



MINISTÈRE DES TRANSPORTS, DE LA MOBILITÉ DURABLE
ET DE L'ÉLECTRIFICATION DES TRANSPORTS

Modélisation des flux routiers et évaluation des émissions à l'aide du progiciel MOVES



Conférence Santé et qualité de l'air:
Enjeu de société majeur - APCAS



19 oct 2017

Tan Minh Phan, ing.

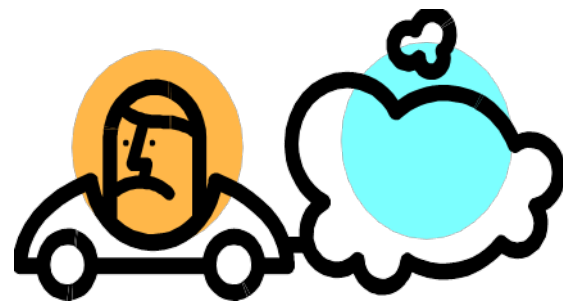
*Direction de la modélisation
des systèmes de transport*

Plan

1. Objectif de la présentation
2. Mise en contexte
3. Modèles
4. Modélisation des flux routiers
5. Modélisation des émissions routières

1. Objectif de la présentation

Donner un aperçu sur ce qui est analysé au MTMDET en termes d'émissions de polluants et de consommation de carburant directement associés aux flux routiers.



2. Mise en contexte: l'équipe

Qui?

La Direction de la modélisation des systèmes de transport (DMST)

Quoi?

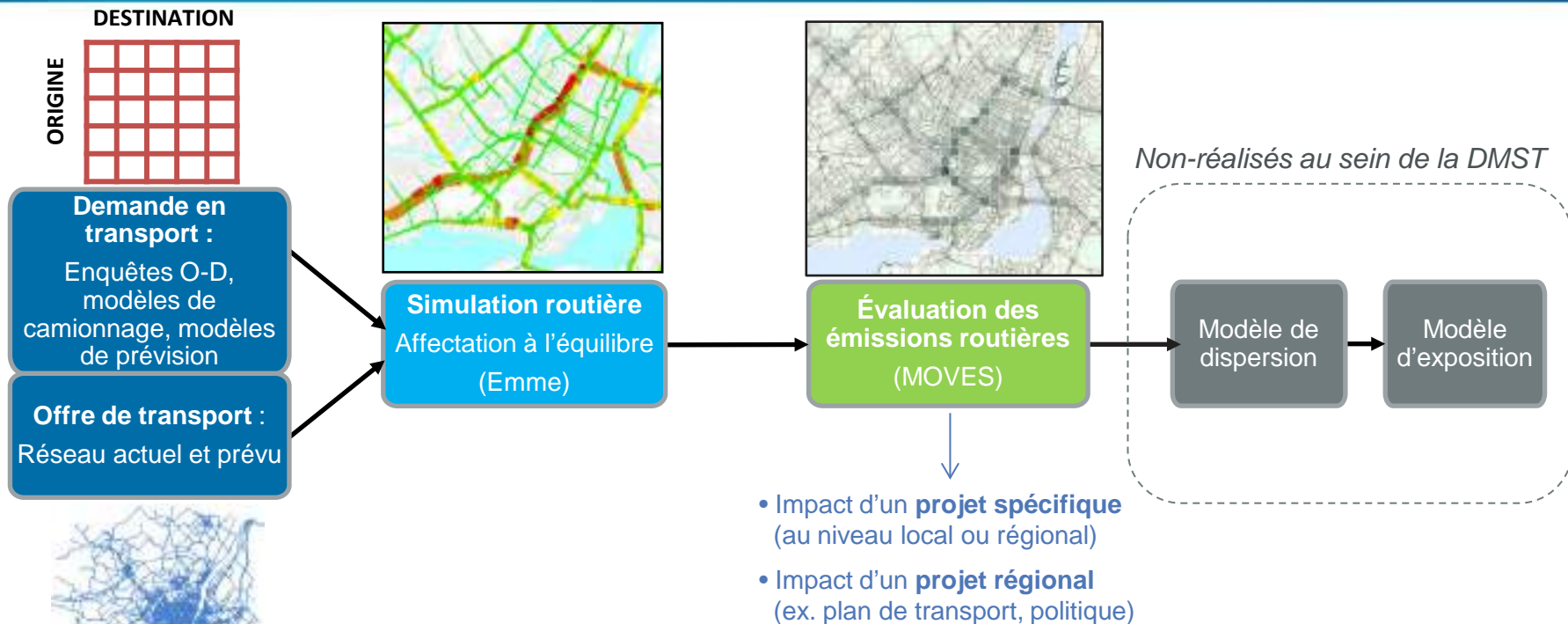
Exploite des banques de données à référence spatiale, des statistiques, des méthodes et des logiciels pour créer des modèles d'offre et de demande de transport

Pourquoi?

Pour analyser le comportement et la performance du système de transport (actuel et projeté), incluant au niveau environnemental, afin d'appuyer le processus de la planification des projets.



3. Les modèles



4. Modélisation des flux routiers: modèles routiers

La DMST actualise ses modèles de simulation routière à la suite de chacune des **enquêtes Origine-Destination** (représentent une journée ouvrable type d'automne) menées dans les 6 régions métropolitaines du Québec à différentes années :

- Montréal : **MOTREM08**, **MOTREM13** en cours
- Québec : MOTRAQ11, **Enq. O-D 2017** en cours
- Outaouais : TRANS 2011
- Sherbrooke : MOTRESH03, **MOTRESH12** en cours
- Trois-Rivières : MOTRIV00, **MOTRIV11** en cours
- Saguenay : **MOTSAG15** en cours

4. Modélisation des flux routiers: logiciel Emme

Nos modèles routiers utilisent le logiciel Emme («Equilibre multimodal / multimodal equilibrium»)



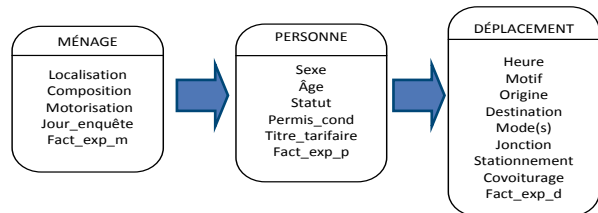
<https://www.inrosoftware.com/en/products/emme/>

- a été développé au Centre de recherche en transport de l'Université de Montréal (années '80)
- distribué commercialement par la firme INRO, de Montréal
- utilisé par plus de 1000 organisations dans plus de 80 pays
- modèle « macroscopique statique » (portée régionale) sous approche agrégée (i.e. par zones)

4. Modélisation des flux routiers : demande O-D

La demande :

- Enquêtes O-D régionales (aux 5 ans)

