

# Modélisation des émissions de sources routières dans la région de Montréal

MOTREM - Mobile 6.2 C

Mai 2009

André Babin  
Pierre Tremblay, ing.  
Service de la modélisation  
des systèmes de transport

## Mobile 6.2C:

- Le modèle Mobile 6.2 de l'EPA (Environment Protection Agency U.S.) est disponible depuis plusieurs années et constitue un outil reconnu en matière d'évaluation des émissions de sources mobiles (véhicules).
- La version « Mobile 6.2C » a été adaptée par Environnement-Canada au contexte canadien.
- Le MTQ utilise Mobile 6.2C pour ses besoins en matière d'évaluation globale des émissions de polluants véhiculaires dans son modèle de transport urbain pour la région de Montréal (MOTREM).
- Le MTQ a raffiné d'année en année son adaptation du modèle Mobile 6.2C, notamment en y intégrant les caractéristiques et normes contemporaines du parc véhiculaire québécois.

## Mobile 6.2C

- MOBILE 6.2C considère 28 classes de véhicule (regroupées en 16 types sans égard au carburant).
- MOBILE 6.2C estime les émissions de
  - Polluants classiques : CO (monoxyde de carbone), NO<sub>x</sub> (oxydes d'azote) et HC (hydrocarbures)
  - Gaz : SO<sub>2</sub> (dioxyde de soufre), NH<sub>3</sub> (ammoniac)
  - Différentes particules de matière selon le diamètre en µm
  - Gaz toxiques : Benzène, 1,3-butadiène, formaldéhyde, acétaldéhyde, acroléine.
  - Gaz carbonique : CO<sub>2</sub> (dioxyde de carbone)
- MOBILE 6.2C tient compte du type de route, de l'heure de la journée et de la saison (aspect climatique), de l'année (parc de véhicules), de la vitesse moyenne du véhicule et du contexte d'émission (en circulation, au démarrage ou à l'arrêt).
- MOBILE 6.2C permet indirectement d'évaluer la consommation de carburant (taux moyens).

# Données d'entrée

- Données sur les conditions climatiques échantillonnées à l'automne 2002 (journée «moyenne») à partir de 10 stations météorologiques de la région de Montréal :
  - Températures horaires
  - Humidité absolue en grains par livre pour la journée (relation entre humidité relative, température, pression et humidité absolue)
  - Couverture nuageuse pour la journée (en proportion)
  - Heures de lever et de coucher du soleil
  - Période d'intensité solaire maximale

# Données d'entrée

- Données sur les caractéristiques de la flotte de véhicules à partir de toutes les immatriculations de la SAAQ (décembre 2004) pour l'ensemble du Québec :
  - Distribution selon l'âge de chaque type<sup>1</sup> de véhicule de Mobile 6.2C (sur 25 ans).
  - Proportions des ventes de véhicules diesel selon l'âge et la type<sup>1</sup> de véhicule de Mobile 6.2C .
  - Estimation des taux d'accumulation annuelle du kilométrage des véhicules par les relevés de kilométrage de la SAAQ sur un échantillon de 3,3 %.
  - Estimation des distributions des classes de camions de Mobile 6.2C selon le poids total (camion+charge) à partir des données de l'enquête routière nationale (ERN) 1999 sur le camionnage interurbain.

<sup>1</sup> *Ce sont les 16 types de véhicules de Mobile 6.2C sans égard au type de carburant (essence ou diesel)*

# Données d'entrée

- Données sur les activités de la flotte de véhicules à partir des données de l'Enquête O-D 2003<sup>1</sup> et des simulations routières (modèle Emme)<sup>2</sup>:
  - Distributions diurnes des véhicules pour les longues et les courtes durées en temps de stationnement à chaque heure de la journée (*Diurn and Hot Soak activity*)
  - Distribution des véhicules selon les durées en temps de stationnement avant les départs (*Soak distribution*)
  - Distribution des départs de véhicules par heure (*Start Distribution*)
  - Distribution des véh-km par durée de déplacement et par heure (*Trip Length Distribution*)
  - Flux (débit) et vitesse moyenne des véhicules sur chacun des liens du réseau modélisé, pour chaque période de la journée.

