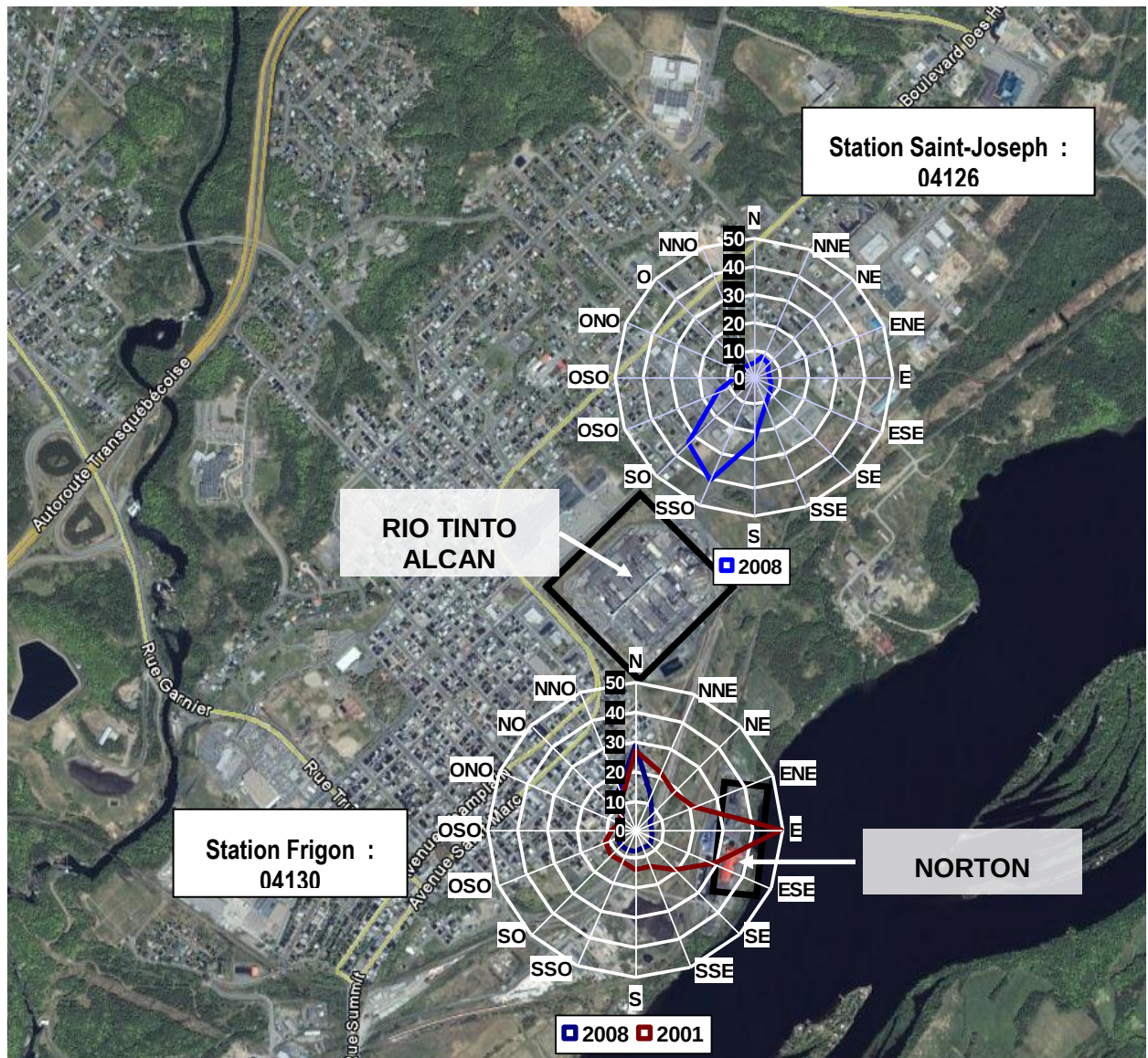


Figure 22 : Concentrations moyennes de particules fines (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) par direction de vent aux stations Saint-Joseph (04126) et Frigon (04130) à Shawinigan, 2008

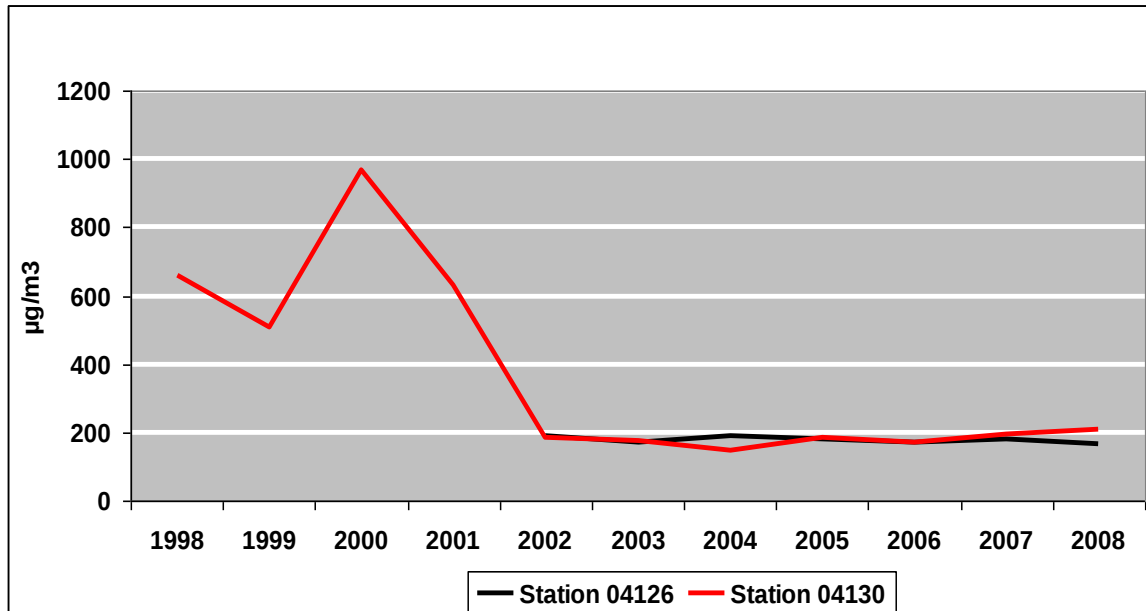


Figure 23 : Évolution des concentrations horaires maximales des particules fines (PM_{2,5}) aux stations Saint-Joseph (04126) et Frigon (04130) du MDDEP entre 1998 et 2008

Selon le Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère du MDDEP, pour les particules fines (PM_{2,5}), la moyenne journalière ne devrait pas excéder 30 µg/m³ pour les nouveaux projets.

Ainsi, pendant les années 2006 à 2008, cette moyenne fut dépassée entre 16 et 24 jours à la station Frigon et entre 16 et 31 jours à la station Saint-Joseph, ce qui correspond respectivement à 4,6 à 7,2 % et 4,5 à 8,8 % des jours de l'année⁵ (figure 24). Ces pourcentages représentent entre un et trois dépassements par mois dans les quartiers Saint-Marc et L'Assomption. Il arrive également qu'aucun dépassement ne soit observé au cours d'un mois. Il importe de spécifier que lors des épisodes de mauvaise qualité de l'air caractérisés par des concentrations élevées de particules fines, cette pollution est aussi perceptible visuellement par un smog grisâtre.

⁵ Pourcentage des jours où la concentration moyenne des PM_{2,5} est supérieure à 30 µg/m³ par rapport au nombre de jours où la concentration est valide.

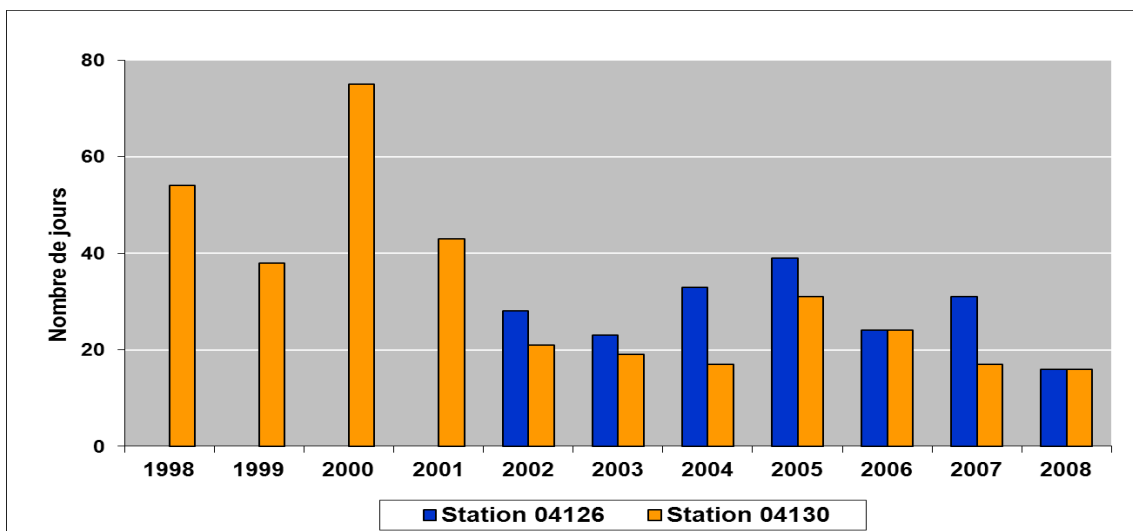


Figure 24 : Nombre de jours où la concentration moyenne journalière des particules fines ($PM_{2,5}$) est supérieure à $30 \mu g/m^3$ aux stations Saint-Joseph (04126) et Frigon (04130) du MDDEP entre 1998 et 2008

Comparaison avec les résultats de l'ensemble des stations de mesure du Québec

Les tableaux 12 et 13, ainsi que les figures 25 et 26 permettent de comparer les distributions de $PM_{2,5}$ observées à Shawinigan par rapport à l'ensemble des distributions de ce polluant à travers le réseau de surveillance québécois de la qualité de l'air en 2008. Les concentrations moyennes de $PM_{2,5}$ à Shawinigan sont comparables à celles mesurées à Montréal et à Laval, des milieux fortement urbanisés considérablement influencés par le transport et certains types d'activités industrielles. Les distributions des concentrations horaires diffèrent toutefois entre Shawinigan et plusieurs stations de la région métropolitaine.

En effet, la valeur moyenne en $PM_{2,5}$ relativement élevée de Shawinigan est tributaire de concentrations maximales parmi les plus élevées observées au Québec, les valeurs des 25^e, 50^e et 75^e percentiles étant plutôt comparables à des milieux urbains de petites et moyennes dimensions tels que L'Assomption, Trois-Rivières, Gatineau, Sherbrooke et Québec.

Sauf pour Témiscaming, les concentrations moyennes journalières de $PM_{2,5}$ ont les maximums les plus élevés et dépassent les valeurs du RAA le plus souvent (par exemple, en 2008, 16 jours de dépassement). Toutefois, la moyenne reste comparable à des régions urbaines ou industrielles québécoises.

Il semble qu'en dehors des épisodes de mauvaise qualité de l'air (de 1 à 3 fois par mois), les concentrations de particules fines à Shawinigan demeurent relativement modérées et s'avèrent de même ordre de grandeur que celles mesurées dans des milieux urbains comparables, du moins pour l'année 2008. Toutefois, la modernisation des stations d'échantillonnage du MDDEP réalisée en 2008 et 2009 pourrait influencer ce portrait dans les années à venir. En effet, des échantillonneurs plus sensibles aux $PM_{2,5}$ (remplacement des TEOM-SES par des technologies plus performantes TEOM-FDMS ou BAM) ont été installés dans l'ensemble des stations d'échantillonnage du Québec. Il faudra donc revoir les comparaisons entre les différentes stations avec les résultats de 2010.

Tableau 12 : Distribution des concentrations horaires de PM_{2,5} pour 2008, en µg/m³

Numéro de la station	Nom de la station	Municipalité	Méthode	Nombre de données	Moyenne	Écart type	Minimum	25e centile	Médiane	75e centile	95e centile	98e centile	Maximum
08450	Bell	Senneterre	BAM	8659	3,2	3,8	0	0	2	5	11	15	32
04750	Édouard	Lac-Édouard	BAM	7943	4,1	4,3	0	1	3	6	12	17	40
02610	Pemouca	La Doré	BAM	8669	4,6	3,7	0	2	4	6	11	16	30
02022	Université Chicoutimi	Saguenay	TEOM-SES	8703	5,2	5,5	0	2	4	7	15	22	57
01810	Auclair	Auclair	BAM	8481	5,3	4,1	0	3	5	7	12	17	49
03730	Hilaire	Saint-Hilaire-de-Dorset	BAM	8735	5,3	4,7	0	2	4	7	14	19	40
04504	Bécancour (Aréna)	Bécancour	TEOM-SES	8381	5,3	5,7	0	2	4	7	15	21	163
03720	Notre-Dame-du-Rosaire	Notre-Dame-du-Rosaire	BAM	8675	5,4	5,0	0	2	4	7	15	21	44
05810	Ditton	La Patrie	BAM	6013	5,4	5,1	0	2	4	7	15	21	39
07400	La-Pêche	La Pêche	BAM	7565	5,8	5,7	0	1	4	9	18	22	37
03028	Saint-Charles-Garnier	Québec	TEOM-SES	8726	5,9	5,7	0	2	4	8	17	24	62
04730	Tingwick	Tingwick	BAM	8294	6,0	5,4	0	3	5	8	17	23	51
05018	Parc Cambron	Sherbrooke	BAM	2719	6,0	5,3	0	2	5	8	17	23	40
05018	Parc Cambron	Sherbrooke	TEOM-SES	5866	6,0	5,5	0	2	5	8	17	22	56
07002	Hull (Ile)	Gatineau	TEOM-SES	8143	6,1	5,8	0	2	4	8	18	23	106
07200	Mont-St-Michel	Ferme-Neuve	BAM	8502	6,4	4,6	0	3	5	8	15	20	105
04740	Charette	Charette	BAM	8701	6,7	7,3	0	1	5	9	22	28	64
03006	Des Sables	Québec	TEOM-SES	8498	6,8	6,7	0	3	5	9	20	26	99
06501	Faustin	Saint-Faustin-Lac-Carré	BAM	8202	6,8	5,1	0	3	6	9	17	21	111
05800	Stukely	Stukely-Sud	BAM	7709	7,0	5,2	0	4	6	9	17	22	74
04019	Ursulines	Trois-Rivières	BAM	2842	7,4	6,7	0	3	6	10	20	26	55
04019	Ursulines	Trois-Rivières	TEOM-SES	5082	7,1	6,2	0	3	6	10	19	24	48
04711	Zéphirin	Saint-Zéphirin-de-Courval	BAM	8652	7,4	6,8	0	3	6	10	21	28	57
06500	L'Assomption	L'Assomption	BAM	8349	8,0	8,0	0	2	6	11	24	30	62
06620	L'Acadie	Saint-Jean-sur-Richelieu	BAM	8645	8,0	6,7	0	4	6	10	21	28	57
06641	Saint-Simon	Saint-Simon	BAM	8633	8,1	6,7	0	4	6	10	21	27	61
06600	Bourassa	Longueuil	BAM	4608	8,4	7,8	0	3	6	11	23	30	81
06600	Bourassa	Longueuil	TEOM-SES	4003	7,2	6,3	0	3	5	10	20	26	40
03021	Parc Les Primevères	Québec	BAM	7791	8,6	7,7	0	4	6	11	24	33	79
06760	Parc Océanie	Brossard	BAM	2985	8,8	7,2	0	4	7	11	22	30	63
06760	Parc Océanie	Brossard	TEOM-SES	5655	6,9	6,1	0	3	5	9	19	25	43
03200	Deschambault-RAMCO	Deschambault-Grondines	BAM	8493	8,9	5,9	0	5	8	11	21	26	51
08042	Parc Tremblay	Rouyn-Noranda	BAM	8364	9,3	7,3	0	5	8	11	21	29	164
04130	Frigon	Shawinigan	TEOM-SES	8482	9,3	15,0	0	2	5	10	31	58	208
06099	Sainte-Anne-de-Bellevue	Montréal	TEOM-FDMS	4644	9,3	7,8	0	4	7	12	24	31	74
06099	Sainte-Anne-de-Bellevue	Montréal	TEOM-SES	3855	5,8	5,7	0	2	4	8	17	22	44
06066	Aéroport de Montréal 1	Montréal	TEOM-FDMS	6666	10,0	8,9	0	4	8	13	26	37	91
06066	Aéroport de Montréal 1	Montréal	TEOM-SES	534	6,4	6,2	0	2	4	10	18	26	35
04761	Lemieux	Lemieux	BAM	8651	10,0	6,7	0	6	9	13	23	28	68
04126	Saint-Joseph	Shawinigan	TEOM-SES	8431	10,1	16,0	0	2	5	11	40	63	167
06081	Molson	Montréal	TEOM-FDMS	218	10,4	5,8	0	6	9	15	20	24	26
06055	Rivière des Prairies	Montréal	TEOM-FDMS	8650	10,9	9,2	0	4	8	15	29	38	72
06804	Saint-Anicet	Saint-Anicet	BAM	8560	11,0	7,3	0	6	9	14	26	32	65
06205	Chomedey	Laval	BAM	3965	11,7	9,1	0	6	10	15	28	36	92
06205	Chomedey	Laval	TEOM-SES	3813	7,5	7,1	0	3	5	10	23	28	55
06003	Saint-Jean-Baptiste	Montréal	TEOM-FDMS	8622	11,8	8,2	0	6	10	15	28	35	70
06007	Chénier	Montréal	TEOM-FDMS	8737	12,0	8,6	0	6	10	16	28	36	72
06029	Parc Pilon	Montréal	TEOM-FDMS	8441	12,0	9,3	0	6	9	16	30	40	72
06029	Parc Pilon	Montréal	TEOM-SES	247	11,0	8,5	0	4	10	15	31	36	40
06013	Drummond	Montréal	TEOM-FDMS	8625	12,7	9,2	0	7	10	16	30	37	115
06028	Duncan	Montréal	TEOM-FDMS	8314	12,7	9,1	0	7	11	16	29	40	93
06028	Duncan	Montréal	TEOM-SES	367	7,8	5,9	0	3	7	12	18	24	31
06054	Hochelaga-Maisonneuve	Montréal	TEOM-FDMS	8707	12,8	9,4	0	7	10	17	29	38	272
08401	Temiscaming	Temiscaming	BAM	8655	12,9	17,9	0	4	7	16	40	62	349

BAM Beta Attenuation Mass
TEOM-SES Tapered Element Oscillating Microbalance - Sample Equilibration System
TEOM-FDMS Tapered Element Oscillating Microbalance - Filter D Measurement System

Note : le remplacement des TEOM-SES par des technologies plus performantes (TEOM-FDMS ou BAM) a débuté en 2008.