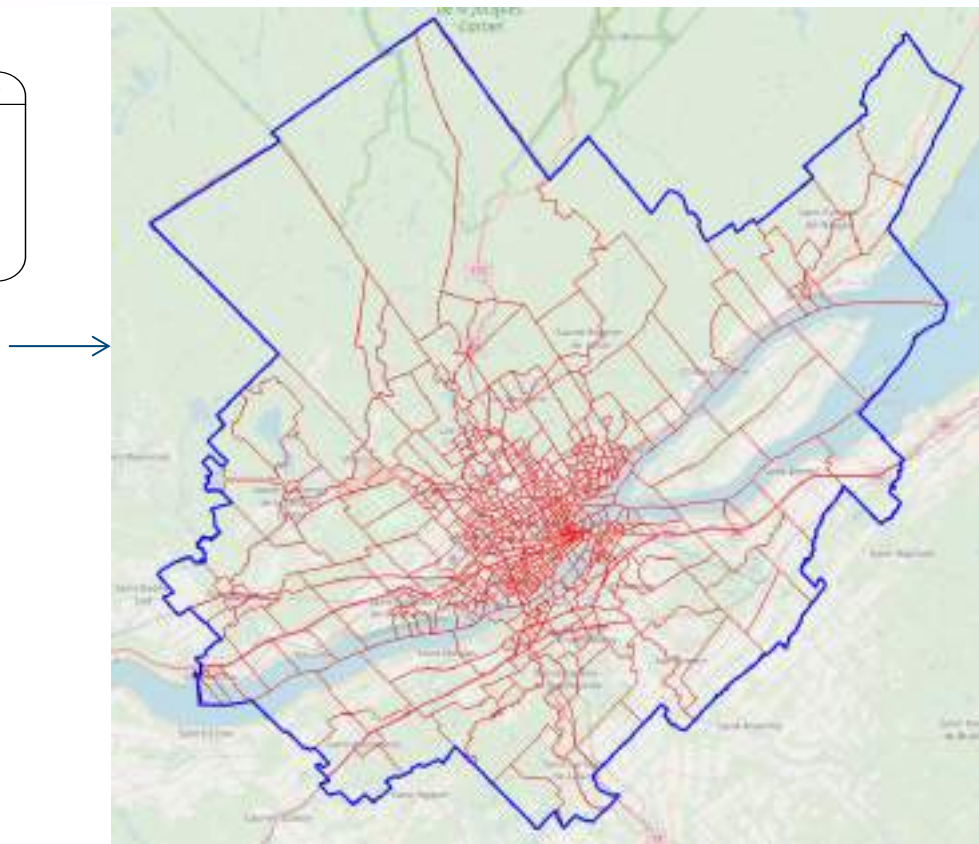


- Flux de déplacements entre zones d'origine et zones de destination

- Enquêtes-cordon, modèles de camionnage; 4 classes de véhicules routiers



- Modèles prévisionnels : projection de la demande aux horizons futurs (pour Montréal: 2021, 2026, 2031)



4. Modélisation des flux routiers : demande O-D

Production de déplacements de la zone (Origine)

Attraction de déplacements de la zone (Destination)

Année : 2016

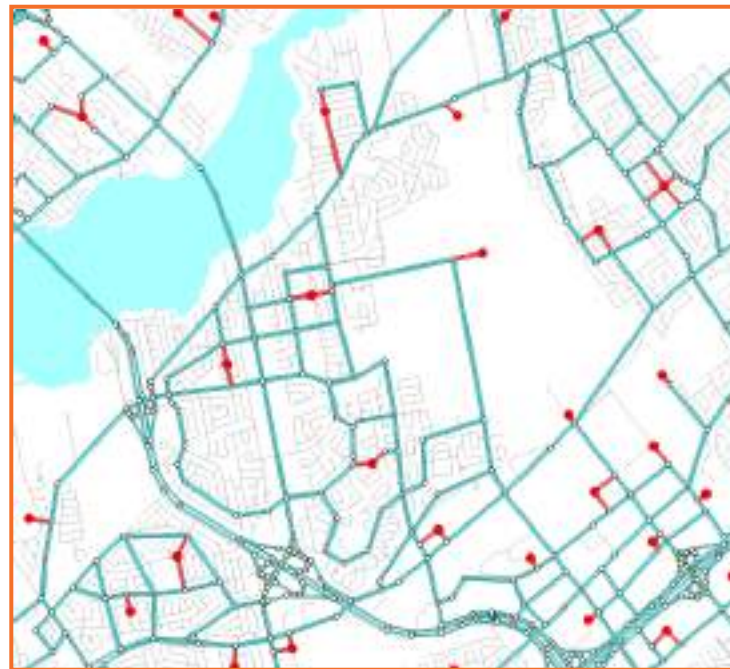
Heure : 7h00 à 7h59



4. Modélisation des flux routiers : offre de transport

L'offre :

- Réseaux physiques codifiés (liens et nœuds)
- Réseau supérieur explicitement représenté (autoroutes et artères principales)
- Réseau local non modélisé sous approche macro (modèle régional)
- Transport en commun analysé sur une autre plate-forme



4. Modélisation des flux routiers : affectation à l'équilibre

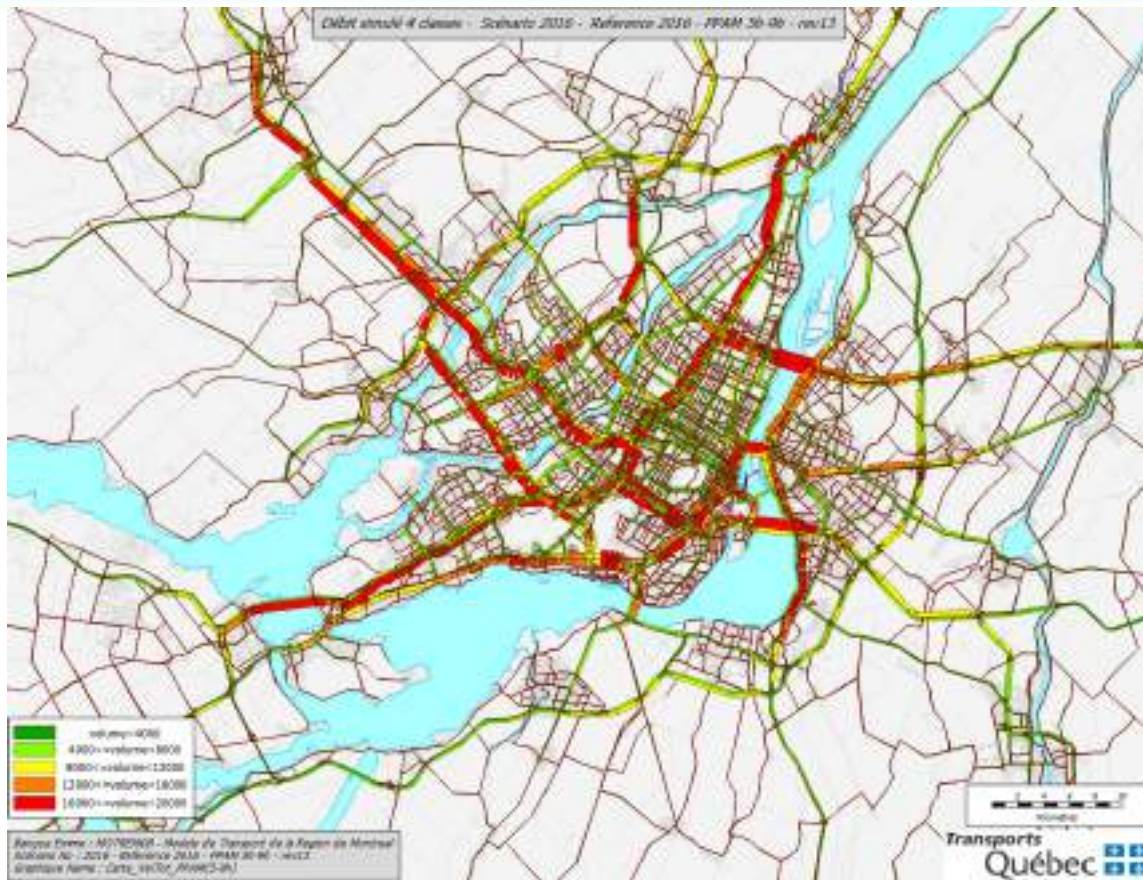
- Le territoire est découpé en petites **zones d'analyse des transports (ZAT)**
- À chaque zone est associé un **centroïde d'activité** qui est connecté au **réseau routier**
- Simulation = confrontation offre-demande
- L'algorithme d'affectation calcule les chemins minimum (en termes de temps de déplacements) entre chaque paire de zones O-D et y charge itérativement les déplacements pour atteindre l'équilibre
- Équilibre : les temps de parcours sont égaux pour tous les trajets utilisés pour une même paire O-D