<sup>1</sup> voir: <http://www.cimtu.qc.ca/EnqOD/2003/Index.asp>

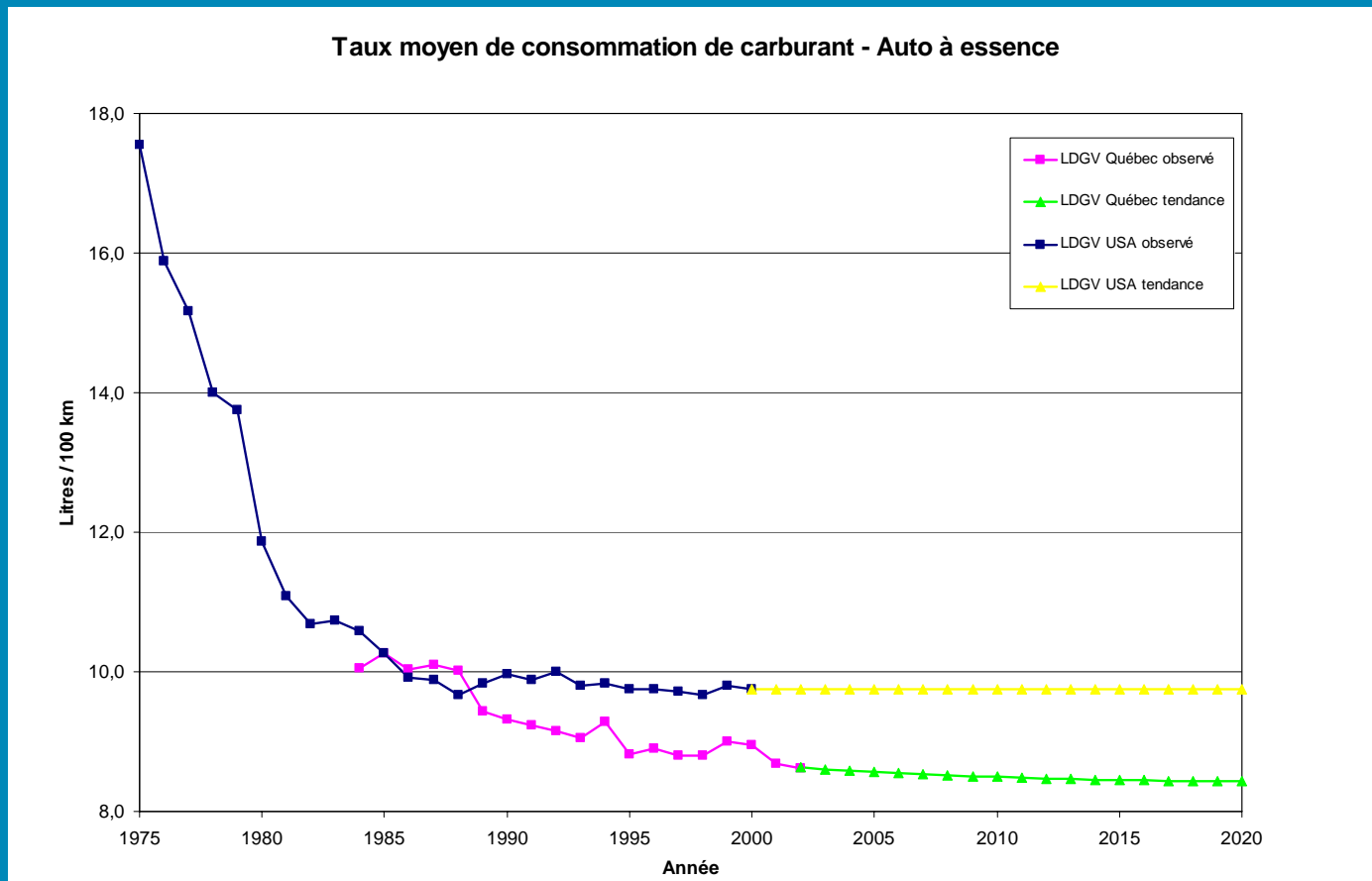
<sup>2</sup> voir:

[http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/ministere/ministere/recherche\\_innovation/modelisation\\_systemes\\_transport](http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/ministere/ministere/recherche_innovation/modelisation_systemes_transport)

## Données d'entrée

- Données sur la consommation moyenne de carburant pour l'estimation du  $CO_2$ :
  - Mobile 6.2C se base sur des tables de consommation moyenne de carburant par type de véhicule et par année de modèle.
  - Utilisation d'un échantillon disponible de véhicules immatriculés au Québec 2002 de la SAAQ avec taux de consommation de carburant pour réévaluer les taux de consommation de l'automobile à essence (LDGV) au Québec.
  - Estimation des taux de consommation pour les autobus canadiens basée sur l'enquête sur les véhicules au Canada 2000 de Transports Canada.