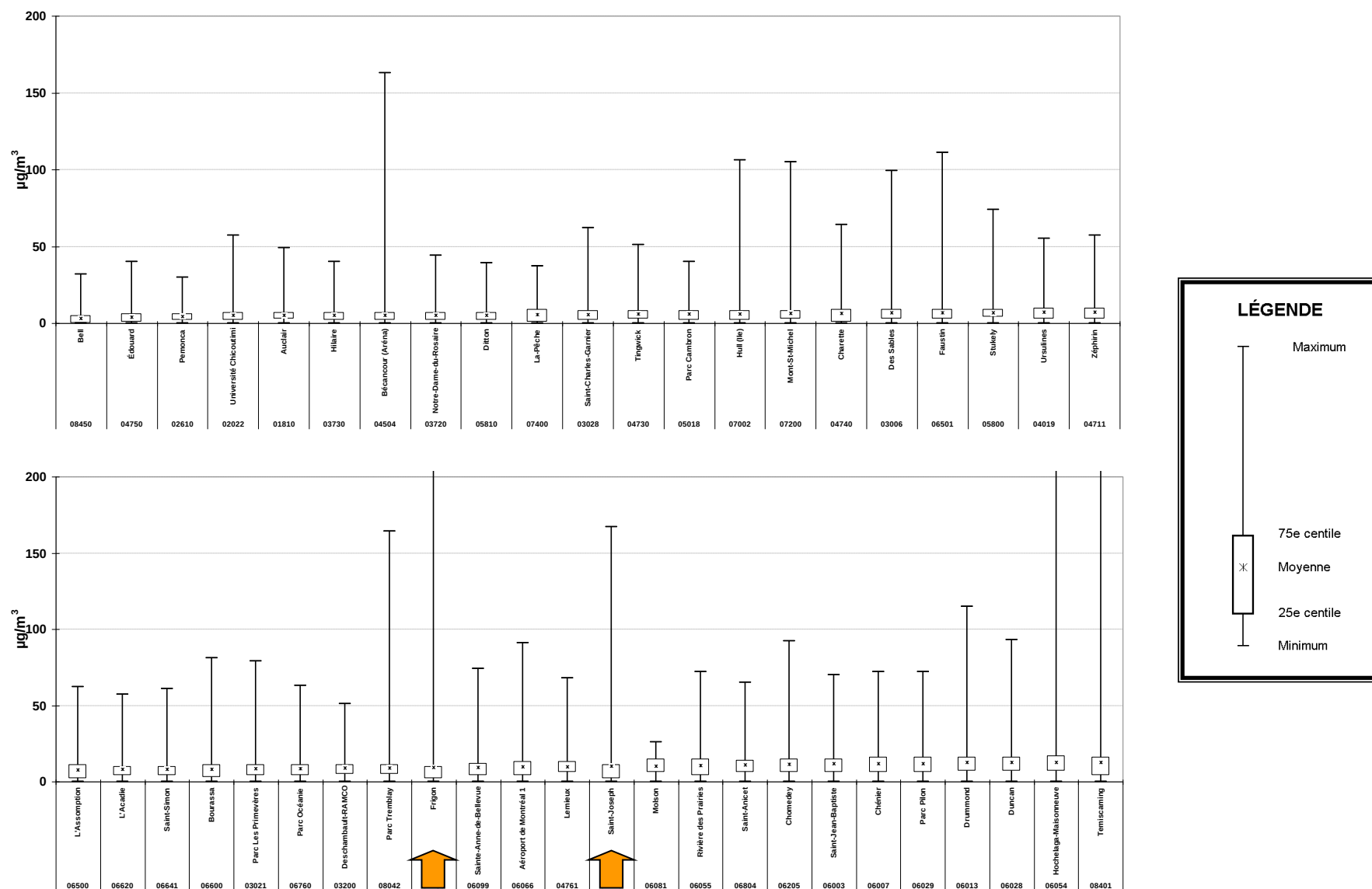


Figure 25 : Quartiles des concentrations horaires de particules fines (PM_{2,5}) pour l'ensemble des stations de mesure au Québec en 2008

Tableau 13 : Distribution des concentrations moyennes journalières de PM_{2,5} pour 2008, en µg/m³

Numéro de la station	Nom de la station	Municipalité	Méthode	Nombre de données	Moyenne	Écart type	Min	25e centile	Médiane	75e centile	95e centile	98e centile	Max	Jours > critère MDDEP 30 µg/m ³		Jours > critère OMS 25 µg/m ³	
														Nb	%	Nb	%
08450	Bell	Senneterre	BAM	358	3,2	2,9	0	1	2	4	9	12	20	0	0,0%	0	0,0%
04750	Édouard	Lac-Édouard	BAM	327	4,1	3,4	0	2	3	5	10	15	26	0	0,0%	1	0,3%
05810	Ditton	La Patrie	BAM	333	4,3	4,0	0	2	4	6	13	17	24	0	0,0%	0	0,0%
02610	Pemouca	La Doré	BAM	359	4,6	2,9	1	3	4	5	10	14	22	0	0,0%	0	0,0%
02022	Université Chicoutimi	Saguenay	TEOM-SES	364	5,2	3,8	0	3	4	7	12	14	32	1	0,3%	3	0,8%
01810	Auclair	Auclair	BAM	351	5,3	3,4	1	3	5	7	12	15	24	0	0,0%	0	0,0%
03730	Hilaire	Saint-Hilaire-de-Dorset	BAM	364	5,3	3,8	1	3	4	7	12	16	26	0	0,0%	1	0,3%
04504	Bécancour (Aréna)	Bécancour	TEOM-SES	349	5,3	3,7	0	3	5	7	12	15	23	0	0,0%	0	0,0%
03720	Notre-Dame-du-Rosaire	Notre-Dame-du-Rosaire	BAM	362	5,4	3,9	0	3	5	7	12	18	26	0	0,0%	1	0,3%
03028	Saint-Charles-Garnier	Québec	TEOM-SES	364	5,9	4,1	0	3	5	8	14	16	31	1	0,3%	2	0,5%
07400	La-Pêche	La Pêche	BAM	315	5,9	4,6	0	2	5	8	14	18	24	0	0,0%	0	0,0%
04730	Tingwick	Tingwick	BAM	344	6,0	4,3	1	3	5	7	15	17	32	1	0,3%	2	0,6%
05018	Parc Cambron	Sherbrooke	BAM	113	6,0	3,7	1	4	5	8	12	16	24	0	0,0%	0	0,0%
05018	Parc Cambron	Sherbrooke	TEOM-SES	245	5,9	3,8	1	3	5	8	14	17	23	0	0,0%	0	0,0%
07002	Hull (Ile)	Gatineau	TEOM-SES	337	6,1	4,6	0	3	5	8	16	20	30	0	0,0%	1	0,3%
07200	Mont-St-Michel	Ferme-Neuve	BAM	353	6,4	3,5	1	4	6	8	13	16	24	0	0,0%	0	0,0%
04740	Charette	Charette	BAM	362	6,7	5,7	0	2	5	10	16	24	37	3	0,8%	5	1,4%
03006	Des Sables	Québec	TEOM-SES	353	6,8	4,8	0	4	6	8	16	20	39	1	0,3%	3	0,8%
06501	Faustin	Saint-Faustin--Lac-Carré	BAM	339	6,8	3,9	1	4	6	9	14	19	27	0	0,0%	1	0,3%
05800	Stukely	Stukely-Sud	BAM	318	7,0	3,8	2	5	6	8	15	18	25	0	0,0%	0	0,0%
04019	Ursulines	Trois-Rivières	BAM	117	7,2	4,5	1	4	6	10	16	19	25	0	0,0%	0	0,0%
04019	Ursulines	Trois-Rivières	TEOM-SES	210	7,1	4,5	0	4	6	9	15	19	25	0	0,0%	0	0,0%
04711	Zéphirin	Saint-Zéphirin-de-Courval	BAM	359	7,4	5,5	1	4	6	9	19	24	37	3	0,8%	5	1,4%
06500	L'Assomption	L'Assomption	BAM	347	8,0	6,4	0	4	6	11	20	26	39	4	1,2%	11	3,2%
06620	L'Acadie	Saint-Jean-sur-Richelieu	BAM	359	8,0	5,5	1	4	7	10	19	26	37	3	0,8%	8	2,2%
06641	Saint-Simon	Saint-Simon	BAM	358	8,1	5,2	1	5	7	10	19	23	37	2	0,6%	2	0,6%
06600	Bourassa	Longueuil	BAM	191	8,4	5,7	1	5	7	10	17	25	41	3	1,6%	3	1,6%
06600	Bourassa	Longueuil	TEOM-SES	167	7,1	4,6	0	4	6	10	16	20	26	0	0,0%	1	0,6%
03021	Parc Les Primevères	Québec	BAM	323	8,5	5,6	2	5	7	11	20	26	37	2	0,6%	8	2,5%
06760	Parc Océanie	Brossard	BAM	124	8,8	5,8	1	5	8	10	18	27	37	2	1,6%	3	2,4%
06760	Parc Océanie	Brossard	TEOM-SES	235	6,9	4,7	0	4	6	9	16	22	24	0	0,0%	0	0,0%
03200	Deschambault-RAMCO	Deschambault-Grondines	BAM	353	8,9	4,6	2	6	8	11	16	24	34	2	0,6%	6	1,7%
08042	Parc Tremblay	Rouyn-Noranda	BAM	349	9,2	4,4	3	6	8	11	17	21	39	1	0,3%	5	1,4%
06099	Sainte-Anne-de-Bellevue	Montréal	TEOM-FDMS	193	9,3	6,5	1	5	8	12	19	30	47	3	1,6%	7	3,6%
06099	Sainte-Anne-de-Bellevue	Montréal	TEOM-SES	160	5,8	4,5	0	3	4	8	15	20	23	0	0,0%	0	0,0%
04130	Frigon	Shawinigan	TEOM-SES	349	9,4	10,1	1	4	7	10	29	41	89	16	4,6%	22	6,3%
04761	Lemieux	Lemieux	BAM	362	10,0	4,8	2	7	9	12	19	22	38	1	0,3%	5	1,4%
06066	Aéroport de Montréal 1	Montréal	TEOM-FDMS	275	10,0	7,5	1	5	8	13	22	34	58	7	2,5%	12	4,4%
06066	Aéroport de Montréal 1	Montréal	TEOM-SES	22	6,3	4,5	2	2	4	9	14	15	15	0	0,0%	0	0,0%
04126	Saint-Joseph	Shawinigan	TEOM-SES	352	10,1	9,8	0	4	6	13	30	38	58	16	4,5%	28	8,0%
06081	Molson	Montréal	TEOM-FDMS	9	10,4	4,8	5	6	10	14	18	18	18	0	0,0%	0	0,0%
06055	Rivière des Prairies	Montréal	TEOM-FDMS	361	10,9	7,4	1	6	9	14	26	33	49	10	2,8%	19	5,3%
06804	Saint-Anicet	Saint-Anicet	BAM	356	11,0	5,9	2	7	10	14	24	29	38	5	1,4%	12	3,4%
06205	Chomedey	Laval	BAM	164	11,7	7,4	2	7	11	14	20	31	65	4	2,4%	5	3,0%
06205	Chomedey	Laval	TEOM-SES	159	7,4	5,2	0	4	6	9	18	21	32	1	0,6%	2	1,3%
06003	Saint-Jean-Baptiste	Montréal	TEOM-FDMS	357	11,8	6,7	2	7	10	15	25	31	45	8	2,2%	17	4,8%
06007	Chénier	Montréal	TEOM-FDMS	366	12,0	7,0	2	7	10	15	25	31	52	8	2,2%	19	5,2%
06029	Parc Pilon	Montréal	TEOM-FDMS	352	12,0	7,5	2	7	10	15	26	32	52	9	2,6%	20	5,7%
06029	Parc Pilon	Montréal	TEOM-SES	10	11,0	6,4	5	5	10	13	22	22	22	0	0,0%	0	0,0%
06013	Drummond	Montréal	TEOM-FDMS	358	12,7	7,5	2	8	11	15	28	33	65	13	3,6%	20	5,6%
06028	Duncan	Montréal	TEOM-FDMS	348	12,8	7,5	2	8	11	16	25	35	67	12	3,4%	17	4,9%
06028	Duncan	Montréal	TEOM-SES	15	7,7	4,5	3	3	7	11	16	16	16	0	0,0%	0	0,0%
06054	Hochelaga-Maisonneuve	Montréal	TEOM-FDMS	365	12,8	7,3	2	8	11	16	26	32	57	10	2,7%	19	5,2%
08401	Témiscaming	Témiscaming	BAM	359	12,8	10,2	2	5	10	17	33	46	69	22	6,1%	32	8,9%

BAM Beta Attenuation Mass
TEOM-SES Tapered Element Oscillating Microbalance - Sample Equilibration System
TEOM-FDMS Tapered Element Oscillating Microbalance - Filter D Measurement System

Note : le remplacement des TEOM-SES par des technologies plus performantes (TEOM-FDMS ou BAM) a débuté en 2008.

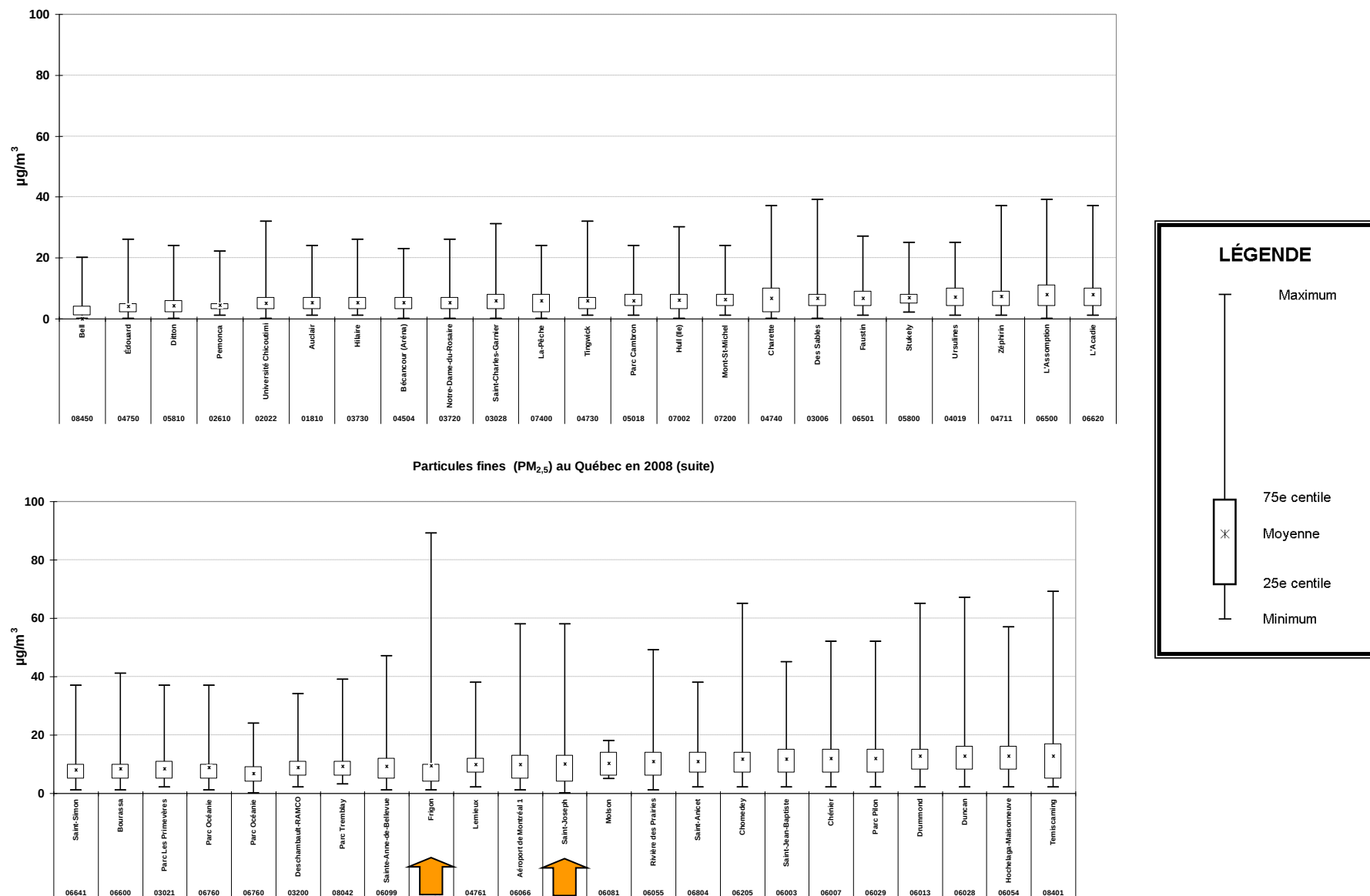


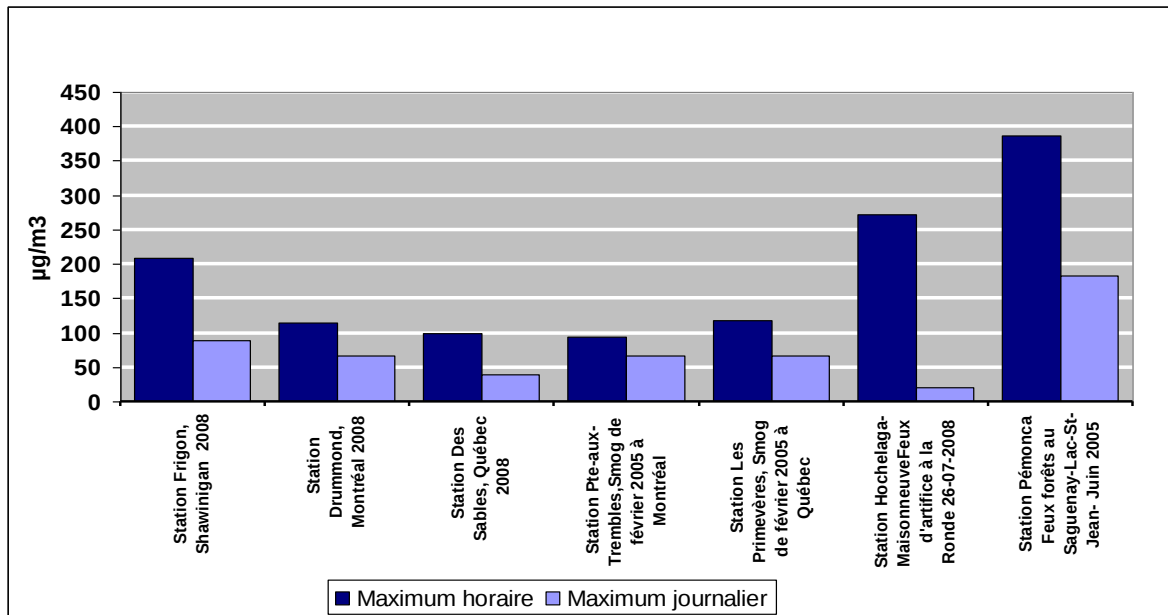
Figure 26 : Quartiles des concentrations journalières de particules fines (PM_{2,5}) pour l'ensemble des stations de mesure au Québec en 2008

Comparaison des valeurs maximales avec certains épisodes de pollution survenus ailleurs au Québec

On peut comparer les concentrations maximales horaires et journalières mesurées à Shawinigan avec d'autres valeurs enregistrées ailleurs au Québec en 2008, au cours de certains épisodes de pollution survenus en 2005 ainsi que lors d'événements ponctuels tels des feux d'artifice et des incendies de forêt (figure 27).

Les maximums horaires atteints à Shawinigan ont été observés à la station Frigon (208 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Ces maximums horaires sont relativement élevés tenant compte qu'en 2008, les concentrations horaires maximales de $\text{PM}_{2,5}$ mesurées à Montréal et à Québec ont été respectivement de 115 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à la station Drummond et 99 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à la station Des Sables. Ils sont aussi largement plus élevés que les maximums observés lors du plus long épisode de smog survenu entre le 31 janvier et le 8 février 2005, lors d'une période de forte stagnation de l'air sur les basses terres du Saint-Laurent. À ce moment, la concentration la plus élevée de particules fines a atteint 94 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à Montréal à la station Pointe-aux-Trembles, alors que durant le même épisode, à Québec, la concentration horaire la plus élevée de particules fines avait atteint 118 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à la station Les Primevères.

Des événements ponctuels comme les feux d'artifice et les incendies forestiers peuvent toutefois occasionner des concentrations horaires plus élevées que celles mesurées à Shawinigan. À titre d'exemple, au cours de la soirée du 26 juillet 2008 où ont été produits des feux d'artifice à La Ronde, on a mesuré une concentration horaire de 272 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à la station Hochelaga-Maisonneuve localisée à Montréal. Enfin, en juin 2005, lors d'incendies forestiers dans le secteur de Chibougamau, une concentration horaire maximale de 385 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a été mesurée à la station Pémonca dans la région du Lac-Saint-Jean, alors que la qualité de l'air était influencée par ces incendies.



Note : Dans le cas des deux derniers groupes d'éléments, il s'agit plutôt de concentrations moyennes spécifiques à une seule journée.

Figure 27 : Comparaison des concentrations horaires et journalières maximales de particules fines ($\text{PM}_{2,5}$) observées à Shawinigan, Montréal et Québec en 2008 et lors d'épisodes ou d'événements de mauvaise qualité de l'air

La figure 27 permet aussi de comparer les concentrations moyennes journalières maximales mesurées à Shawinigan ($89 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à la station Frigon) avec d'autres maximums survenus ailleurs pour les mêmes cas. Les constats sont, sauf exception, similaires à ceux décrits pour les concentrations horaires maximales, avec toutefois des écarts moins grands. Ainsi, la concentration horaire très élevée observée à la station Hochelaga-Maisonneuve a eu peu d'influence sur la concentration moyenne journalière du 26 juillet 2008 ($23 \mu\text{g}/\text{m}^3$), une valeur largement inférieure à la concentration journalière maximale observée à Shawinigan, $89 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Par contre, la concentration journalière associée aux feux de forêt du secteur de Chibougamau est demeurée beaucoup plus élevée à la station Pémonca dans la région du Lac-Saint-Jean ($183 \mu\text{g}/\text{m}^3$), étant donné que leur influence a persisté pendant plusieurs heures au cours de la même journée. Ainsi les pics de pollution qui peuvent survenir à Shawinigan présentent des concentrations de $\text{PM}_{2,5}$ élevées, même lorsqu'on les compare à des événements survenus au Québec qui étaient particulièrement de nature à faire augmenter les particules fines dans l'air ambiant. De plus, ces pics de pollution contribuent de façon importante à hausser la moyenne journalière à Shawinigan.

6.2.3 Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Situation à Shawinigan

La mesure du BaP à la station Frigon a débuté en 1994. La figure 28 montre les concentrations moyennes arithmétiques du BaP pour la période 1994 à 2008. La figure 29 présente aussi les résultats de BaP des stations exploitées par RTA entre 2001 et 2008. Malgré l'utilisation de méthodes d'échantillonnage différentes, les résultats se situent dans les mêmes ordres de grandeur (figure 29). De plus, ils montrent une cohérence spatiale par rapport aux concentrations attendues lorsque l'on considère les directions de vent. Ainsi on observe en général des concentrations moyennes de BaP plus élevées à la station Frigon, cette station étant très exposée lorsque le vent provient du nord et du nord-nord-ouest dans ce secteur (voir la rose des vents à la figure 7). Suivent les concentrations observées à la station RTA-SH-1 (Christ-Roi) exposée aux vents provenant du nord-nord-est et du nord-est et à la station RTA-SH-6 (école Saint-Joseph) exposée aux vents provenant du sud-sud-ouest et du sud-ouest.

À cause du nombre restreint d'échantillons disponibles annuellement (environ une trentaine) et de l'influence prépondérante d'une source majeure, les moyennes sont teintées d'une très grande variabilité statistique. Ainsi, la moyenne très élevée observée en 2008 à la station Frigon (fortement influencée par deux résultats observés en hiver, les 1^{er} janvier et 6 février) ne peut être interprétée avec certitude comme une augmentation des concentrations par rapport aux années précédentes. En effet, cette valeur est supérieure aux autres valeurs des stations de l'année 2008 et aux résultats de l'ensemble des stations des années antérieures. Au moins un facteur d'ordre météorologique pourrait avoir contribué à l'observation de ces deux résultats élevés. En effet, une fréquence élevée d'observation horaire où le vent a soufflé depuis la source d'émissions vers la station Frigon, conjuguée possiblement à des conditions de dispersion très défavorables, comme on observe souvent en hiver, pourrait expliquer en partie ces résultats plus élevés (Génivar, 2009). Par ailleurs, les résultats préliminaires pour 2009 présentent une moyenne de $9,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit beaucoup moins qu'en 2008 et qu'en 2005 et 2006. Un suivi de la situation sera donc nécessaire avant de pouvoir tirer des conclusions sur la tendance observée.