4. Modélisation des flux routiers : exemple de résultats (1)

Volumes de véhicules sur le réseau

- Volume total
- Année 2016
- Période de pointe AM (5h00 à 8h59)



4. Modélisation des flux routiers : exemple de résultats (2)

Comparaison de volumes de véhicules sur le réseau entre 2 scénarios

Ex.: l'effet d'un projet d'ajout de voies sur un tronçon

- Différence de volume total
- Année 2026
- Période de 6h00 à 8h59

Diminution de volume

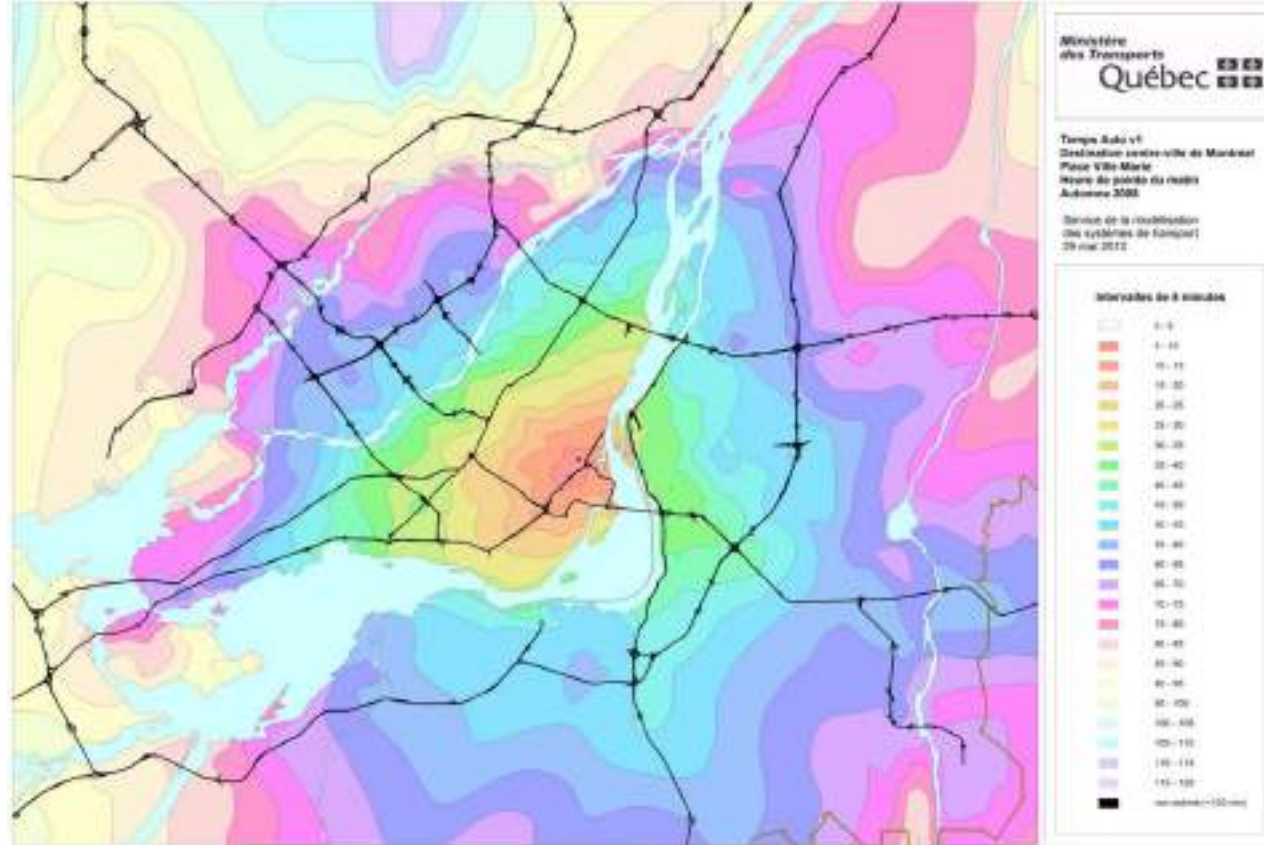
Augmentation de volume



4. Modélisation des flux routiers : exemple de résultats (3)

Carte isochrone de temps de parcours en autos

- À destination du centre-ville de Montréal
- Année 2008
- Pointe AM
- Intervalles de 5 minutes



4. Modélisation des flux routiers : exemple de résultats (4)

Itinéraires des usagers qui empruntent un lien sélectionné

Ex: A-15 en direction Sud

- Autos
- Année 2016
- Période de pointe AM (5h00 à 8h59)

Volumes d'autos



5. Modélisation des émissions routières : logiciel MOVES

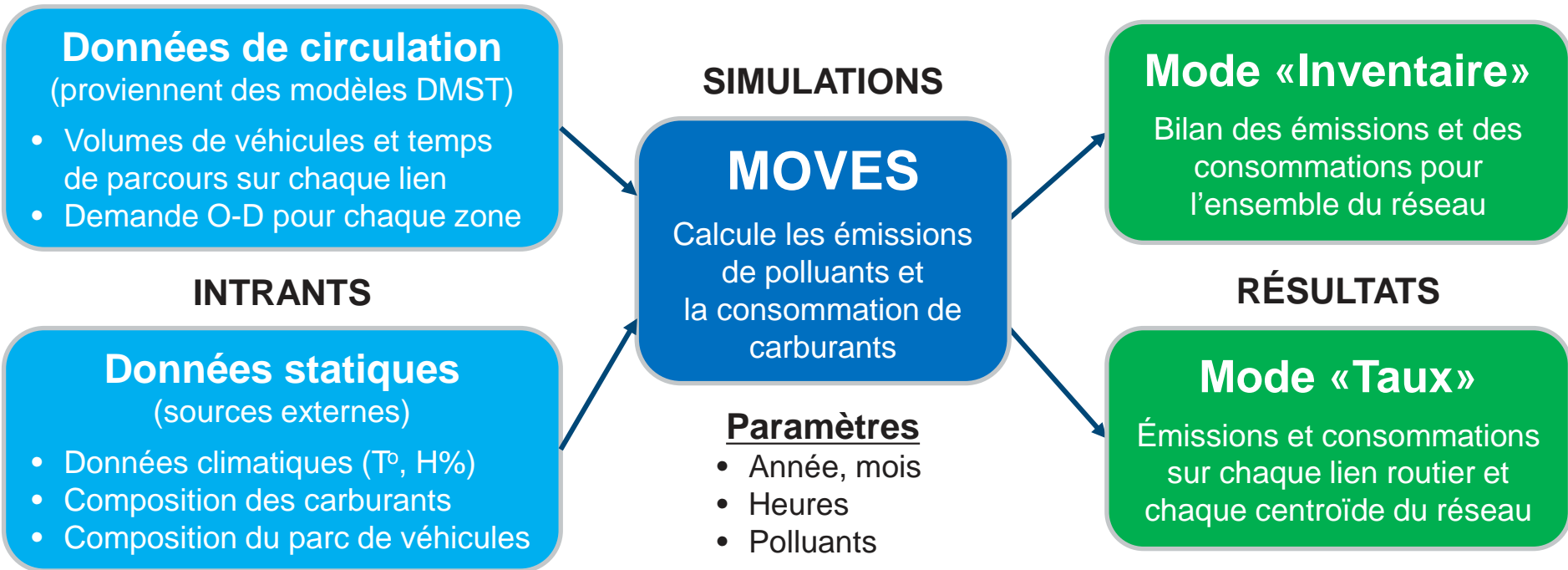
Notre modèle utilise le logiciel MOVES
(*MOtor Vehicle Emissions Simulator*)



