

# MODELISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE DES POLLUANTS REJETÉS PAR LE PROJET ST-LAURENT/LARAMÉE/McCONNELL (HULL)

Rapport soumis à :

**M. NORMAND GAUTHIER**  
**BEAUCHEMIN – BEATON - LAPOINTE**  
2001, rue University  
14e étage  
Montréal (QC) H3A 2A6

25 mai 2000

---

## *Enviromet International Inc.*

Claude Lelièvre, Ph. D.  
2, chemin Capri  
Dollard-des-Ormeaux (Québec)  
Canada H9B 2J2  
Tél. : (514)-683-6828  
Fax : (514)-421-9607  
Courriel : [lelievre@enviromet.qc.ca](mailto:lelievre@enviromet.qc.ca)

## SOMMAIRE

M. Normand Gauthier a demandé à Enviromet International Inc. d'effectuer une étude de dispersion atmosphérique pour déterminer l'impact du projet St-Laurent/Laramée/McConnell à Hull.

Les données sur la circulation automobile actuelle et prévue en 2011 ont été fournies par BBL à Enviromet. Les émissions de particules fines ( $PM_{10}$  et  $PM_{2,5}$ ) ont été estimées en se servant du modèle PART5 de l'EPA. Les émissions de monoxyde de carbone (CO) et d'oxydes d'azote ( $NO_x$ ) ont été calculées en utilisant le modèle MOBILE5b. Les simulations ont été faites pour les conditions qui maximisent les concentrations atmosphériques des divers contaminants. Ces conditions diffèrent d'un contaminant à un autre. Les émissions de CO sont maximales par temps froid et à basse vitesse des véhicules, tandis que les émissions de  $NO_x$  sont maximales à basse température et à vitesse élevée des véhicules.

Les concentrations atmosphériques des divers contaminants ont été calculées à l'aide du modèle CALINE3 de l'EPA en utilisant les conditions atmosphériques qui produisent les plus forts taux d'émission et la moins bonne dilution atmosphérique. Les concentrations atmosphériques ainsi calculées correspondent aux plus fortes concentrations atmosphériques attendues sur une base horaire.

Les concentrations horaires calculées pour les particules en suspension totales (PST),  $PM_{10}$  et  $PM_{2,5}$  sont très élevées. Cependant, la norme de 24 heures de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les PST sera probablement respectée en zone résidentielle, mais elle pourrait être excédée à l'occasion sur les voies de circulation du boulevard Laramée. Si cette norme était abaissée à  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , elle pourrait être excédée à l'occasion aux propriétés en bordure immédiate du futur boulevard Laramée. La norme proposée par le CCME (Conseil canadien des ministres de l'Environnement) de  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les  $PM_{2,5}$  sur 24 heures sera probablement également respectée en zone résidentielle et dépassée à l'occasion le long du boulevard Laramée.

Les concentrations horaires de CO rencontrent la norme de 30 ppm dans le secteur occupé par les résidences. Il est possible que la norme horaire de CO soit excédée à certaines occasions à quelques endroits du boulevard Laramée.

Les normes sur les concentrations d'oxydes d'azote portent sur le  $NO_2$ . À cause du fait que les émissions d'oxydes d'azote se font principalement sous forme de NO, il est improbable que la norme de  $NO_2$  soit dépassée dans la zone d'étude. Si les émissions avaient été en majorité sous forme de  $NO_2$ , la norme de  $NO_2$  aurait alors pu être excédée sur le boulevard Laramée.

Par rapport aux conditions prévalant en l'an 2000, les concentrations des contaminants en 2011 dues à la circulation automobile pourraient diminuer en bordure du boulevard Saint-Joseph, augmenter par un facteur 2 à 6 le long du futur boulevard Laramée et augmenter par un facteur inférieur à 2,5 dans les résidences situées à moins de 150 m du futur boulevard Laramée, sans toutefois excéder les normes d'air ambiant.



## TABLE DES MATIÈRES

<b>SOMMAIRE</b> .....	<b>I</b>
<b>TABLE DES MATIÈRES</b> .....	<b>III</b>
<b>LISTE DES FIGURES</b> .....	<b>V</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX</b> .....	<b>VI</b>
<b>1 INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
<b>2 DESCRIPTION DE LA ZONE D'ÉTUDE</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1 Caractéristiques physiques de la zone d'étude</b> .....	<b>3</b>
<b>2.2 Estimation des niveaux de pollution actuels</b> .....	<b>5</b>
2.2.1 Monoxyde de carbone (CO).....	7
2.2.2 Particules en suspension totales (PST).....	8
2.2.3 Oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> ).....	9
<b>3 MODÈLES UTILISÉS</b> .....	<b>11</b>
<b>3.1 Modèle CALINE3</b> .....	<b>11</b>
<b>3.2 Modèle MOBILE5</b> .....	<b>12</b>
<b>3.3 Modèle PART5</b> .....	<b>13</b>
<b>4 PARAMÈTRES DE MODÉLISATION</b> .....	<b>15</b>
<b>4.1 Paramètres pour PART5</b> .....	<b>15</b>
4.1.1 Paramètres de contrôle.....	15
4.1.2 Paramètres pour les scénarios.....	18
<b>4.2 Paramètres pour MOBILE5</b> .....	<b>19</b>
4.2.1 Paramètres de contrôle.....	19
4.2.2 PROMPT.....	19
4.2.3 Paramètres relatifs aux scénarios.....	23
<b>4.3 Paramètres pour CALINE3</b> .....	<b>23</b>
4.3.1 Paramètres de contrôle.....	25
4.3.2 Points récepteurs.....	25
4.3.3 Carte de contrôle sur le nombre de segments et de conditions météorologiques.....	25
4.3.4 Données sur les segments d'autoroute.....	26
4.3.5 Données sur les conditions météorologiques.....	26
<b>5 RÉSULTATS DES SIMULATIONS</b> .....	<b>27</b>
<b>5.1 Taux d'émission des particules calculés par PART5</b> .....	<b>27</b>
5.1.1 Taux d'émission des PM <sub>10</sub> calculés par PART5.....	27
5.1.2 Taux d'émission des PM <sub>2,5</sub> calculés par PART5.....	30
<b>5.2 Taux d'émissions calculés par MOBILE5</b> .....	<b>33</b>
5.2.1 Émissions maximales pour les NO <sub>x</sub> .....	33
5.2.2 Émissions maximales pour le CO.....	33

<b>5.3</b>	<b>Concentrations calculées par CALINE3</b> .....	<b>38</b>
5.3.1	Concentrations horaires maximales de PM <sub>10</sub> .....	38
5.3.2	Concentrations horaires maximales de PM <sub>2,5</sub> .....	41
5.3.3	Concentrations horaires maximales de CO .....	41
5.3.4	Concentrations horaires maximales de NO <sub>2</sub> .....	41
5.3.5	Concentrations à la résidence la plus rapprochée.....	45
<b>6</b>	<b>CONCLUSION</b> .....	<b>47</b>
<b>7</b>	<b>RÉFÉRENCES</b> .....	<b>49</b>
	<b>ANNEXE A : 2011CO.INP FICHER D'ENTRÉE À CALINE3</b> .....	<b>1</b>

## LISTE DES FIGURES

Figure 2.1	Zone d'étude. Conditions actuelles. ....	4
Figure 2.2	Zone d'étude avec tronçon d'autoroute proposé ajouté (en brun pâle).....	5
Figure 5.1	Concentrations horaires maximales de PM <sub>10</sub> en utilisant les émissions prévues en 2011.....	39
Figure 5.2	Augmentation des concentrations horaires maximales de PM <sub>10</sub> en 2011 relativement à celles calculées en 2000. Les zones en vert représentent les endroits où les concentrations calculées sont plus faibles après la construction du boulevard Laramée qu'avant. ....	40
Figure 5.3	Concentrations horaires maximales de PM <sub>2,5</sub> en utilisant les émissions prévues en 2011.....	42
Figure 5.4	Concentrations horaires maximales de CO en utilisant les émissions prévues en 2011.....	43
Figure 5.5	Concentrations horaires maximales de NO <sub>2</sub> en utilisant les émissions prévues en 2011.....	44

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1	Population dans trois agglomérations urbaines canadiennes en 1994 et en 1998. Source : Statistiques Canada ( <a href="http://www.statcan.ca/english/Pgdb/People/Population/demo05.htm">http://www.statcan.ca/english/Pgdb/People/Population/demo05.htm</a> ).....	5
Tableau 2.2	Répartition de la main d'œuvre selon divers secteurs d'activité dans la région de l'Outaouais comparativement à celle dans la province de Québec (adapté de <a href="http://www.ville.gatineau.qc.ca/2_stats_e.htm">http://www.ville.gatineau.qc.ca/2_stats_e.htm</a> ).....	6
Tableau 2.3	Tableau comparatif de la valeur du 99e centile de la distribution annuelle des concentrations moyennes horaires de CO (adapté de MEF, 1998).....	7
Tableau 2.4	Comparaison des moyennes géométriques annuelles des particules en suspension totales (PST) en 1996 (adapté de MEF, 1998).....	9
Tableau 2.5	Comparaison des valeurs du 99e centile de la distribution annuelle des concentrations moyennes horaires de monoxyde d'azote (NO) en 1994 (adapté de MEF, 1998).....	10
Tableau 2.6	Comparaison des valeurs du 99e centile de la distribution annuelle des concentrations moyennes horaires de dioxyde d'azote (NO2) en 1994 (adapté de MEF, 1998).....	10
Tableau 4.1	Contenu du fichier 2000PM10.IN.....	16
Tableau 4.2	Répartition des véhicules selon les différentes catégories.....	16
Tableau 4.3	Liste des paramètres d'entrée à MOBILE5. cas qui maximise les émissions de CO.....	20
Tableau 4.4	Liste des paramètres d'entrée à MOBILE5 pour le cas qui maximise les émissions de NOx en 2011.....	20
Tableau 4.5	Répartition des véhicules selon les différentes catégories.....	21
Tableau 4.6	Valeurs choisies pour les paramètres locaux.....	24
Tableau 4.7	Valeurs choisies pour les paramètres locaux. Cette ligne peut être répétée pour réaliser chacun des scénarios que l'on désire.....	24
Tableau 5.1	Répartition des émissions directes de PM10 selon leurs sources directes.....	27
Tableau 5.2	Résultats des simulations pour les PM10 avec PART5 en 2000.....	28
Tableau 5.3	Résultats des simulations pour les PM10 avec PART5 en 2011.....	29
Tableau 5.4	Comparaison entre les taux d'émissions des PM10 et ceux des PM2,5.....	30
Tableau 5.5	Résultats des simulations pour les PM2,5 avec PART5 en 2000.....	31
Tableau 5.6	Résultats des simulations pour les PM2,5 avec PART5 en 2011.....	32
Tableau 5.7	Taux d'émissions prévus en 2011 par MOBILE5 pour des conditions favorisant une émission maximale de NOx.....	34
Tableau 5.8	Taux d'émissions prévus en 2000 par MOBILE5 pour des conditions favorisant une émission maximale de NOx.....	35
Tableau 5.9	Taux d'émissions prévus en 2011 par MOBILE5 pour des conditions favorisant une émission maximale de CO.....	36
Tableau 5.10	Taux d'émissions prévus en 2000 par MOBILE5 pour des conditions favorisant une émission maximale de CO.....	37
Tableau 5.1	Concentrations de fond et concentrations maximales prévues par CALINE3 à la résidence la plus rapprochée du futur boulevard Laramée.....	46
Tableau 6.1	Concentrations de fond et concentrations maximales prévues par CALINE3 à la résidence la plus rapprochée du futur boulevard Laramée.....	48

# **1 INTRODUCTION**

La firme Beauchemin-Beaton-Lapointe (BBL) détient avec le ministère des transports du Québec le contrat d'ingénierie du projet St-Laurent/Laramée/McConnell (SLM) à Hull.

Une partie du projet du projet SLM, d'une longueur d'un peu plus d'un kilomètre entre l'autoroute 50 et la promenade du lac des Fées se situe dans l'axe de la rue Laramée et traverse un milieu urbain existant.

M. Normand Gauthier de BBL a demandé à Enviromet International Inc. d'effectuer une étude de dispersion atmosphérique pour déterminer l'impact sur la qualité de l'air des modifications prévues dans le secteur de la rue Laramée.

Le modèle CALINE3 est un modèle reconnu par l'EPA (Environmental Protection Agency) américaine et le ministère de l'Environnement du Québec (MENV) pour effectuer la modélisation pour des tronçons d'autoroutes. Ce modèle a été utilisé dans cette étude. Les données d'émissions ont été calculées à l'aide des modèles MOBILE5 et PART5 en fonction des caractéristiques de la circulation automobile fournies par BBL.

Les contaminants considérés sont :

- Particules en suspension totales (PST).
- Particules d'un diamètre inférieur à 10 µm (PM<sub>10</sub>).
- Particules d'un diamètre inférieur à 2,5 µm (PM<sub>2,5</sub>).
- Monoxyde de carbone (CO).
- Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>).



## **2 DESCRIPTION DE LA ZONE D'ÉTUDE**

### **2.1 Caractéristiques physiques de la zone d'étude**

Les conditions actuelles de la zone d'étude sont présentées à la figure 2.1. Le tronçon de route projeté passera au nord de l'actuelle rue Laramée. Le long d'une bande de 150 m de large de chaque côté de la rue Laramée, entre le boulevard St-Joseph et un peu avant la promenade du lac des Fées, le terrain est relativement plat, les élévations variant entre environ 66 m et 74 m. Le terrain s'abaisse légèrement au niveau de la promenade du lac des Fées. Hors de la zone d'étude, à l'ouest de la promenade du lac des Fées, le terrain se rehausse soudainement pour atteindre plus de 100 m par endroits.

La zone d'étude est présentement constituée de résidences, d'écoles, de garderies et de petits commerces. Au nord-est de la zone d'étude, il y a un parc industriel urbain qui borde l'actuelle autoroute 50. À l'est de la zone d'étude, il y a une voie ferrée et la gare de Hull. L'activité ferroviaire est assez limitée. Plusieurs voies de circulation importante bordent la zone d'étude :

- Actuelle autoroute 50.
- Boulevard St-Joseph.
- Promenade du lac des Fées.
- Rue Montcalm.

Après un examen des données des sources d'émission du MENV, une visite sur les lieux et un examen des cartes de la région, les principales sources locales d'émissions des polluants sous étude semblent être :

- Véhicules automobiles.
- Résidences : chauffage, sécheuses, etc.
- Gare de trains.
- Usines de la région de Hull-Ottawa, dont :
  - E.B. Eddy (Hull)
  - Avenor (Gatineau)
  - Laidlaw (Gatineau)
- Décomposition bactérienne dans le sol (oxydes d'azote).
- Terrains vagues (poussières soulevées par le vent).

Les concentrations des polluants sont également dues au transport sur de grandes distances des émissions par des sources des grands centres industriels ainsi qu'à l'ensemble des sources mineures qui composent la pollution de fond.

La figure 2.2 est semblable à la figure 2.1 sauf qu'on a ajouté de façon schématique le tronçon d'autoroute proposé qui passe au nord de l'actuelle rue Laramée.

Figure 2.1 Zone d'étude. Conditions actuelles.