Comme pour les autres polluants traités précédemment, il importe de spécifier que la représentativité spatiale de la concentration moyenne dans la zone d'étude est limitée à l'environnement immédiat des sites d'échantillonnage. Quelle que soit l'évolution réelle des concentrations, les résultats montrent que les moyennes annuelles se sont toujours situées nettement au-dessus de la norme du Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère du MDDEP de 0,9 nanogramme par mètre cube (ng/m^3) (soit l'équivalent de $0,0009 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Ces valeurs moyennes sont représentatives d'un secteur influencé de manière prépondérante par les activités industrielles d'une aluminerie utilisant une vieille technologie.

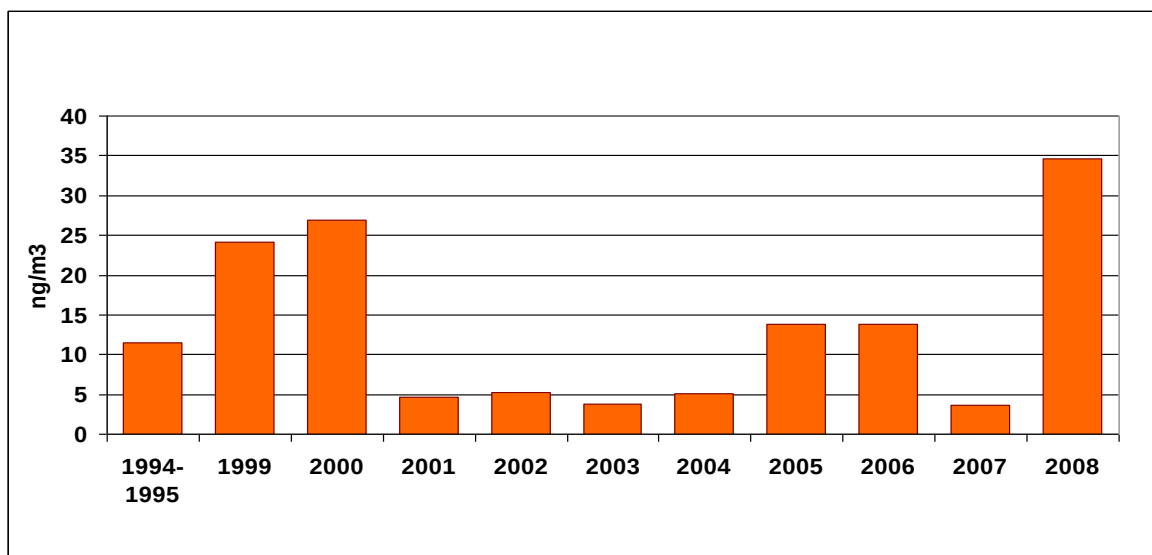


Figure 28 : Moyennes arithmétiques annuelles du benzo(a)pyrène (BaP) à la station Frigon (04130) entre 1994 et 2008

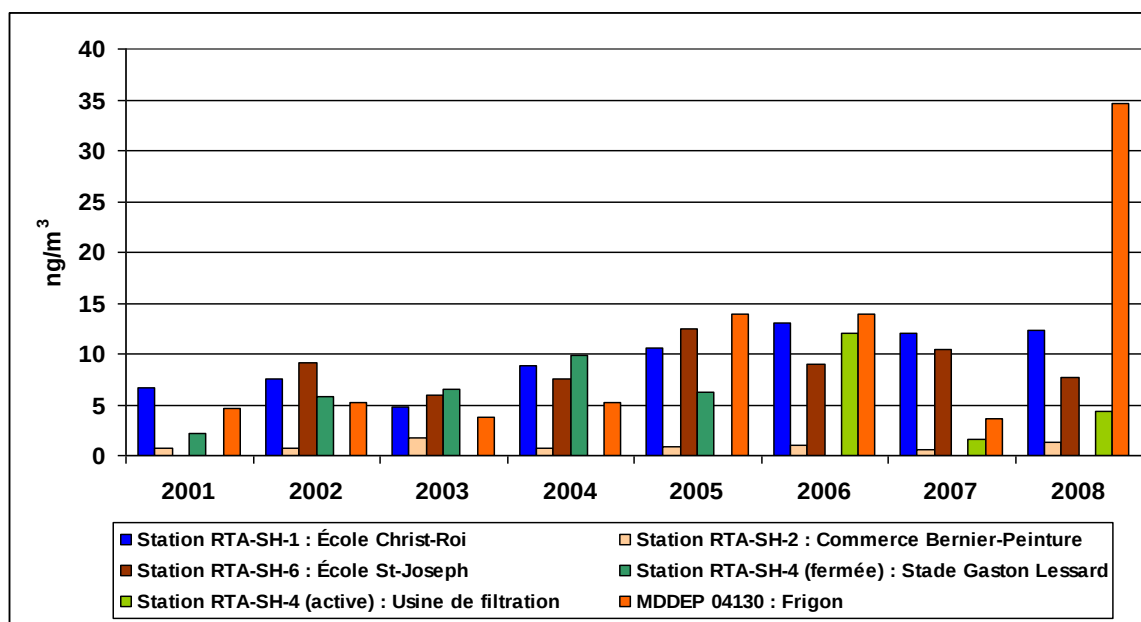


Figure 29 : Moyennes arithmétiques annuelles du benzo(a)pyrène (BaP) aux stations exploitées par Rio Tinto Alcan et à la station exploitée par le MDDEP entre 2001 et 2008

Le calcul des concentrations moyennes intégrées sur cinq ans permet de réduire sensiblement la variabilité des données (figure 30) et d'obtenir un meilleur aperçu de l'évolution générale de la situation. Depuis 1999, les moyennes sur cinq ans ont oscillé entre 6 et 14 ng/m³. Par ailleurs, les concentrations de benzo(a)pyrène semblent avoir augmenté depuis 2001 à la station Frigon.

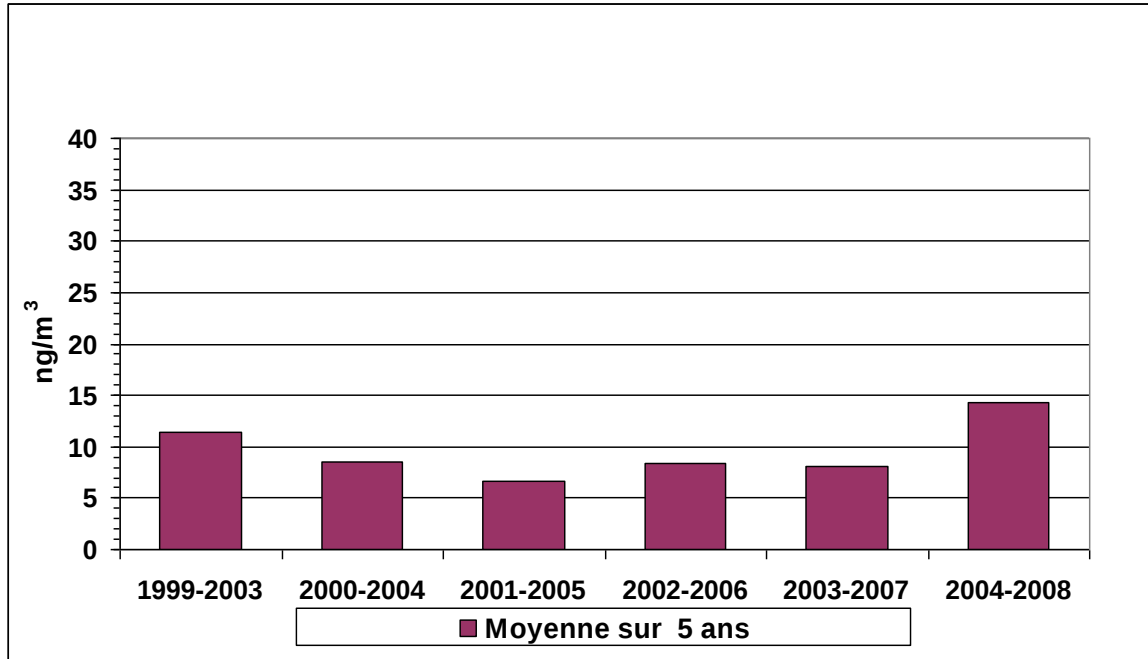


Figure 30 : Moyennes arithmétiques quinquennales du benzo(a)pyrène (BaP) à la station Frigon (04130) pour la période de 1999-2003 à 2004-2008

Comparaison avec les résultats de l'ensemble des stations de mesure du Québec (HAP)

Le tableau 14 permet de comparer certains indicateurs statistiques (moyenne, écart-type, médiane et maximum) de la mesure du benzo(a)pyrène (BaP) faite à Shawinigan avec les quelques autres stations de mesure disponibles ailleurs au Québec.

La station du Parc Berthier à Saguenay est la seule autre située à proximité d'une aluminerie. Comparativement aux années 80, les résultats les plus récents témoignent toutefois de la réduction très importante des émissions de HAP découlant de la cessation de la production d'aluminium à partir de l'ancienne technologie *Söderberg*.

Les stations du secteur Champigny à Québec et du secteur Rivière-des-Prairies à Montréal (RDP) sont affectées par les émissions provenant du chauffage résidentiel au bois. La station de la rue Ontario, située près du centre-ville de Montréal, n'est pas influencée par un type de source prépondérant.

Tableau 14 : Benzo(a)pyrène (BaP) au Québec en 2008, en ng/m³

Numéro de la station	Nom de la station	Municipalité	Nombre de données	Moyenne	Écart-type	Médiane	Maximum
06081	Molson	Montréal	17	0,12 ¹	0,10	0,10	0,43
06055	Rivière-des-Prairies	Montréal	24	0,19	0,28	0,07	1,16
03021	Parc les Primevères	Québec	28	0,38 ¹	0,68	0,09	3,3
02016	Parc Berthier	Saguenay	26	0,42	0,80	0,17	4,0
04130	Frigon	Shawinigan	30	34,7 ²	115,4	0,8	500
04130	Frigon 2009	Shawinigan		9,2 ³			

¹ Données de mai 2007 à avril 2008

² Cette moyenne est fortement influencée par deux résultats observés à l'hiver 2008, c'est pourquoi la moyenne de 2009 (résultats préliminaires), qui est plus cohérente avec les années antérieures, est aussi présentée.

³ Résultat préliminaire de 2009

En résumé

À la lecture des résultats présentés dans ce chapitre, il apparaît qu'il y a eu **une diminution des concentrations de la majorité des polluants atmosphériques mesurés au cours des années**. Ces diminutions sont principalement attribuables à la fermeture de plusieurs usines à technologies polluantes (notamment l'usine Norton en 2001) et à des améliorations apportées aux technologies de production et de réduction de la pollution des usines à Shawinigan. Par rapport à l'ensemble du Québec, de façon générale, Shawinigan se compare à d'autres régions industrielles ou à des régions urbanisées pour la majorité des moyennes des paramètres mesurés. **Les pics de $PM_{2,5}$ sont néanmoins parmi les plus élevés mesurés en 2008 au Québec. Concernant le BaP, Shawinigan présente les résultats moyens et médians les plus élevés des stations de mesure du Québec.**

- **Dioxyde de soufre (SO_2)** : Réduction de près de trois fois le niveau des concentrations des années 90. Réduction observée pour les concentrations moyennes annuelles et les concentrations maximales. Depuis 2002, les normes horaires, sur 24 heures et annuelles sont respectées, mais l'objectif de 8 ppb (24 h) de l'OMS est dépassé jusqu'à 60 jours par an.
- **Particules en suspension totales (PST)** : Réduction de près de quatre fois comparativement aux années 80. La norme annuelle est rencontrée depuis 1986. Les dépassements de la norme sur 24 heures sont peu fréquents et les maxima sont comparables à ceux des villes de Trois-Rivières, Québec et Montréal.
- **Particules inhalables (PM_{10})** : Réduction de près d'un tiers comparativement aux années 90, hormis pour la station Christ-Roi de RTA. Dépassements de la ligne directrice journalière de l'OMS peu fréquents depuis 2001 (moins de 3 jours de dépassement par an à la station Frigon et 3 à 14 jours de dépassement par an à la station Christ-Roi); la ligne directrice annuelle de l'OMS est dépassée chaque année à la station Christ-Roi.
- **Particules fines ($PM_{2,5}$)** : Sur la base de la moyenne annuelle, deux fois moins de particules fines que dans les années 1998-2000 et les concentrations horaires maximales rencontrées sont près de trois fois moindres. Les concentrations moyennes sont comparables à celles de Montréal et Laval. Depuis 2002, les concentrations moyennes annuelles sont à peu près égales au critère annuel de l'OMS ($10 \mu g/m^3$). Les concentrations journalières de particules fines dépassent la norme du MDDEP ($30 \mu g/m^3$) de 4,5 à 8,8 % des jours, soit entre un et trois dépassements par mois.
- **Benzo(a)pyrène (BaP)** : On ne peut se prononcer sur la tendance à cause de la grande variabilité des résultats. L'utilisation d'une moyenne sur cinq ans donne une meilleure indication de la concentration moyenne de cette substance. Depuis 1999, les moyennes sur cinq ans ont oscillé entre 6 et $14 ng/m^3$. Il semble que les concentrations de benzo(a)pyrène à la station Frigon ont été en augmentation depuis 2001. La norme du MDDEP ($0,9 ng/m^3$) est dépassée à chaque année.

7 Estimation du risque

Les mesures de surveillance environnementale à Shawinigan indiquent la présence de concentrations de contaminants atmosphériques à des niveaux dépassant de façon variable les critères établis. Ces niveaux sont comparables à d'autres régions industrielles ou urbanisées du Québec. Malgré tout, une préoccupation demeure quant aux dépassements des critères de l'OMS pour les $PM_{2,5}$ et aux pointes observées ainsi que le dépassement de la norme du MDDEP pour les HAP.

L'estimation du risque est nécessaire afin d'évaluer l'impact de ces dépassements sur la santé de la population. Il comporte deux étapes essentielles, en l'occurrence l'estimation de l'exposition de la population à un contaminant (chapitre précédent sur le portrait environnemental) et l'évaluation du risque que cette exposition amène des effets néfastes sur la santé, c'est-à-dire la probabilité qu'un effet nocif particulier sur la santé se produise chez une personne ou dans une population à la suite d'une exposition à ce contaminant (MSSS, 2002; Santé Canada, 2000). Puisqu'il est très difficile, voire impossible, d'attribuer avec certitude à la pollution atmosphérique un problème de santé précis chez une personne à un moment donné en raison des causes multifactorielles, l'utilisation des résultats des études épidémiologiques et toxicologiques permet d'estimer la part attribuable à la pollution atmosphérique pour un problème de santé chez des populations exposées. L'objectif de cette section est donc de fournir des estimations des impacts sanitaires possibles associés aux concentrations de contaminants retrouvées à Shawinigan.

7.1 Utilisation des résultats du modèle de simulation AQBAT pour estimer les impacts sanitaires du SO_2 et des $PM_{2,5}$

Des chercheurs de l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) ont estimé les impacts sanitaires de la pollution atmosphérique, toutes sources confondues, pour plusieurs unités géographiques du Québec (Bouchard et Smargiassi, 2008) à l'aide de l'outil *Air Quality Benefits Assessment Tool* (AQBAT) de Santé Canada (Judek et Stieb, 2006). Ce travail constitue à notre connaissance l'initiative la plus récente et rigoureuse à ce sujet. Ce rapport comprend des résultats pour Shawinigan pour l'année 2002. Ces derniers ont donc été récupérés et remaniés afin d'effectuer l'estimation des impacts sanitaires pour cette population.

7.1.1 Description, avantages et limites du modèle AQBAT

Dans le programme AQBAT, les impacts sanitaires sont dérivés du calcul du nombre annuel de décès prématurés et du nombre de problèmes de santé (ex. : nombre annuel de bronchites) découlant de l'exposition spécifique à cinq contaminants atmosphériques ($PM_{2,5}$, NO_2 , CO , O_3 , SO_2). AQBAT calcule la différence entre les impacts sanitaires associés à des concentrations x de contaminants de l'air (situation « réelle », c'est-à-dire les concentrations mesurées pour une année donnée, ici l'année 2002) et des concentrations y (situation hypothétique).

Dans le cadre de l'étude de l'INSPQ, la situation hypothétique de référence choisie est celle où toutes les sources humaines d'émissions de contaminants de l'air seraient réduites à zéro. Ainsi, dans cette situation hypothétique (c'est-à-dire, sans source humaine d'émission), les concentrations de contaminants employées dans le modèle

AQBAT sont de 1,8 µg/m³ pour les PM_{2,5} et de 0 ppb pour le SO₂⁶. Par conséquent, les estimations réalisées par AQBAT représentent les impacts sanitaires, pour une année donnée, de la pollution atmosphérique provenant de toutes les activités humaines et non pas uniquement celle provenant de l'exploitation industrielle.

De façon très schématique, voici comment les impacts sanitaires sont calculés par AQBAT :

Fonction concentration-réponse (assignée pour un couple contaminant-effet et exprimée en pourcentage d'excès d'un indicateur sanitaire par unité de contaminant) × Changement de concentration du contaminant × Taux annuel d'indicateur sanitaire dans la population (ex. : morts par million de population) × Population (en millions) = Nombre de cas en excès
--

Où :

- **Fonction concentration-réponse** : fonction mathématique, dérivée des résultats d'études épidémiologiques menées au Canada et aux États-Unis⁷, qui relie les concentrations de contaminants aux effets sanitaires; est utilisée pour estimer l'impact d'un contaminant sur la fréquence d'un problème de santé.
- **Concentration du contaminant** : les données proviennent des stations du Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique (RNSPA) d'Environnement Canada (base de données alimentée par le MDDEP et la Ville de Montréal). Dans le cadre du présent travail, ce paramètre est représenté par la moyenne des moyennes 24 heures autant pour le SO₂ que pour les PM_{2,5} pour l'année 2002.
- **Taux d'indicateurs sanitaires dans la population** : pour des raisons pratiques, aucun des taux d'indicateurs sanitaires utilisés dans AQBAT ne constitue une statistique propre aux populations des unités géographiques considérées. Les taux de mortalité (non accidentelle) proviennent d'estimations réalisées à partir des taux de mortalité moyens par groupe d'âge au Canada pour les années 1995 à 1999 appliqués à la structure démographique spécifique à chacune des unités

⁶ Ces concentrations correspondent aux valeurs observées dans des sites éloignés ou ruraux non influencés par les sources anthropiques ou aux valeurs les plus basses parmi les mesures effectuées dans des sites éloignés ou ruraux possiblement influencés par des sources anthropiques.

⁷ Pour plus d'information sur les principales études d'où sont tirées les fonctions, le lecteur est référé au rapport Bouchard et Smargiassi (2008).

géographiques considérées. Les autres taux utilisés (visites à l'urgence, jours de symptômes d'asthme, cas de bronchite, etc.) sont extraits de différentes études canadiennes et américaines, et modulés, lorsque pertinent, en fonction de la structure d'âge.

- **Population :** projections démographiques pour 2002 effectuées à partir des données du recensement de 2001 pour les différentes unités géographiques considérées.

Un des avantages de l'outil AQBAT est qu'il tient compte à la fois des effets aigus de l'exposition à court terme et des effets chroniques de l'exposition à long terme de la pollution atmosphérique. De plus, AQBAT fournit des intervalles de confiance correspondant aux estimations d'impacts sanitaires, ce qui donne une indication de l'incertitude liée aux estimations.

Toutefois, l'utilisation de l'outil AQBAT contraint à estimer les impacts sanitaires uniquement à partir des paramètres prédéfinis par ses concepteurs tel que décrit ci-haut. Ces paramètres comportent plusieurs valeurs estimées par les chercheurs en fonction d'études similaires ou de rapports. L'utilisation de valeurs réelles au lieu de valeurs estimées pour ces paramètres aurait assurément amélioré la justesse de l'estimation, mais cela aurait exigé un travail de recherche et de programmation qui dépasse largement le cadre du présent travail. De plus, il est à noter que le seul facteur d'incertitude considéré par AQBAT est celui, déjà souvent très élevé, lié à la fonction concentration-réponse (fonction de risque); aucun autre facteur d'incertitude (par exemple lié à la concentration du contaminant ou au taux d'un indicateur sanitaire) n'est considéré.

Par ailleurs, les estimations AQBAT du rapport Bouchard et Smargiassi (2008) sont basées sur les hypothèses de la représentativité des stations d'échantillonnage pour chacune des unités géographiques considérées (le résultat d'une seule station est appliqué à la population entière d'une unité géographique) et de l'adéquation des relations dose-réponse utilisées.

Ainsi, dans le rapport de Bouchard et Smargiassi (2008), seul le résultat moyen annuel de la station Frigon pour 2002 est appliqué à l'ensemble de la population de la ville actuelle de Shawinigan, résultat de la fusion des anciennes municipalités de Shawinigan, Shawinigan-Sud, Grand-Mère, Saint-Georges-de-Champlain, Lac-à-la-Tortue, Saint-Gérard-des-Laurentides et Saint-Jean-des-Piles, soit un territoire de 782 km² et une population de 57 625 personnes⁸. Or cette station, située au sud-ouest de l'usine RTA en partie sous les vents dominants, représente la qualité de l'air d'un quartier localisé de l'ancienne ville de Shawinigan (voir figure 2, section 3) et non de l'ensemble du territoire actuel de cette ville. Aussi, la population du territoire de l'ancienne ville (soit 17 854 personnes en 2006) a été jugée une estimation plus juste, bien qu'encore surestimée, de la population exposée au niveau de pollution enregistré par cette station. Les estimations ont donc été recalculées en fonction de cette plus petite population.