<http://www.epa.gov/otaq/models/moves/index.htm>

- développé par l'EPA (*Environmental Protection Agency*) des États-Unis (logiciel libre)
- MOVES remplace le logiciel MOBILE depuis 2010
- version actuelle = MOVES2014a
- fonctionnel pour Montréal, en développement pour Québec-Lévis

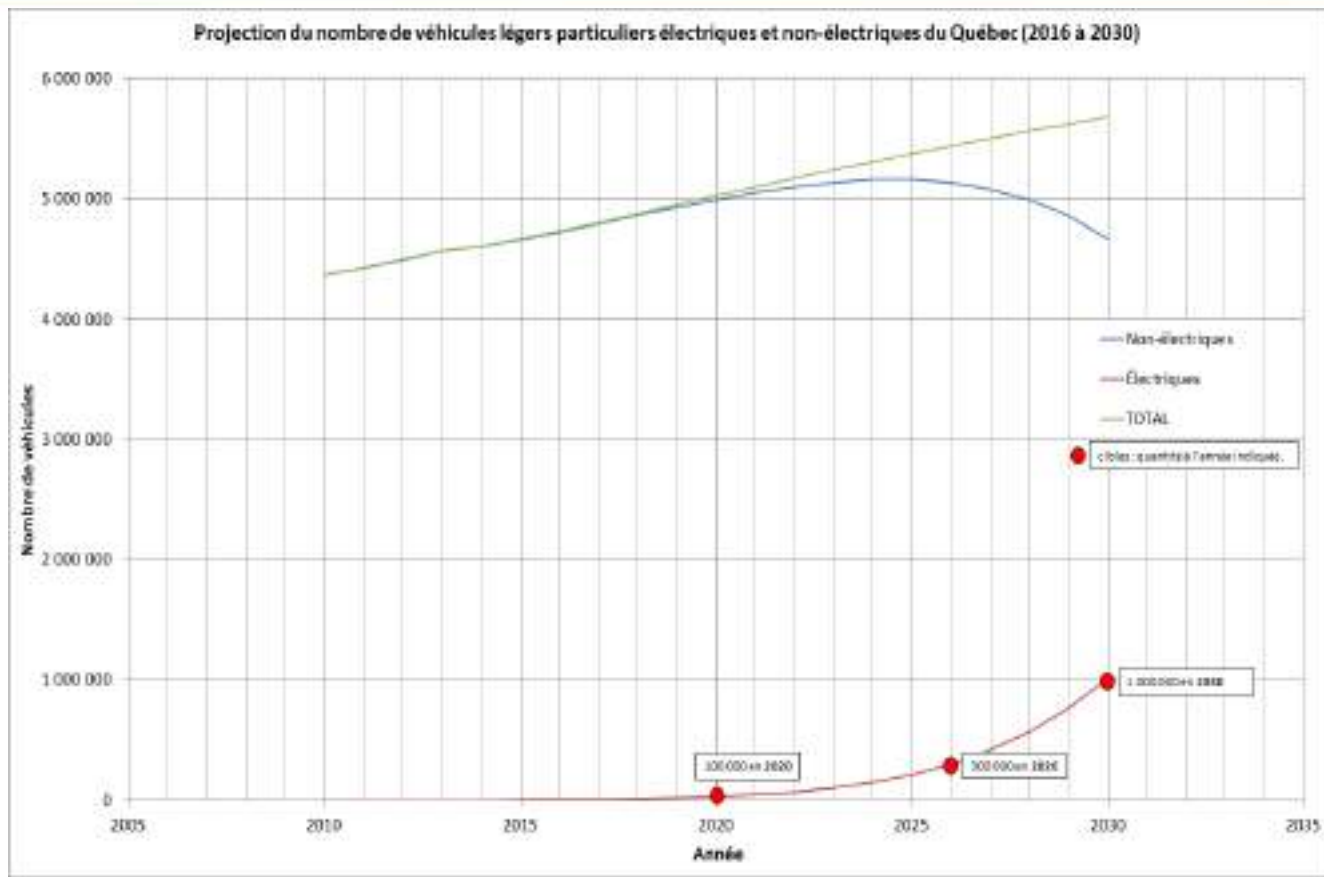
5. Modélisation des émissions routières : processus



5. Modélisation des émissions routières : hypothèses

Hypothèse de nombres de véhicules électriques selon les cibles du Plan d'action en électrification des transports

(Politique énergétique 2030)



5. Modélisation des émissions routières : paramètres d'analyse

Une centaine de composants peuvent être évalués

- Principaux contaminants : CO, SO₂, NO_x et COV
- Particules de matière : PM₁₀ et PM_{2,5}
- Gaz toxiques : Plomb, benzène, formaldéhyde...
- Gaz à effet de serre (GES) : CO₂, CH₄, N₂O
- Carburants consommés : essence, diesel

5. Modélisation des émissions routières : exemple de résultat (1)

Densité d'émission de composés organiques volatiles (COV) par heure

- Grille 1 km²
- Année 2008
- Heure 5 (5h00 à 5h59)