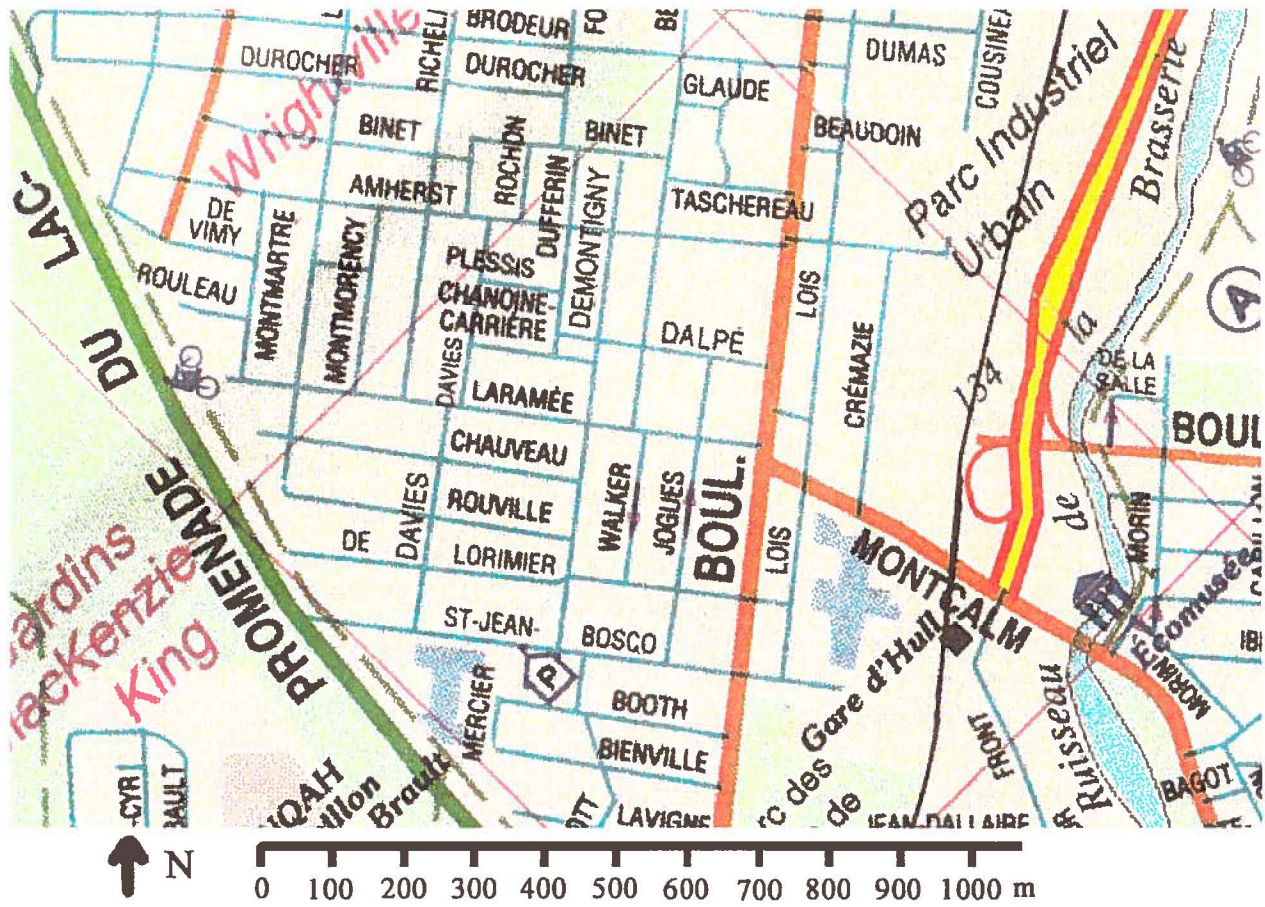
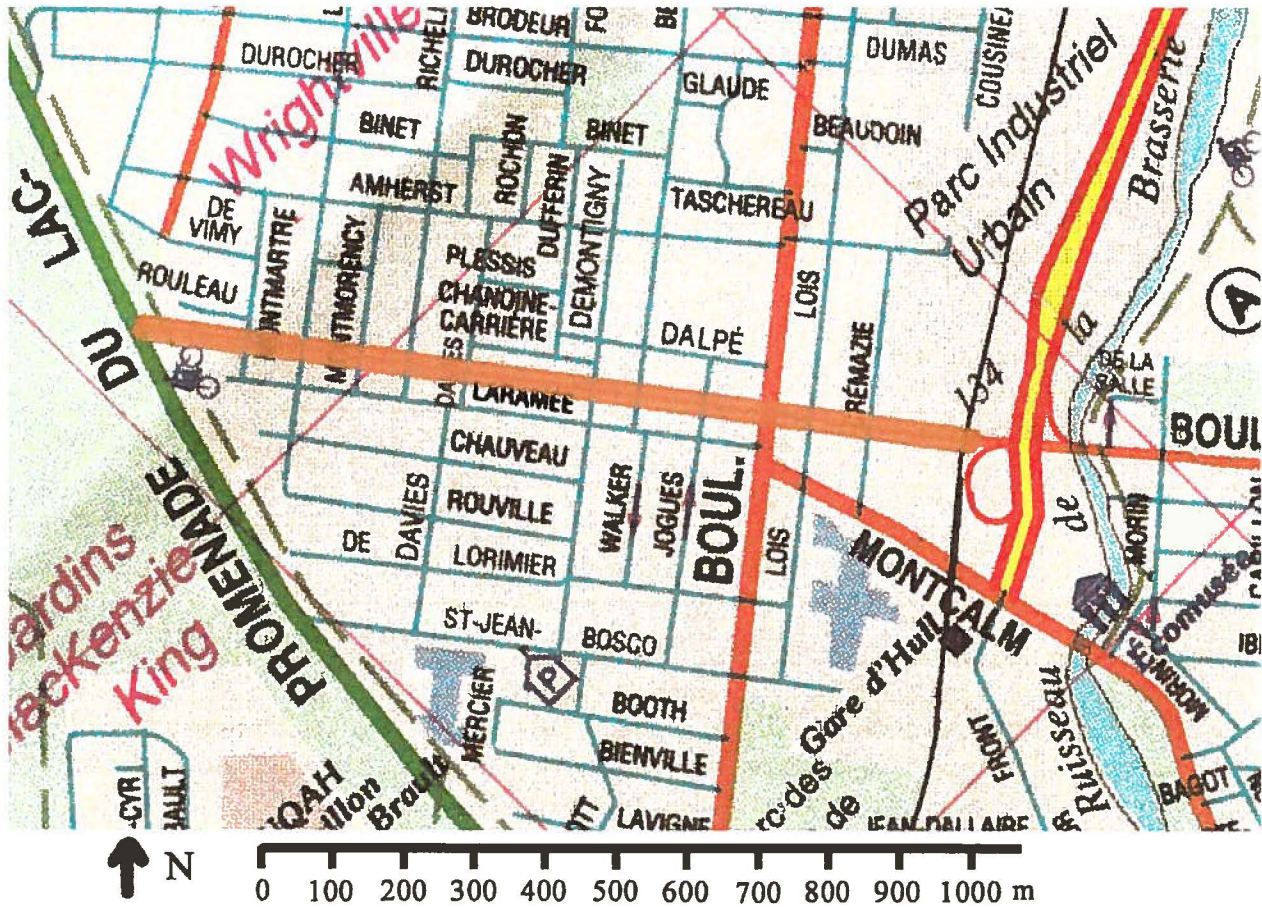


Figure 2.2 Zone d'étude avec tronçon d'autoroute proposé ajouté (en brun pâle).



## 2.2 Estimation des niveaux de pollution actuels

Le tableau 2.1 présente les données statistiques sur la population de trois agglomérations urbaines incluant celle de Hull-Ottawa, en 1994 et en 1998. Le niveau de population dans la région de Hull-Ottawa se rapproche plutôt de celui de Québec que de celui de Montréal. Cette région comporte également peu d'industries très polluantes, comme c'est également le cas à Québec. Du million de résidents que compte cette région, environ 75% vivent du côté ontarien. La ville de Hull comprend environ 65 000 résidents tandis que la ville de Gatineau en compte environ 106 000 ([http://www.ville.gatineau.qc.ca/2\\_stats\\_e.htm](http://www.ville.gatineau.qc.ca/2_stats_e.htm)).

Tableau 2.1 Population dans trois agglomérations urbaines canadiennes en 1994 et en 1998. Source : Statistiques Canada (<http://www.statcan.ca/english/Pgdb/People/Population/demo05.htm>).

AGGLOMÉRATION	1994	1998
Ottawa-Hull	1 021 500	1 056 700
Montréal	3 357 500	3 428 300
Québec	679 300	687 200

**Tableau 2.2 Répartition de la main d'œuvre selon divers secteurs d'activité dans la région de l'Outaouais comparativement à celle dans la province de Québec (adapté de [http://www.ville.gatineau.qc.ca/2\\_stats\\_e.htm](http://www.ville.gatineau.qc.ca/2_stats_e.htm)).**

Secteur d'activité	Gatineau (1991)	Outaouais (1994)	Québec (1994)
Manufacture	7,6%	7,1%	18%
Construction	7,6%	6%	4,4%
Transport, communication et autres industries utilitaires	7,0%	6,9%	7,1%
Commerce	16,0%	15,3%	17,3%
Finances	5,0%	3,8%	5,5%
Services	32,2%	35,7%	37,2%
Administration publique	24,0%	22,5%	6,7%
Autres	0,6%	2,7%	3,8%

Le tableau 2.2 démontre que le secteur manufacturier emploie environ 2,5 fois moins de personnes que dans l'ensemble de la province de Québec et environ 3,4 fois plus de personnes travaillent dans l'administration publique. Puisque les emplois dans l'administration publique n'impliquent généralement pas la fabrication de produits industriels, on peut donc s'attendre à ce que les niveaux de pollution générés par la région de Hull-Ottawa soient relativement plus faibles que dans les villes plus industrialisées.

Selon les données d'émission de 1995 obtenues du MENV, les usines de la Communauté Urbaine de l'Outaouais (CUO : Hull, Gatineau et Aylmer) contribuaient à :

- 1,2% des émissions industrielles de particules.
- 3,0% des émissions industrielles de NO<sub>x</sub>.

La population est estimée à environ 210 000 en l'an 2000, ce qui correspond à environ 2,9% de la population du Québec. Les émissions dues aux véhicules automobiles dans la CUO sont à peu près proportionnelles à la population qui y vit. On s'attend donc à ce qu'environ 3% des émissions québécoises dues aux véhicules soient émises par la CUO. Les émissions de la région voisine d'Ottawa-Carleton devraient être environ 3,6 fois plus fortes que celles de la CUO si on tient compte du rapport des populations.

Les observations de qualité de l'air sont présentement prises à la station Île localisée au 255, rue Saint-Rédempteur, à 16 m d'altitude sur le toit d'une école secondaire. De 1990 à 1996, ces observations ont été prises à la station Gamelin.

### 2.2.1 Monoxyde de carbone (CO)

Selon le MEF (1997), les principales sources anthropiques d'émission de CO pour l'ensemble de la province de Québec en 1994 étaient :

- Les véhicules de transport avec 62,3%.
- Les procédés industriels avec 20,4%.
- La combustion avec 15,8%.
- L'incinération avec 1,5%.

Environ 80% des émissions de CO sont généralement proportionnelles à la population, de sorte que la CUO devrait contribuer à environ 3% des émissions provinciales de CO. Les émissions de CO de la région d'Ottawa-Carleton pourraient équivaloir à environ  $3,6 \times 3\% = 10,8\%$  des émissions québécoises. Les émissions totales de CO pour la région de Hull-Ottawa pourraient donc équivaloir à environ 13,8% des émissions québécoises.

Les émissions les plus importantes de CO étant dues aux véhicules automobiles, il faut donc s'attendre à de fortes émissions près des routes achalandées, ce qui causera de fortes concentrations en bordure de ces routes avec une décroissance graduelle en s'en éloignant. Plusieurs voies de circulation en bordure de la zone d'étude reçoivent un nombre important de véhicules, notamment la promenade du lac des Fées et le boulevard St-Joseph.

Le tableau 2.3 présente la valeur du 99<sup>e</sup> centile de la distribution des concentrations horaires de CO mesurées à Bécancour, Hull, Québec et sur le territoire de la Communauté urbaine de Montréal (MEF, 1998). La norme horaire étant de 30 ppm, les concentrations de CO mesurées à Hull sont 15 fois inférieures à cette norme 99% du temps. Les concentrations mesurées à Hull sont légèrement inférieures à celles mesurées à Québec et comparables à celles des sites les moins pollués de la CUM. Les concentrations aux sites les plus pollués de la CUM peuvent être de 2,5 fois plus élevées qu'à Hull. Les concentrations en milieu avec faible densité urbaine (Deschambault et Bécancour) sont sensiblement plus faibles qu'ailleurs.

À cause des améliorations apportées aux véhicules automobiles, les émissions de CO par véhicule ont sensiblement diminué au cours des 25 dernières années. En fait, on n'observe plus au Québec de dépassement des normes de CO sur une et huit heures depuis 1985 (MEF, 1998).

**Tableau 2.3** Tableau comparatif de la valeur du 99<sup>e</sup> centile de la distribution annuelle des concentrations moyennes horaires de CO (adapté de MEF, 1998).

Agglomération urbaine	Valeur du 99 <sup>e</sup> centile
Deschambault (1992)	1 ppm (1 145 µg/m <sup>3</sup> )
Bécancour (1996-97)	1 ppm (1 145 µg/m <sup>3</sup> )
Hull (1994)	2 ppm (2 290 µg/m <sup>3</sup> )
Québec (1994)	3 ppm (3 435 µg/m <sup>3</sup> )
CUM (1994)	de 2 à 5 ppm ( 2 290 à 5 726 µg/m <sup>3</sup> )

Les données des stations mesurant le CO à Hull révèlent que la valeur maximale horaire a été de 8,8 ppm en 1996, soit 29 % de la norme horaire. La moyenne sur huit heures a atteint 4,0 ppm, soit 31% de la norme.

À l'intérieur de la zone d'étude, il est donc probable que les normes de CO soient respectées présentement. Il faut s'attendre à ce que les concentrations soient plus élevées près des voies achalandées de circulation automobile. Une variation quotidienne est à prévoir dans les concentrations avec des maximums aux heures de pointe. Les concentrations maximales hivernales sont généralement plus fortes que celles qui se produisent en été à cause d'un taux d'émission de CO plus élevé à basse température et d'une dilution atmosphérique moins favorable en hiver.

### 2.2.2 Particules en suspension totales (PST)

Selon le MEF (1997), les principales sources anthropiques d'émission de particules pour l'ensemble de la province de Québec en 1994 étaient :

- Les procédés industriels (47,9%).
- La combustion (38,7%).
- Le transport (12,1%).
- L'incinération (1,3%).

La relativement faible industrialisation de la région de la CUO explique pourquoi seulement 1,2% des émissions de poussières en 1995 provenaient de la région de la CUO, malgré qu'elle représente environ 3% de la population québécoise. Les trois autres sources représentent un peu plus de 50% des émissions et elles sont généralement proportionnelles à la population.

Les sources naturelles de poussières sont en partie constituées par le soulèvement de poussières par le vent. En milieux urbain et semi-urbain, les terrains vagues peuvent constituer une source importante de poussières par temps sec. Les concentrations maximales de poussières se retrouvent souvent par temps sec au printemps, peu après la fonte des neiges, lorsque le vent soulève la poussière qui s'était accumulée dans la neige. Une fois que la végétation a suffisamment poussé, elle retient généralement une partie de la poussière.

En fonction des conditions qui prévalent actuellement dans la zone d'étude, on s'attend à ce que les normes quotidiennes ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et annuelle ( $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) soient respectées. Les cinq années de données disponibles à Hull révèlent que la concentration maximale horaire a été de  $122 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et que la concentration maximale des moyennes géométriques annuelles a été de  $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Le tableau 2.4 présente les moyennes géométriques annuelles des PST dans quelques agglomérations urbaines québécoises en 1996. Les concentrations mesurées à Sherbrooke, Laval et Longueuil, de 28 à  $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sont similaires à celles mesurées dans la zone d'étude ( $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

**Tableau 2.4 Comparaison des moyennes géométriques annuelles des particules en suspension totales (PST) en 1996 (adapté de MEF, 1998).**

Agglomération urbaine	Moyennes géométriques
Québec	23 à 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Rouyn-Noranda	24 et 43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
CUM	25 à 59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Sherbrooke	28 et 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Cap-de-la-Madeleine	28 à 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Chicoutimi/Jonquière	33 et 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Laval, Longueuil	33 et 34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Hull	32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

### 2.2.3 Oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ )

Selon le MEF (1997), les principales sources anthropiques d'émission d'oxydes d'azote pour l'ensemble de la province de Québec en 1994 étaient :

- Le transport (79,7%).
- La combustion (17,1%).
- Les procédés industriels (2,9%).
- L'incinération (0,2%).