# Données d'entrée





# Génération des taux de base

- Polluant = CO, NO<sub>x</sub>, HCCOV<sup>1</sup>, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>, Benzène, 1,3-Butadiène, Formaldéhyde, Acétaldéhyde, Acroléine, CO<sub>2</sub>.

*1 : HydroCarbures - Composés organiques volatiles*

- Route = Autoroute, Artère.

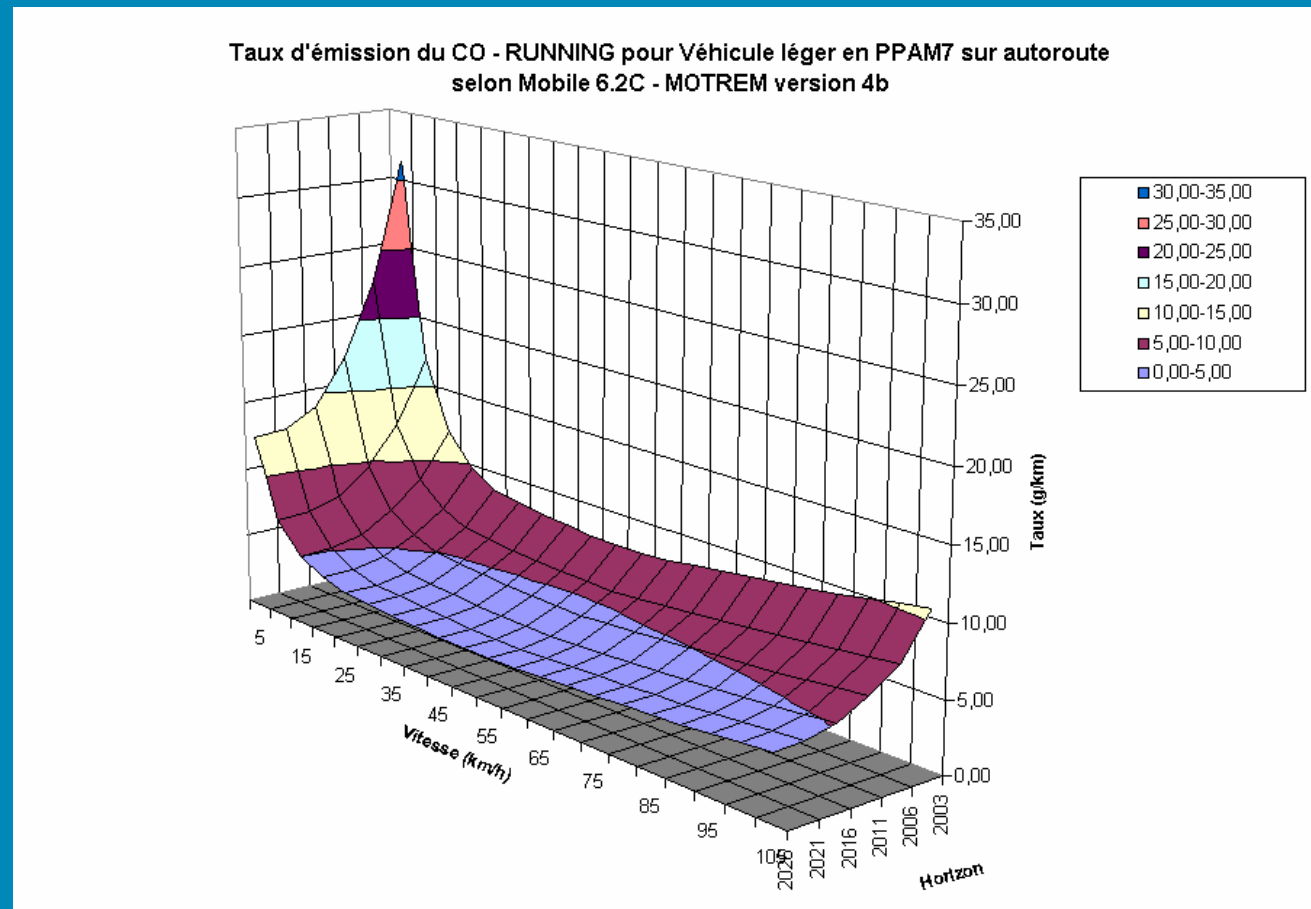
- Véhicule = auto-essence, auto-diesel, moto, autobus-essence, 2 types autobus-diesel, 4 classes camions légers-essence, 8 classes camions lourds-essence, 2 classes camions légers-diesel, 8 classes camions lourds-diesel.