5. Modélisation des émissions routières : exemple de résultat (1)

Densité d'émission de composés organiques volatiles (COV) par heure

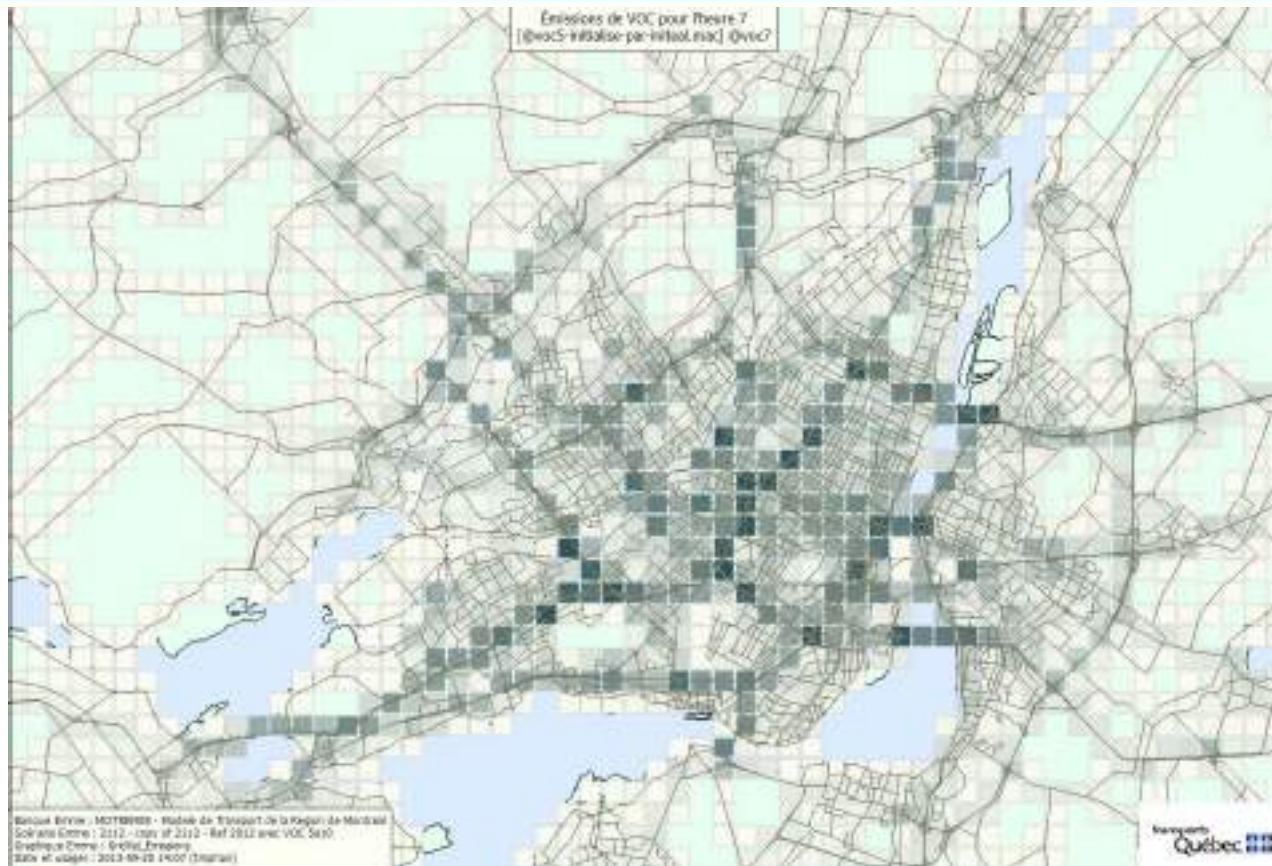
- Grille 1 km²
- Année 2008
- Heure 6 (6h00 à 6h59)



5. Modélisation des émissions routières : exemple de résultat (1)

Densité d'émission de composés organiques volatiles (COV) par heure

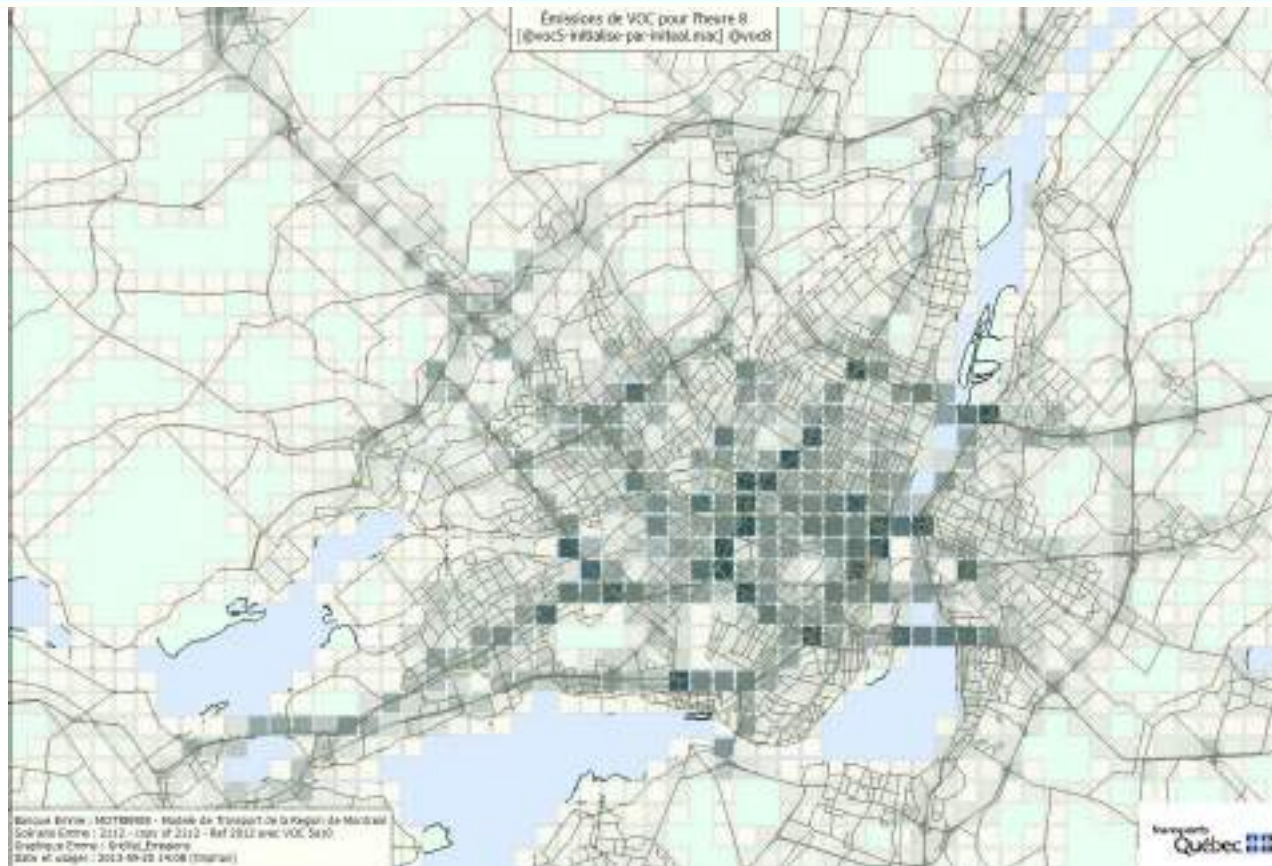
- Grille 1 km²
- Année 2008
- Heure 7 (7h00 à 7h59)