Tout comme dans le cas du CO, la principale source d'émission est le secteur du transport qui contribue à près de 80% du problème. On peut également supposer que les émissions de  $\text{NO}_x$  sont à peu près proportionnelles à la population, ce qui impliquerait que la CUO émettrait environ 3% des émissions provinciales. Compte tenu de l'apport de la région voisine d'Ottawa-Carleton, les émissions de la région de Hull-Ottawa pourraient équivaloir à environ 12 à 13% des émissions totales du Québec.

Le tableau 2.5 présente la valeur du 99<sup>e</sup> centile de la distribution annuelle des concentrations moyennes horaires de NO pour différentes agglomérations urbaines du Québec. La donnée pour Hull (100 ppb) se situe entre celle de Québec (150 ppb) et de Sainte-Foy (50 ppb). Elle se rapproche de ce qui est mesuré à Brossard (80 ppb). Étant donné que la principale source d'émission des  $\text{NO}_x$  est reliée au secteur du transport, les données prises aux différents postes d'échantillonnage vont dépendre non seulement de la valeur moyenne de ce polluant dans la région où ils sont situés, mais également de leur proximité aux autoroutes importantes et de la fréquence avec laquelle les vents transportent cette pollution locale vers les échantillonneurs. Toutefois, à proximité des autoroutes, la majorité des  $\text{NO}_x$  est sous forme de NO qui est moins dommageable pour la santé que le  $\text{NO}_2$ .

**Tableau 2.5 Comparaison des valeurs du 99<sup>e</sup> centile de la distribution annuelle des concentrations moyennes horaires de monoxyde d'azote (NO) en 1994 (adapté de MEF, 1998).**

Agglomération urbaine	Moyennes géométriques
Sainte-Foy	Environ 50 ppb (61 µg/m <sup>3</sup> )
Brossard	Environ 80 ppb (98 µg/m <sup>3</sup> )
Hull	Environ 100 ppb (123 µg/m <sup>3</sup> )
Québec	Environ 150 ppb (184 µg/m <sup>3</sup> )
CUM	Entre 120 et 310 ppb (147 et 583 µg/m <sup>3</sup> )

Le tableau 2.6 présente les valeurs du 99<sup>e</sup> centile de la distribution annuelle des concentrations moyennes horaires de NO<sub>2</sub> en 1994 pour différentes agglomérations urbaines. Les valeurs rapportées tendent à être un peu plus uniformes d'une ville à une autre. Le rapport NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> est une certaine mesure de l'âge moyen d'émission des NO<sub>x</sub>, car le NO se convertit graduellement en NO<sub>2</sub>. Ce rapport est maximal à Sainte-Foy (90%), ce qui reflète que les NO<sub>x</sub> qui sont mesurés au poste de Sainte-Foy proviennent de sources relativement éloignées du poste d'échantillonnage. Dans la région de la CUM, certains postes observent que moins de 25% des NO<sub>x</sub> est constitué de NO<sub>2</sub>, ce qui est représentatif de stations situées en bordure d'autoroutes et de voies de circulation dense (poste Décarie, par exemple). La valeur du 99<sup>e</sup> centile est partout largement inférieure à la norme de 220 ppb. La valeur maximale de NO<sub>2</sub> rapportée à Hull a été de 110 ppb en 1991 et 1993.

**Tableau 2.6 Comparaison des valeurs du 99<sup>e</sup> centile de la distribution annuelle des concentrations moyennes horaires de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) en 1994 (adapté de MEF, 1998).**

Agglomération urbaine	Moyennes géométriques	Rapport NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>
Sainte-Foy	Environ 40 ppb (75 µg/m <sup>3</sup> )	Environ 80%
Brossard	Environ 50 ppb (94 µg/m <sup>3</sup> )	Environ 63%
Hull	Environ 50 ppb (94 µg/m <sup>3</sup> )	Environ 50%
Québec	Environ 70 ppb (132 µg/m <sup>3</sup> )	Environ 47%
CUM	Entre 50 et 70 ppb (94 à 132 µg/m <sup>3</sup> )	Entre 23% et 50%

Dans la zone d'étude on s'attend à ce que les concentrations actuelles de NO<sub>2</sub> ne dépassent pas 50 ppb pendant 99% du temps et que la norme soit respectée en tout temps.

### **3 MODÈLES UTILISÉS**

Le modèle CALINE3 permet de calculer les concentrations des contaminants jusqu'à une distance latérale de 150 m de part et d'autre du centre du tronçon d'autoroute considéré.

Afin de calculer les taux d'émissions des différents contaminants nous devons utiliser un modèle qui estime les émissions à partir des données sur les caractéristiques des véhicules automobiles. Le modèle qui est généralement utilisé pour le CO et les NO<sub>x</sub> est le modèle MOBILE5 qui a été développé par l'EPA. Les caractéristiques d'émission des véhicules canadiens sont légèrement différentes de celles des véhicules américains, pour plusieurs raisons qui incluent un parc automobile différent et des conditions météorologiques différentes. C'est pourquoi Environnement Canada adapte certains modules de MOBILE5 pour en faire la version canadienne qui est nommée MOBILE5C. Il n'a pas été possible d'obtenir d'Environnement Canada la version canadienne de MOBILE5, c'est pourquoi les simulations ont été réalisées avec la version américaine du modèle. Les taux d'émission des particules sont généralement estimés par le modèle PART5 qui a également été développé par l'EPA.

#### **3.1 Modèle CALINE3**

Le modèle CALINE3 est la troisième génération du modèle développé par le ministère des Transports de la Californie. Il est basé sur l'équation de diffusion gaussienne et utilise le concept de la zone de mélange pour caractériser la dispersion des polluants sur la route. À partir des données d'émission, des conditions météorologiques, de la géométrie et des caractéristiques du site, le modèle peut prévoir les concentrations des polluants non réactifs en dedans de 150 m de la route. Ces distances relativement courtes sont adéquates dans le cas de la modélisation d'émissions au niveau du sol, car les concentrations maximales des contaminants primaires (CO et PST) se produisent près de leur source d'émission. Le cas du NO<sub>2</sub> est particulier dans ce sens que les véhicules automobiles émettent leurs oxydes d'azote sous forme de NO à plus de 90% et que ce NO se transforme en quelques heures en NO<sub>2</sub>, suite à un ensemble complexe de réactions chimiques et photochimiques. Nous utiliserons l'hypothèse conservatrice que tous les oxydes d'azote sont émis sous forme de NO<sub>2</sub>, ce qui mène à une surestimation des concentrations de ce contaminant.

Le modèle CALINE3 divise les diverses sections d'autoroutes en des séries d'éléments à partir desquels des concentrations partielles sont calculées puis additionnées pour former l'estimé de la concentration totale à un récepteur donné. Les concentrations sous le vent à partir des divers éléments sont modélisées en utilisant la formule gaussienne pour une ligne de longueur finie. CALINE3 traite la région directement au-dessus de l'autoroute comme une zone d'émission et de turbulence uniformes. Ceci est désigné comme la zone de mélange et est défini comme la région au-dessus de laquelle la circulation automobile se fait plus trois mètres de chaque côté. Les diverses hypothèses à la base de CALINE3 ont été bien testées pour des volumes de véhicules entre 4 000 et 8 000 par heure, à des vitesses comprises entre 30 et 60 mph. Benson (1973) souligne que l'hypothèse du temps de résidence devrait être mieux étudiée pour les cas où la vitesse des véhicules est inférieure à 30 mph.

La vitesse minimale du vent qui peut être utilisée est de 1 m/s, comme dans la plupart des modèles gaussiens.

### 3.2 Modèle MOBILE5

La version américaine courante du modèle MOBILE5 est appelée MOBILE5b et est disponible auprès de l'EPA. MOBILE5b est un programme informatique qui estime les facteurs d'émission des véhicules à essence et au diesel pour les contaminants suivants :

- Hydrocarbures (HC).
- Monoxyde de carbone (CO).
- Oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>).

MOBILE5b calcule les facteurs d'émissions pour :

- Huit types de véhicules :
  - LDGV : automobiles à essence.
  - LDGT1 : catégorie I de camions de service léger à essence (poids ≤ 6 000 lbs).
  - LDGT2 : catégorie II de camions de service léger à essence (6 000 lbs < poids ≤ 8 500 lbs).
  - HDGV : camions de service dur à essence (poids > 8 500 lbs).
  - MC : motocyclettes.
  - LDDV : véhicules de service léger au diesel (poids ≤ 6 000 lbs).
  - LDDT : camion de service léger au diesel (6 000 lbs < poids ≤ 8 500 lbs).
  - HDDV : camion de service dur au diesel.
- Deux régions des États-Unis :
  - Basse altitude (≤ 4000 pieds)
  - Haute altitude (> 4000 pieds).

Les facteurs d'émission de MOBILE5b dépendent de différentes conditions telles que :

- Température de l'air.
- Vitesse moyenne de déplacement.
- Modes d'opération des véhicules.
- Volatilité du carburant.

L'utilisateur peut spécifier plusieurs des variables affectant les émissions des véhicules. Le modèle permet de calculer les facteurs d'émission pour toute année comprise entre 1960 et 2020.

Le modèle MOBILE5b ne permet pas de calculer les émissions de véhicules arrêtés fonctionnant au ralenti. Il faut utiliser une vitesse minimale de 2,5 milles à l'heure afin d'estimer les émissions de véhicules fonctionnant au ralenti (EPA, 1993).

### 3.3 Modèle PART5

La version américaine courante du modèle PART5 date du 24 février 1995 et est disponible auprès de l'EPA. PART5 est un programme informatique qui estime les facteurs d'émission des véhicules à essence et au diesel pour les particules en suspension d'un diamètre compris entre 1 et 10  $\mu\text{m}$  qui constituent la portion respirable des particules en suspension. Les particules connues sous l'acronyme  $\text{PM}_{10}$  regroupent les particules d'un diamètre inférieur à 10  $\mu\text{m}$ .

Ce modèle tient compte des émissions de 12 types de véhicules (EPA, 1995) :

- LDGV : automobiles à essence.
- LDGT1 : catégorie I de camions de service léger à essence (poids  $\leq 6\ 000$  lbs).
- LDGT2 : catégorie II de camions de service léger à essence (6 000 lbs < poids  $\leq 8\ 500$  lbs).
- HDGV : camions de service dur à essence (poids > 8 500 lbs).
- MC : motocyclettes.
- LDDV : véhicules de service léger au diesel (poids  $\leq 6\ 000$  lbs).
- LDDT : camion de service léger au diesel (6 000 lbs < poids  $\leq 8\ 500$  lbs).
- 2BHDDV : camion de service dur au diesel de catégorie 2B (8 500 lbs < poids  $\leq 10\ 000$  lbs).
- LHDDV : camion léger de service dur au diesel (10 000 lbs < poids  $\leq 19\ 500$  lbs).
- MHDDV : camion moyen de service dur au diesel (19 500 lbs < poids  $\leq 33\ 000$  lbs).
- HHDDV : camion lourd de service dur au diesel (poids > 33 000 lbs).
- BUSES : autobus.

Les sources d'émissions suivantes sont pris en considération :

- Particules des gaz d'échappement.
- Formation de particules à partir des composés dans les gaz d'échappement.
- Usure des freins.
- Usure des pneus.
- Émissions dues à la teneur en particules fines de la route.



## **4 PARAMÈTRES DE MODÉLISATION**

### **4.1 Paramètres pour PART5**

Quatre fichiers ont été utilisés pour produire les données d'entrée au modèle PART5 avec des taux d'émissions pour les années d'intérêt (2000 et 2011) et pour les particules d'intérêt ( $PM_{2,5}$  et  $PM_{10}$ ) :

2000PM10.IN : an 2000 et  $PM_{10}$ .  
2000PM25.IN : an 2000 et  $PM_{2,5}$ .  
2011PM10.IN : an 2011 et  $PM_{10}$ .  
2011PM25.IN : an 2011 et  $PM_{2,5}$ .

Le tableau 4.1 présente le contenu du fichier 2000PM10.IN. Les sections 4.1.1 et 4.1.2 expliquent la signification des différents paramètres de contrôle et de scénario qui sont contenus dans ce fichier. Les résultats obtenus en faisant fonctionner PART5 avec ces fichiers sont présentés à la section 5.1.

#### **4.1.1 Paramètres de contrôle**

Les données d'entrée au programme PART5 comprennent neuf variables de contrôle qui permettent d'ajuster les calculs à la situation particulière qui doit être modélisée.

##### **VMFLAG**

- La variable VMFLAG permet de spécifier si l'utilisateur fournit ses propres valeurs pour la répartition VMT (milles voyagés par les véhicules). La répartition VMT est la fraction des milles voyagés attribuée à chacune des 12 classes de véhicules mentionnées à la section 3.3. Cette répartition n'est pas constante dans le temps. Aux États-Unis, on notait en 1995 (EPA, 1995) une tendance à l'augmentation des proportions attribuées aux camions légers à essence aux dépens des voitures à essence, ainsi qu'au remplacement d'une partie des camions de service dur à essence par des camions de service dur au diesel.
- Nous avons choisi la valeur VMFLAG = 2, ce qui implique que nous fournissons la répartition VMT. Le tableau 4.2 présente les valeurs qui ont été choisies pour chacune des catégories de véhicules en comparaison des valeurs recommandées par l'EPA pour l'ensemble des États-Unis.

##### **MYMRFG**

- La variable MYMRFG permet de déterminer si l'utilisateur fournit les taux d'accumulation de millage et la distribution des enregistrements.
- Le taux d'accumulation de millage est le nombre attendu de milles qu'un véhicule fera en une année divisé par 100 000. Ce taux varie pour chacune des catégories de véhicules et pour 25 années d'âge des véhicules, sauf dans le cas des motocyclettes pour lesquelles 12 années d'âge sont considérées.

**Tableau 4.1 Contenu du fichier 2000PM10.IN.**

Hull 2000  
 2 :VMFLAG (mélange VMT alternatif)  
 1 :MYMRFG (taux alternatif d'accumulation de millage et d'enregistrement)  
 1 :IMFLAG (Inspection et maintenance)  
 1 :RFGFLG (2 pour appliquer les effets de l'essence reformulée, 1 pour ne pas le faire)  
 3 :OUTFMT (indique le type de format d'impression)  
 1 :IDLFLG (2 pour imprimer les émissions au ralenti, 1 pour ne pas le faire)  
 1 :SO2FLG (2 pour imprimer les émissions de SO2, 1 pour ne pas le faire)  
 1 :PRTFLG (détermine quels polluants sont imprimés)  
 1 :BUSFLG (détermine s'il y a des cycles alternatifs d'autobus à imprimer)  
 1 2000 1 55.0 : région, année, cycle de vitesse, vitesse  
 04.3 01.1 1 : limon route non pavée%, charge en limon g/m<sup>2</sup>, WHEELFLG  
 100 : nombre de jours avec précipitation  
 Scénario de base :nom du scénario  
 10. -- grosseur maximale des particules  
 3500 : poids moyen de la flotte de véhicules  
 0.9577 0.0167 0.0075 0.0027 0.0063 0.0001  
 0.0001 0.0011 0.0000 0.0015 0.0032 0.0031

**Tableau 4.2 Répartition des véhicules selon les différentes catégories.**

Catégorie	Répartition	
	Hull (Gauthier, 2000)	EPA (2000)
LDGV	0,9577	0,6143
LDGT1	0,0167	0,1900
LDGT2	0,0075	0,0856
HDGV	0,0027	0,0310
MC	0,0063	0,0063
LDDV	0,0001	0,0015
LDDT	0,0001	0,0012
2BHDDV	0,0011	0,0130
LHDDV	0,0000	0,0013
MHDDV	0,0015	0,0166
HHDDV	0,0032	0,0360
BUSES	0,0031	0,0031

- La distribution des enregistrements contient la distribution de la proportion de véhicules pour chacune des 25 classes d'âge et des 12 catégories de véhicules.
- La valeur MYMRFG = 1 a été utilisée, ce qui signifie que l'on utilise les valeurs par défaut des taux d'accumulation de millage ainsi que distribution des enregistrements des véhicules.