## Génération des taux de base par classe de:

- Heure = 7h, 12h, 17h, 21h, 3h  
(représentant l'heure-milieu des périodes du MOTREM : PPAM, HPJ, PPPM, HPS, NUIT).
- Vitesse = 5, 10, 15, 20, ..., 105 km/h
- Année = 2003, 2006, 2011, 2016, 2021, 2026  
(représente les horizons dans MOTREM)

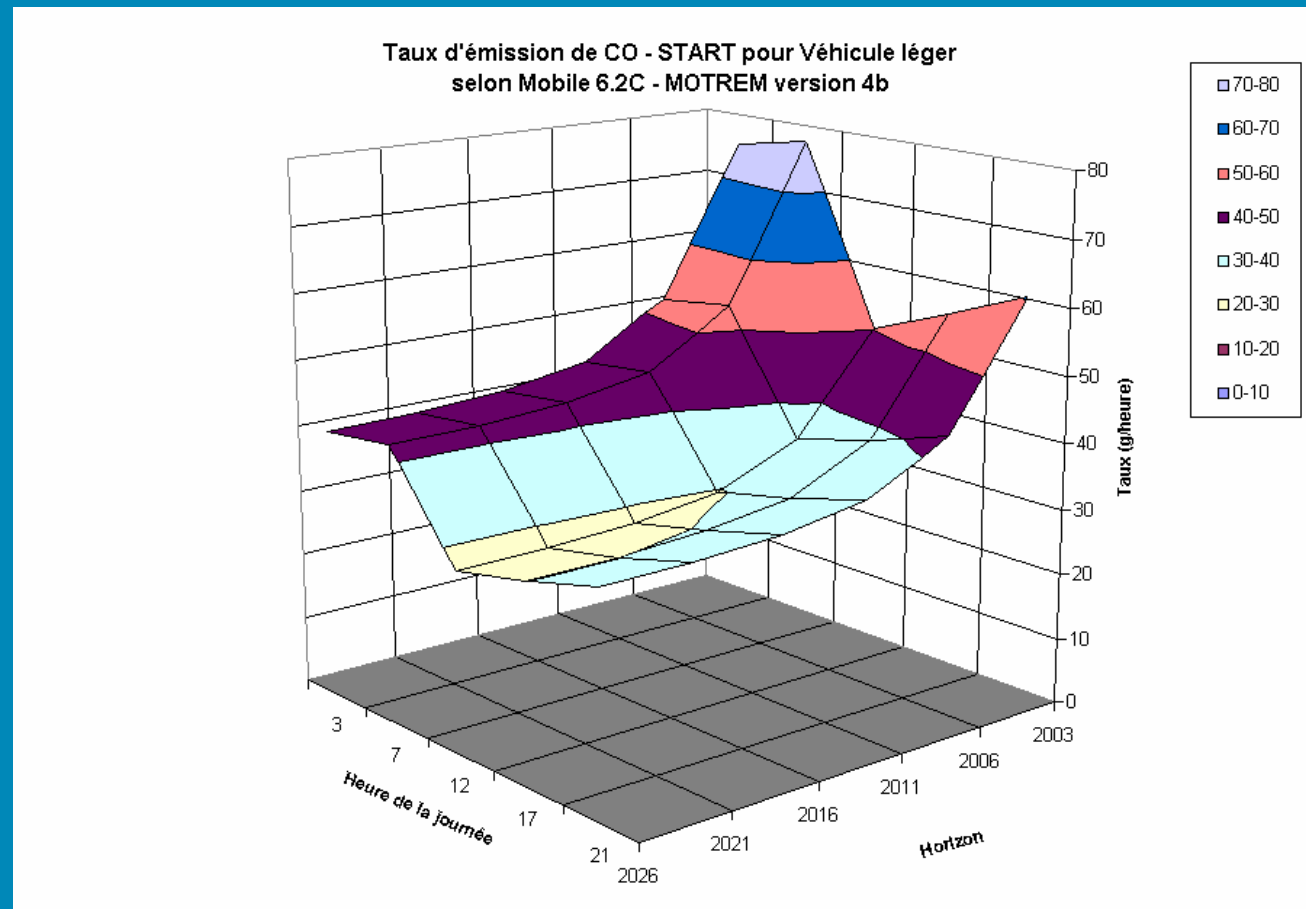
NOTE : Ce sont des taux moyens obtenus à partir des taux de MOBILE 6.2C par année pour une classe de véhicule donnée et selon la distribution de leur âge sur l'ensemble du Québec.