Finalement, plusieurs autres effets sanitaires néfastes peuvent être imputés à la pollution atmosphérique, mais tous ne sont pas estimés par AQBAT, notamment en raison du manque d'études épidémiologiques sur ces sujets.

Il importe donc de comprendre que le modèle AQBAT fournit une estimation des excès de mortalité ou de morbidité associés à la mauvaise qualité de l'air ambiant. Il s'agit

⁸ Pour plus d'information à ce sujet, voir : <http://www.ville.shawinigan.qc.ca/Services.aspx?section=shawicarte&id=450>.

d'une estimation mathématique, une probabilité, un ordre de grandeur qu'il ne faut pas prendre pour des valeurs absolues.

Pour en savoir davantage sur AQBAT, le lecteur doit se référer au rapport de Bouchard et Smargiassi (2008) ou à ses concepteurs (Judek et Stieb, 2006).

7.1.2 Résultats AQBAT pour le SO₂

Décès prématurés (mortalité par exposition aiguë)

L'outil AQBAT a permis de réaliser une estimation de la mortalité prématurée liée au SO₂. Toutefois, comme la concentration de cette substance varie beaucoup spatialement, les données des stations d'échantillonnage pourraient ne pas représenter fidèlement l'exposition de la population et, de l'avis des auteurs du rapport de l'INSPQ, les estimations d'impacts sanitaires qu'on peut réaliser à partir de ces données sont moins fiables. Néanmoins, mentionnons que selon cet outil de modélisation, la pollution atmosphérique par le SO₂ dans la région de Shawinigan aurait été responsable de moins de un (0,3) décès prématuré pour l'année 2002, ce qui s'avère comparable au taux calculé pour l'ensemble des unités géographiques examinées (Bouchard et Smargiassi, 2008).

7.1.3 Résultats AQBAT pour les PM_{2,5}

Visites à l'urgence pour problèmes cardiaques et respiratoires (exposition aiguë)

Selon AQBAT, l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique par les PM_{2,5} en termes de visites à l'urgence pour problèmes cardiaques et respiratoires apparaît limité, et ce, dans toutes les unités géographiques du Québec examinées, y compris Shawinigan. En effet, la pollution atmosphérique par les PM_{2,5}, selon le modèle, aurait été responsable de moins de une (0,3) visite à l'urgence pour problèmes cardiaques et d'environ 4 visites à l'urgence pour problèmes respiratoires pour l'année 2002, ce qui représente respectivement moins de 0,2 % et moins de 1 % de l'ensemble des visites à l'urgence pour ces problèmes de santé.

Cas de bronchites aiguës infantiles (exposition aiguë)

Selon AQBAT, l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique par les PM_{2,5} en termes de cas de bronchites aiguës infantiles est important, et ce, dans toutes les unités géographiques du Québec examinées. Le modèle estime en effet à 9 505 le nombre de cas de bronchites aiguës infantiles pour l'année 2002 pour l'ensemble de ces unités, dont plus de 6 000 uniquement sur le territoire de la Communauté urbaine de Montréal (CUM). À Shawinigan, la pollution atmosphérique par les PM_{2,5} aurait été responsable de 73 cas de bronchites aiguës infantiles pour l'année 2002. La pollution atmosphérique par les PM_{2,5} serait ainsi responsable de 31 % des cas à Shawinigan, ce qui se compare au 22 % calculé pour l'ensemble des unités géographiques considérées. Ce fait est tributaire de la fonction dose-réponse incluse dans AQBAT pour cet effet, tirée des résultats d'une seule étude sur les effets des aérosols acides sur les enfants nord-américains (Dockery et autres, 1996). D'autres études sont nécessaires afin de mieux cerner la valeur de cette fonction dose-réponse.

Jours de symptômes d'asthme et d'activités réduites (exposition aiguë)

Selon AQBAT, l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique par les PM_{2,5} en termes de jours de symptômes d'asthme et de jours d'activités réduites apparaissent aussi limités, et ce, dans toutes les unités géographiques du Québec examinées, y compris

Shawinigan. En effet, bien qu'en nombre absolu la pollution atmosphérique par les PM_{2,5}, selon le modèle, soit responsable d'un nombre important de jours où des symptômes d'asthme sont ressentis ou que les activités sont réduites pour l'année 2002 (485 jours de symptômes d'asthme et 11 684 jours d'activités réduites pour Shawinigan – territoire de l'ancienne ville), cela représente respectivement moins de 1 % et 3,4 % de l'ensemble des jours où ces symptômes sont ressentis, toutes causes confondues, soit moins d'une demi-journée à moins d'une journée par personne en 2002.

Décès prématurés (mortalité par exposition chronique)

Selon AQBAT, la mortalité prématurée résultant de l'exposition à long terme aux PM_{2,5} semble importante dans toutes les unités géographiques du Québec examinées. Le modèle estime à 1 328 le nombre de décès pour l'année 2002 pour l'ensemble de ces unités. De fait, le modèle estime les décès prématurés pour plusieurs villes industrielles ou fortement urbanisées, un nombre qui va, par exemple, de 7 dans Le Haut Saint-Laurent à 909 à Montréal en passant par 13 à Shawinigan (ancienne ville) et 57 à Trois-Rivières (Bouchard et Smargiassi, 2008). On pourrait ainsi attribuer à la pollution atmosphérique par les PM_{2,5} 6,6 % des décès prématurés à Shawinigan, soit 13 décès comparés aux 196 décès non-accidentels toutes causes confondues estimés pour la population de l'ancienne ville de Shawinigan pour 2002, ce qui est concordant avec le 5 % estimé pour l'ensemble des unités géographiques examinées.

Sommaire des résultats AQBAT pour les PM_{2,5}

Le tableau 15 résume les impacts sanitaires de la pollution par les PM_{2,5} estimées pour la population de l'ancienne ville de Shawinigan.

Tableau 15 : Impacts sanitaires de l'exposition à 11,2 ug/m³ de PM_{2,5} (moyenne 2002) estimés par AQBAT comparés à un niveau de pollution anthropique nul pour la population de l'ancienne ville de Shawinigan (17 854 personnes en 2002)

	Impact sanitaire associé à l'exposition aux PM _{2,5}	Moyenne ± écart-type	% attribuables aux PM _{2,5} par rapport au nombre total (écart-type)
Effets aigus	Visites à l'urgence pour des problèmes cardiaques	0,3 ± 0,3	0,16 (0 - 0,33)
	Visites à l'urgence pour problèmes respiratoires	4 ± 1	0,58 (0,43 - 0,72)
	Cas de bronchites aiguës infantiles	73 ± 47	30,9 (10,9 – 51,0)
	Jours de symptômes d'asthme	485 ± 292	0,76 (0,30 – 1,21)
	Jours d'activités réduites	11 684 ± 2 507	3,4 (2,7 – 4,2)
Effets chronique	Décès prématurés	13 ± 3	6,6 (5,2 - 8,0)

Tiré de : Bouchard et Smargiassi, 2008

7.1.4 Discussion des résultats AQBAT

Les résultats fournis par l'outil AQBAT constituent une estimation intéressante de l'échelle de grandeur de l'impact sanitaire appréhendé pour la pollution atmosphérique à Shawinigan. Toutefois, le modèle AQBAT présente plusieurs limites qui méritent d'être rappelées. En premier lieu, les écarts-types considérables obtenus pour chacune des estimations témoignent de l'importance des incertitudes qui les entourent. Ensuite, l'utilisation de données estimées au lieu de réelles pour les taux d'indicateurs sanitaires implique beaucoup de précautions dans l'interprétation des résultats. De plus, il convient de rappeler que les excès sont calculés par rapport à un niveau de pollution anthropique nul, donc que les excès sont calculés pour toutes les sources de polluants. Enfin, l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique calculé par AQBAT reste à un niveau difficilement mesurable dans la population par rapport aux autres causes de mortalité et de morbidité, surtout pour une petite population comme celle de Shawinigan.

Afin d'obtenir des estimations d'impacts sanitaires plus précises et réalistes, il serait intéressant dans l'avenir de pouvoir utiliser un modèle qui permette l'utilisation des données de morbidité et de mortalité régionales afin de tenir compte des disparités de chaque région par rapport à la moyenne canadienne ou québécoise. De plus, l'utilisation de valeurs hypothétiques de contaminants provenant des niveaux souhaitables à atteindre plutôt que de l'absence de sources anthropiques permettrait d'avoir un portrait plus réaliste des impacts de la qualité de l'air sur la santé. Enfin, la représentativité des données d'échantillonnage pour le territoire examiné est une donnée cruciale pour faire une estimation réaliste. Dans le cas de Shawinigan, la diminution du territoire exposé à la population de l'ancienne ville de Shawinigan a permis, selon nous, une meilleure estimation des impacts par rapport au territoire beaucoup plus vaste initialement inclus dans l'étude.

En conséquence, les estimations résultant de l'application du modèle AQBAT donnent des informations utiles, bien qu'imprécises et imparfaites, mais qui contribuent à laisser voir une tendance manifeste à l'effet que la pollution atmosphérique a véritablement un impact sur la santé des populations.

Les résultats obtenus démontrent que la pollution atmosphérique par les particules fines a des impacts sanitaires significatifs, l'impact sanitaire prépondérant en termes d'incidence et de sévérité étant celui de la mortalité prématurée par exposition chronique. Parmi les effets aigus, la bronchite infantile apparaît comme l'effet sanitaire où la pollution atmosphérique a le plus d'impact en termes de risque attribuable (31 %), alors que les jours de symptômes d'asthme et d'activités réduites apparaissent élevés en nombres absolus.

La figure 31 présente la pyramide des effets aigus associés à la pollution atmosphérique déjà présentée au chapitre 4, mais cette fois appliquée aux résultats obtenus par le modèle AQBAT. Ainsi, tel qu'illustré par la pyramide, les impacts qui affectent une plus grande part de la population sont de gravité moindre, alors que les impacts plus graves, comme les visites à l'urgence pour problèmes respiratoires ou cardiaques, touchent une plus faible portion de la population. Les décès prématurés liés à l'exposition aiguë aux particules fines ne sont pas calculés par AQBAT, mais les résultats laissent penser que les valeurs qui auraient pu être obtenues seraient faibles et occuperaient la pointe supérieure de la pyramide. Rappelons que les effets aigus touchent principalement les personnes vulnérables, soient les personnes âgées, les enfants et les personnes souffrant de problèmes cardiorespiratoires et sont associés aux pointes de particules fines qui peuvent survenir sporadiquement.

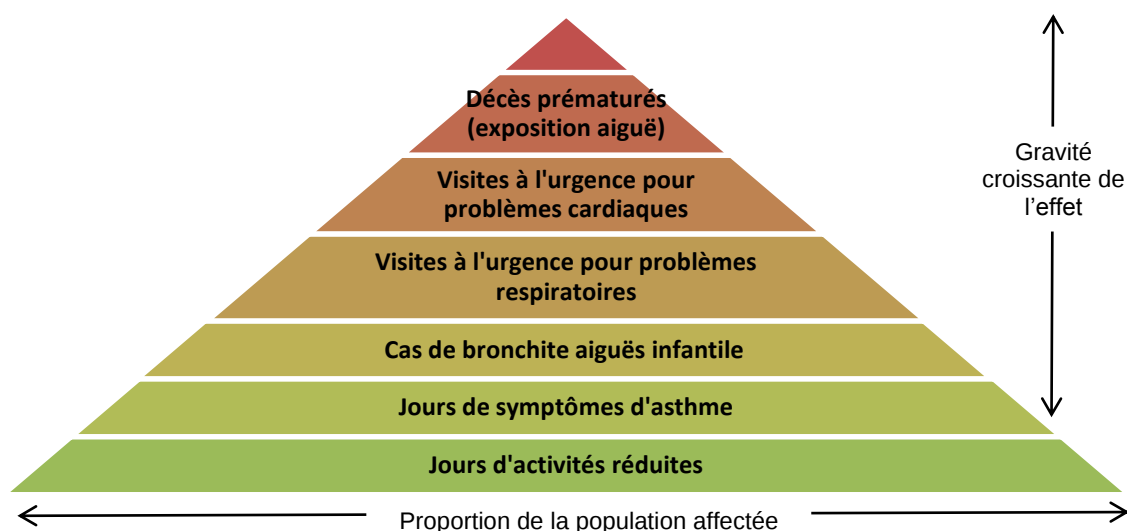


Figure 31 : Pyramide des effets aigus associés à la pollution atmosphérique calculés par AQBAT pour les PM_{2,5}

Concernant les effets chroniques, ils apparaissent plus élevés puisqu'ils représentent l'exposition de la population à des niveaux constants de particules fines, jour après jour, il s'agit donc de l'impact le plus important des particules fines sur la santé de la population. Ces résultats sont en accord avec la littérature scientifique, notamment l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (AFSSET), qui concluait dans un récent rapport que l'impact sanitaire des particules fines est attribuable en majeure partie à de fréquentes expositions à des niveaux modérés de pollution (exposition chronique), et non aux épisodes de pollution atmosphérique élevée (exposition aiguë) (AFSSET, 2009).

7.2 Estimation des risques de cancer associés aux HAP

7.2.1 Considérations générales

Les données de cancérogenèse proviennent généralement d'études expérimentales dans lesquelles les animaux ont été exposés à un seul HAP. Ainsi, l'extrapolation de l'animal à l'homme est particulièrement difficile dans le cas des HAP, d'autant plus que les enzymes activant les HAP sont différentes chez l'animal et chez l'homme. De plus, la possibilité de développer des tumeurs varie en fonction de l'espèce étudiée.

Les études épidémiologiques ont, quant à elles, surtout porté sur des travailleurs de cokeries exposés à des concentrations élevées d'HAP à partir desquelles ont été dérivés des risques unitaires. Ces études ne prennent toutefois pas souvent compte de la présence d'autres cancérigènes dans le milieu de travail. Par ailleurs, les connaissances épidémiologiques sur la population en général sont beaucoup moins solides.

Comme pour les particules, il n'y a pas de seuil d'effet nul, c'est-à-dire que même de faibles concentrations de HAP ont un impact sur la santé. Cet impact peut ainsi s'avérer très faible et, par conséquent, non observable dans une petite population (par exemple,

un excès de 1 cancer par 1 000 000 de personnes ne peut être détecté dans une petite population de 20 000 personnes).

La contribution relative de la pollution atmosphérique à la dose d'exposition totale d'un individu aux HAP varie en fonction des autres sources d'exposition possibles, dont l'industrie, le chauffage au bois, le tabagisme et l'alimentation (Larouche, 1995; Cartier et Gagnon 2000).

Selon ces différents scénarios d'exposition analysés, on constate que, chez un non-fumeur, l'alimentation constitue habituellement la principale source d'exposition aux BaP et explique de 62 à 75 % de la dose annuelle, selon qu'il réside en milieu soumis au chauffage au bois intense ou en milieu urbain. Or, chez un non-fumeur vivant près d'une zone industrielle, l'air ambiant peut devenir la source la plus importante de BaP avec un apport allant de 50 à 65 % de la dose annuelle.

Toutefois, chez les fumeurs (25 cigarettes/jour), quel que soit le scénario d'exposition aux émissions industrielles, le tabagisme demeure toujours la source d'exposition la plus importante en BaP, contribuant de 78 à 90 % de la dose annuelle. Cependant, la pollution atmosphérique en HAP peut contribuer à l'exposition globale en expliquant près de 15 % de la dose annuelle, et cet apport s'avère plus important que celui provenant de l'alimentation (6,5 %).

7.2.2 Historique des démarches d'estimation du risque réalisées par la DSP de la Mauricie et du Centre-du-Québec

Tel que mentionné dans l'historique, les préoccupations de la Direction de santé publique de la Mauricie et du Centre-du-Québec pour la présence de HAP dans l'air ambiant à Shawinigan ont débuté dans les années 90 au moment de la réalisation du bilan de santé environnementale de la région. Ces préoccupations portaient essentiellement sur les risques potentiels de cancer associés à l'exposition à ces substances. La Direction de santé publique s'est alors engagée dans une série d'actions destinées à évaluer les risques spécifiques à ces substances.

La Direction de la santé publique réalise d'abord un état de situation qui confirme la présence de HAP à Shawinigan, avec une concentration arithmétique moyenne mesurée de benzo[a]pyrène (BaP) de 12 ng/m³ (Gilbert, 1995). En se basant sur l'indice de risque unitaire de l'Environmental Protection Agency des États-Unis (US EPA) (6×10^{-6} par ng/m³ de benzo[a]pyrène), il est alors estimé que le risque associé à cette exposition continue de BaP pour la population de Shawinigan (~ 20 000 habitants) est de 1 à 2 cancers additionnels à vie (période de 70 ans), ce qui représente moins de 0,1 cancer par année. De plus, un risque de 3 à 4 cas de cancer additionnels à vie a été calculé pour les années 1989 à 1991, où les concentrations de BaP étaient plus élevées, soit de 28,47 ng/m³. L'étude met en lumière la large incertitude liée au calcul du risque.

Une étude des données de mortalité pour les types de cancer attribuables aux HAP et couvrant la période de 1986 à 1991 est réalisée l'année suivante et montre un excès non significatif de cancer du poumon. Par contre, elle met en lumière un excès significatif de cancer de la vessie. Cet excès touche à la fois les hommes et les femmes et ne peut donc pas s'expliquer uniquement par l'exposition professionnelle des travailleurs, essentiellement des hommes. L'étude conclue à l'impossibilité dans l'état actuel des connaissances, de déterminer la cause des excès observés à Shawinigan. De fait, plusieurs facteurs peuvent influencer l'incidence des cancers (exposition environnementale et professionnelle, tabagisme, facteur génétique, etc.). Certaines informations manquantes (lieu de résidence lors de l'exposition, tabagisme, exposition

professionnelle à l'Alcan ou dans d'autres industries à risque) ne permettent pas de juger de la contribution relative de chacun de ces facteurs dans l'incidence des cancers observés.

D'autres milieux au Québec abritent des alumineries et utilisent le procédé de type *Söderberg*. Ces milieux étaient également touchés par la problématique des HAP, un comité provincial fut formé pour évaluer les risques toxicologiques pour la santé associés à ces substances. Les directions de santé publique impliquées incluaient celles du Saguenay-Lac-Saint-Jean, de la Mauricie-Bois-Francs, de la Montérégie et de la Côte-Nord.

Le rapport produit par la suite par ce comité provincial soutient que le critère de qualité de l'air de $0,9 \text{ ng/m}^3$ pour le BaP proposé par le MDDEP correspond à un risque à vie de cancer du poumon entre 1 cancer sur 10 000 personnes (1×10^{-4}) et 1 cancer sur 1 million (1×10^{-6}) (Tremblay et autres, 2000). Le niveau de risque varie selon que l'on se base sur une approche toxicologique (facteur de 1×10^{-6} basé sur des données issues d'études animales extrapolées à l'homme) ou d'études épidémiologiques réalisées chez des travailleurs (1×10^{-4}). Le comité reconnaît que le seuil en HAP nécessaire pour respecter le risque de cancer habituellement visé par les normes environnementales (1×10^{-6}) selon l'approche épidémiologique ne constitue pas un objectif réalisable parce que trop près du bruit de fond. Il souligne toutefois, devant l'importance des risques rencontrés, la nécessité de fixer des objectifs de réduction des émissions. Sans pouvoir prétendre maintenir le risque de cancer à un niveau reconnu acceptable, le comité conclut que l'application du critère de qualité proposé pour le BaP à $0,9 \text{ ng/m}^3$ permettrait à tout le moins d'éviter que les émissions provenant des alumineries ne représentent une source de surexposition mesurable aux HAP.

Toujours en lien avec ce comité, une évaluation du risque individuel à vie selon l'approche toxicologique et épidémiologique est réalisée par des chercheurs de l'Université de Montréal (Vyskocil et Viau, 2000). Le risque a été calculé à partir de moyennes *géométriques*⁹ (période de 1989 à 1993) de concentrations de BaP dans l'air et de moyennes *arithmétiques* (1990 à 1998). Cette étude n'a pas calculé le risque à vie pour l'ensemble de la population, mais en se basant sur les valeurs utilisées, le risque à vie pour la population de Shawinigan a été estimé à 0,04 à 4 cancers additionnels pour la période de 1989 à 1993 et à 0,56 à 18 pour la période de 1990 à 1998. L'estimation antérieure de Gilbert (1995) se situe donc à l'intérieur de cette échelle de risque.

7.2.3 Évaluation biologique de l'exposition

En suivi de l'état de situation de 1995, la Direction de santé publique de la Mauricie et du Centre-du-Québec a également réalisé, en collaboration avec l'Université de Montréal, une étude de surveillance biologique afin de vérifier l'exposition potentielle aux hydrocarbures aromatiques polycycliques chez des personnes vivant aux environs de l'usine Alcan de Shawinigan (Gilbert et Viau, 1996).

L'étude a démontré que les concentrations de 1-hydroxypyrene (1-OHP) chez des personnes vivant à proximité (moins de 500 mètres) de l'aluminerie Alcan de Shawinigan étaient deux fois plus élevées que chez celles d'un groupe « témoin » situé

⁹ L'utilisation des moyennes arithmétiques est préférable à celle de la moyenne géométrique si l'on veut quantifier l'exposition de la population (données moins « biaisées »). De plus, l'utilisation des moyennes arithmétiques est indiquée lorsqu'il s'agit de comparer des moyennes avec les critères proposés, ces critères ayant généralement été définis par des moyennes arithmétiques lorsque basés sur des études épidémiologiques.

dans une autre zone urbaine (Trois-Rivières). Cet écart était significatif, tant chez les non-fumeurs que chez les fumeurs ($p < 0,025$). L'excrétion urinaire de 1-OHP était aussi significativement accrue par le tabagisme. Cette étude démontrait l'utilité du 1-OHP comme indicateur d'expositions environnementales aux HAP, particulièrement dans des secteurs contaminés par des émissions industrielles. Cependant, elle ne donnait pas d'indication sur les impacts potentiels sur la santé associés à cette exposition, l'état des connaissances ne permettant pas l'utilisation du 1-OHP pour estimer quantitativement le risque de cancer du poumon associé à une exposition environnementale aux HAP.