## IMFLAG

- Cette variable permet de spécifier l'existence d'un programme d'inspection et d'entretien. Ceci n'affecte que les taux d'émission de plomb et de sulfates pour les véhicules à essence. L'impact est très peu significatif, à moins que la flotte automobile ne soit constituée d'un grand nombre de véhicules construits avant 1985.
- La valeur IMFLAG = 1 a été choisie, ce qui implique qu'il n'y a pas de programme d'inspection et d'entretien.

## RFGFLG

- Cette variable permet de spécifier si les effets de l'essence reformulée sont considérés. La réglementation américaine réduit le pourcentage en poids de soufre de 0,034% à 0,0138% à compter de l'an 2000. Au Canada, la réglementation actuelle permet 0,100 % de soufre, mais prévoit une réduction à 0,003% en 2005. Les niveaux actuels varient d'une pétrolière à une autre ainsi que d'un échantillonnage à un autre, mais ils sont généralement inférieurs à 0,030% (Hrycluk, 1999). D'autres modifications dans l'essence reformulée permettent d'abaisser les émissions polluantes.
- La valeur RFGFLG = 1 a été choisie, ce qui suppose que l'essence reformulée n'est pas utilisée, maximisant ainsi les émissions calculées.

## OUTFMT

- La variable OUTFMT permet de spécifier le format d'impression.
- La valeur OUTFMT = 3 a été choisie, ce qui fait une impression du texte sur 115 à 133 colonnes.

## IDFLG

- La variable IDFLG permet de choisir l'impression des facteurs d'émission au ralenti. Présentement, les facteurs d'émission ne sont utilisés pour les véhicules de service dur au diesel.
- La valeur IDLFLG = 1 a été choisie, ce qui ne fait pas imprimer les taux d'émission au ralenti.

## SO2FLG

- La variable SO2FLG contrôle l'impression des facteurs d'émission de SO<sub>2</sub> gazeux.
- La valeur SO2FLG = 1 a été choisie, ce qui ne fait pas imprimer les facteurs d'émission de SO<sub>2</sub> gazeux.

## PRTFLG

- La variable PRTFLG contrôle l'information sur les polluants qui est imprimée.
- La valeur PRTFLG = 1 a été choisie, ce qui fait imprimer tous les facteurs d'émission de particules.

## **BUSFLG**

- La variable BUSFLG détermine si les facteurs de cycles alternatifs d'émission d'autobus.
- La valeur BUSFLG = 1 a été choisie, ce qui ne fait pas l'impression des facteurs d'émission d'autobus pour une conduite dans des secteurs congestionnés de la ville avec des arrêts fréquents, car ce ne sont pas des types de conditions attendues dans le secteur d'étude.

### **4.1.2 Paramètres pour les scénarios**

La section scénario comprend toujours six lignes d'information. Si VMFLAG=2, la distribution VMT (milles voyagés pour chacune des 12 catégories) doit être fournie pour chaque scénario.

#### **Ligne 1 : région, année, cycle de vitesse, vitesse**

- Région = 1 pour une zone à basse altitude ( $\leq 4\ 000$  pieds).
- Année = 2000, année de simulation.
- Cycle de vitesse = 2 pour une conduite cyclique. Cette valeur n'affecte que les facteurs d'émission de plomb, ce qui a un impact minime sur les émissions de poussières.
- Vitesse = 55 milles à l'heure.

#### **Ligne 2 : P1, P2, WHEELFLG**

- P1 = 4,3 % de limon (« silt ») dans les routes non pavées. Cette valeur peut varier entre 4,3% et 20%.
- P2 = 1,1 g/m<sup>2</sup> pour la charge de limon dans les routes pavées. Cette valeur peut varier entre 0,02 et 400 g/m<sup>2</sup>.
- WHEELFLG = 1, ce qui implique que le nombre de roues par véhicule sur les routes non pavées utilise la valeur par défaut.

#### **Ligne 3 : NP**

- NP = 100, le nombre annuel de jours avec précipitation mesurable (plus de 0,01 pouce). Cette valeur n'affecte que les émissions de poussières par les routes non pavées.

#### **Ligne 4 : NS**

NS = « Scénario de base », le nom du scénario (32 caractères au maximum).

#### **Ligne 5 : GP**

- GP = 10.00, la grosseur maximale des particules en  $\mu\text{m}$ .

### **Ligne 6 : PMV**

- PMV = 3500, poids moyen de la flotte de véhicules (lbs) utilisé pour le calcul des émissions diffuses de poussières.

## **4.2 Paramètres pour MOBILE5**

Le tableau 4.3 présente le fichier des données d'entrée au modèle MOBILE5 telles que contenues dans le fichier 2011CO.IN qui maximise les émissions de CO : basse température et faible vitesse des véhicules. Le fichier 2011NOX.IN produit les valeurs d'émissions maximales pour les NO<sub>x</sub> : basse température et vitesse élevée des véhicules. Son contenu est reproduit au tableau 4.4. Les sections 4.2.1 et 4.2.2 expliquent la signification des différents paramètres de contrôle et de scénario qui sont contenus dans ce fichier. Les fichiers 2000CO.IN et 2000NOX.IN permettent de calculer les émissions maximales de CO et de NO<sub>x</sub> pour l'an 2000. Les résultats obtenus en faisant fonctionner MOBILE5 avec ces fichiers sont présentés à la section 5.2.

### **4.2.1 Paramètres de contrôle**

Les données d'entrée au programme MOBILE5 comprennent 18 variables de contrôle qui permettent de personnaliser la simulation.

#### **4.2.2 PROMPT**

- La variable PROMPT détermine si l'utilisateur fournira les données à l'aide d'un fichier ou en les entrera manuellement.
- La valeur PROMPT = 1 a été choisie, ce qui fait que les données seront fournies dans un fichier et qu'il y aura une valeur par ligne.

#### **PROJID**

- La variable PROJID contient le nom attribué au projet.
- La valeur PROJID = « MOBILE5 pour Hull - température basse et vitesse basse - maximise CO. » a été choisie.

#### **TAMFLG**

- La variable TAMFLG peut permettre à l'utilisateur d'entrer des taux de modification des équipements anti-pollution pour chacun des quatre types de véhicules affectés par ce type de problème.
- La valeur choisie TAMFLG = 1 permet d'utiliser les valeurs par défaut de modification.

#### **SPDFLG**

- La variable SPDFLG permet à l'utilisateur d'assigner la valeur de la vitesse moyenne des véhicules.



## VMFLG

- La variable VMFLG permet à l'utilisateur d'assigner une valeur à la fraction (VMT) de milles voyagés pour chacune des 8 catégories.
- La valeur VMFLG = 3, a été choisie, ce qui a permis d'attribuer les valeurs VMT selon le tableau 4.5.

**Tableau 4.5 Répartition des véhicules selon les différentes catégories.**

Catégorie	Répartition	
	Hull (Gauthier, 2000)	EPA (2000)
LDGV	0,958	0,614
LDGT1	0,017	0,190
LDGT2	0,007	0,086
HDGV	0,003	0,031
MC	0,006	0,006
LDDV	0,000	0,002
LDDT	0,000	0,001
HDDV	0,009	0,013

## MYMRFG

- La variable MYMRFG permet de déterminer si l'utilisateur fournit les taux d'accumulation de millage et la distribution des enregistrements.
- Le taux d'accumulation de millage est le nombre attendu de milles qu'un véhicule fera en une année divisé par 100 000. Ce taux varie pour chacune des catégories de véhicules et pour 25 années d'âge des véhicules, sauf dans le cas des motocyclettes pour qui 12 années d'âge sont considérées.
- La distribution des enregistrements contient la distribution de la proportion de véhicules pour chacune des 25 classes d'âge et des 8 catégories de véhicules.
- La valeur MYMRFG = 1 a été utilisée, ce qui signifie que l'on utilise les valeurs par défaut des taux d'accumulation de millage ainsi que distribution des enregistrements des véhicules.

## NEWFLG

- La variable NEWFLG permet de modifier les taux d'émission des tuyaux d'échappement.
- La valeur NEWFLG = 1 a été choisie, ce qui conserve les taux d'émission par défaut.

## IMFLAG

- Cette variable permet de spécifier l'existence d'un programme d'inspection et d'entretien.
- La valeur IMFLAG = 1 a été choisie, ce qui implique qu'il n'y a pas de programme d'inspection et d'entretien.

### **ALHFLG**

- Cette variable permet de modifier certains facteurs d'émission des tuyaux d'échappement en tenant compte de certaines conditions : utilisation de l'air climatisé, charge excédentaire, tirage d'une remorque et humidité.
- La valeur ALHFLG = 1 a été choisie, ce qui implique que les facteurs d'émission ne sont pas modifiés.

### **ATPFLG**

- Cette variable permet tenir compte des bénéfices d'un programme contrant la modification des véhicules automobiles.
- La valeur ATPFLG = 1 a été choisie, ce qui implique que les facteurs d'émission ne sont pas modifiés.

### **RLFLAG**

- Cette variable permet tenir compte des émissions lors du remplissage des véhicules.
- La valeur RLFLAG = 1 a été choisie, ce qui implique que les facteurs d'émission reflètent l'installation graduelle des systèmes de récupération de vapeur à bord des véhicules à essence.

### **LOCFLG**

- Cette variable contrôle les données d'entrée par l'utilisateur des données sur les paramètres locaux.
- La valeur LOCFLG = 2 a été choisie, ce qui implique que les paramètres locaux sont les mêmes pour tous les scénarios.

### **TEMFLG**

- Cette variable contrôle quelles températures sont utilisées pour calculer les corrections à certains facteurs d'émission.
- La valeur TEMFLG = 2 a été choisie, ce qui implique que la valeur de la température ambiante sera utilisée.

### **OUTFMT**

- Cette variable contrôle le format d'impression des données.
- La valeur OUTFMT = 3 a été choisie, ce qui permet l'impression des résultats sur 112 colonnes.

### **PRTF LG**

- Cette variable contrôle les polluants pour lesquels les calculs sont faits.

- La valeur PRTFLG = 4 a été choisie, ce qui effectue les calculs pour les hydrocarbures (HC), le CO et les NO<sub>x</sub>.

#### **IDLFLG**

- Cette variable contrôle l'impression des données d'émission lorsque les véhicules fonctionnent au ralenti.
- La valeur IDLFLG = 1 a été choisie, ce qui n'imprime pas les données des émissions au ralenti.

#### **NMHFLG**

- Cette variable contrôle les émissions des hydrocarbures selon cinq options possibles.
- La valeur NMHFLG = 1 a été choisie, ce qui fait le calcul pour les hydrocarbures totaux.

#### **HCFLAG**

- Cette variable contrôle l'impression des facteurs d'émission des HC.
- La valeur HCFLAG = 1 a été choisie, ce qui ne fait que l'impression des résultats pour les hydrocarbures totaux.

#### **4.2.3 Paramètres relatifs aux scénarios**

Le tableau 4.6 présente les valeurs choisies pour les différents champs.

### **4.3 Paramètres pour CALINE3**

Le modèle CALINE3 a été exécuté pour 8 conditions différentes :

- 2000CO.INP : CO en 2000.
- 2000NO2.INP : NO<sub>2</sub> en 2000
- 2000PM10.INP: PM<sub>10</sub> en 2000.
- 2000PM25.INP: PM<sub>2,5</sub> en 2000.
- 2011CO.INP : CO en 2011.
- 2011NO2.INP : NO<sub>2</sub> en 2011
- 2011PM10.INP: PM<sub>10</sub> en 2011.
- 2011PM25.INP: PM<sub>2,5</sub> en 2011.

Tel qu'il est construit, le modèle CALINE3 produit les concentrations de CO en ppm. Afin de faire fonctionner le modèle pour le NO<sub>2</sub>, il faut modifier la valeur du poids moléculaire et modifier quelques formats d'impression à l'intérieur du programme et le recompiler. Pour le faire fonctionner avec les particules, il faut également modifier quelques énoncés du programme et le recompiler.

**Tableau 4.6 Valeurs choisies pour les paramètres locaux.**

Description	Valeur	Commentaires
Nom du scénario	Hull	
Classe de volatilité d'essence	C	Aucun effet car nous n'utilisons pas l'option d'essence reformulée
Température minimum quotidienne (°F)	00	Nuit froide en hiver pour maximiser les émissions
Température maximum quotidienne (°F)	10	Journée froide en hiver pour maximiser les émissions
Volatilité moyenne de l'essence pour la période 1 (psi)	11.7	Valeur par défaut
Volatilité moyenne de l'essence pour la période 2 (psi)	9.0	Valeur par défaut
Année de début de la période 2	92	Valeur par défaut
OXYFLG	1	Pas de programme d'essence oxygénée
DSFLAG	1	On ne tient pas compte de la proportion des ventes en diesel
RFGLG	1	On ne tient pas compte de l'essence reformulée.
DSFLAG	1	Les effets de l'ajout de détergents dans l'essence correspondent au scénario de l'EPA

**Tableau 4.7 Valeurs choisies pour les paramètres locaux. Cette ligne peut être répétée pour réaliser chacun des scénarios que l'on désire.**

Description	Valeur	Commentaires
Région	1	Basse altitude
Année d'évaluation	00	Année 2000
Vitesse moyenne (mph)	2.5	La valeur minimale de 2,5 mph produit des émissions maximales de CO. Dans le cas des NO <sub>x</sub> , la vitesse 65 mph maximise les émissions
Température ambiante (°F)	0.0	Les émissions sont maximisées par températures froides.
PCCN (%)	20.6	% départ à froid sans catalyseurs
PCHC (%)	27.3	% départs à chaud avec catalyseurs
PCCC (%)	20.6	% départ à chaud avec catalyseur
Mois d'évaluation	1	Choix entre 1 (janvier) et 7 (juillet)

Les résultats obtenus en faisant fonctionner CALINE3 avec ces fichiers sont présentés à la section 5.3.

L'annexe A contient le début du fichier des données d'entrée au modèle CALINE3 telles que contenues dans le fichier 2011CO.INP. Au total, 820 points récepteurs ont été choisis sur une

grille dont l'origine se trouve au centre du carrefour prévu à l'intersection de la rue Labelle et du boulevard Laramée. Les points sont espacés de 25 m et vont de -200 m à 800 m dans l'axe est-ouest et de -250 m à + 225 m dans l'axe nord-sud. Le contenu complet du fichier se trouve sur support informatique et contient 3 034 lignes. Les sept autres fichiers sont de la même longueur.

Les sections 4.3.1 à 4.3.4 expliquent la signification des différents paramètres de contrôle et ceux reliés à la description des points récepteurs, des différentes sections de route ainsi que les paramètres météorologiques qui sont contenus dans ce fichier.

#### **4.3.1 Paramètres de contrôle**

La première ligne contient des paramètres de contrôle de l'exécution du programme CALINE3.

**Ligne 1 : JOB, ATIM, Z0, VS, VD, NR, SCAL**

Où,

JOB : « HULL », le titre du projet.

ATIM = 60, durée sur laquelle se fait la moyenne en minutes.

Z0 = 10, la rugosité de surface en cm. Cette valeur correspond à un environnement légèrement rugueux typique des abords d'une autoroute.

VS = 0, vitesse de retombée du polluant en cm/s. Une valeur nulle ne permet pas de retombée au sol.

VD = 0, vitesse de dépôt du polluant en cm/s. Une valeur nulle ne permet pas de dépôt au sol.

NR = 20, nombre de points récepteurs auxquels sont mesurés les concentrations.