## Représentation graphique des taux de base (exemple)



- Un graphique parmi les [ 28 véhicules X 5 heures de la journée X 2 types de route ] graphiques pour l'émission du CO par la combustion lorsque le véhicule circule.

## Représentation graphique des taux de base (exemple)



- Un graphique parmi les [28 véhicules X 5 heures de la journée] graphiques pour l'émission du CO au départ du véhicule.

# Équivalence des classes de véhicules

- Matrice de coefficients de pondération entre les 4 classes de véhicules du MOTREM :
  - auto<sup>1</sup> (véhicule léger)
  - camrg (camion porteur)
  - camlo (camion remorque)
  - autobus<sup>2</sup> (autobus des OPT et CIT)

... et les 28 classes de véhicules de Mobile 6.2C

- Les coefficients sont établis à partir du parc de véhicules immatriculés pour l'ensemble du Québec, de l'attribut «nombre d'essieux» (Source : SAAQ) et à partir de la base de données de l'enquête routière nationale (ERN) pour le poids total (camion+charge).

<sup>1</sup> *Auto-MOTREM comprend auto-essence, auto-diesel, motocyclette, VUS, fourgonnette, pick-up léger.*

## Résultats sommaires

Les tableaux et le graphique qui suivent illustrent les estimations des émissions de sources mobiles sur l'ensemble du réseau de la grande région de Montréal (territoire de l'Enquête O-D 2003) pour une journée représentative de l'automne (jour ouvrable).

Aux horizons futurs, les estimations sont basées sur un chargement de la demande automobile projetée selon le modèle tendanciel du MTQ<sup>1</sup>. Rappelons que cette projection reflète la croissance anticipée de la démographie et de l'activité économique, selon les schémas d'aménagement en vigueur, ainsi que des comportements de mobilité observés par l'Enquête O-D 2003, appliqués à chaque segment de la clientèle transport (par groupe âge-sexe, secteur de résidence, tout en prenant en compte l'évolution anticipée des statuts d'occupation et des taux de motorisation individuelle).

Les estimations de la demande routière et des émissions représentent essentiellement un niveau de référence pour les analyses aux horizons futurs, sachant que la réalité sera inférieure lorsqu'on aura pris en compte:

- la hausse de la part modale des transports en commun, en progression continue depuis 2003;
- la pénétration des nouvelles technologies de motorisation (hybrides, électriques).