Le 1-OHP a aussi été utilisé comme marqueur biologique dans une étude d'exposition réalisée en 1998 auprès d'un groupe de 121 non-fumeurs vivant au pourtour d'une aluminerie en Montérégie (Saint-Amour et autres, 2000). Les participants recrutés aléatoirement étaient répartis selon trois strates d'exposition : fortement, faiblement et non exposé en fonction de leur localisation par rapport à l'usine. Les résultats montrent que la moyenne géométrique chez les exposés et les non exposés de même que la distribution des moyennes entre les trois strates d'exposition n'est pas statistiquement différente. L'étude conclue que la charge environnementale en HAP produite par cette usine est faible et n'ajoute pas de contribution significative à la charge corporelle mesurée par le 1-OHP.

L'utilité du 1-OHP comme indicateur d'expositions environnementales aux HAP a été confirmée par une étude récente, réalisée par la Direction de santé publique de l'Agence de la santé et des services sociaux de la Côte-Nord et l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) (Bouchard et autres, 2008). Cette étude a démontré que les résidents du quartier avoisinant l'aluminerie de Baie-Comeau présentaient de façon répétée des niveaux significativement plus élevés de 1-OHP que les individus du groupe « témoin » demeurant à une plus grande distance. Toutefois, les concentrations observées dans ce premier groupe étaient globalement inférieures à la concentration de référence de $0,24 \mu\text{mol/mol}$ de créatinine proposée par Jongeneelen (2001), suggérant une exposition au pyrène, et par extension aux HAP, comparable à celle des autres populations générales de non-fumeurs étudiées dans la littérature jusqu'en 2000.

Selon les auteurs, les résultats obtenus suggèrent, en accord avec les données du National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) (1999-2000 et 2001-2002), une diminution de l'exposition aux HAP dans l'environnement général au fil des années, les concentrations de 1-OHP observées dans le groupe « témoin » étant plus faibles que celles rapportées auparavant pour d'autres populations témoins au Québec.

7.2.4 Estimation du risque relatif à l'exposition aux HAP à Shawinigan

La DSP a récemment actualisé l'estimation de risque relative à l'exposition aux HAP à Shawinigan à partir d'un rapport (2003) de l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS). Cet organisme français recommande pour une exposition par inhalation à un mélange de HAP, de prendre en compte seulement l'ERUI (excès de risque unitaire par inhalation)¹⁰ spécifique du benzo[a]pyrène, soit l'ERUI de $1,1 \times 10^{-3} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ proposé par l'Office of Environmental Health Hazard Assessment – U.S.

¹⁰ Un excès de risque unitaire par inhalation (ERUI) correspond à la probabilité supplémentaire par unité de dose (ou de concentration) de l'agent exposant considéré, de développer un cancer pour un individu donné, en excès par rapport à la probabilité de le développer en absence de cette exposition, à cause d'autres facteurs de risque (qui constitue le bruit de fond). C'est pour cela que l'on emploie le mot « excès » de risque. On définit dans ce cas un excès de risque unitaire (ERU) comme l'excès de cas attendus consécutifs à une exposition continue sur une vie entière fixée à 70 ans, 24h/24 à une concentration unitaire.

(OEHHA, 1994) et de lui appliquer les facteurs d'équivalent toxique (FET) pour l'ensemble des HAP mesurés (INERIS, 2003).

En appliquant cet ERUI à une exposition continue à $9,2 \text{ ng/m}^3$ (la concentration moyenne de BaP mesurée à Shawinigan en 2009, résultat préliminaire), l'excès de risque individuel de cancer pour une exposition à vie est d'environ 1 par cent mille (1×10^{-5}), soit 0,2 cas pour les 20 000 personnes de Shawinigan. Les concentrations d'autres HAP ne sont toutefois pas considérées, faute de mesure.

Par ailleurs, l'INERIS juge qu'il est plus approprié de retenir, sans application des FET, la valeur de $8,7 \times 10^{-2} (\mu\text{g/m}^3)^{-1}$ proposée par l'OMS (le BaP est alors considéré comme un indicateur d'un mélange de HAPs issu de cokeries) dans le cas où une analyse du mélange de HAPs est réalisée et que le profil de ce mélange est similaire à celui de l'étude critique retenue par l'OMS (2000). Bien qu'il soit impossible de se prononcer sur cette dernière condition, l'application de cet ERUI à une exposition continue de $9,2 \text{ ng/m}^3$ de BaP pour une exposition à vie de 20 000 personnes résulte en un excès de 16 cas de cancer.

Enfin, soulignons que l'INERIS convient que, compte tenu des incertitudes liées à l'établissement de ces valeurs, la valeur de l'OMS ($8,7 \times 10^{-2} (\mu\text{g/m}^3)^{-1}$) n'est pas significativement différente de celle proposée par l'OEHHA ($1,1 \times 10^{-3} (\mu\text{g/m}^3)^{-1}$).

À titre de comparaison, selon les taux d'incidence actuels de cancer au Canada, environ 7 000 cas de cancer à vie, toutes causes confondues, sont estimés pour la population de l'ancienne ville de Shawinigan.

Un résumé des différents facteurs de risque de cancer ci-haut mentionnés, appliqués à la moyenne de BaP mesurée à la station Frigon en 2009, est présenté au tableau 16.

Tableau 16 : Résumé des résultats de différentes études d'estimations des risques de cancer associés à une exposition à $9,2 \text{ ng/m}^3$ de BaP, soit la moyenne observée à la station Frigon pour l'année 2009 (résultats préliminaires)

Étude	Risque individuel à vie ($\text{ng/m}^3)^{-1}$		Nombre de cancers additionnels pour 20 000 personnes exposées pendant 70 ans à 14 ng/m^3 de BaP dans l'air ambiant
	Approche toxicologique	Approche épidémiologique	
OEHHA, 1994	$1,1 \times 10^{-6}$		0,2
Gilbert, 1995	6×10^{-6}		1,1
Vyskocil et Viau, 2000	$1,1 \times 10^{-6}$ à $1,4 \times 10^{-5}$		0,2 à 2,6
		$2,9 \times 10^{-6}$ à $9,6 \times 10^{-5}$	0,5 à 17,6
OMS, 1987, 2000		$8,7 \times 10^{-5}$	16^1

¹ Compte tenu des incertitudes liées à l'établissement de ces valeurs, la valeur retenue par l'OMS n'est pas significativement différente de celle retenue par l'OEHHA (INERIS, 2003).

En résumé

Les problèmes de santé ont des causes multifactorielles, la pollution atmosphérique constituant une cause de maladie parmi plusieurs autres. L'estimation du risque permet, entre autres, d'évaluer la part attribuable à la pollution atmosphérique pour un problème de santé pour des populations entières.

Le modèle AQBAT a été utilisé par l'INSPQ pour estimer les impacts sanitaires de la pollution atmosphérique provenant de toutes les sources anthropiques pour plusieurs villes du Québec en 2002. Les résultats obtenus ne permettent pas de conclure à une différence significative entre les unités géographiques considérées. Toutefois, cet outil a permis d'évaluer que la pollution atmosphérique attribuable au SO_2 aurait été responsable d'un très faible excès de décès prématurés pour l'année 2002 à Shawinigan. Il a aussi permis d'évaluer que la pollution atmosphérique à Shawinigan pourrait être responsable de plus de décès prématurés liés à l'exposition chronique aux $\text{PM}_{2.5}$. Enfin, il a permis d'estimer que l'exposition aiguë aux $\text{PM}_{2.5}$ serait responsable de plus de bronchites aiguës infantiles, de jours de symptômes d'asthme et de jours d'activités réduites.

Concernant les HAP, des études toxicologiques et épidémiologiques permettent de calculer que l'exposition continue à vie au benzo(a)pyrène de la population de Shawinigan pourrait entraîner des excès de cancers pour cette population, mais ces excès demeurent marginaux par rapport au risque global de développer un cancer au cours de sa vie.

8 Portrait sociosanitaire de la population de Shawinigan (territoire avant fusion)

Les mesures de surveillance environnementales à Shawinigan indiquent la présence de concentrations de contaminants atmosphériques à des niveaux dépassant de façon variable les critères établis, et il a été possible, en se basant sur des résultats d'études épidémiologiques et toxicologiques, d'effectuer des estimations des effets sur la santé qui peuvent être attribuables à ces niveaux de pollution atmosphérique. Toutefois, tous ces problèmes de santé ont des causes multifactorielles et il faut examiner les données sanitaires dans un contexte global avant d'en tirer quelque conclusion que ce soit.

Ce chapitre présente l'état de santé de la population de Shawinigan (territoire de l'ancienne ville) (voir figure 32) dans un contexte plus général. L'objectif est de mieux connaître cette population et de vérifier la présence de conditions autres qu'environnementales en mesure d'entraîner des excès de certains problèmes de santé. De ce fait, les problèmes de santé présentés vont au-delà de ceux spécifiquement liés à la qualité de l'air ambiant.

À l'aide de plusieurs indicateurs du plan commun de surveillance, la ville de Shawinigan a été comparée au reste du réseau local de services de santé et de services sociaux (RLS) du Centre-de-la-Mauricie, à la région de la Mauricie et du Centre-du-Québec et au Québec sur le plan de ses caractéristiques démographiques, socioéconomiques et sociosanitaires. Ce portrait demeure limité du fait que plusieurs dimensions de la santé, notamment au chapitre des habitudes de vie, ne peuvent être colligées pour la seule ville de Shawinigan.

8.1 Méthodologie

Un certain traitement des données a été nécessaire pour produire l'information pour l'ancienne ville de Shawinigan à partir des différentes sources.

8.1.1 Effectifs de population

Malgré la fusion de 2002, il a été possible de disposer de données du recensement de 2006 pour l'ancienne ville de Shawinigan. Ainsi, dans un premier temps, la population en 2003 a été estimée par interpolation, de même que les proportions par âge et sexe des habitants de cette ville par rapport à la population du RLS du Centre-de-la-Mauricie (obtenu aussi par extrapolation intercensitaire). En posant l'hypothèse que le sous-dénombrement différentiel du recensement selon l'âge et le sexe est similaire pour tout le RLS, les proportions attribuées à l'ancienne ville de Shawinigan ont été appliquées à la population projetée en 2003 du Centre-de-la-Mauricie obtenue à partir des projections du MSSS (et qui connaît une correction pour le sous-dénombrement), ce qui a permis d'estimer la population de Shawinigan en 2003 corrigée pour le sous-dénombrement. Il est à noter qu'afin de valider la méthode, les résultats ont aussi été confrontés à ceux qui auraient été obtenus en se basant seulement sur les interpolations intercensitaires sans correction.

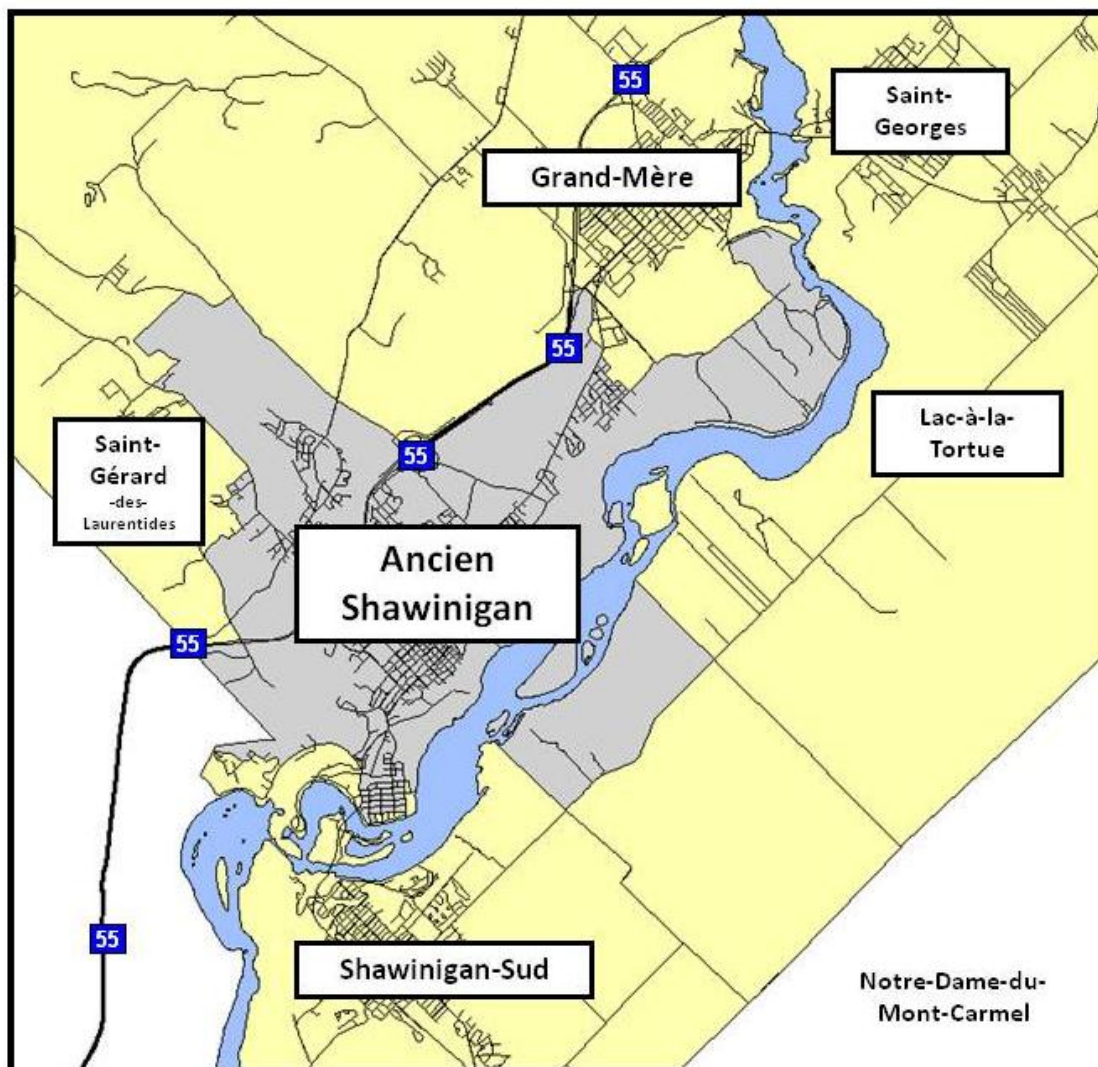


Figure 32 : Localisation de l'ancienne ville de Shawinigan

8.1.2 Caractéristiques sociodémographiques de Shawinigan de 2006

Le recensement de 2006 ne présentait que des données partielles pour la municipalité dissoute de Shawinigan. Ce sont ces données qui ont été utilisées pour les aspects socioéconomiques. Seule la valeur du nombre de ménages constitués d'une seule personne diffère des indicateurs habituels du *Plan commun de surveillance* (DRSP et autres, 2005).

8.1.3 Fichier des décès 2001-2005

Le fichier des décès posait un problème pour cette période du fait que depuis 2002, le code municipal affiché est celui de la ville de Shawinigan après fusion. Pour obtenir les décès correspondant à la ville avant fusion, les décès ont été attribués à l'ancienne ville de Shawinigan à partir des codes postaux à 6 positions. Pour ce faire, une version de 2006 du *fichier de conversion des codes postaux* (FCCP) a été utilisée attribuant les

codes postaux aux municipalités et aux aires de diffusion. La quasi-totalité des codes postaux concernés ne s'applique qu'à la seule ville de Shawinigan avant fusion. Seul le code G9N 6T6, qui concerne 28 décès, peut s'appliquer aussi à la ville de St-Gérard-des-Laurentides. Toutefois, un fichier de pondération permet de conclure que la population de la nouvelle ville de Shawinigan ayant ce code postal se retrouve à 95 % dans l'ancienne ville de Shawinigan.

8.1.4 Fichier des tumeurs 2001-2005 et 1995-1999

Le fichier des tumeurs présente toujours, même pour la période 2001-2005, les codes de municipalités antérieurs à la fusion de 2002. Il n'a donc pas été nécessaire d'attribuer les nouveaux cas à l'ancienne ville de Shawinigan par le code postal. Seuls les principaux sièges de tumeurs seront considérés en plus du cancer de la vessie. Les cancers de la peau autres que le mélanome seront aussi exclus de l'ensemble des causes de cancer, car ils sont rarement déclarés au Fichier des tumeurs du Québec

8.1.5 Fichier des décès 1994-1999

Pour cette période, les codes municipaux des fichiers permettent de bien identifier l'ancienne ville de Shawinigan, ainsi, aucune attribution par code postal n'a été nécessaire.

8.1.6 Fichier Med-Écho

Les taux d'hospitalisation peuvent être influencés par plusieurs facteurs, la distance à parcourir, l'offre de service, les pratiques propres à chaque centre hospitalier, la prévalence même du problème de santé sur ce territoire, etc. Les écarts de taux observés peuvent donc être liés, en tout ou en partie, à une ou plusieurs causes. De plus, comme le nombre des hospitalisations est important, les écarts observés sont souvent significatifs même avec des tests plus sévères.

De ce fait, la comparaison des taux d'hospitalisation de l'ancienne ville de Shawinigan avec ceux de l'ensemble du Québec devenait complexe à interpréter. Donc, tout en produisant les taux de l'ensemble du Québec, il est apparu plus judicieux de comparer les taux de l'ancienne ville de Shawinigan avec ceux du reste de la population du RLS du Centre-de-la-Mauricie afin de contrôler pour l'offre de service et les pratiques.

Les taux ont tous été ajustés selon l'âge pour pouvoir permettre les comparaisons.

8.2 Démographie

Au dernier recensement de 2006, la population de Shawinigan comptait 17 854 personnes dont 26,2 % avaient 65 ans et plus (tableau 17). Cette proportion est nettement plus importante que celle observée dans le territoire du RLS Centre-de-la-Mauricie (19,8 %), de la région (16,7 %) et dans l'ensemble du Québec (14,3 %). Il est prévu qu'au cours des vingt prochaines années, le nombre de personnes de 65 ans et plus augmentera presque du double dans la région. Shawinigan ne devrait pas faire exception à ce chapitre.

Aussi, Shawinigan compte une plus grande proportion de familles monoparentales, comparativement au RLS du Centre-de-la-Mauricie, attirées sans doute par les services à proximité ainsi que la disponibilité de logements abordables.

8.3 Caractéristiques socioéconomiques

La population de Shawinigan se signale par des indicateurs socioéconomiques nettement moins favorables que dans le reste du Centre-de-la-Mauricie, de la région de la Mauricie et du Centre-du-Québec ainsi que de l'ensemble du Québec.

En effet, le revenu médian y est inférieur de plus de 7 000 \$ par rapport au Québec avec une proportion de près de 30 % de personnes à faible revenu alors que cette proportion s'élève à 17,2 % pour la province. La population est également moins scolarisée et près du quart des 25 à 64 ans n'ont pas obtenu un certificat d'études secondaires. Le taux d'inoccupation (soit le rapport de la population inactive et au chômage à la population de 15 ans et plus) y est très élevé par rapport aux autres territoires de la région et particulièrement par rapport au Québec (57,8 % contre 39,6 %). De plus, 44 % des ménages de la ville sont constitués d'une seule personne (contre 31 % pour l'ensemble du Québec).

Enfin, il est à noter que Shawinigan présente sept unités écologiques d'analyse (UEA) sur neuf classées comme vulnérables ou problématiques (Boisvert et autres, 2004). Ceci implique que près des trois quarts de la population de Shawinigan demeure dans des quartiers où plusieurs indicateurs sociaux et de santé sont défavorables.

Tableau 17 : Indicateurs socioéconomiques pour la ville de Shawinigan (avant fusion), le RLS Centre-de-la-Mauricie, la région sociosanitaire de la Mauricie et du Centre-du-Québec et le Québec, 2006

Indicateurs socioéconomiques	Shawinigan	RLS du Centre-de-la-Mauricie	Région de la Mauricie et du Centre-du-Québec	Québec
Population 2006	17 854	65 191	483 128	7 546 131
% des 65 ans et plus	26,2	19,8	16,7	14,3
% de familles monoparentales enfants tous âges	23,1	17,6	16,0	16,6
% de ménages constitués d'une seule personne	44,0	35,0	ND	30,7
% de logements nécessitant des réparations majeures	9,0	8,3	7,3	7,7
Taux d'inoccupation	57,8	50,4	43,6	39,6
Taux de chômage	10,7	8,9	7,2	7,0
% des 25 à 64 ans sans certificat d'études secondaires	23,5	19,3	20,4	17,1
Revenu médian \$	17 266 \$	20 492 \$	21 642 \$	24 430 \$
% des personnes au sein des ménages à faible revenu en 2005	29,3	19,4	15,6	17,2

Source : Statistique Canada, 2006

8.4 Mortalité à Shawinigan

8.4.1 Espérance de vie

Pour la période 2001 à 2005, l'espérance de vie des femmes de Shawinigan est de 79,0 ans, ce qui est significativement inférieur à celle de l'ensemble des Québécoises (82,3 ans). De son côté, l'espérance de vie des hommes est de 73,7 ans, ce qui est aussi significativement moindre qu'au Québec (77,0 ans). Shawinigan présente donc une mortalité plus importante à des âges moins avancés comparativement au Québec (tableau 18).

À titre comparatif, l'espérance de vie des femmes de Shawinigan en 1995-1999 était de 80,9 ans et ne présentait pas de différence statistiquement significative avec celle du Québec (81,3 ans). Celle des hommes s'élevait à 71,5 ans et était plus faible que celle du Québec (75,1 ans).