SCAL = 1, facteur d'échelle pour convertir les coordonnées des récepteurs et des segments ainsi que la hauteur et la largeur des segments en mètres. Une valeur de 1 indique que les données sont fournies en mètres.

#### **4.3.2 Points récepteurs**

**Lignes 2 à NR+1: RCP, XR, YR, ZR.**

Les NR lignes suivantes contiennent les noms (RECP. 1 à RECP. 820) des récepteurs ainsi que leurs coordonnées x (XR), y (YR) et z (ZR).

#### **4.3.3 Carte de contrôle sur le nombre de segments et de conditions météorologiques**

**Ligne NR+2 : RUN, NL, NM.**

La ligne suivante contient le nom de la tâche effectuée (« HULL CO 2000 ») ainsi que le nombre de segments d'autoroute (NL = 16) et le nombre de conditions météorologiques (NM = 36)

#### 4.3.4 Données sur les segments d'autoroute

Ligne NR+3 à NR+NL+2 : LNK, TYP, XL1, YL1, XL2, YL2, VPHL, EFL, HL, WL.

Les NL lignes suivantes contiennent,

LNK : les noms des segments des récepteurs (LINK A à LINK P).

TYP : type de section

- AG = au niveau du sol.
- FL = remplissage.
- BR = pont.
- DP = surbaissée.

XL1 : coordonnée x du premier point du segment d'autoroute.

YL1 : coordonnée y du premier point du segment d'autoroute.

XL2 : coordonnée x du deuxième point du segment d'autoroute.

YL2 : coordonnée y du deuxième point du segment d'autoroute.

VPHL = volume du trafic en véhicules par heure.

EFL = facteur d'émission en g/mi.

HL = hauteur de la source.

WL = largeur de la zone de mélange.

#### 4.3.5 Données sur les conditions météorologiques

Ligne NR+NL+3 à NR+NL+NM+3 : U, BRG, CLAS, MIXH, AMB.

Les NM lignes suivantes contiennent :

U : vitesse du vent en m/s (1).

BRG = angle du vent par rapport à l'axe positif des Y en degrés (0 à 350, par incrément de 10).

CLAS = classe de stabilité atmosphérique (1 à 6, représentant les classes A à F de Pasquill-Gifford). La classe 6 maximise les concentrations et se produit par nuit claire avec des vents très légers.

MIXH = hauteur de mélange en mètres (100).

AMB : concentration ambiante des polluants en ppm (0.0).

## 5 RÉSULTATS DES SIMULATIONS

### 5.1 Taux d'émission des particules calculés par PART5

#### 5.1.1 Taux d'émission des PM<sub>10</sub> calculés par PART5

Le tableau 5.2 présente les résultats obtenus en opérant le modèle PART5 avec les données d'entrée de la section 4.1 qui correspondent aux conditions prévues pour le projet LSM en l'an 2000. Les taux d'émissions correspondent à ceux des particules d'un diamètre inférieur à 10 µm. Les résultats pour l'ensemble de la flotte automobile sont contenus dans la colonne « All Veh. ». La dernière ligne intitulée « Total PM » indique les émissions totales pour chacune des sources possibles. La somme des autres lignes ne produit pas directement le total indiqué à cette ligne car certaines des sources d'émissions se recoupent. Le tableau 5.1 décrit comment les émissions se répartissent.

**Tableau 5.1 Répartition des émissions directes de PM<sub>10</sub> selon leurs sources directes.**

Catégorie	Taux d'émission (g/mi)	Proportion
Sulfates (SO <sub>4</sub> )	0,032	50,8 %
Freins	0,013	20,6 %
Pneus	0,008	12,7%
Autres émissions par le tuyau d'échappement	0,010	15,9 %
Total	0,063	100 %

Les principales émissions directement dues aux véhicules proviennent de la teneur en soufre du carburant qui génère des sulfates.

Les dernières lignes du tableau 5.2 présentent les taux estimés pour les émissions de poussières fugitives qui atteignent 2,21 g/mi pour les routes pavées en incluant une partie des émissions provenant des émissions par les véhicules automobiles. Lorsqu'on ne conserve que les émissions fugitives et les émissions dues aux freins, le taux d'émission calculé est réduit à 2,00 g/mi. Or la contribution calculée pour les émissions directement dues aux véhicules automobiles en excluant la contribution par les freins s'établit à  $0,063 - 0,008 = 0,055$  g/mi, ce qui est environ quatre fois plus faible que la différence de 0,210 g/mi entre 2,21 et 2 g/mi. La différence entre les taux d'émissions calculés est due à des hypothèses de calcul un peu différentes.

Le tableau 5.3 contient les taux d'émission en 2011. On note une légère diminution dans le taux d'émission des particules émises directement par les véhicules qui se retrouve à 0,059 g/mi. Cependant le taux d'émissions des poussières fugitives reste inchangé à 2,21 g/mi. Le taux d'émission de poussières par les sources fugitives est donc environ un ordre de grandeur plus élevé que celui des sources directement reliées aux véhicules automobiles. Nous utiliserons donc un taux d'émission de 2,21 g/mi comme facteur d'émission de PM<sub>10</sub> par les véhicules automobiles.



**Tableau 5.3 Résultats des simulations pour les PM<sub>10</sub> avec PART5 en 2011.**

PART5 Revised 02-24-95  
Hull 2011

---

User supplied veh miles traveled mixture  
Scénario de base  
Particle Size Cutoff 10.00 Microns  
Cal. Year: 2011

Altitude: 500. Ft.  
I/M Program: No

Driving: Transient RFG:No  
Region: Low All

Veh. Type:	LDGV	LDGT1	LDGT2	HDGV	MC	LDDV	LDDT	2BHDDV	LHDDV	MHDDV	HHDDV	BUSES	Veh.
Veh. Speeds:	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0
VMT Mix:	0.9577	0.0167	0.0075	0.0027	0.0063	0.0001	0.0001	0.0011	0.0000	0.0015	0.0032	0.0031	
Composite Emission Factors (g/mi)													
Lead:	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
SOF:	-	-	-	-	-	0.021	0.061	0.042	0.000	0.096	0.063	0.066	-
RCP:	-	-	-	-	-	0.074	0.043	0.041	0.000	0.122	0.199	0.084	-
Direct SO <sub>4</sub> :	0.008	0.012	0.011	0.011	0.001	0.005	0.006	0.014	0.000	0.027	0.032	0.030	0.008
Exhaust PM:	0.012	0.017	0.016	0.046	0.020	0.100	0.110	0.096	0.000	0.244	0.294	0.180	0.014
.....													
Indir. SO <sub>4</sub> :	0.023	0.030	0.030	0.049	0.009	0.027	0.035	0.056	0.000	0.112	0.131	0.125	0.024
Sulfate PM:	0.031	0.042	0.041	0.060	0.010	0.032	0.041	0.069	0.000	0.140	0.163	0.155	0.032
Brake:	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.000	0.013	0.013	0.013	0.013
Tire:	0.008	0.008	0.008	0.012	0.004	0.008	0.008	0.008	0.000	0.012	0.036	0.008	0.008
Total PM:	0.055	0.067	0.066	0.120	0.046	0.147	0.165	0.173	0.000	0.381	0.474	0.326	0.059

---

Fugitive Dust: Unpaved Roads Fleet Average 315.10 g/mi (as calculated in AP42 Vol 1 9/88)\*  
Paved Roads Fleet Average 2.21 g/mi (as calculated in draft AP42 Vol 1 3/93)\*  
Unpaved Roads Fleet Average 314.89 g/mi (as calculated in AP42 Vol 1 9/88, minus tailpipe and  
tire-wear emissions)\*\*  
Paved Roads Fleet Average 2.00 g/mi (as calculated in draft AP42 Vol 1 3/93, minus tailpipe  
and tire-wear emissions)\*\*

\* Includes fleet average tailpipe, tire-wear and brake-wear emissions.  
\*\* Includes fleet average brake-wear emissions.

Paved Road Silt: 1.10 (g/m<sup>2</sup>) Fleet average vehicle weight: 3500  
Unpaved Silt: 4.3% Fleet average number of wheels: 4  
Precipitation Days: 100 >0.01 in. (per year)

---

### 5.1.2 Taux d'émission des PM<sub>2,5</sub> calculés par PART5

Le tableau 5.5 présente les résultats obtenus pour les PM<sub>2,5</sub> en opérant le modèle PART5 pour des conditions similaires au calcul des PM<sub>10</sub> en utilisant les conditions prévalant en 2000. Le tableau 5.4 effectue la comparaison entre les taux d'émission des PM<sub>2,5</sub> et ceux des PM<sub>10</sub>. 78% des PM<sub>10</sub> émis directement par les véhicules automobiles ont un diamètre inférieur à 2,5 µm, tandis que c'est le cas de seulement 43% des émissions fugitives.

**Tableau 5.4 Comparaison entre les taux d'émissions des PM<sub>10</sub> et ceux des PM<sub>2,5</sub>.**

Sources	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>2,5</sub> /PM <sub>10</sub>
Directes	0,063 g/mi	0,049 g/mi	78%
Fugitives	2,21 g/mi	1,00 g/mi	43%

Le tableau 5.6 présente les résultats des simulations faites pour 2011. On peut constater que les taux d'émissions fugitives restent les mêmes, tandis que les émissions directement dues aux automobiles baissent de 0,004 g/mi pour se situer à 0,045 g/mi.

Les émissions de PM<sub>2,5</sub> par les sources fugitives sont donc environ 20 fois plus fortes que les émissions directes par les véhicules automobiles. C'est pourquoi nous utiliserons un taux d'émission de 1,0 g/mi pour les PM<sub>2,5</sub>.

**Tableau 5.5 Résultats des simulations pour les PM<sub>2,5</sub> avec PART5 en 2000.**

PART5 Revised 02-24-95  
Hull 2000

User supplied veh miles traveled mixture													
Scénario de base													
Particle Size Cutoff 2.50 Microns				Altitude: 500. Ft.				Driving:		Transient RFG:No			
Cal. Year: 2000				I/M Program: No				Region:		Low		All	
Veh. Type:	LDGV	LDGT1	LDGT2	HDGV	MC	LDDV	LDDT	2BHDDV	LHDDV	MHDDV	HHDDV	BUSES	Veh.
Veh. Speeds:	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0
VMT Mix:	0.9577	0.0167	0.0075	0.0027	0.0063	0.0001	0.0001	0.0011	0.0000	0.0015	0.0032	0.0031	
Composite Emission Factors (g/mi)													
Lead:	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
SOF:	-	-	-	-	-	0.037	0.111	0.072	0.000	0.247	0.153	0.233	-
RCP:	-	-	-	-	-	0.132	0.077	0.069	0.000	0.314	0.486	0.297	-
Direct SO4:	0.008	0.012	0.011	0.010	0.001	0.006	0.007	0.015	0.000	0.029	0.035	0.034	0.009
Exhaust PM:	0.012	0.017	0.021	0.076	0.014	0.174	0.195	0.157	0.000	0.590	0.675	0.564	0.018
.....													
Indir. SO4:	0.023	0.030	0.030	0.053	0.009	0.031	0.038	0.061	0.000	0.120	0.145	0.140	0.024
Sulfate PM:	0.031	0.042	0.041	0.063	0.010	0.036	0.044	0.076	0.000	0.150	0.180	0.174	0.032
Brake:	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.000	0.005	0.005	0.005	0.005
Tire:	0.002	0.002	0.002	0.003	0.001	0.002	0.002	0.002	0.000	0.003	0.009	0.002	0.002
Total PM:	0.042	0.054	0.058	0.137	0.030	0.212	0.240	0.225	0.000	0.718	0.834	0.712	0.049

Fugitive Dust: Unpaved Roads Fleet Average 83.15 g/mi (as calculated in AP42 Vol 1 9/88)\*  
 Paved Roads Fleet Average 1.00 g/mi (as calculated in draft AP42 Vol 1 3/93)\*  
 Unpaved Roads Fleet Average 82.95 g/mi (as calculated in AP42 Vol 1 9/88, minus tailpipe and  
 tire-wear emissions)\*\*  
 Paved Roads Fleet Average 0.79 g/mi (as calculated in draft AP42 Vol 1 3/93, minus tailpipe  
 and tire-wear emissions)\*\*

\* Includes fleet average tailpipe, tire-wear and brake-wear emissions.  
 \*\* Includes fleet average brake-wear emissions.

Paved Road Silt: 1.10 (g/m<sup>2</sup>) Fleet average vehicle weight: 3500  
 Unpaved Silt: 4.3% Fleet average number of wheels: 4  
 Precipitation Days: 100 >0.01 in. (per year)



## **5.2 Taux d'émissions calculés par MOBILE5**

### **5.2.1 Émissions maximales pour les NO<sub>x</sub>**

Le tableau 5.7 présente les taux d'émissions prévus par le modèle MOBILE5 en 2011 pour les conditions qui favorisent un taux d'émission élevé pour les NO<sub>x</sub> : température de l'air basse (-18°C) et vitesse élevée des véhicules automobiles (104 km/h). On trouve que le taux d'émission pour les NO<sub>x</sub> est de 3,16 g/mi en 2011. Les calculs effectués en utilisant l'année 2000 comme point de repère indiquent un taux d'émission de 3,85 g/mi (voir tableau 5.8). La différence entre les deux années de simulation reflète la mise au rancart de véhicules plus polluants qui sont remplacés par des véhicules moins polluants qui répondent aux normes de plus en plus strictes.

### **5.2.2 Émissions maximales pour le CO**

Les taux d'émissions prévus par le modèle MOBILE5 en 2011 pour les conditions qui favorisent un taux d'émission élevé pour le CO (température basse et faible vitesse des véhicules) sont présentés au tableau 5.9. Le taux d'émission calculé pour la moyenne de la flotte automobile de 2011 donne un taux d'émission de 213 g/mi de CO. Les mêmes calculs en utilisant 2000 comme année de référence indiquent 259 g/mi de CO (voir tableau 5.10).

**Tableau 5.7 Taux d'émissions prévus en 2011 par MOBILE5 pour des conditions favorisant une émission maximale de NO<sub>x</sub>.**

1 MOBILE5 pour Hull - température basse et vitesse élevée - maximise NO<sub>x</sub>.

MOBILE5b (14-Sep-96)

0

-M170 Warning:

+ Exhaust emissions for gasoline fueled vehicles beginning in 1995 have been reduced as a result of Gasoline Detergent Additive Regulations (1994).

-M 83 Comment:

+ One or more evaporative temperatures (input daily maximum, input ambient, calculated hot soak, and/or calculated running loss) is 40F or less, or input daily minimum is 25F or less; no evaporative emission factors (hot soak, diurnal, running loss, or resting loss) will be calculated.

-M154 Warning:

+ Refueling emissions for LDGV and LDGT after 1998 model year have been reduced as a result of the Onboard Refueling Vapor Recovery Regulations (1994).

0Hull

Period 1 RVP: 11.7 Minimum Temp: 0. (F) Maximum Temp: 10. (F)  
 Period 2 RVP: 9.0 Period 2 Start Yr: 1992

0Total HC emission factors include evaporative HC emission factors.

0

0Emission factors are as of Jan. 1st of the indicated calendar year.

0Cal. Year: 2011 I/M Program: No Ambient Temp: 0.0 / 0.0 / 0.0 (F) Region: Low  
 Anti-tam. Program: No Operating Mode: 20.6 / 27.3 / 20.6 Altitude: 500. Ft.  
 Reformulated Gas: No

0 Veh. Type:	LDGV	LDGT1	LDGT2	LDGT	HDGV	LDDV	LDDT	HDDV	MC	All Veh
+ Veh. Speeds:	65.0	65.0	65.0		65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	
VMT Mix:	0.958	0.017	0.007		0.003	0.006	0.000	0.000	0.009	
0Composite Emission Factors (Gm/Mile)										
Total HC:	2.62	3.77	5.26	4.20	1.47	0.22	0.30	0.95	4.03	2.655
Exhaust CO:	28.06	40.69	55.29	44.95	25.87	0.86	0.00	0.00	62.47	28.607
Exhaust NOX:	3.13	3.99	5.62	4.47	6.22	1.86	0.00	0.00	2.62	3.162

**Tableau 5.8 Taux d'émissions prévus en 2000 par MOBILE5 pour des conditions favorisant une émission maximale de NO<sub>x</sub>.**

1 MOBILE5 pour Hull - température basse et vitesse élevée - maximise NO<sub>x</sub>.

MOBILE5b (14-Sep-96)

0

-M170 Warning:

+ Exhaust emissions for gasoline fueled vehicles beginning in 1995 have been reduced as a result of Gasoline Detergent Additive Regulations (1994).