<sup>1</sup> Voir:

[http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/ministere/ministere/recherche\\_innovation/modelisation\\_systemes\\_transport/enquetes\\_origine\\_destination/montreal/previsions](http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/ministere/ministere/recherche_innovation/modelisation_systemes_transport/enquetes_origine_destination/montreal/previsions)

## Résultats sommaires: Émissions dans la région de Montréal

### Bilan par période de la journée pour un jour moyen ouvrable d'automne 2006

*[Total : en circulation, au démarrage et en stationnement]*

Mobile6.2C MOTREM version 4b	2006 NUIT	2006 PPAM	2006 JOUR	2006 PPPM	2006 SOIR
CO (g)	39 552 699	156 724 231	244 552 889	173 922 990	140 615 729
HCVOC (G)	4 213 350	9 245 426	18 703 642	11 117 959	6 747 845
NO <sub>x</sub> (g)	7 583 969	18 623 829	37 302 640	19 973 338	18 052 626
GES <sup>1</sup> (kg)	1 390 031	5 924 640	9 225 383	6 719 855	4 790 429
Carburant (l)	573 221	2 437 907	3 795 739	2 766 244	1 973 176
SO <sub>2</sub> (g)	54 305	136 281	281 509	147 131	125 791
NH <sub>3</sub> (g)	296 437	1 152 623	1 834 346	1 326 898	1 091 363
PM 10 (g)	193 394	501 542	1 008 456	548 292	468 322
PM 2,5 (g)	136 473	312 839	679 770	335 370	291 234
Benzène (g)	72 112	295 306	445 309	341 124	218 228
Butadiène (g)	8 241	40 804	58 135	45 755	30 149
Formaldéhyde (g)	26 462	105 152	169 845	114 607	76 315
Acétaldéhyde (g)	8 879	35 313	56 630	38 706	25 796
Acroléine (g)	1 426	5 689	9 402	6 089	3 896

<sup>1</sup> Gaz à effet de serre en CO<sub>2</sub> équivalent (CO<sub>2</sub> + CH<sub>4</sub> + N<sub>2</sub>O)

## Résultats sommaires: Émissions dans la région de Montréal

Bilan d'un jour moyen ouvrable d'automne selon la demande  
prévisionnelle aux horizons futurs  
*[En circulation, au démarrage et en stationnement]*

Mobile6.2C MOTREM version 4b	2003	2006	2011	2016	2021	2026
<b>CO (g)</b>	<b>974 019 712</b>	<b>755 368 538</b>	<b>625 045 142</b>	<b>537 182 763</b>	<b>507 551 708</b>	<b>506 833 987</b>
<b>HCVOC (G)</b>	<b>60 828 950</b>	<b>50 028 222</b>	<b>35 158 196</b>	<b>24 619 997</b>	<b>20 515 333</b>	<b>19 225 191</b>
<b>NO<sub>x</sub> (g)</b>	<b>126 466 866</b>	<b>101 536 402</b>	<b>72 455 063</b>	<b>45 323 472</b>	<b>30 677 280</b>	<b>24 178 806</b>
<b>GES<sup>1</sup> (kg)</b>	<b>26 677 120</b>	<b>28 050 338</b>	<b>29 421 171</b>	<b>30 622 950</b>	<b>31 602 174</b>	<b>32 178 074</b>
<b>Carburant (l)</b>	<b>10 981 412</b>	<b>11 546 288</b>	<b>12 111 638</b>	<b>12 606 062</b>	<b>13 009 341</b>	<b>13 245 943</b>
SO <sub>2</sub> (g)	3 256 521	745 017	422 543	437 397	448 514	454 361
NH <sub>3</sub> (g)	5 322 080	5 701 668	6 060 298	6 352 430	6 539 249	6 640 587
PM 10 (g)	3 163 702	2 720 007	2 251 198	2 001 061	1 928 517	1 882 027
PM 2,5 (g)	2 208 403	1 755 686	1 289 126	1 027 376	936 643	881 058
Benzène (g)	1 841 087	1 372 079	1 024 456	750 860	643 365	604 919
Butadiène (g)	247 896	183 083	134 645	100 298	87 186	80 485
Formaldéhyde (g)	654 485	492 380	347 738	264 806	232 004	213 154
Acétaldéhyde (g)	220 803	165 323	119 705	90 795	79 078	73 144
Acroléine (g)	34 956	26 503	17 445	13 008	11 236	9 896

<sup>1</sup> Gaz à effet de serre en CO<sub>2</sub> équivalent (CO<sub>2</sub> + CH<sub>4</sub> + N<sub>2</sub>O)



# Résultats sommaires: Émissions dans la région de Montréal

## Évolution indicielle du bilan régional des émissions

Jour moyen ouvrable d'automne selon la demande prévisionnelle aux horizons futurs