Tableau 18 : Espérance de vie à la naissance selon le sexe pour la ville de Shawinigan et le Québec, 1995-1999 et 2001-2005

	1995-1999		2001-2005	
Sexe	Shawinigan	Québec	Shawinigan	Québec
Homme	71,5	75,1	73,7	77,0
Femme	80,9	81,3	79,0	82,3

8.4.2 Indice comparatif de mortalité (ICM)

L'indice comparatif de mortalité est utilisé pour comparer les données de mortalité pour un groupe, ici la ville de Shawinigan, par rapport à une population plus large, ici la population du Québec. En théorie, un ICM < 1 indique une sous-mortalité et un ICM > 1 indique une surmortalité. En pratique, des intervalles de confiance sont considérés pour tenir compte des fluctuations aléatoires inhérentes aux petits nombres, ce qui fait qu'un ICM peut être significativement plus élevé ou moins élevé qu'attendu dans le reste de la population.

8.4.3 Principales causes de décès à Shawinigan

De 2001 à 2005, chez les hommes, 665 décès sont dénombrés alors que le nombre attendu comparativement à l'ensemble du Québec est de 523 décès (pour un ICM de 1,27). Donc, Shawinigan compte 27 % plus de décès qu'attendus chez les hommes (tableau 19). De même, la municipalité présente près de 827 décès chez les femmes contre 662 attendus, là aussi Shawinigan compte 25 % plus de décès qu'attendus.

Concernant les principales causes de décès, Shawinigan présente des excès de mortalité pour plusieurs regroupements des principales causes de décès (maladies du système nerveux, maladies de l'appareil circulatoire, maladies de l'appareil respiratoire,

maladies de l'appareil digestif et le suicide). Les hommes comme les femmes semblent particulièrement concernés par ces causes en excès, sauf en ce qui concerne le suicide qui est davantage le fait des hommes et les traumatismes non intentionnels qui touchent surtout les femmes. L'ICM pour cancer de Shawinigan n'est pas statistiquement plus élevé qu'au Québec, sauf pour le cancer du poumon chez les hommes. L'ICM est aussi plus élevé chez les femmes pour cette cause, mais l'écart est non statistiquement significatif.

De 1995 à 1999, la population de la ville de Shawinigan présentait une surmortalité attribuable seulement aux hommes (24 % plus de décès chez ces derniers). Cette surmortalité masculine se notait pour les tumeurs malignes du cancer du poumon seulement. La population de Shawinigan affichait aussi une surmortalité statistiquement significative pour les maladies de l'appareil circulatoire, les maladies endocriniennes et les suicides (tableau 20).

De leur côté, les femmes de Shawinigan n'éprouvaient aucune surmortalité statistiquement significative pour les principales causes de décès.

8.4.4 Évolution de la situation entre les périodes 1995-1999 et 2001-2005

L'espérance de vie des hommes de Shawinigan reste inférieure à celle du Québec pour les deux périodes considérées, mais elle a augmenté tout comme celle de la province. Les hommes de Shawinigan présentent une surmortalité de près de 25 % par rapport aux hommes du Québec pour les deux périodes quinquennales. Il n'est pas évident de distinguer parmi les principales causes de décès, celles qui semblent à l'origine de cette surmortalité pour ces deux périodes. Toutefois, les cancers du poumon se retrouvent en surmortalité pour les deux regroupements d'années alors que l'ensemble des autres cancers ne contribue pas à cette situation. Le suicide est aussi une cause de surmortalité pour ces deux périodes de même que les maladies cardiovasculaires chez les hommes. Dans le cas des maladies de l'appareil respiratoire, le passage à la 10^e révision de la classification internationale des maladies coïncide avec l'apparition d'une surmortalité que la région ne présentait pas auparavant et qu'on retrouve pour presque tous les RLS de la région. En fait, le passage à la 10^e révision aurait dû faire diminuer les résultats des taux de mortalité calculés pour cette cause, mais la région n'a pas présenté cette diminution comme ce fut le cas pour le Québec. Ce fait a entraîné ainsi des excès de mortalité inconnus auparavant qui pourraient toutefois être un artefact de codification.

Les différences avec la période 1995-1999 chez les femmes nous intriguent cependant. Le profil de mortalité semble s'être modifié de façon marquée au cours d'une courte période de temps. Ainsi, d'une situation globalement comparable à celle de l'ensemble des Québécoises, on assiste à une détérioration de la situation avec une diminution de l'espérance de vie (si on compare la ville seulement dans le temps, la différence est non significative, mais l'écart avec la province lui est significatif) et une augmentation de l'indice comparatif de mortalité. Or, les hommes de Shawinigan, malgré leur écart avec le Québec, ont tout de même vu une amélioration de leur espérance de vie. De plus, on peut difficilement conclure qu'un biais dans l'attribution de nos décès par codes postaux de 2002 à 2005 soit à l'origine de cette nouvelle situation, car cela impliquerait que seuls les décès des femmes de Shawinigan aient été concernés puisqu'il n'y a pas eu de bris de tendance chez les hommes.

Tableau 19 : Nombres observés et attendus de décès selon la cause, Shawinigan (ancienne ville), 2001-2005. Les indices comparatifs de mortalité (ICM) en rouge sont significativement plus élevés à Shawinigan que ceux attendus au Québec.

	Nombres attendus par rapport à l'ensemble du Québec			Nombres observés à Shawinigan			Indice comparatif de mortalité (ICM)		
	H	F	Total	H	F	Total	H	F	Total
Tumeurs malignes excluant tumeur de la peau ¹	171,7	177,9	349,5	195	187	382	1,14	1,05	1,09
- Tumeurs malignes excluant tumeur de la peau ¹ et du poumon	112,5	136,6	249,1	106	133	239	0,94	0,97	0,96
- Tumeurs malignes du poumon	59,2	41,3	100,5	89	54	143	1,50	1,31	1,42
Maladies du système nerveux	23,7	50,9	74,6	48	85	133	2,02	1,67	1,78
Maladies de l'appareil circulatoire	154,7	207,6	362,3	178	235	413	1,15	1,13	1,14
- Cardiopathies ischémiques	92,9	106,2	199,1	113	134	247	1,22	1,26	1,24
Maladies de l'appareil respiratoire	51,9	57,3	109,2	71	74	145	1,37	1,29	1,33
- Maladies chroniques des voies respiratoires inférieures	33,3	32,5	65,8	53	50	103	1,59	1,54	1,57
Suicides	11,5	3,5	15,1	24	4	28	2,08	1,13	1,86
Traumatismes non intentionnels	17,6	18,1	35,7	18	29	47	1,02	1,61	1,32
Maladies infectieuses	9,8	13,0	22,9	8	6	14	0,81	0,46	0,61
Maladies de l'appareil digestif	18,2	25,2	43,4	21	39	60	1,15	1,55	1,38
Maladies endocriniennes	21,1	31,9	53,0	21	39	60	0,99	1,22	1,13
Ensemble des décès	523,4	661,7	1185,1	665	827	1492	1,27	1,25	1,26

Source : MSSS, *Fichier des décès 2001 à 2005*

¹ Les tumeurs de la peau n'englobent pas les mélanomes. On exclut les tumeurs de la peau, car elles sont rarement déclarées au Fichier des tumeurs du Québec.

Tableau 20 : Nombres observés et attendus de décès selon la cause, Shawinigan (ancienne ville), 1995-1999. Les indices comparatifs de mortalité (ICM) en rouge sont significativement plus élevés à Shawinigan que ceux attendus au Québec.

	Nombres attendus par rapport à l'ensemble du Québec			Nombres observés à Shawinigan			Indice comparatif de mortalité (ICM)		
	H	F	Total	H	F	Total	H	F	Total
Tumeurs malignes excluant tumeur de la peau ¹	169,5	164,9	334,4	218	177	395	1,29	1,07	1,18
- Tumeurs malignes excluant tumeur de la peau ¹ et du poumon	107,5	130,3	237,8	123	138	261	1,14	1,06	1,10
- Cancers du poumon	62,0	34,6	96,5	95	39	134	1,53	1,13	1,39
Maladies du système nerveux	15,3	26,6	41,9	19	32	51	1,24	1,20	1,22
Maladies de l'appareil circulatoire	194,6	246,1	440,7	232	232	464	1,19	0,94	1,05
- Cardiopathies ischémiques	119,3	128,8	248,1	149	127	276	1,25	0,99	1,11
Maladies de l'appareil respiratoire	60,6	60,0	120,6	58	41	99	0,96	0,68	0,82
- Maladies pulmonaires obstructives chroniques	37,9	29,6	67,5	44	24	68	1,16	0,81	1,01
Suicides	14,1	4,1	18,2	23	7	30	1,63	1,69	1,64
Traumatismes non intentionnels	17,9	16,6	34,5	26	22	48	1,45	1,33	1,39
Maladies de l'appareil digestif	18,9	24,9	43,7	24	25	49	1,27	1,01	1,12
Maladies endocriniennes	17,4	24,8	42,2	29	32	61	1,67	1,29	1,44
Ensemble des décès	551,1	635,9	1187,0	685	650	1335	1,24	1,02	1,12

Source : MSSS, *Fichier des décès 1995 à 1999*

¹ Les tumeurs de la peau n'englobent pas les mélanomes. On exclut les tumeurs de la peau, car elles sont rarement déclarées au Fichier des tumeurs du Québec.

8.5 Incidence de cancer à Shawinigan

L'incidence de cancer est évaluée en utilisant un indice comparatif d'incidence (ICI) qui est utilisé selon les mêmes principes que l'ICM, mais cette fois pour le taux d'incidence de cancer d'un groupe comparativement à une population.

Pour l'incidence des tumeurs selon le siège de 2001 à 2005, seule celle du poumon chez les hommes est significativement plus élevée que celle du Québec, ce qui affecte à la hausse l'ICI de l'ensemble des cancers (tableau 21). L'ICI du cancer de la vessie, tant chez les hommes que chez les femmes, et du cancer du poumon chez les femmes, sont plus élevés, mais la différence est non statistiquement significative.

Les indices comparatifs d'incidence (ICI) et de mortalité (ICM) présentent une cohérence marquée : la mortalité par cancer du poumon chez les hommes et l'incidence de ce cancer chez ces derniers se retrouvent tous les deux en excès comparés au Québec.

De 1995 à 1999, les hommes de la ville de Shawinigan se distinguent par un taux d'incidence pour tumeurs malignes supérieur à celui de l'ensemble des hommes du Québec pour la même période (tableau 22). Les cancers du poumon contribuent encore pour beaucoup à cette situation. D'ailleurs, seul le cancer du poumon, tant en 1995-1999 qu'en 2001-2005, est statistiquement plus élevé à ce que l'on observe au Québec.

Pour cette période, les femmes de cette ville présentent des taux d'incidence comparables à celui des Québécoises.

Notons que les indices comparatifs d'incidence plus élevés pour le cancer de la vessie ne sont pas statistiquement significatifs.

8.6 Hospitalisation des résidents de Shawinigan

De 2001-2002 à 2005-2006, les taux d'hospitalisation des résidents de Shawinigan étaient supérieurs à ceux des autres résidents du RLS du Centre-de-la-Mauricie¹¹ (tableau 23). Seuls les taux d'hospitalisation pour l'ensemble des tumeurs (à l'exclusion de celles de la peau et du poumon) chez les femmes et pour les maladies de l'appareil circulatoire (notamment les cardiopathies ischémiques) ne présentent pas cet écart. Dans ce dernier cas, les hommes de Shawinigan sont même moins hospitalisés que ceux du reste du RLS du Centre-de-la-Mauricie. Notons toutefois qu'en ce qui concerne le cancer du poumon, on constate un taux ajusté d'hospitalisation plus important à Shawinigan que pour le reste du Centre-de-la-Mauricie pour les hommes et les femmes.

La situation de 1995-1996 à 1999-2000 présentait déjà, en gros, les écarts observés de 2001-2002 à 2005-2006. Toutefois, la population de Shawinigan, tant les hommes que les femmes, était davantage hospitalisée pour des maladies de l'appareil circulatoire que celle du reste du Centre-de-la-Mauricie pour cette période. De plus, une inversion de la tendance selon le sexe se note pour les maladies du système nerveux (tableau 24).

On remarque pour les tumeurs, la même situation que celle qui sera notée ultérieurement, soit un taux d'hospitalisation comparable entre nos deux populations, mais des taux d'hospitalisation pour le cancer du poumon sensiblement plus élevés pour la population de Shawinigan.

¹¹ Tel que mentionné à la section 8.1.6, les taux d'hospitalisation entre les différents territoires sont affectés par plusieurs facteurs, tels que l'offre de service et les pratiques. Les taux de Shawinigan sont donc comparés avec ceux du RLS du Centre-de-la-Mauricie plutôt qu'avec le reste du Québec pour une meilleure interprétation.

Tableau 21 : Nombres observés et attendus de nouveaux cas de tumeurs selon le type, Shawinigan (ancienne ville), 2001-2005. Les indices comparatifs d'incidence (ICI) en rouge sont significativement plus élevés à Shawinigan que ceux attendus au Québec.

	Nombres attendus par rapport à l'ensemble du Québec			Nombres observés à Shawinigan			Indice comparatif d'incidence (ICI)		
	H	F	Total	H	F	T	H	F	Total
Tumeurs malignes excluant tumeurs de la peau ¹	320,3	339,9	660,2	376	340	716	1,17	1,00	1,08
Tumeurs malignes excluant tumeurs de la peau ¹ et du poumon	252,3	288,9	541,2	280	276	556	1,11	0,96	1,03
Tumeurs du poumon	68,0	50,9	119,0	96	64	160	1,41	1,26	1,34
Tumeurs de l'estomac	8,7	6,6	15,3	7	10	17	0,80	1,51	1,11
Tumeurs colorectales	46,7	50,0	96,7	43	42	85	0,92	0,84	0,88
Tumeurs du sein	-	88,2	88,2	-	76	76	-	0,86	0,86
Tumeurs de la vessie	25,6	10,5	36,1	32	13	45	1,25	1,24	1,25
Tumeurs de la prostate	67,4	-	67,4	71	-	71	1,05	-	1,05
Tumeurs du pancréas	8,4	11,1	19,5	8	12	20	0,95	1,08	1,02

Source : MSSS, *Fichier des tumeurs 2001 à 2005*, version décembre 2008

¹ Les tumeurs de la peau n'englobent pas les mélanomes. On exclut les tumeurs de la peau, car elles sont rarement déclarées au Fichier des tumeurs du Québec.

Tableau 22 : Nombres observés et attendus de nouveaux cas de tumeurs selon le type, Shawinigan (ancienne ville), 1995-1999. Les indices comparatifs d'incidence (ICI) en rouge sont significativement plus élevés à Shawinigan que ceux attendus au Québec.

	Nombres attendus par rapport à l'ensemble du Québec			Nombres observés à Shawinigan			Indice comparatif d'incidence (ICI)		
	H	F	Total	H	F	T	H	F	Total
Ensemble des tumeurs	334,9	376,1	711,0	426	399	825	1,27	1,06	1,16
Tumeurs malignes excluant tumeurs de la peau ¹	293,1	311,3	604,4	354	308	662	1,21	0,99	1,10
- Tumeurs malignes excluant tumeurs de la peau ¹ et du poumon	224,8	270,4	495,2	257	267	524	1,14	0,99	1,06
- Tumeurs du poumon	68,3	40,9	109,2	97	41	138	1,42	1,00	1,26
Tumeurs de l'estomac	9,6	7,1	16,7	4	4	8	0,42	0,56	0,48
Tumeurs colorectales	40,8	45,4	86,2	44	47	91	1,08	1,03	1,06
Tumeurs du sein	-	85,6	85,6	-	78	78	-	0,91	0,91
Tumeurs de la vessie	22,3	9,1	31,4	26	13	39	1,17	1,43	1,24
Tumeurs de la prostate	56,1	-	56,1	65	-	65	1,16	-	1,16
Tumeurs du pancréas	7,9	9,6	17,4	6	11	17	0,76	1,15	0,98

Source : MSSS, *Fichier des tumeurs 1995-1999*, version décembre 2008

¹ Les tumeurs de la peau n'englobent pas les mélanomes. On exclut les tumeurs de la peau, car elles sont rarement déclarées au Fichier des tumeurs du Québec.

Tableau 23 : Taux ajustés d'hospitalisation (pour 10 000) selon le sexe et certains regroupements de diagnostics principaux, Québec, Shawinigan et reste du RLS Centre-de-la-Mauricie, 2001-2002 à 2005-2006. Les valeurs en rouge indiquent un taux statistiquement différent de celui du reste du Centre-de-la-Mauricie.

	Québec			Reste du Centre-de-la-Mauricie			Shawinigan		
	F	H	Total	F	H	Total	F	H	Total
Total	650,2	769,5	699,8	713,3	894,9	789,4	812,7	992,7	885,3
Tumeurs sauf celles de la peau ¹	55,4	72,9	62,3	55,4	64,1	58,4	58,0	74,1	63,1
- Tumeurs sauf celles de la peau ¹ et du poumon	47,3	58,3	51,5	48,6	50,5	48,8	48,7	56,6	50,6
- Tumeurs du poumon	8,1	14,6	10,8	6,8	13,6	9,6	9,3	17,5	12,5
Maladies du système nerveux	11,5	12,0	11,6	11,6	11,5	11,4	17,3	11,9	14,2
Maladies de l'appareil circulatoire	104,1	186,8	141,6	112,3	222,2	161,6	117,3	212,4	159,0
- Cardiopathies ischémiques	36,0	88,8	60,3	41,6	119,4	76,9	45,5	109,0	73,6
Maladies de l'appareil respiratoire	70,0	96,9	80,7	86,0	120,4	99,3	101,7	133,8	113,8
- MPOC	27,9	36,4	31,0	36,7	50,6	41,1	51,8	60,7	53,9
Maladies de l'appareil digestif	85,9	91,3	87,9	94,7	110,8	101,1	108,9	138,4	122,0
Maladies endocriniennes	15,7	14,5	15,0	13,6	13,4	13,3	20,2	20,7	20,5
Suicides	2,7	2,1	2,4	2,8	2,1	2,5	6,4	4,8	5,5
Traumatismes non intentionnels	49,4	65,7	58,8	45,0	66,7	56,6	51,7	80,2	67,6

Source : MSSS, *Fichier Med-Écho* 2001-2002 à 2005-2006

¹ Les tumeurs de la peau n'englobent pas les mélanomes. On exclut les tumeurs de la peau, car elles sont rarement déclarées au Fichier des tumeurs du Québec.

Tableau 24 : Taux ajustés d'hospitalisation (pour 10 000) selon le sexe et certains regroupements de diagnostics principaux, Québec, Shawinigan et reste du RLS Centre-de-la-Mauricie, 1995-1996 à 1999-2000. Les valeurs en rouge indiquent un taux statistiquement différent de celui du reste du Centre-de-la-Mauricie.

	Québec			Reste du Centre-de-la-Mauricie			Shawinigan		
	F	H	Total	F	H	Total	F	H	Total
Total	739,0	856,0	785,8	791,6	950,7	857,4	931,4	1120,9	1003,8
Tumeurs sauf celles de la peau ¹	58,3	77,5	65,7	57,6	73,8	63,4	57,8	88,9	68,8
- Tumeurs sauf celles de la peau ¹ et du poumon	50,8	60,4	54,1	50,4	54,8	51,3	46,9	62,5	52,3
- Tumeurs du poumon	7,5	17,1	11,6	7,2	19,0	12,2	10,9	28,4	16,4
Maladies du système nerveux	13,5	14,0	13,6	18,0	15,7	16,8	16,4	18,6	17,6
Maladies de l'appareil circulatoire	118,4	205,0	157,4	110,2	217,9	159,5	129,8	233,3	173,8
- Cardiopathies ischémiques	39,4	91,6	63,6	37,2	98,9	66,4	45,2	103,4	71,0
Maladies de l'appareil respiratoire	82,4	116,0	96,0	89,9	134,4	108,4	113,1	171,9	138,0
- MPOC	34,8	48,2	39,8	34,4	54,2	42,1	53,3	74,5	61,3
Maladies de l'appareil digestif	104,8	113,9	108,1	124,8	138,5	130,1	145,3	178,3	158,7
Maladies endocriniennes	17,1	16,0	16,5	16,4	15,5	16,0	24,0	22,5	23,3
Suicides	3,3	2,5	2,9	3,6	1,5	2,6	7,3	5,8	6,5
Traumatismes non intentionnels	48,7	72,8	61,9	54,2	87,9	72,0	59,0	92,7	76,4

Source : MSSS, *Fichier Med-Écho* 1995-1996 à 1999-2000

¹ Les tumeurs de la peau n'englobent pas les mélanomes. On exclut les tumeurs de la peau, car elles sont rarement déclarées au Fichier des tumeurs du Québec.

8.7 Interprétation des écarts

La comparaison du profil de la population de Shawinigan à celui de l'ensemble du Québec est essentielle à l'interprétation des résultats, il s'agit même du prérequis de base pour bien interpréter les écarts observés.

En premier lieu, la ville compte une proportion importante de personnes âgées hébergées comparativement au Québec, ce qui, même à structure d'âge égal, est un facteur connu de surmortalité pour une population (94 % de la population totale de la ville est en logement privé contre 99 % au Québec en 2006 et en 2001, 85,2 % des 65 ans et plus sont en logement privé dans la ville contre 90,1 % au Québec). On peut aussi penser, à l'instar d'autres villes de la région, qu'une population âgée plus vulnérable des municipalités environnantes à Shawinigan s'est établie dans la ville pour bénéficier des services à proximité ou du développement de résidences offrant une gamme de services et que, de ce fait, ces personnes âgées soient plus fragilisées que celles demeurant dans leur municipalité d'origine. Cette situation est aussi en mesure d'entraîner une surmortalité, notamment chez les femmes (puisque plus d'hommes âgés bénéficient d'un aidant naturel que de femmes âgées¹², ceux-ci peuvent davantage demeurer dans leur milieu naturel). La présence d'une surmortalité pour maladies du système nerveux (essentiellement par maladie d'Alzheimer) milite d'ailleurs en ce sens. Il en est partiellement de même pour la surmortalité par maladies cardiovasculaires. Cela pourrait donc expliquer le bris de tendance observé chez les femmes de Shawinigan entre 1995-1999 et 2001-2005. De plus, au cours de cette période, Shawinigan a connu une perte sensible de sa population due à la migration : il se pourrait que le profil de santé des citoyens émigrés ait été plus favorable que celui de ceux étant demeurés, cette hypothèse pouvant d'ailleurs se conjuguer à celle d'une immigration dans la ville de personnes à la santé plus fragile.