-M 83 Comment:

+ One or more evaporative temperatures (input daily maximum, input ambient, calculated hot soak, and/or calculated running loss) is 40F or less, or input daily minimum is 25F or less; no evaporative emission factors (hot soak, diurnal, running loss, or resting loss) will be calculated.

-M154 Warning:

+ Refueling emissions for LDGV and LDGT after 1998 model year have been reduced as a result of the Onboard Refueling Vapor Recovery Regulations (1994).

0Hull

Minimum Temp: 0. (F)

Maximum Temp: 10. (F)

Period 1 RVP: 11.7

Period 2 RVP: 9.0

Period 2 Start Yr: 1992

0Total HC emission factors include evaporative HC emission factors.

0

0Emission factors are as of Jan. 1st of the indicated calendar year.

0Cal. Year: 2000

I/M Program: No

Ambient Temp: 0.0 / 0.0 / 0.0 (F) Region: Low

Anti-tam. Program: No

Operating Mode: 20.6 / 27.3 / 20.6 Altitude: 500. Ft.

Reformulated Gas: No

0 Veh. Type:

LDGV

LDGT1

LDGT2

LDGT

HDGV

LDDV

LDDT

HDDV

MC

All Veh

+

Veh. Speeds:

65.0

65.0

65.0

65.0

65.0

65.0

65.0

65.0

65.0

VMT Mix:

0.958

0.017

0.007

0.003

0.006

0.000

0.000

0.009

0Composite Emission Factors (Gm/Mile)

Total HC:

3.63

5.24

7.20

5.81

1.85

0.28

0.38

1.01

4.03

3.659

Exhaust CO:

43.55

64.38

89.14

71.60

58.23

0.97

0.00

0.00

62.47

44.185

Exhaust NO<sub>x</sub>:

3.82

4.71

6.49

5.23

7.78

2.36

0.00

0.00

2.62

3.846

**Tableau 5.9 Taux d'émissions prévus en 2011 par MOBILE5 pour des conditions favorisant une émission maximale de CO.**

1 MOBILE5 pour Hull - température basse et vitesse basse - maximise CO.

MOBILE5b (14-Sep-96)

0

-M170 Warning:

+ Exhaust emissions for gasoline fueled vehicles beginning in 1995 have been reduced as a result of Gasoline Detergent Additive Regulations (1994).

-M 83 Comment:

+ One or more evaporative temperatures (input daily maximum, input ambient, calculated hot soak, and/or calculated running loss) is 40F or less, or input daily minimum is 25F or less; no evaporative emission factors (hot soak, diurnal, running loss, or resting loss) will be calculated.

-M154 Warning:

+ Refueling emissions for LDGV and LDGT after 1998 model year have been reduced as a result of the Onboard Refueling Vapor Recovery Regulations (1994).

0Hull

Minimum Temp: 0. (F)

Maximum Temp: 10. (F)

Period 1 RVP: 11.7

Period 2 RVP: 9.0

Period 2 Start Yr: 1992

0Total HC emission factors include evaporative HC emission factors.

0

0Emission factors are as of Jan. 1st of the indicated calendar year.

0Cal. Year: 2011

I/M Program: No

Ambient Temp: 0.0 / 0.0 / 0.0 (F) Region: Low

Anti-tam. Program: No

Operating Mode: 20.6 / 27.3 / 20.6 Altitude: 500. Ft.

Reformulated Gas: No

0 Veh. Type:

LDGV

LDGT1

LDGT2

LDGT

HDGV

LDDV

LDDT

HDDV

MC

All Veh

+

Veh. Speeds:

2.5

2.5

2.5

2.5

2.5

2.5

2.5

2.5

2.5

VMT Mix:

0.958

0.017

0.007

0.003

0.006

0.000

0.000

0.000

0.009

0Composite Emission Factors (Gm/Mile)

Total HC:

19.77

28.46

39.55

31.69

16.46

1.07

1.47

4.63

21.43

19.952

Exhaust CO:

211.60

260.38

350.60

286.69

114.17

4.54

0.00

0.00

339.51

213.014

Exhaust NOX:

2.93

3.64

5.11

4.07

3.77

1.87

0.00

0.00

1.34

2.936

**Tableau 5.10 Taux d'émissions prévus en 2000 par MOBILE5 pour des conditions favorisant une émission maximale de CO.**

1 MOBILE5 pour Hull - température basse et vitesse basse - maximise CO.  
MOBILE5b (14-Sep-96)

0

-M170 Warning:

+ Exhaust emissions for gasoline fueled vehicles beginning in 1995 have been reduced as a result of Gasoline Detergent Additive Regulations (1994).

-M 83 Comment:

+ One or more evaporative temperatures (input daily maximum, input ambient, calculated hot soak, and/or calculated running loss) is 40F or less, or input daily minimum is 25F or less; no evaporative emission factors (hot soak, diurnal, running loss, or resting loss) will be calculated.

-M154 Warning:

+ Refueling emissions for LDGV and LDGT after 1998 model year have been reduced as a result of the Onboard Refueling Vapor Recovery Regulations (1994).

0Hull

Period 1 RVP: 11.7 Minimum Temp: 0. (F) Maximum Temp: 10. (F)  
Period 2 RVP: 9.0 Period 2 Start Yr: 1992

0Total HC emission factors include evaporative HC emission factors.

0

0Emission factors are as of Jan. 1st of the indicated calendar year.

0Cal. Year: 2000 I/M Program: No Ambient Temp: 0.0 / 0.0 / 0.0 (F) Region: Low  
Anti-tam. Program: No Operating Mode: 20.6 / 27.3 / 20.6 Altitude: 500. Ft.  
Reformulated Gas: No

0 Veh. Type:	LDGV	LDGT1	LDGT2	LDGT	HDGV	LDDV	LDDT	HDDV	MC	All Veh
+ Veh. Speeds:	2.5	2.5	2.5		2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	
VMT Mix:	0.958	0.017	0.007		0.003	0.006	0.000	0.000	0.009	
0Composite Emission Factors (Gm/Mile)										
Total HC:	26.71	35.85	49.96	39.96	21.26	1.36	1.83	4.91	21.43	26.809
Exhaust CO:	257.13	317.52	442.11	353.86	256.93	5.10	0.00	0.00	339.51	258.678
Exhaust NOX:	3.37	3.98	5.37	4.39	4.72	2.37	0.00	0.00	1.34	3.375

## 5.3 Concentrations calculées par CALINE3

### 5.3.1 Concentrations horaires maximales de PM<sub>10</sub>

Il n'y a présentement pas de normes pour les PM<sub>10</sub> au Québec. Le rapport entre les concentrations de PM<sub>10</sub> et celui de PST est d'environ 0,5. Puisque la norme sur 24 heures des PST est de 150 µg/m<sup>3</sup>, il faut que les PM<sub>10</sub> ne dépassent pas environ 75 µg/m<sup>3</sup> pour que la norme sur les PST soit respectée.

La figure 5.1 illustre les concentrations maximales horaires de PM<sub>10</sub> calculées par le modèle CALINE3 à partir des émissions prévues en 2011. Les concentrations horaires sont inférieures à 300 µg/m<sup>3</sup> sauf à proximité immédiate des voies de circulation où des valeurs de 800 µg/m<sup>3</sup> sont possibles. Si on suppose que les PM<sub>10</sub> composent 50% des PST, les concentrations maximales des PST seraient alors de 1 600 µg/m<sup>3</sup> le long du boulevard Laramée et de 600 µg/m<sup>3</sup> à proximité des propriétés bordant ce futur boulevard. Ces valeurs semblent à priori très élevées. Il faut toutefois considérer les points suivants :

- Ces valeurs sont basées sur la circulation automobile à l'heure de pointe du matin. Si on faisait le calcul avec la circulation moyenne de la journée, la concentration sur 24 heures s'en trouverait réduite par un facteur de 3,6, car la circulation à l'heure de pointe a été calculée en la supposant égale à 15% de la circulation quotidienne.
- Ces valeurs sont basées sur la classe de stabilité F qui se produit durant une nuit claire par vent léger ou calme. Dès que le jour se lève, la classe de stabilité change à au moins D, ce qui peut réduire les concentrations par un facteur 2 à 10. Pour l'ensemble de la journée, cela pourrait représenter une diminution par un facteur d'environ 2 à 3 de la concentration moyenne.
- Ces valeurs sont obtenues en maintenant la direction des vents fixe pendant 24 heures. En réalité, le vent varie généralement en direction, ce qui peut réduire d'un facteur d'environ 2 à 3 la concentration mesurée à un site particulier.
- Ces valeurs sont obtenues en maintenant la vitesse des vents à 1 m/s. Des variations sont probables dans la vitesse des vents, ce qui pourrait réduire par un autre facteur 2 à 5 les concentrations moyennes sur 24 heures.

En tenant compte de tous les facteurs, la concentration maximale sur 24 heures pourrait être réduite par un facteur de l'ordre de 10 à 20 par rapport à la concentration maximale horaire, ce qui signifierait une concentration maximale quotidienne, en bordure du boulevard Laramée, pour les PST de l'ordre de 60 µg/m<sup>3</sup> et de l'ordre de 30 µg/m<sup>3</sup> pour les PM<sub>10</sub>. À ces valeurs, il faudrait rajouter la pollution provenant des autres sources et qui se situerait en général à moins de 80 µg/m<sup>3</sup> pour les PST, ce qui produirait une concentration maximale sur 24 heures de 140 µg/m<sup>3</sup> pour les PST, ce qui est comparable à la valeur maximale rapportée à Hull (122 µg/m<sup>3</sup>).

Les concentrations de PM<sub>10</sub> ont été calculées pour les conditions prévalant en 2000. La figure 5.2 illustre la variation relative des concentrations de PM<sub>10</sub> de 2000 à 2011 calculée selon le rapport (PM<sub>10</sub> (2011) - PM<sub>10</sub> (2000)) / PM<sub>10</sub>(2000).

Figure 5.1 Concentrations horaires maximales de  $PM_{10}$  en utilisant les émissions prévues en 2011.

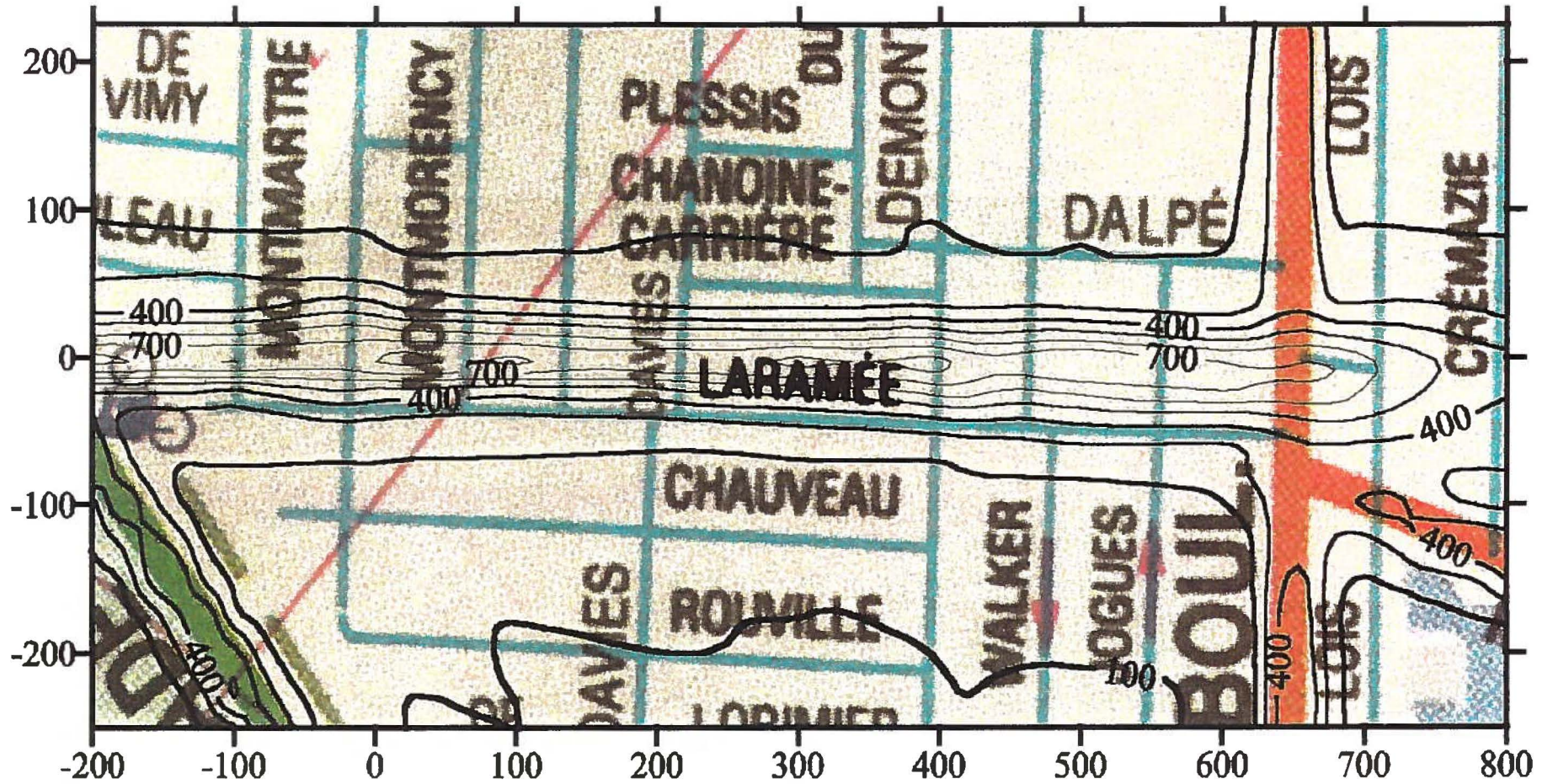
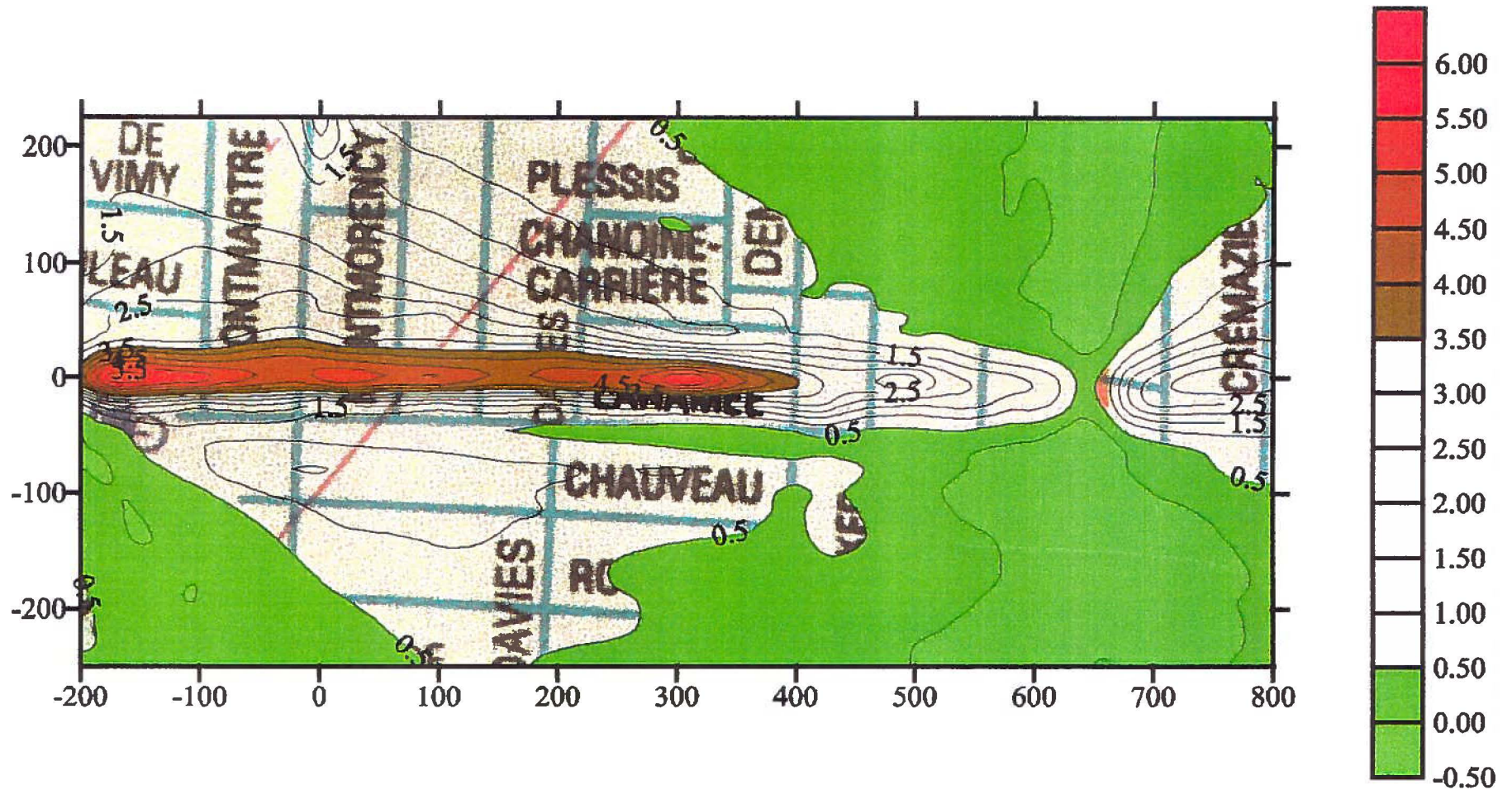