5. Modélisation des émissions routières : exemple de résultat (1)

Densité d'émission de composés organiques volatiles (COV) par heure

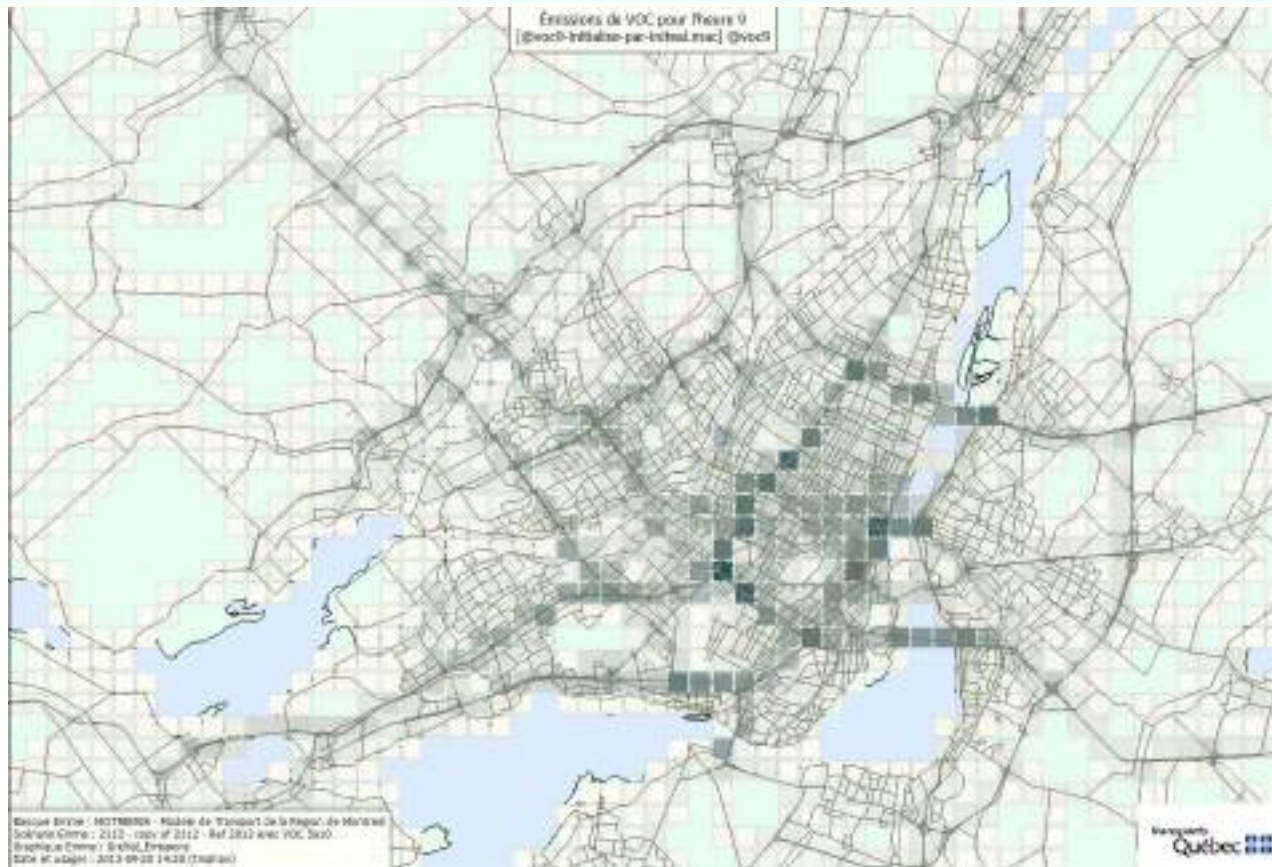
- Grille 1 km²
- Année 2008
- Heure 8 (8h00 à 8h59)



5. Modélisation des émissions routières : exemple de résultat (1)

Densité d'émission de composés organiques volatiles (COV) par heure

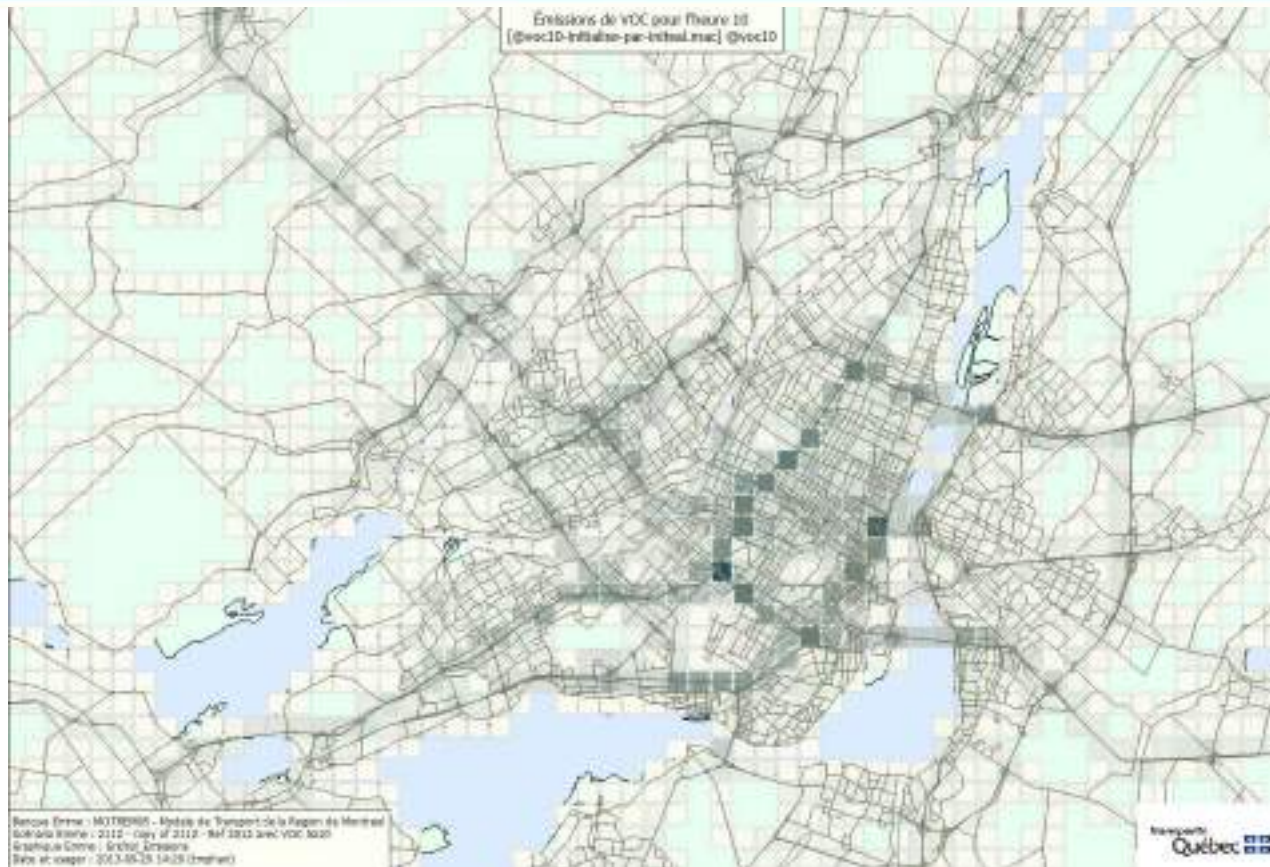
- Grille 1 km²
- Année 2008
- Heure 9 (9h00 à 9h59)



5. Modélisation des émissions routières : exemple de résultat (1)

Densité d'émission de composés organiques volatiles (COV) par heure

- Grille 1 km²
- Année 2008
- Heure 10 (10h00 à 10h59)



5. Modélisation des émissions routières : exemple de résultat (2)

Densité d'émission de GES à différentes années

- Grille 1 km²
- Année **2016**
- Pointe AM (5h00 à 8h59)

Échelle :

0.5 tonne CO₂

1.0 tonne CO₂

...