Par ailleurs, il ne faut pas oublier que la population de Shawinigan présente une plus grande défavorisation sur son territoire que celle de l'ensemble du Québec. Selon les travaux régionaux sur les inégalités de santé, sept des neuf unités écologiques d'analyse (UEA) de Shawinigan (soit plus de 75 % de la population) présentent un indice les classant parmi les communautés vulnérables ou problématiques (Boisvert et autres, 2004). Cette défavorisation peut être associée, entre autres, à une mortalité plus élevée et prématurée, des habitudes de vie comme le tabagisme, moins d'activité physique, de loisir ou la consommation moindre de fruits et légumes. De plus, les différents indicateurs tirés du recensement de 2006 indiquent bien cette situation plus problématique pour l'ancienne ville de Shawinigan. Certes, le fait que la population de la ville dans ses frontières antérieures demeure nettement plus âgée que celle du Québec est en mesure d'entraîner ces indicateurs à la hausse. Toutefois, des mesures ajustées selon l'âge tirées du recensement de 2001 permettaient aussi de dégager une situation plus problématique pour l'ancienne ville de Shawinigan. Donc, la structure d'âge ne permet pas à elle seule d'expliquer ces résultats.

Enfin, il convient de rappeler que la ville de Shawinigan est marquée par un lourd passé industriel. Le portrait historique de la qualité de l'air reflète d'ailleurs bien cette situation. Ainsi, la population de ces secteurs a autrefois été exposée à des niveaux plus importants de pollution que ceux mesurés aujourd'hui et ces expositions ont

¹² 19 % des hommes de 65 ans et plus du Québec vivent seuls en 2006 contre 40,8 % des femmes de cet âge selon le recensement canadien.

certainement un effet sur l'état de santé actuel de la population résidant toujours à Shawinigan.

Concernant les taux d'hospitalisation, nos résultats laissent présager que la population de l'ancienne ville de Shawinigan pourrait être plus fragilisée que la population demeurant dans les autres municipalités du RLS. Les données pourraient indiquer que la plus grande population en hébergement ou en résidence contribuerait à faire augmenter les taux d'hospitalisation. De même, la plus grande défavorisation présentée par la ville pourrait aussi contribuer à cette situation.

En résumé

Le portrait de santé de la ville de Shawinigan présente une situation différente de celle de l'ensemble du Québec. De fait, la municipalité de Shawinigan présente des excès de mortalité pour plusieurs causes, notamment pour les maladies de l'appareil respiratoire et circulatoire et pour le cancer du poumon ainsi que de nombreux problèmes de santé (maladies du système nerveux) et le suicide. Les indicateurs d'incidence et d'hospitalisation restent aussi préoccupants pour le cancer du poumon.

Des facteurs environnementaux comme la qualité de l'air influencent assurément l'état de santé de la population, mais les écarts observés peuvent aussi être tributaires de facteurs structurels inhérents à cette population, tels que la structure d'âge ou le taux de défavorisation.

9 Caractérisation du risque

9.1 Portrait de la qualité de l'air ambiant à Shawinigan

L'air ambiant s'est amélioré de façon notable au Québec depuis les années 80. Ce progrès est attribuable à plusieurs facteurs, notamment l'adoption en 1979 du Règlement québécois sur la qualité de l'atmosphère, les procédés d'épuration des gaz au niveau industriel plus efficaces, la fermeture d'établissements, le meilleur entretien des voies urbaines, la surveillance plus adéquate des chantiers de construction, la diminution de l'utilisation de mazout ainsi que sa teneur en soufre et les dispositifs antipollution de plus en plus efficaces sur les véhicules. Par contre, certains autres changements ont conduit à l'augmentation des émissions de contaminants dans l'air extérieur, tels que l'accroissement de l'activité économique, l'établissement de nouvelles industries et l'augmentation du nombre de véhicules automobiles en circulation (MDDEP, 2010c).

Shawinigan ne fait pas exception à la règle et, bien qu'elle ait longtemps été une ville fortement industrialisée, le déclin du secteur de l'industrie lourde et la modification de certains équipements d'épuration ont contribué à l'amélioration notable de la qualité de l'air ambiant dans les années 80, 90 et 2000. Plusieurs stations d'échantillonnage sont en place à Shawinigan et nous permettent d'établir un portrait relativement étoffé de la qualité de l'air extérieur, ce qui ne serait pas possible pour la majorité des villes du Québec. Ce portrait est toutefois limité aux quartiers Saint-Marc, Christ-Roi, Sainte-Croix et L'Assomption, où sont situées les deux stations du MDDEP. Ces dernières sont influencées en grande partie par l'usine RTA à proximité. Le portrait de la qualité de l'air est aussi fortement influencé par les conditions météorologiques journalières qui modifient la dispersion des contaminants dans l'atmosphère.

Lorsqu'on compare les résultats des stations de Shawinigan avec ceux de l'ensemble des stations du Québec¹³, Shawinigan se situe parmi les villes qui présentent des concentrations de particules fines les plus élevées, surtout en ce qui concerne les maximums atteints, et ce, malgré les améliorations importantes observées au cours des dernières années. En 2008, les concentrations moyennes de PM_{2,5} sont comparables à celles observées à plusieurs stations de Montréal. L'analyse plus fine des données percentiles témoigne toutefois d'une situation différente entre les deux municipalités : en effet, la qualité de l'air en regard des particules à Shawinigan est généralement meilleure qu'à Montréal, tel qu'en témoignent les valeurs médianes, mais présente des pics de pollution ponctuels (95^e, 98^e percentiles et valeurs maximales) plus importants, tirant la moyenne à la hausse. Concernant le BaP, les valeurs moyenne, médiane et maximale pour Shawinigan en 2008 sont les plus élevées des 5 stations québécoises effectuant ces mesures, la valeur médiane étant d'environ 5 à 10 fois plus élevée à Shawinigan qu'ailleurs.

9.2 Estimation du risque

Il est maintenant reconnu dans le milieu scientifique que l'exposition aux contaminants de l'air ambiant est associée à une augmentation de la mortalité et de la morbidité au niveau cardiaque et respiratoire, particulièrement chez les personnes vulnérables, soit

¹³ Il y a 76 stations d'échantillonnage du MDDEP au Québec, dont 43 mesurent les PM_{2,5}, 19 mesurent le SO₂ et 5 mesurent les HAP (MDDEP, 2010d).

les enfants, les personnes âgées et les personnes qui souffrent de maladies pulmonaires ou cardiaques. Ces problèmes de santé ont des causes multifactorielles et la pollution de l'air constitue un facteur de risque supplémentaire pour ces personnes. Par ailleurs, la revue des études épidémiologiques a démontré qu'il n'existe pas de seuil sous lequel la pollution atmosphérique ne cause pas d'effet sur la santé. Aussi, les études démontrent que l'impact sanitaire des particules fines est attribuable en majeure partie à de fréquentes expositions à des niveaux modérés de pollution (exposition chronique), et non aux épisodes de pollution atmosphérique élevée (exposition aiguë). Ainsi, l'impact sur la santé serait davantage lié à la moyenne annuelle qu'aux maximums atteints.

Pour donner un ordre de grandeur des impacts sanitaires de la pollution atmosphérique à Shawinigan, des estimations de risque ont été réalisées. Selon la littérature scientifique récente et les estimations de risque, l'exposition aux PM_{2,5} et l'exposition aux HAP semblent constituer les risques à la santé liés à la qualité de l'air ambiant les plus importants pour la population de Shawinigan.

Ainsi, selon l'INSPQ, l'exposition chronique à la pollution atmosphérique par les PM_{2,5} serait responsable d'une augmentation des décès prématurés à Shawinigan et dans les autres régions évaluées. L'exposition à court terme aux pointes de particules fines serait quant à elle responsable d'une augmentation des bronchites aiguës infantiles, des jours de symptômes d'asthme et des jours d'activités réduites (Bouchard et Smargiassi, 2008). Il est toutefois important de mentionner que, compte tenu de l'importance de l'incertitude entourant ces estimations, les taux estimés à Shawinigan ne sont pas significativement différents de ceux des autres régions examinées. Il faut aussi rappeler que cette estimation considère toutes les sources de pollution anthropiques confondues et n'est donc pas seulement attribuable aux sources industrielles.

Une estimation des risques de cancer liés à la présence de HAP a aussi été réalisée. Selon cette estimation, les niveaux de benzo(a)pyrène rencontrés à Shawinigan seraient responsables d'excès de cancers allant jusqu'à 16 cas supplémentaires sur 70 ans dans une population de 20 000 personnes. En fonction des 143 nouveaux cas de cancer (tumeurs malignes excluant tumeurs de la peau) observés chaque année en moyenne à Shawinigan de 2001 à 2005, cela représenterait une très faible proportion des cas pouvant être attribués à l'exposition au BaP à Shawinigan.

9.3 Portrait sociosanitaire

Le portrait sociosanitaire de la ville de Shawinigan a démontré que plusieurs problèmes de santé et maladies y sont en excès. Des excès de mortalité sont en effet constatés pour les maladies du système nerveux, maladies de l'appareil circulatoire, maladies de l'appareil respiratoire, maladies de l'appareil digestif, le suicide et le cancer du poumon (chez les hommes). Ainsi, les causes de mortalité qui peuvent être liées à la qualité de l'air ambiant (maladies cardiaques, respiratoires et cancers du poumon) se retrouvent parmi celles en surmortalité à Shawinigan, mais ce ne sont pas les seules qui montrent des excès.

Concernant l'incidence des cancers, seul le cancer du poumon est statistiquement plus élevé à Shawinigan que dans le reste du Québec pour les périodes 1995-1999 et 2001-2005. Les taux d'hospitalisation sont aussi plus élevés à Shawinigan que dans le reste du RLS Centre-de-la-Mauricie, et ce, pour la presque totalité des causes d'hospitalisation.

Plusieurs facteurs peuvent être responsables de ces écarts, notamment la structure d'âge et la défavorisation nettement plus importante de la population de Shawinigan. Donc, bien que la qualité de l'air de Shawinigan soit en mesure d'avoir des conséquences sur l'état de santé de la population, le portrait sociosanitaire ne permet pas de quantifier la part de cet impact.

9.4 Autres facteurs de risque

D'autres facteurs de risque peuvent aussi avoir un impact sur la santé de la population de Shawinigan, qu'ils soient individuels (habitudes de vies, qualité de l'air intérieur de sa résidence, conditions socioéconomiques, etc.) ou environnementaux (smog, etc.). Ces facteurs de risque se retrouvent aussi ailleurs au Québec, à divers degrés. Ainsi, la quantification de l'impact de la qualité de l'air sur la santé est encore complexifiée par la présence de ces autres facteurs de risque pouvant contribuer, probablement même de façon plus importante, aux mêmes problèmes de santé que ceux reliés à la qualité de l'air extérieur.

9.5 Acceptabilité du risque

La notion de niveau de risque acceptable est une notion très variable selon l'analyse de risque en cause. Ainsi, pour les substances cancérigènes, le niveau de risque à vie qui est généralement considéré comme acceptable est de un cancer supplémentaire pour une population d'un million d'habitants (1×10^{-6}). Toutefois, la question de l'acceptabilité du risque est une notion beaucoup plus nuancée que l'application de ce critère.

Aux États-Unis, l'Environmental Protection Agency (EPA) a posé en 1994 un principe général soutenant qu'un risque à vie de un cancer sur dix mille (1×10^{-4}) pour la personne la plus exposée pouvait constituer un risque acceptable et que la marge de sécurité devrait ramener le risque couru par le plus grand nombre possible de personnes à un risque de un sur un million (1×10^{-6}) (Santé Canada et Commission canadienne de l'énergie atomique, 1998). À titre comparatif, le risque individuel à vie calculé pour les HAP au chapitre 6 serait plutôt de l'ordre de un sur mille. Ainsi, le risque unitaire calculé pour Shawinigan est supérieur aux niveaux de risque acceptables présentés par la communauté scientifique pour diverses substances cancérigènes.

Par contre, le ministère de la Santé et des Services sociaux précise, dans les *Principes directeurs d'évaluation du risque toxicologique pour la santé humaine de nature environnementale* (2002), que l'acceptabilité du risque n'est pas un concept scientifique mais un concept social, en ce sens qu'il doit prendre en compte les facteurs psychosociaux. En effet, toute activité humaine ne peut en soi être associée à un risque zéro, il y a donc une certaine part de risque que la population est prête à tolérer et à mettre en balance en fonction des avantages qu'elle peut en retirer, par exemple l'emploi. Ainsi un risque volontaire est souvent plus acceptable qu'un risque subit ou involontaire, même à des niveaux de risque similaires ou même supérieurs. Le jugement du niveau de risque acceptable doit donc être fait avec la communauté.

Pour juger de l'acceptabilité d'un risque, la communauté doit avoir en main une information complète et transparente et être en mesure de bien évaluer l'ensemble des avantages et des inconvénients. Des principes essentiels doivent aussi être pris en compte dans ce jugement : l'équité entre ceux qui subissent le risque et ceux qui en perçoivent les bénéfices; la participation du public, pour que chaque partie puisse faire

entendre son point de vue et participer à la prise de décision et la primauté de la protection de la santé humaine.

Ainsi, dans le cas de l'air ambiant à Shawinigan, le jugement d'acceptabilité du risque devra prendre en compte le risque supplémentaire de mortalité et de morbidité que la qualité de l'air ambiant actuel impose, mais aussi les autres facteurs sociaux, comme la présence d'emplois de qualité pour plusieurs de ses résidents et les retombées économiques et sociales inhérentes à ces emplois.

Actuellement à Shawinigan, exception faite de deux signalements individuels récents, la qualité de l'air n'a jamais fait l'objet de plainte formelle à la DSP au cours des dernières années, tant de la part de citoyens que des autorités locales et des professionnels de la santé. Des préoccupations de quelques citoyens quant aux impacts de ces émissions sur leur qualité de vie et leur santé ont toutefois été rapportées dans le quotidien régional à l'été 2008. Les préoccupations de la population semblent plus liées à l'éventuelle fermeture de l'usine RTA annoncée pour 2015 depuis plusieurs années et à ses impacts socio-économiques qu'à la qualité de l'air ambiant. D'ailleurs, des groupes de citoyens de Shawinigan luttent actuellement pour maintenir l'usine RTA en opération après 2015. L'économie étant un déterminant important de la santé, les autorités de santé publique sont aussi préoccupées de ces pertes d'emplois potentielles et des impacts négatifs qui en découleraient.

D'un point de vue de santé environnementale, la qualité de l'air ambiant à Shawinigan a des impacts sur la santé de la population et la situation demeure préoccupante, comme elle peut l'être dans d'autres régions du Québec qui sont dans une situation comparable. Les risques sanitaires qui y sont associés ne sont pas négligeables et justifient que des actions soient entreprises à moyen terme. En effet, des efforts devraient être consentis pour réduire ce risque sanitaire à Shawinigan comme ailleurs. L'amélioration globale de l'état de santé doit aussi tenir compte de l'ensemble des facteurs de risque présents dans une population. Quant aux méthodes à utiliser pour y parvenir, plusieurs partenaires peuvent être impliqués afin d'y arriver et certains efforts se font déjà en ce sens.

10 Conclusions et recommandations

La qualité de l'air à Shawinigan est une préoccupation de la santé publique depuis les années 90. Le présent rapport a permis de faire un bilan des données environnementales disponibles pour les quartiers Saint-Marc, Christ-Roi, Sainte-Croix et L'Assomption et de les comparer aux normes et objectifs en vigueur pour l'air ambiant. Il a aussi permis d'estimer le risque sanitaire lié à la qualité de l'air dans ces quartiers et de mettre ces données en relation avec les données sociosanitaires de cette population.

Les données démontrent que la qualité de l'air en général s'est grandement améliorée dans les années 80, 90 et 2000. Toutefois, par rapport à l'ensemble du Québec, Shawinigan présente toujours des résultats parmi les plus élevés des stations de mesure actuellement en place, notamment pour les $PM_{2,5}$ et les HAP.

Les principaux effets sur la santé associés aux $PM_{2,5}$ sont une augmentation de la mortalité et des hospitalisations dues à l'aggravation des maladies cardiorespiratoires, une diminution de la capacité pulmonaire, l'augmentation des cas de bronchite chronique et d'asthme ainsi qu'une augmentation du risque de cancer du poumon. Ces effets sont plus importants chez les enfants et les personnes âgées atteintes d'asthme ou souffrant de maladies respiratoires chroniques ou cardiovasculaires. Les études épidémiologiques sur les particules fines ($PM_{2,5}$ et PM_{10}) démontrent la relation de type linéaire sans seuil des particules, c'est-à-dire que toute augmentation de la concentration ambiante correspond à une augmentation des effets sur la santé. L'estimation du risque à la santé pour l'exposition aux particules fines réalisée par l'INSPQ dans plusieurs unités géographiques du Québec montre que l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique par les $PM_{2,5}$ serait important dans toutes les unités géographiques du Québec examinées, dont Shawinigan.

Les HAP sont quant à eux impliqués dans l'apparition de nombreuses formes de cancers chez l'humain. Les cancers de l'œsophage et de l'estomac ont été reliés à l'ingestion d'aliments très fumés, tandis que les cancers de la vessie, des voies nasales ou du poumon surviennent après inhalation. À Shawinigan, le risque de cancer supplémentaire attribuable à la présence de HAP est plus important que dans les autres localités puisque la présence de HAP y est plus élevée. Toutefois, pour la population de l'ancienne ville de Shawinigan, les estimations de risque de nouveaux cas de cancer attribuables à l'exposition au BaP demeurent marginales par rapport au risque global de cancer attribuable à de multiples causes.

Le portrait sociosanitaire de la population de l'ancien territoire de Shawinigan fait ressortir des excès de mortalité et de maladies pour plusieurs causes, dont les maladies cardiorespiratoires et le cancer du poumon qui présentent des taux supérieurs à ceux observés pour l'ensemble du Québec. Toutefois, des excès sont aussi observables pour d'autres maladies et causes de mortalité qui ne sont pas en rapport avec la qualité de l'air, ce qui suggère que d'autres facteurs ont aussi une influence sur ces excès, comme les conditions socioéconomiques et la structure d'âge de cette population. Par ailleurs, les cancers étant des maladies de longue latence, les excès observés maintenant peuvent être reliés à l'exposition à l'air ambiant des années antérieures.

Suite à ce bilan, on peut conclure que la qualité de l'air ambiant à Shawinigan demeure préoccupante, au même titre que d'autres régions du Québec qui sont dans une situation comparable. Les risques sanitaires qui y sont associés ne sont pas

négligeables et des efforts doivent être consentis afin de diminuer l'exposition à long terme de la population à la pollution par les PM_{2,5} et les HAP et ainsi améliorer la qualité de vie des résidents demeurant dans les quartiers Saint-Marc, Christ-Roi, Sainte-Croix et L'Assomption, au même titre que plusieurs villes industrielles qui sont dans une situation comparable. Cependant, la situation à Shawinigan se distingue par des valeurs élevées de distribution de particules fines, qui sont associées à des effets sanitaires aigus, notamment pour les populations vulnérables. Des efforts doivent donc aussi être consentis afin de protéger à court terme la population lors de ces pointes de pollution.

Bien qu'il appartienne à la communauté de juger de l'acceptabilité du risque auquel elle est exposée, et que plusieurs ministères et organismes soient impliqués dans la gestion de ce risque, la Direction de santé publique est en mesure de faire quelques recommandations pour les différents intervenants concernés¹⁴. À noter que ces recommandations tiennent compte du fait que l'usine ne pourra poursuivre ses opérations sans se conformer aux normes environnementales applicables à partir de 2015. Les recommandations pourraient être différentes si la durée de vie des cellules Söderberg dans leur état actuel était prolongée au-delà de cette date.

Réseau de la santé et des services sociaux de la Mauricie et du Centre-du-Québec :

- communiquer à la population les problématiques liées à la qualité de l'air dans la région de Shawinigan et les risques pour la santé qui y sont associés;
- sensibiliser les intervenants du réseau local de services de santé et de services sociaux et les partenaires qui agissent déjà auprès des populations vulnérables à Shawinigan afin qu'ils puissent intégrer ce facteur dans leurs interventions et que la sensibilisation aux effets de la pollution de l'air ambiant rejoigne efficacement les personnes directement concernées;
- participer à la Commission de l'environnement de la Ville de Shawinigan lors du suivi du dossier.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs :

- faire un bilan des données de surveillance de la qualité de l'air ambiant à Shawinigan par la Direction du suivi de l'état de l'environnement et le transmettre aux partenaires impliqués et à la Commission de l'environnement de la Ville de Shawinigan à une fréquence déterminée par cette Commission;
- participer à la Commission de l'environnement de la Ville de Shawinigan lors du suivi du dossier.

¹⁴ Bien que le MDDEP ait participé à la préparation à la rédaction de certains chapitres, les conclusions et recommandations présentées ici émanent de la Direction de santé publique et n'engagent pas la responsabilité du MDDEP.