Figure 5.2 Augmentation des concentrations horaires maximales de  $PM_{10}$  en 2011 relativement à celles calculées en 2000. Les zones en vert représentent les endroits où les concentrations calculées sont plus faibles après la construction du boulevard Laramée qu'avant.



On note que le secteur à proximité du boulevard Saint-Joseph bénéficie d'une réduction des concentrations de  $PM_{10}$  à cause de la diminution de l'achalandage prévu. La plus forte augmentation prévue se situe le long du boulevard Laramée où les concentrations de  $PM_{10}$  dues aux véhicules automobiles pourraient augmenter par un facteur de l'ordre de 2 à 6. Dans les zones habitées cette augmentation est généralement inférieure à un facteur 2.

### 5.3.2 Concentrations horaires maximales de $PM_{2,5}$

La figure 5.3 illustre les concentrations maximales horaires de  $PM_{2,5}$  en 2011 dues à la circulation automobile. Le patron des isolignes est similaire à la figure 5.1 qui représentait les  $PM_{10}$ . Les concentrations maximales horaires de  $PM_{2,5}$  sont de l'ordre  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en zone résidentielle, mais elles dépassent  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$  par endroits le long du boulevard Laramée. En tenant compte des remarques de la section 5.3.1, il est probable que la concentration maximale quotidienne serait réduite d'un facteur d'au moins 10, ce qui produirait une concentration quotidienne maximale due à la circulation automobile de l'ordre de  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en zone résidentielle et de  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  au centre du boulevard Laramée. À cette valeur, il faut ajouter la concentration due aux autres sources et qui est probablement généralement inférieure à 15. Le critère de  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  proposé par le CCME (Conseil canadien des ministres de l'Environnement) pour les  $PM_{2,5}$  serait alors respecté en zone résidentielle, mais il pourrait être excédé à l'occasion au centre du boulevard Laramée.

L'augmentation relative des concentrations de  $PM_{2,5}$  en 2011 par rapport à 2000 produit une figure similaire à la figure 5.2 et il n'est donc pas nécessaire de la présenter.

### 5.3.3 Concentrations horaires maximales de CO

Les concentrations maximales horaires de CO en 2011 dues à la circulation automobile sont présentées à la figure 5.4. En zone résidentielle, les concentrations sont inférieures à  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Les concentrations dues aux autres sources sont probablement inférieures à  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  car la concentration horaire maximale mesurée à Hull a été de  $8,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . La norme de  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y serait alors respectée. Toutefois, au centre du boulevard Laramée les concentrations maximales horaires pourraient dépasser  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . L'augmentation relative des concentrations de CO de 2011 à 2000 produit une figure similaire à la figure 5.2 et n'est donc pas incluse dans ce rapport.

### 5.3.4 Concentrations horaires maximales de $NO_2$

La figure 5.4 illustre les concentrations maximales horaires de  $NO_2$  dues à la circulation automobile en 2011. En zone résidentielle, les concentrations sont inférieures à la norme de  $220 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Les concentrations dues aux autres sources sont probablement inférieures à  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$  qui est la plus forte concentration horaire mesurée à Hull. En ajoutant cette valeur à la concentration maximale due à la circulation automobile, il deviendrait alors possible qu'une partie du territoire résidentiel soit soumise à des concentrations de  $NO_2$  supérieures à la norme.

Figure 5.3 Concentrations horaires maximales de PM<sub>2,5</sub> en utilisant les émissions prévues en 2011.

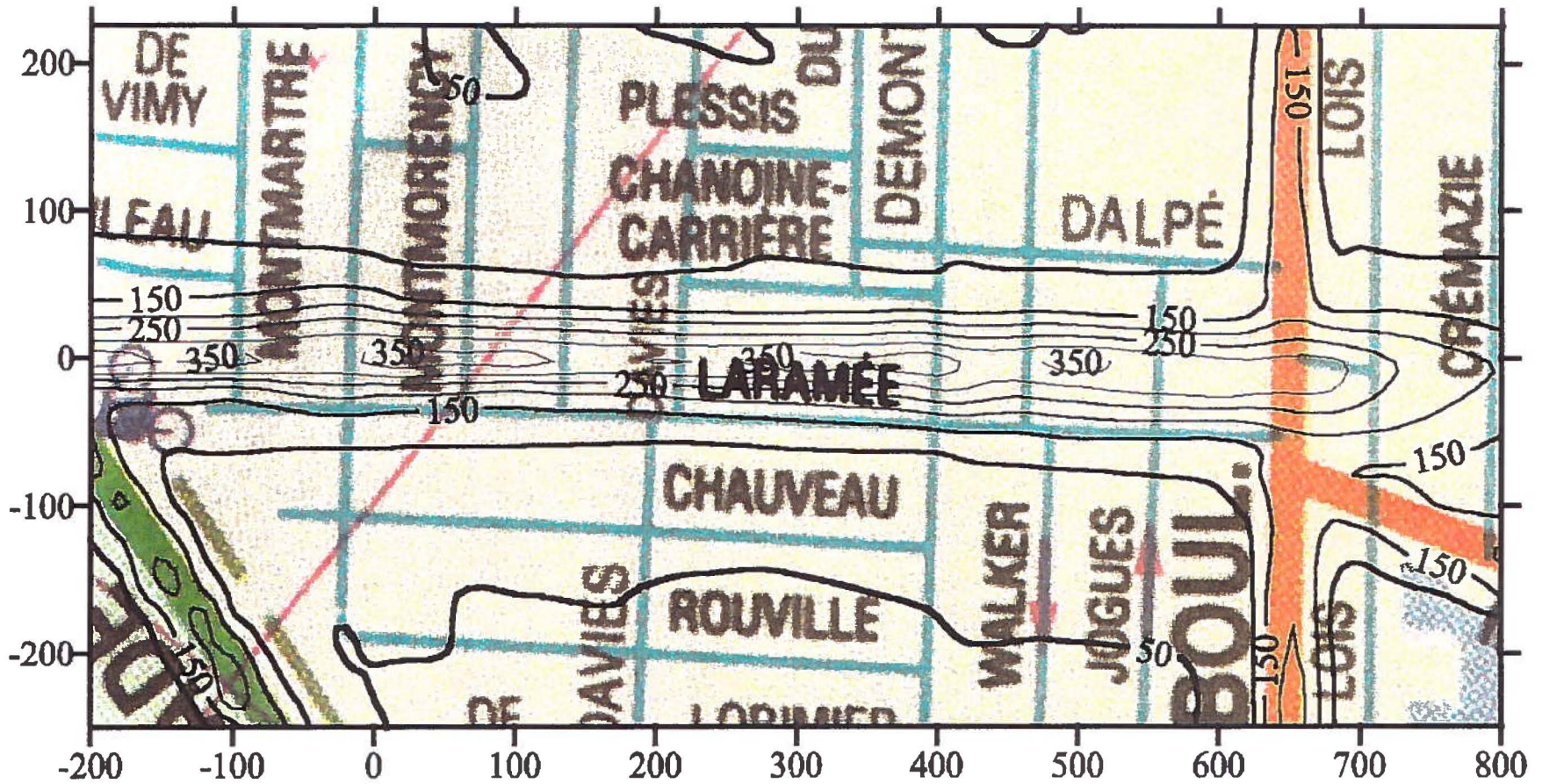


Figure 5.4 Concentrations horaires maximales de CO en utilisant les émissions prévues en 2011.

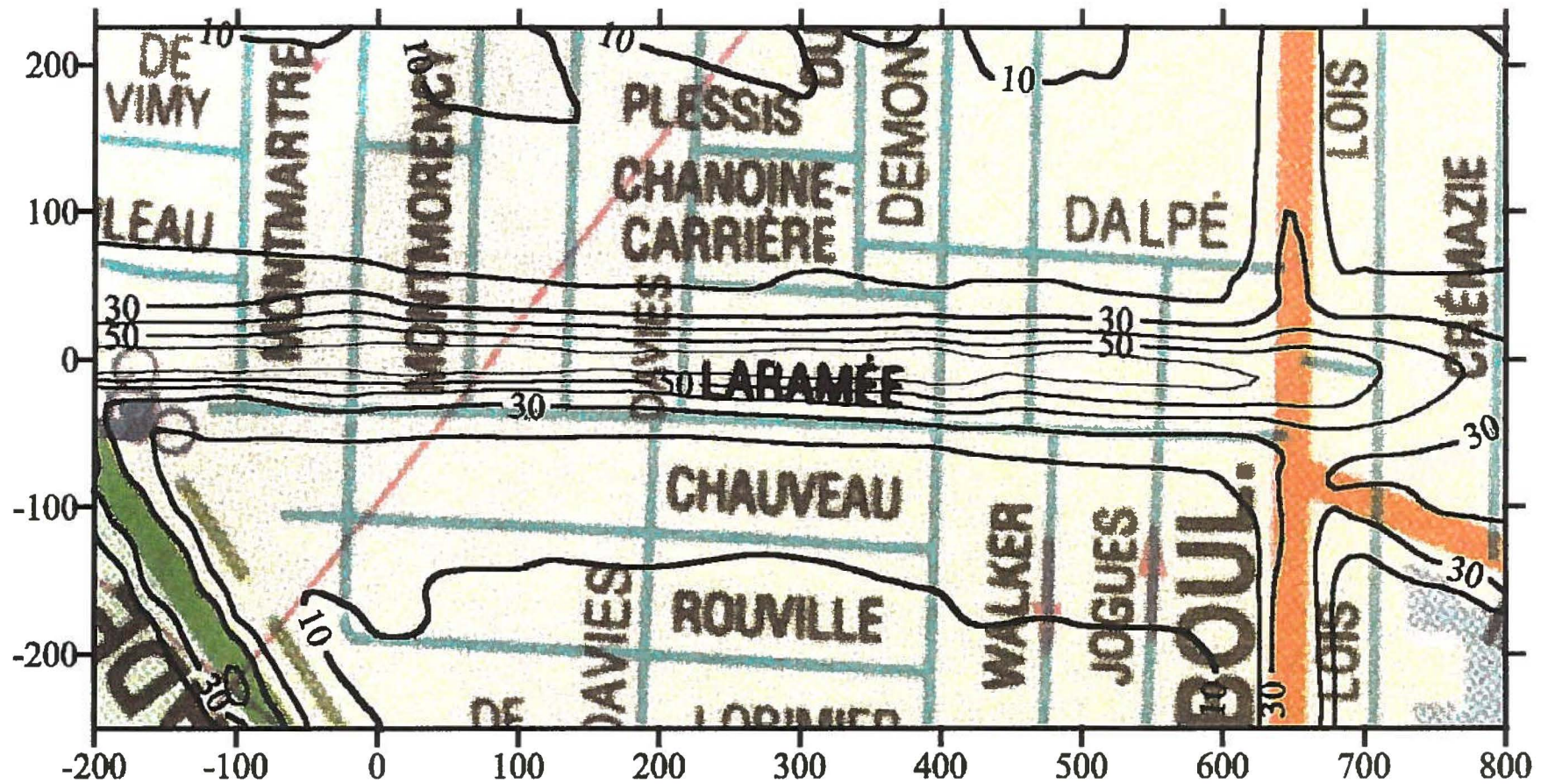
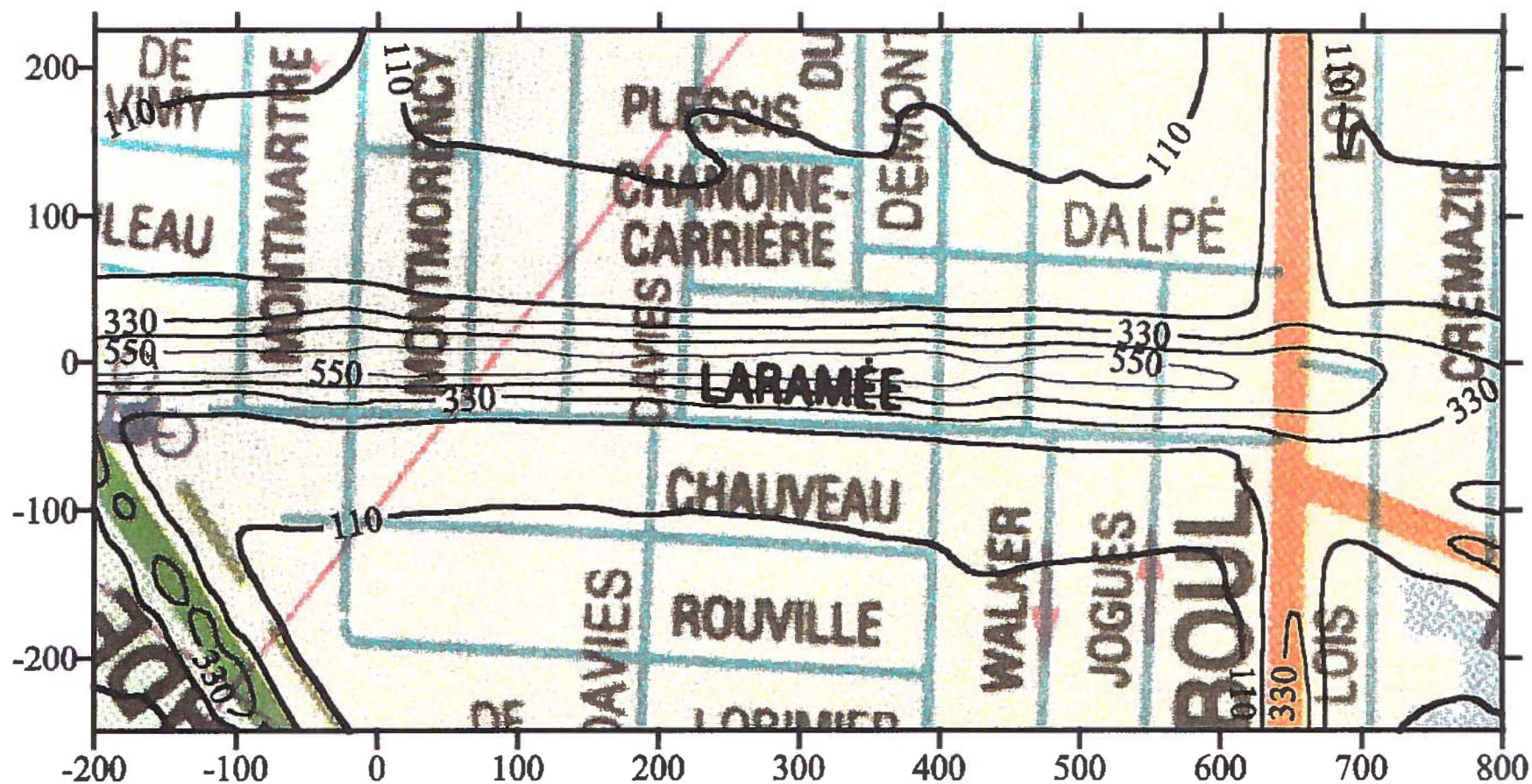


Figure 5.5 Concentrations horaires maximales de NO<sub>2</sub> en utilisant les émissions prévues en 2011.