5.0 tonnes CO₂



5. Modélisation des émissions routières : exemple de résultat (2)

Densité d'émission de GES à différentes années

- Grille 1 km²
- Année **2031**
- Pointe AM (5h00 à 8h59)

Échelle :

0.5 tonne CO₂

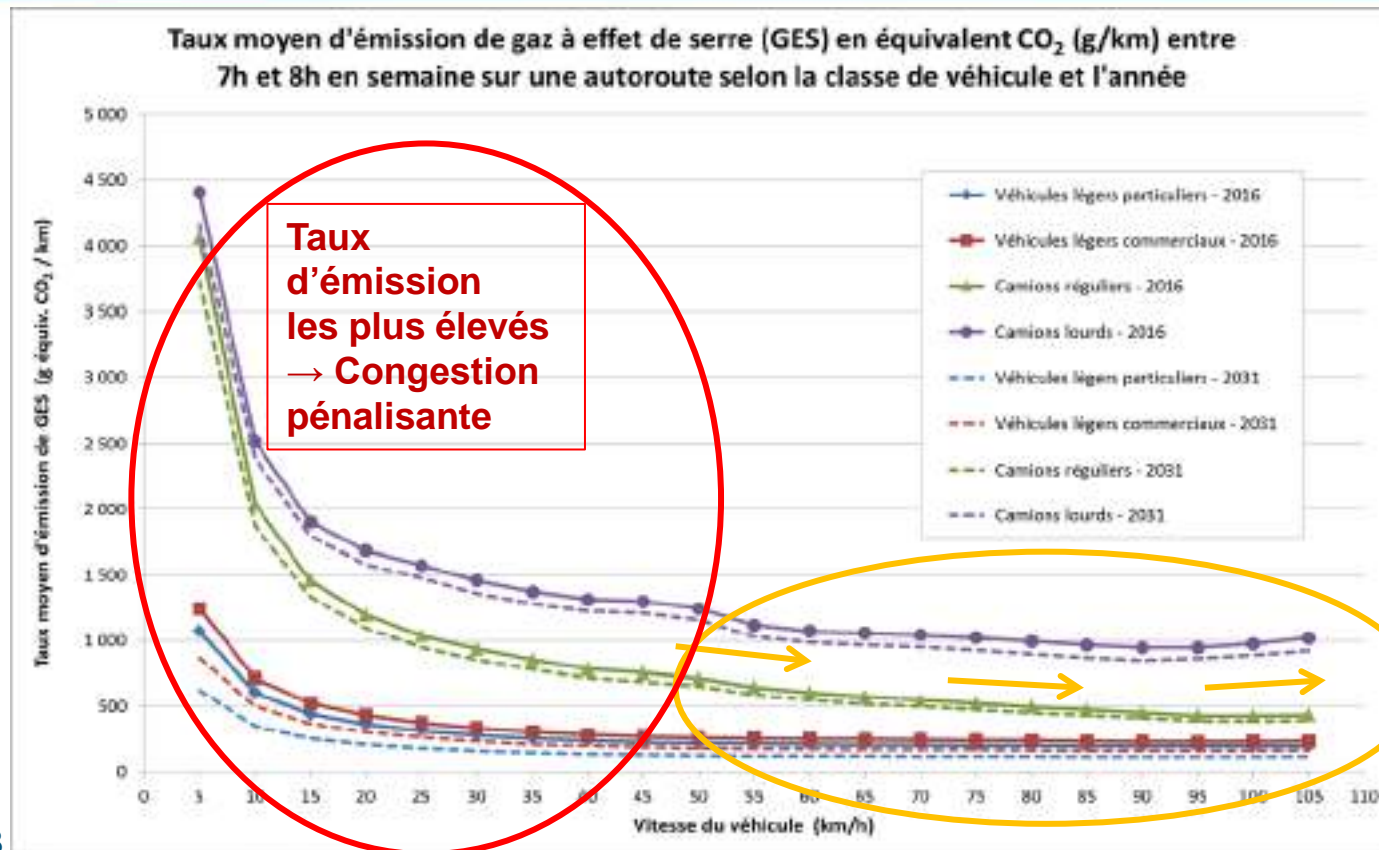
1.0 tonne CO₂

...

5.0 tonnes CO₂



5. Modélisation des émissions routières : exemple de résultat (3)



Entre 2016 et 2031, les taux d'émissions vont diminuer relativement plus pour les véhicules légers que les camions

Taux d'émission relativement stables

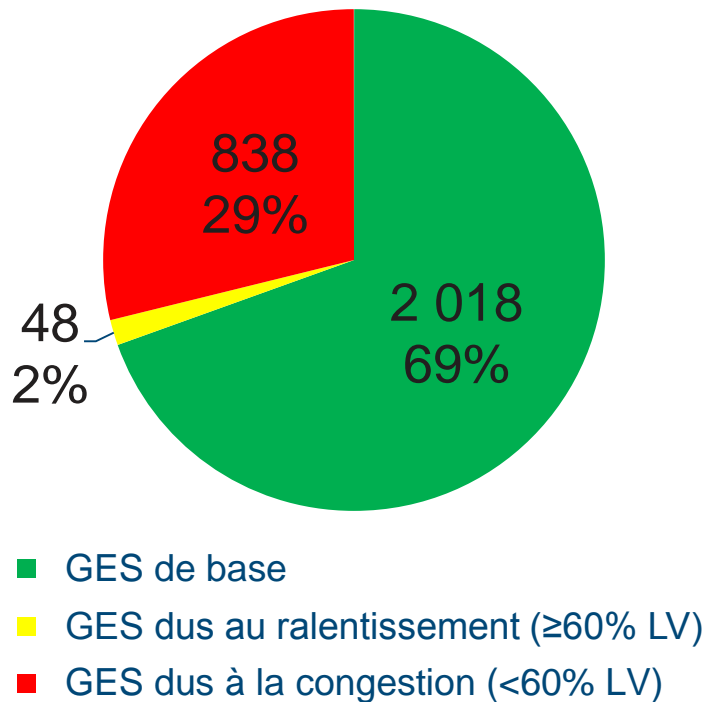
5. Modélisation des émissions routières : exemple de résultat (4)

Émission de GES pour tous les liens du réseau du grand Montréal (tonnes CO₂ équivalent)

- La majorité des GES émis est due à la demande de transport (circulant à la limite de vitesse). Ce sont les GES de base avec la demande 2016.
- La congestion est responsable de ~30% des GES émis par les véhicules
- Parmi les GES émis dus à un ralentissement, environ 95% sont reliés à une vitesse sous le seuil de congestion (60% de la limite de vitesse)