Ville de Shawinigan :

- intégrer à la Commission de l'environnement déjà en place à Shawinigan, un point sur la qualité de l'air ambiant au moins une fois par an ou plus au besoin afin de présenter les résultats d'émission de RTA et de faire le suivi de la qualité de l'air ambiant à Shawinigan. Pour ce faire, des représentants de RTA, de la DSP, du CSSS et du MDDEP devraient être invités à se joindre à la Commission. Les conseillers du district Des Hêtres et De la Cité devraient aussi être présents pour ce point;
- transmettre l'information à la population relativement à la qualité de l'air tel que discuté à la Commission de l'environnement, soit par le billet d'un point présenté aux assemblées publiques du conseil municipal, soit par la publication d'un point d'information dans un bulletin ou une autre publication de la Ville;
- intégrer les préoccupations liées aux impacts de la pollution de l'air sur la santé dans les initiatives de développement du secteur industriel;
- prôner la réduction des autres sources de polluants atmosphériques sur le territoire, tel que la réduction de l'utilisation de l'automobile par la promotion du transport actif, du covoiturage ou du transport en commun et la mise en place d'une réglementation sur le chauffage au bois.

Aluminerie RTA de Shawinigan :

- poursuivre les efforts pour réduire les émissions de HAP, tel que déjà prévu à l'Entente de performance environnementale signée avec Environnement Canada;
- établir un plan d'action pour travailler à la réduction des émissions de particules en suspension;
- moderniser l'équipement de mesure de la qualité de l'air ambiant utilisé en partenariat avec le MDDEP (réalisé en 2011);
- rédiger un rapport sur la qualité de l'air ambiant et le transmettre aux partenaires impliqués et à la Commission de l'environnement de la ville de Shawinigan à une fréquence à déterminer par cette Commission;
- informer la Commission de l'environnement de la Ville de Shawinigan des différentes mesures mises en place pour réduire les émissions atmosphériques et participer à la Commission lors du suivi du dossier.

Environnement Canada :

- poursuivre les travaux visant à mettre en place une réglementation fédérale pour la diminution des rejets de HAP, PM_{2,5} et SO₂ par les industries;
- continuer le suivi des résultats de l'Entente de performance environnementale (EPE) avec RTA.

RÉFÉRENCES

- AGENCE DE LA SANTÉ PUBLIQUE DU CANADA (2009). *Réduire les risques de la maladie cardiovasculaire au minimum*, [En ligne]. <http://www.phac-aspc.gc.ca/cd-mc/cvd-mcv/risques-risk-fra.php> (Consulté en 2009).
- AGENCE FRANÇAISE DE SÉCURITÉ SANITAIRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DU TRAVAIL (AFSSET) (2009). *Pollution par les particules dans l'air ambiant*, Synthèse en vue d'un appui à l'élaboration de seuils d'information et d'alerte du public pour les particules dans l'air ambiant, 127 p.
- ALCAN INC. (2002). *Alcan Corporate Sustainability Report 2002*.
- ALCAN INC. (2004). *Rapport sur la durabilité d'Alcan 2004*.
- ANDERSON, P.J., J.D. WILSON et F.C. HILLER (1990). Respiratory tract deposition of ultrafine particles in subjects with obstructive or restrictive lung disease, *Chest*, 97(5), 1115-1120.
- ARMSTRONG, B., E. HUTCHINSON et T. FLETCHER (2003). *Cancer risk following exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs): a meta-analysis*, London School of Hygiene and Tropical Medicine.
- ARMSTRONG, B., E. HUTCHINSON, J. UNWIN et T. FLETCHER (2004). Lung cancer risk after exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons: a review and meta-analysis, *Environmental Health Perspectives*, 112(9), 970-978.
- BALIUNAS, D., J. PATRA, J. REHM, S. POPOVA, M. KAISERMAN et B. TAYLOR (2007). Smoking-attributable mortality and expected years of life lost in Canada 2002: conclusions for prevention and policy, *Chronic Diseases in Canada*, 27(4), 154-62.
- BISSON, M. (1986). *Introduction à la pollution atmosphérique*, Les publications du Québec, ministère de l'Environnement, Direction de l'assainissement de l'air, Québec, 135 p.
- BOISVERT, R. et autres (2004). *Les inégalités de santé et de bien-être en Mauricie et au Centre-du-Québec : une analyse écologique (Phase II)*, Agence de développement de réseaux locaux de services de santé et de services sociaux de la Mauricie et du Centre-du-Québec, 89 p.
- BOUCHARD, M. et A. SMARGIASSI (2008). *Estimation des impacts sanitaires de la pollution atmosphérique au Québec : utilisation du Air Quality Benefits Assessment Tool (AQBAT)*, Direction des risques biologiques, environnementaux et occupationnels, Institut national de santé publique du Québec.
- BOUCHARD, M., L. NORMANDIN, F. GAGNON, P. DUMAS, É. GAUDREAU, C. VIAU et C. TREMBLAY (2008). *Surveillance biologique de l'exposition aux hydrocarbures aromatiques polycycliques d'origine industrielle à Baie-Comeau*, Agence de la santé et des services sociaux de la Côte-Nord, Baie-Comeau, 181 p.

- BURNETT, R.T., D. STIEB, J.R. BROOK, S. CAKMAK, R. DALES, M. RAIZENNE, R. VINCENT et T. DANN (2004). Associations between short-term changes in nitrogen dioxide and mortality in Canadian cities, *Archives of Environmental Health*, 59(5), 228-236.
- BURNETT, R.T., J.R. BROOK, S. CAKMAK et D. KREWSKI (1997). The role of particulate size and chemistry in the association between summertime ambient air pollution and hospitalization for cardiorespiratory diseases, *Environmental Health Perspectives* 105(6), 614-620.
- CARTER, A.-M. et A. GERMAIN (2007). *Évolution des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), des dioxines et des furanes dans l'air ambiant à Saguenay, Québec – 2000 à 2005*, Environnement Canada, 23 p.
- CARTIER, J.-F. et F. GAGNON (2000). *Évaluation du risque cancérigène liés aux émissions atmosphériques de HAP d'origine industrielle à Baie-Comeau*, Régie régionale de la santé et des services sociaux de la Côte-Nord, Baie-Comeau, 99 p.
- CENTRE CANADIEN D'HYGIÈNE ET DE SÉCURITÉ AU TRAVAIL (CCHST) (1997). *Effets du dioxyde de soufre sur la santé* [En ligne]. http://www.cchst.ca/oshanswers/chemicals/chem_profiles/sulfurdi/health_sul.html?print (Consulté en 2009).
- CENTRE INTERNATIONAL DE RECHERCHE SUR LE CANCER (CIRC) (2008). *Évaluation globale de la cancérogénicité pour l'Homme, liste de tous les agents évalués à ce jour* [En ligne]. <http://monographs.iarc.fr/FR/Classification/crthallalph.php> (Consulté le 12 janvier 2009).
- DIONNE, L. et G. LÉVESQUE (1996). *Bilan de santé et environnement de la région Mauricie-Bois-Francs, Le Portrait en 1994*, Direction de santé publique de la Mauricie-Bois-Francs.
- DIRECTIONS DE SANTÉ PUBLIQUE, MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX et INSTITUT NATIONAL DE SANTÉ PUBLIQUE DU QUÉBEC (2005). *Plan commun de surveillance de l'état de santé de la population et de ses déterminants 2004-2007*, gouvernement du Québec, 599 p.
- DOCKERY, D. W., J. CUNNINGHAM, A.I. DAMOKOSH, L.M. NEAS, J.D. SPENGLER, P. KOUTRAKIS et autres (1996). Health effects of acid aerosols on North American children: respiratory symptoms, *Environmental Health Perspectives*, 104(5), 500-505.
- DOCKERY, D.W., J. SCHWARTZ et J.D. SPENGLER (1992). Air pollution and daily mortality: associations with particulates and acid aerosols, *Environmental Research*, 59(2), 362-373.
- ENVIRONNEMENT CANADA (2006). *Sources de pollution au Québec, Branché sur l'air pur*, [En ligne]. http://www.ec.gc.ca/cleanair-airpur/Sources_de_pollution_au_Quebec-WSD63BEDFE-1_Fr.htm (Consulté en 2008-2009-2010).
- ENVIRONNEMENT CANADA (2008). *Entente de performance environnementale concernant les émissions atmosphériques d'hydrocarbures aromatiques polycycliques* [En ligne]. <http://ec.gc.ca/epe-epa/default.asp?lang=Fr&n=B6464981-1f> (Consulté en 2009-2010).

- ENVIRONNEMENT CANADA (2009). *Modélisation de la dispersion atmosphérique des émissions de l'usine de RioTinto Alcan à Shawinigan*, réalisé par SNC Lavalin Environnement, Montréal, Québec, Juin 2009, 46 p.
- ENVIRONNEMENT CANADA (2010). *Ententes sur la performance environnementale*, [En ligne]. <http://www.ec.gc.ca/epe-epa/default.asp?lang=Fr&n=69737ECC-1> (Consulté le 25 novembre 2010).
- ENVIRONNEMENT CANADA (2010). *Inventaire national des rejets de polluants (INRP)*, [En ligne]. <http://www.ec.gc.ca/inrp-npri/> (Consulté en 2009).
- ENVIRONNEMENT CANADA (EC) et SANTÉ CANADA (SC) (1994). *Liste des substances d'intérêt prioritaire, Rapport d'évaluation, Hydrocarbures aromatiques polycycliques*, gouvernement du Canada, 52 p.
- EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA) (2008). Polycyclic aromatic hydrocarbons in food: Scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain, *The EFSA Journal*, 724, 1-114.
- EZZATI, M., A.D. LOPEZ, A. RODGERS, S. VANDER HOORN et C.J. MURRAY (2002). Selected major risk factors and global and regional burden of disease, *The Lancet*, 360(9343), 1347-1360.
- GENIVAR (2009). *Analyse des concentrations en benzo(a)pyrène à l'usine Shawinigan*, Note technique préparée pour Rio Tinto Alcan, juillet 2009, 22 p.
- GILBERT, N.L. (1995). *Les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant à Shawinigan, état de la situation et risques pour la santé humaine*, Direction de santé publique Mauricie–Bois-Francs.
- GILBERT, N.L. et C. VIAU (1996). *Surveillance biologique de l'exposition aux hydrocarbures aromatiques polycycliques chez des personnes vivant aux environs de l'aluminerie Alcan de Shawinigan*, Rapport d'étude-pilote, Direction de santé publique Mauricie–Bois-Francs.
- GOVERNEMENT DU CANADA (1999). *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999)* [En ligne]. <http://lois.justice.gc.ca/fra/C-15.31/page-1.html> (Consulté en 2009).
- INSTITUT NATIONAL DE L'ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL ET DES RISQUES (INERIS) (2003). *Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), Évaluation de la relation dose-réponse pour des effets cancérigènes : Approche substance par substance (facteurs d'équivalence toxique – FET) et approche par mélange, Rapport final*, 64 p.
- JONGENEELLEN, F.J. (2001). Benchmark guideline for urinary 1-hydroxypyrene as biomarker of occupational exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons, *The Annals of Occupational Hygiene*, 45(1), 3-13.
- JUDEK, S. et D. STIEB (2006). *Introduction à l'outil d'évaluation des bénéfices lié à la qualité de l'air*, [Document électronique d'aide accompagnant le logiciel AQBAT], Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs, Santé Canada.

- JUDEK, S., B. JESIMAN, D. STIEB et R. VET (2004). *Estimation de la surmortalité causée par la pollution atmosphérique au Canada*, Environnement Canada, Division des effets de la pollution de l'air sur la santé, Santé Canada et Service météorologique du Canada, Présenté au BAPE dans le cadre du Projet de Prolongement de l'autoroute 25 entre l'autoroute 440 et le Boulevard Henri-Bourassa, rapport 215, 30 avril 2004.
- LAJOIE, P. (1997). Particules dans l'atmosphère : des normes plus sévères pour protéger la santé, *Bulletin d'information en santé environnementale*, INSPQ, vol. 8, n° 3, 4 p.
- LAROUCHE, L. (1995). *Les hydrocarbures aromatiques polycycliques et le cancer, L'Oncogénèse environnementale au Québec*, CSE, Québec.
- LIOY, P.J., L. WALLACE et E. PELLIZZARI (1991). Indoor/outdoor, and personal monitor and breath analysis relationships for selected volatile organic compounds measured at three homes during New Jersey TEAM-1987, *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, 1(1), 45-61.
- LIPPMANN, M. (1977). Regional deposition of particles in the human respiratory tract, dans D.H.K. Lee, H.L. Falk, S.D. Murphy et S.R. Geiger (éd.), *Handbook of physiology*, Section 9: Reactions to environmental agents, American Physiological Society, Bethesda (Md.), p. 213-232.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA FAUNE (MEF) (1997). *La qualité de l'air au Québec de 1975 à 1994*, 52 p.
- MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX DU QUÉBEC (2002). *Lignes directrices pour la réalisation des évaluations du risque toxicologique pour la santé humaine dans le cadre de la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement et de l'examen des projets de réhabilitation de terrains contaminés*, 104 p.
- MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX DU QUÉBEC (2002). *Principes directeurs d'évaluation du risque toxicologique pour la santé humaine de nature environnementale*, gouvernement du Québec, 87 p.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (2010a). *La qualité de l'air au Québec : historique des événements marquants*, [En ligne]. <http://www.mddep.gouv.qc.ca/regards/portrait-stat/air.htm> (Consulté en 2009-2010).
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (2010b). *Indice de la qualité de l'air*, [En ligne]. <http://www.mddep.gouv.qc.ca/air/iqua/index.htm> (Consulté en 2010).
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (2010c). *L'évolution de différents contaminants atmosphériques au Québec*, [En ligne]. <http://www.mddep.gouv.qc.ca/regards/portrait-stat/air.htm> (Consulté en 2009-2010).

- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (2010d). *Le programme de surveillance de la qualité de l'air*, [En ligne]. http://www.mddep.gouv.qc.ca/air/programme_surveillance/index.htm (Consulté le 21 avril 2010).
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (2008). *Portrait statistique : mauvaise qualité de l'air et smog*, [En ligne]. <http://www.mddep.gouv.qc.ca/air/info-smog/portrait/index.htm> (Consulté en 2008-2009-2010).
- MONN, C. (2001). Exposure assessment of air pollutants: a review on spatial heterogeneity and indoor/outdoor/personal exposure to suspended particulate matter, nitrogen dioxide and ozone, *Atmospheric Environment*, 35(1), 1-32.
- OFFICE OF ENVIRONMENTAL HEALTH HAZARD-ASSESSMENT AND CALIFORNIA AIR RESOURCES BOARD (1994). *Benzo(a)pyrène as a toxic air contaminant, executive summary*, [En ligne]. http://www.oehha.ca.gov/air/toxic_contaminants/pdf1/benzo%5Ba%5Dpyrene.pdf (Consulté en 2009)
- ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ (2000). *Qualité de l'air : recommandations pour l'Europe*, Second Edition, WHO Regional Publications, European Series, n° 91, 2000, 273 p.
- ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ (2005). *La pollution atmosphérique par les particules en suspension : ses effets nuisibles sur la santé*, [En ligne]. <http://www.euro.who.int/document/mediacentre/fs0405f.pdf> (Consulté le 13 avril 2010).
- ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ (2006). *Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air : particules, ozone, dioxyde d'azote et dioxyde de soufre, synthèse de l'évaluation des risques*, Mise à jour mondiale 2005, 25 p.
- PATRY, L., L. JACQUES, N. KING, T. KOSATSKY et A. KOSSOWSKI (2005). *Prévention en pratique médicale : Pollution de l'air et santé*, 4 p.
- POPE CA III et D.W. DOCKERY (1992). Acute effects of PM10 pollution on symptomatic and asymptomatic children, *American Review of Respiratory Disease*, 145(5), 1123-1128.
- PRICE, R.H., J.N. CHOI et A.D. VINOKUR (2002). Links in the chain of adversity following job loss: How financial strain and loss of personal control lead to depression, impaired functioning and poor health, *Journal of Occupational Health Psychology* 7(4), 302-312.
- QUÉNEL, P., W. DAB, B. FESTY, C. VIAU et D. ZMIROU (2003). Qualité de l'air ambiant, chapitre 11, dans *Environnement et santé publique : fondements et pratiques*, Éditions TEC & DOC, p. 292-315.
- RIO TINTO ALCAN SHAWINIGAN (RTA) (2010). *Présentation à la 1^{ère} rencontre 2010 du comité de suivi de l'Entente de performance environnementale RTA Shawinigan – Environnement Canada* 11 juin 2010, 44 p.

- ROWAN WILLIAMS DAVIES & IRWIN INC (RWDI) (2004). *Contribution des alumineries aux concentrations de matières particulaires*, rapport préparé pour l'Association de l'aluminium du Canada, Montréal, Québec, 4 avril 2004, 23 p.
- SAINT-AMOUR, M., C. TREMBLAY, L. JACQUES et J.P. WEBER (2000). Surveillance biologique de l'exposition aux hydrocarbures aromatiques polycycliques chez des personnes vivant aux environs d'une aluminerie québécoise, *Revue d'épidémiologie et de santé publique*, vol. 48, n° 5, p. 439-448.
- SANTÉ CANADA (1998). *Manuel sur la santé et l'environnement à l'intention des professionnels de la santé*, 12 p.
- SANTÉ CANADA (2000). *Liste des substances d'intérêt prioritaire, Rapport d'évaluation : particules inhalables de 10 microns ou moins*, gouvernement du Canada, 88 p.
- SANTÉ CANADA (2004a). *Guide canadien d'évaluation des incidences sur la santé, volume 2 : approches et prises de décision*, Rapport du Comité fédéral-provincial-territorial de l'hygiène du milieu et du travail.
- SANTÉ CANADA (2004b). *Guide canadien d'évaluation des incidences sur la santé - Volume 4 : Impacts sur la santé par secteur industriel*, 324 p.
- SANTÉ CANADA (2006). *Objectifs nationaux de la qualité de l'air ambiant (ONQAA)*, Réglementation de la qualité de l'air et ses effets sur la santé, [En ligne]. <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/air/out-ext/reg-fra.php#a3> (Consulté en 2009-2010).
- SANTÉ CANADA ET COMMISSION DE CONTRÔLE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE (1998). *Évaluation et gestion des risques de cancer associés aux rayonnements ionisants et aux agents chimiques*, Ottawa, ministre des Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, 64 p.
- SCHWARTZ, J., D.W. DOCKERY et L.M. NEAS (1996). Is daily mortality associated specifically with fine particles? *Journal of Air Waste Management Association*, 46(10), 927-939.
- STATISTIQUE CANADA (2006). *Profil des communautés*, recensement canadien de 2006.
- SUNYER, J., F. BALLESTER, A. LE TERTRE, R. ATKINSON, J.G. AYRES, F. FORASTIERE, B. FORSBERG, J.M. VONK, L. BISANTI, J.M. TENÍAS, S. MEDINA, J. SCHWARTZ et K. KATSOUYANNI (2003). The association of daily sulfur dioxide air pollution levels with hospital admissions for cardiovascular diseases in Europe (the APHEA-II study), *European Heart Journal*, 24(8), 752-760.
- TABLE RONDE NATIONALE SUR L'ENVIRONNEMENT ET L'ÉCONOMIE (2008). *Élaboration d'objectifs sur la qualité de l'air ambiant pour le Canada : Avis à l'intention du ministre de l'environnement*, 36 p.
- TREMBLAY, C., M. BOUCHARD, F. GAGNON, J.-F. CARTIER, P. BÉGIN, L. LAROUCHE et L. DIONNE (2000). Les hydrocarbures aromatiques polycycliques : Exposition et risques dans la population générale, *Bulletin d'information en santé environnementale*, vol. 11, n° 3.

- VAN ROOIJ, J.G., M.M. VEEGER, M.M. BODELIER-BADE, P.T. SCHEEPERS et F.J. JONGENELEN (1994). Smoking and dietary intake of polycyclic aromatic hydrocarbons as sources of interindividual variability in the baseline excretion of 1-hydroxypyrene in urine, *International archives of occupational environmental health*, 66(1), 55-65.
- VYSKOCIL, A. et C. VIAU (2000). *Risque pour les populations québécoises exposées aux HAP émis par les procédés d'électrolyse d'aluminium de type Söderberg*, Rapport préliminaire présenté à l'ALCAN.

ANNEXE 1

Fréquence et vitesse du vent (en ordre décroissant) sur 16 directions mesurées à la station météorologique 04134 située sur les terrains de RTA, entre janvier 2000 et décembre 2008.

Fréquence		Vitesse moyenne	Vitesse maximale	
Direction (absolue)		(pourcentage)	(en km/h)	
N	7140	9,20 %	10,9	39
NNE	2498	3,20 %	7,8	30
NE	4714	6,10 %	8,3	33
ENE	7154	9,20 %	10	41
E	5869	7,60 %	10	41
ESE	1652	2,10 %	7	28
SE	1827	2,40 %	7,3	30
SSE	2954	3,80 %	9,3	28
S	3528	4,60 %	10,6	24
SSW	3677	4,70 %	13,3	33
SW	3129	4,00 %	12,9	39
WSW	4944	6,40 %	10,5	35
W	5490	7,10 %	9,7	43
WNW	5101	6,60 %	10	35
NW	8301	10,70 %	10,8	41
NNW	8328	10,80 %	10,8	39
C	1133	1,50 %	0	0



**Agence de la santé
et des services sociaux
de la Mauricie
et du Centre-du-Québec**

Québec 

CENTRE ADMINISTRATIF

550, rue Bonaventure, Trois-Rivières (Québec) G9A 2B5
Téléphone : 819 693-3636 | Télécopieur : 819 373-1627

BUREAU

350, rue Saint-Jean, Drummondville (Québec) J2B 5L4
Téléphone : 819 477-6221 | Télécopieur : 819 477-9443

www.agencecss04.qc.ca