Toutefois, la concentration de NO<sub>2</sub> a été calculée en supposant que tous les oxydes d'azote étaient sous forme de NO<sub>2</sub>. À proximité des autoroutes, la proportion de NO<sub>2</sub> est probablement inférieure à 50% et même possiblement inférieure à 20%. Il est donc hautement improbable que la norme horaire de NO<sub>2</sub> soit excédée suite à l'aménagement du boulevard Laramée.

### 5.3.5 Concentrations à la résidence la plus rapprochée

Afin de mieux vérifier le respect des normes québécoises d'air ambiant en zone résidentielle, nous avons calculé, à l'aide de CALINE3, les concentrations maximales à la résidence située le plus près du futur boulevard Laramée, aux coordonnées (223,4 m, 43,7 m) d'après les informations fournies (Gauthier, 2000).

L'estimation de la pollution de fond a été faite en calculant la valeur moyenne des concentrations maximales rapportées à chacune des années (1990 - 1999) à la station Hull gérée par le MENV.

En tenant compte des remarques de la section 5.3.1, les concentrations maximales horaires de PM<sub>10</sub> ont été divisées par 10 pour estimer les concentrations quotidiennes. Elles ont été multipliées par 2 pour estimer les concentrations des PST.

La proportion de NO<sub>2</sub> dans les NO<sub>x</sub> a été estimée en faisant le rapport entre les concentrations maximales moyennes annuelles de NO<sub>2</sub> sur la somme des concentrations maximales moyennes annuelles de NO et de NO<sub>2</sub>. Le calcul a été fait séparément pour les concentrations horaires et les concentrations sur 8 heures.

Proportion NO<sub>2</sub> (1 heure) = 22%.

Proportion NO<sub>2</sub> (8 heures) = 33%.

La proportion de NO<sub>2</sub> dans les émissions originales est de l'ordre de 10%. L'obtention d'un rapport de 22% sur une moyenne horaire dans les cas de fortes pollution semble raisonnable. Il est raisonnable que la proportion de NO<sub>2</sub> augmente en mesurant les concentrations sur 8 heures par rapport à une heure, parce qu'il devient de plus en plus possible que les oxydes d'azote aient vieilli et se soient davantage transformés en NO<sub>2</sub>.

Le tableau 5.11 présente le sommaire des résultats de la modélisation produisant les plus fortes concentrations des contaminants à la résidence la plus rapprochée du boulevard Laramée et de la concentration maximale due aux autres sources. Toutes les normes actuelles sont respectées. La méthodologie utilisée ne permet pas de calculer les concentrations maximales annuelles, mais il est estimé que les normes annuelles seront largement respectées. La norme horaire de 120 µg/m<sup>3</sup> du projet de modification du règlement sur la qualité de l'atmosphère pourrait être excédée à l'occasion. La contribution du boulevard Laramée est estimée à moins de 32% de la valeur extrême prévue, tandis que 68% proviendrait des autres sources.

**Tableau 5.11 Concentrations de fond et concentrations maximales prévues par CALINE3 à la résidence la plus rapprochée du futur boulevard Laramée.**

Contaminant	Moyenne	Concentration de fond : moyenne des concentrations maximales annuelles	Concentration prévue	Total	Norme
PM <sub>10</sub>	1 heure		228 µg/m <sup>3</sup>		aucune
Particules en suspension	24 heures	99 µg/m <sup>3</sup>	46 µg/m <sup>3</sup>	145 µg/m <sup>3</sup>	0-150 µg/m <sup>3</sup>
	1 an (géom.)		non calculé		0-70 µg/m <sup>3</sup>
Monoxyde de carbone (CO)	1 heure	5 ppm	21 ppm	26 ppm	0-30 ppm
	8 heures	3 ppm	6 ppm	9 ppm	0-13 ppm
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	1 heure	0,08 ppm	0,04 ppm	0,12 ppm	0-0,22 ppm
	24 heures	0,05 ppm	0,02 ppm	0,07 ppm	0-0,11 ppm
	1 an		non calculé		0-0,055 ppm

## **6 CONCLUSION**

### **Taux d'émission**

Les taux d'émission des poussières en suspension ( $PM_{2,5}$  et  $PM_{10}$ ) ont été estimés à l'aide du modèle PART5 de l'EPA. La contribution directe due aux véhicules automobile est beaucoup plus faible que celle qui est due à la détérioration de la surface de l'autoroute et qui est considérée comme une source fugitive. Les taux d'émission calculés pour les  $PM_{2,5}$  et  $PM_{10}$  sont respectivement de 1,0 g/mi et 2,21 g/mi.

Les taux d'émissions de CO et de  $NO_x$  ont été estimés en se servant du modèle MOBILE5b de l'EPA. En fonction de la distribution prévue des véhicules automobiles, les taux d'émissions de CO sont estimés à 259 g/mi en 2000 et à 213 g/mi en 2011. Dans le cas des  $NO_x$ , le taux d'émission de 3,85 g/mi est prévu diminuer à 3,16 g/mi en 2011.

### **Concentrations calculées**

Les concentrations maximales horaires calculées pour les particules sont très élevées et excéderaient largement les normes en vigueur si elles pouvaient se maintenir à ces niveaux durant 24 heures. Toutefois, les facteurs suivants permettent de réduire les concentrations calculées par un facteur d'environ 10 :

- Les concentrations à l'heure de pointe ont été calculées en supposant que 15% de la circulation automobile se produisant pendant cette heure là. Si les conditions météorologiques restaient les mêmes pendant 24 heures, ceci produirait alors un facteur de réduction de la concentration de 3,6.
- La classe de stabilité F ne se produit que durant la nuit par vents calmes. Durant le jour, la classe de stabilité est au moins D, ce qui occasionne une réduction de la concentration par un facteur d'environ 2 ou 3.
- La variation de la direction du vent sur 24 heures peut réduire d'un facteur d'environ 2 à 3 la concentration mesurée à un site particulier.
- La variation dans la vitesse du vent qui pourrait réduire par un autre facteur 2 à 5 les concentrations moyennes sur 24 heures.

Sauf pour des endroits situés sur les voies de circulation automobile, les normes de concentrations quotidiennes de  $PM_{2,5}$  et de PST devraient être respectées en tout temps dans la zone d'étude.

La norme horaire de CO pourrait être excédée sur le boulevard Laramée, mais elle devrait être respectée aux endroits résidentiels.

À cause du fait que les émissions d'oxydes d'azote se font principalement sous forme de NO, il est improbable que la norme de  $NO_2$  soit dépassée dans la zone d'étude. Si les émissions avaient été en majorité sous forme de  $NO_2$ , la norme de  $NO_2$  aurait alors pu être excédée sur le boulevard Laramée.

Par rapport aux conditions prévalant en l'an 2000, les concentrations des contaminants en 2011 dus à la circulation automobile pourraient diminuer en bordure du boulevard Saint-Joseph, augmenter par un facteur 2 à 6 le long du futur boulevard Laramée et augmenter par un facteur inférieur à 2,5 dans les résidences situées à moins de 150 m du futur boulevard Laramée, sans toutefois excéder les normes d'air ambiant.

Le tableau 6.1 reprend le tableau 5.11 et démontre que les normes actuelles de qualité de l'air seront respectées à la résidence la plus rapprochée du futur boulevard Laramée. Il pourrait y avoir dépassement de la norme annuelle des PST si celle-ci était réduite à 120 tel que proposé dans le projet de modification au Règlement sur la qualité de l'air.

**Tableau 6.1 Concentrations de fond et concentrations maximales prévues par CALINE3 à la résidence la plus rapprochée du futur boulevard Laramée.**

Contaminant	Moyenne	Concentration de fond : moyenne des concentrations maximales annuelles	Concentration prévue	Total	Norme
PM <sub>10</sub>	1 heure		228 µg/m <sup>3</sup>		aucune
Particules en suspension	24 heures	99 µg/m <sup>3</sup>	46 µg/m <sup>3</sup>	145 µg/m <sup>3</sup>	0-150 µg/m <sup>3</sup>
	1 an (géom.)		non calculé		0-70 µg/m <sup>3</sup>
Monoxyde de carbone (CO)	1 heure	5 ppm	21 ppm	26 ppm	0-30 ppm
	8 heures	3 ppm	6 ppm	9 ppm	0-13 ppm
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	1 heure	0,08 ppm	0,04 ppm	0,12 ppm	0-0,22 ppm
	24 heures	0,05 ppm	0,02 ppm	0,07 ppm	0-0,11 ppm
	1 an		non calculé		0-0,055 ppm

## **7 RÉFÉRENCES**

- Benson, P. E., 1979, CALINE-3 -- A versatile dispersion model for predicting air pollutant levels near highways and arterial streets. FHWA/CA/TL-79/23. Federal Highway Administration. (NTIS accession number PB80-220 841).
- EPA, 1993. MOBILE5. Information Sheet #2 : Estimating Idle Emission factors Using MOBILE5. July 30, 1993. 3 pp.
- EPA, 1995. Draft user's guide to PART5 : a program for calculating particle emissions from motor vehicles. February 1995. Office of Mobile Sources. National Motor Vehicle and Fuels Emission Laboratory. U.S. Environmental Protection Agency. EPA-AA-AQAB-94-2. 67 pp.
- Gauthier, N., 2000. Communication personnelle.
- Hrycluk, D., 1999. Sulphur content in gasoline varies widely, study finds. <http://www.edmontonjournal.com/news/stories/990923/2899456.html>.
- Ministère de l'Environnement et de la Faune (MEF), 1997. La qualité de l'air au Québec de 1975 à 1994. ISBN 2-550-31669-X, ENVIRDOQ EN970122 QA-42. 52 pp.
- Ministère de l'Environnement et de la Faune (MEF), 1998. Programme de surveillance de la qualité de l'atmosphère à Bécancour. Rapport-synthèse (avril 1995 à mars 1997).



## ANNEXE A : 2011CO.INP FICHER D'ENTRÉE À CALINE3

HULL				60.	10.	0.	0.20		1.
RECP. 1		-200.	-250.					1.8	
RECP. 2		-200.	-225.					1.8	
RECP. 3		-200.	-200.					1.8	
RECP. 4		-200.	-175.					1.8	
RECP. 5		-200.	-150.					1.8	
RECP. 6		-200.	-125.					1.8	
RECP. 7		-200.	-100.					1.8	
RECP. 8		-200.	-75.					1.8	
RECP. 9		-200.	-50.					1.8	
RECP. 10		-200.	-25.					1.8	
RECP. 11		-200.	0.					1.8	
RECP. 12		-200.	25.					1.8	
RECP. 13		-200.	50.					1.8	
RECP. 14		-200.	75.					1.8	
RECP. 15		-200.	100.					1.8	
RECP. 16		-200.	125.					1.8	
RECP. 17		-200.	150.					1.8	
RECP. 18		-200.	175.					1.8	
RECP. 19		-200.	200.					1.8	
RECP. 20		-200.	225.					1.8	
HULL CO 2000					16	36			
LINK A	AG	-225.	-35.	-8.	-35.		330.259.	0.	16.
LINK B	AG	0.	210.	0.	-27.		80.259.	0.	16.
LINK C	AG	0.	-43.	0.	-300.		20.259.	0.	15.
LINK D	AG	-8.	-35.	8.	-35.		520.259.	0.	16.
LINK E	AG	8.	-35.	403.	-44.		610.259.	0.	16.
LINK F	AG	403.	-44.	419.	-44.		830.259.	0.	16.
LINK G	AG	411.	-36.	411.	300.		30.259.	0.	16.
LINK H	AG	411.	-52.	411.	-300.		170.259.	0.	16.
LINK I	AG	419.	-45.	637.	-49.		630.259.	0.	16.
LINK J	AG	637.	-49.	657.	-49.		2760.259.	0.	20.
LINK K	AG	647.	-39.	647.	300.		1090.259.	0.	19.
LINK L	AG	647.	-53.	653.	-71.		2750.259.	0.	18.
LINK M	AG	653.	-71.	654.	-113.		3910.259.	0.	42.
LINK N	AG	654.	-113.	654.	-300.		1040.259.	0.	16.
LINK O	AG	672.	-92.	860.	-160.		1480.259.	0.	20.
LINK P	AG	-375.	210.	-80.	-250.		1500.259.	0.	20.
1.	0.6	100.	0.0						
1.	10.6	100.	0.0						
1.	20.6	100.	0.0						
1.	30.6	100.	0.0						
1.	40.6	100.	0.0						
1.	50.6	100.	0.0						
1.	60.6	100.	0.0						
1.	70.6	100.	0.0						
1.	80.6	100.	0.0						
1.	90.6	100.	0.0						
1.	100.6	100.	0.0						
1.	110.6	100.	0.0						
1.	120.6	100.	0.0						
1.	130.6	100.	0.0						
1.	140.6	100.	0.0						

1.150.6	100.	0.0					
1.160.6	100.	0.0					
1.170.6	100.	0.0					
1.180.6	100.	0.0					
1.190.6	100.	0.0					
1.200.6	100.	0.0					
1.210.6	100.	0.0					
1.220.6	100.	0.0					
1.230.6	100.	0.0					
1.240.6	100.	0.0					
1.250.6	100.	0.0					
1.260.6	100.	0.0					
1.270.6	100.	0.0					
1.280.6	100.	0.0					
1.290.6	100.	0.0					
1.300.6	100.	0.0					
1.310.6	100.	0.0					
1.320.6	100.	0.0					
1.330.6	100.	0.0					
1.340.6	100.	0.0					
1.350.6	100.	0.0					
HULL			60.	10.	0.	0.20	1.
RECP. 21		-175.	-250.		1.8		
RECP. 22		-175.	-225.		1.8		
RECP. 23		-175.	-200.		1.8		
RECP. 24		-175.	-175.		1.8		
RECP. 25		-175.	-150.		1.8		
RECP. 26		-175.	-125.		1.8		
RECP. 27		-175.	-100.		1.8		
RECP. 28		-175.	-75.		1.8		
RECP. 29		-175.	-50.		1.8		
RECP. 30		-175.	-25.		1.8		
RECP. 31		-175.	0.		1.8		
RECP. 32		-175.	25.		1.8		
RECP. 33		-175.	50.		1.8		
RECP. 34		-175.	75.		1.8		
RECP. 35		-175.	100.		1.8		
RECP. 36		-175.	125.		1.8		
RECP. 37		-175.	150.		1.8		
RECP. 38		-175.	175.		1.8		
RECP. 39		-175.	200.		1.8		
RECP. 40		-175.	225.		1.8		
...							