Total 2016 = 2 903 tonnes

GES à 7h en 2016



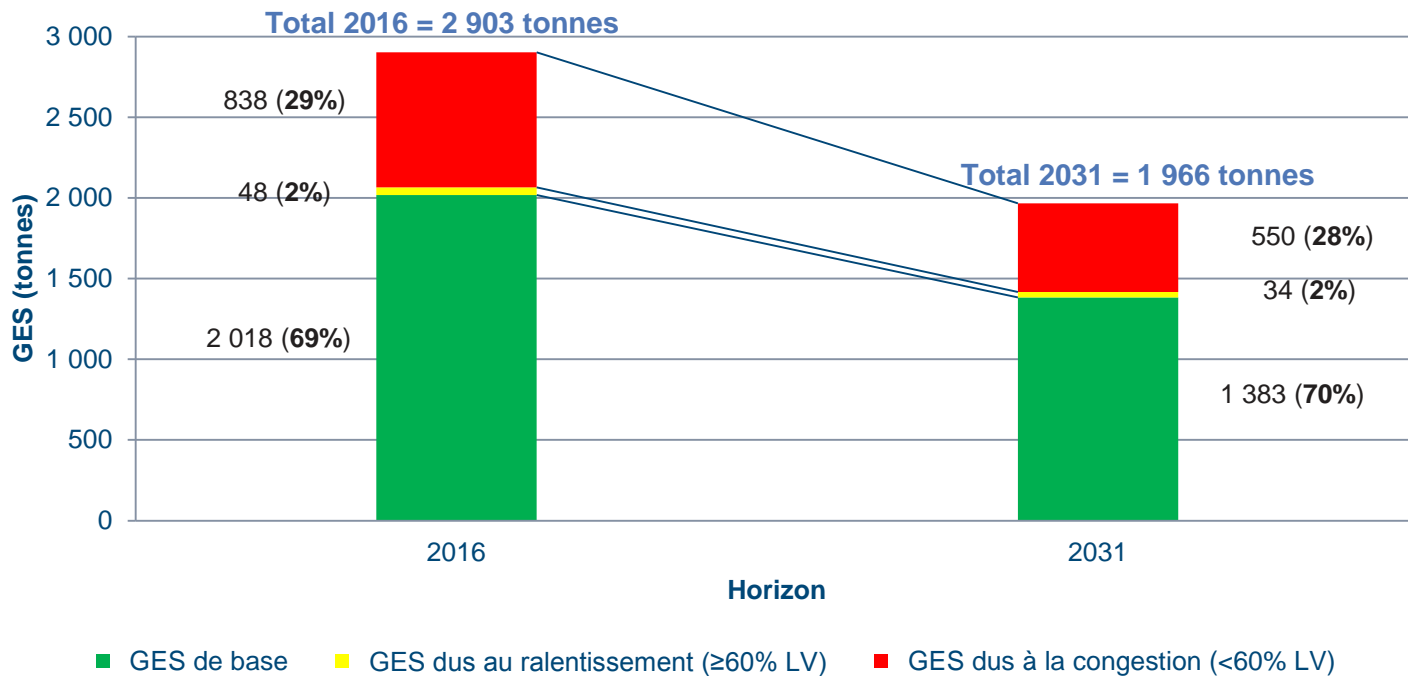
5. Modélisation des émissions routières : exemple de résultat (4)

La part de la congestion demeure du même ordre (~30%)

Mais le bilan s'améliore avec diminution de ~940 tonnes (~32%) en 2031 par rapport à 2016

Malgré l'augmentation de la demande

Évolution des émissions de GES de 7h00 à 7h59 2016-2031

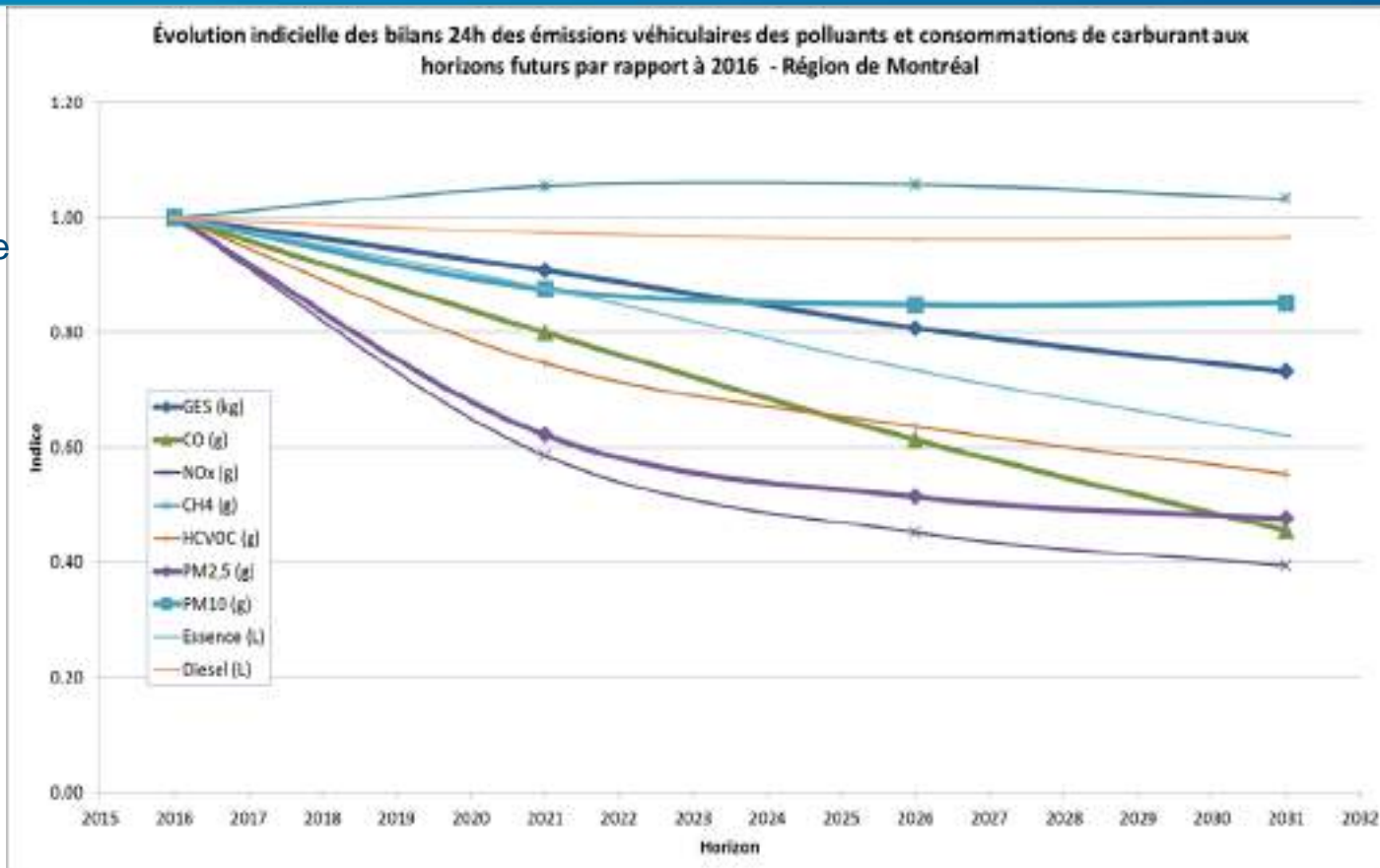


5. Modélisation des émissions routières : exemple de résultat (5)

Évolution des principaux polluants par rapport à 2016

Diminutions pour presque tous les polluants et carburants associées à l'essence, mais pas au diesel (camionnage)

Remplacement graduel de la flotte par des véhicules plus « verts »



Merci!

Questions?

Tan Minh Phan, ing.

Direction de la modélisation des systèmes de transport

Tan-Minh.Phan@transports.gouv.qc.ca

Marc-André Tessier, ing., M. Sc. A

Direction de la modélisation des systèmes de transport

Marc-Andre.Tessier@transports.gouv.qc.ca