

Solutions pour réduire la pollution atmosphérique liée aux transport

Pre Catherine Morency, Ing., Ph.D.

Titulaire de la Chaire Mobilité

Titulaire de la Chaire de recherche du Canada sur la Mobilité des personnes

Polytechnique Montréal

www.polymtl.ca/mobilite

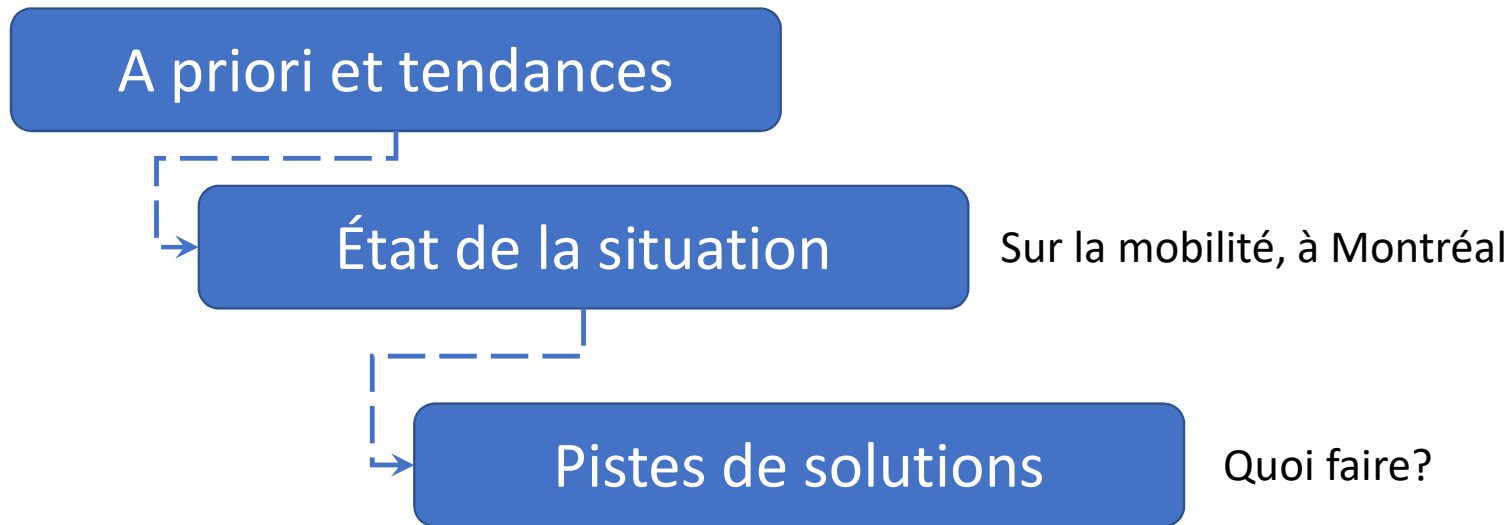


POLYTECHNIQUE
MONTRÉAL

LE GÉNIE
EN PREMIÈRE CLASSE



Plan



A priori et tendances

Générales et propres à la mobilité des personnes

Quelques a priori

- Le transport est responsable d'une **part importante des émissions de GES** et de l'émission de **plusieurs autres polluants** --- **MAIS** les comportements actuels de mobilité ont **PLUSIEURS AUTRES IMPACTS NÉGATIFS**
- Les **alternatives de mobilité se multiplient** (autopartage, VLS, vélopartage, transport à la demande, trottinettes électroniques, etc.) et il faut en tenir compte dans l'articulation des solutions
- Les **grandes attentes face à certaines technologies** (électrification, véhicules autonomes) **risquent de retarder la prise des décisions aptes à véritablement transformer les comportements et la mobilité** (aménagement du territoire, mixité, priorité aux modes actifs/collectifs/alternatifs, etc.)

Plusieurs impacts négatifs des déplacements

Environnement

- GES et autres polluants
- Énergies fossiles
- Ressources non-renouvelables (construction véhicule p.e.)

Santé et sécurité

- Nombre de blessés de la route = f(débit de circulation)
- Diminution de la pratique de la marche et du vélo chez les jeunes – activité physique
- Plusieurs impacts santé (maladies, etc.)

Espace public

- Emprise des routes et stationnements (perméabilité, îlots de chaleur, barrières accès)
- Véhicules stationnés, usage espaces ---
Autres valorisations possibles (compétition pour l'espace)

Économie

- Coûts de la congestion (+ santé travailleurs)
- Budget des ménages, accès propriété (« drive until you qualify »)

Quelques tendances (1)

- Changements démographiques:
 - **Vieillessement de la population**:
 - 2016: 65 ans et plus → 18.3% de la population (16.3% de <15 ans) (1);
 - **2060** (scénario de référence de l'ISQ) → **28.5% de la population** (2)
 - **Travail**:
 - En 2016, le taux d'emploi chez les 15-64 ans est de **63% chez les hommes et 57% chez les femmes** (3) – donc % population qui ne travaille pas et qui se déplace pour autres motifs

Quelques tendances (2)

- Changements démographiques:
 - **Incapacités**: Au Québec (2010-2011) (4),
 - 20% des 15-64 ans souffrent d'une incapacité légère, 5.2% d'une incapacité modérée et 1.6% d'une incapacité grave
 - ces taux atteignent **32%, 16.1% et 12.8% pour les 65 ans et plus**
- Dépenses (**Dépenses des ménages**) (5):
 - En 2016 (Au Québec), **le transport compte pour 18.4% des dépenses** (en biens et services) **des ménages** (2^e poste le plus important après le logement et avant l'alimentation).

Quelques tendances (3)

- **Technologie** en 2017 (6):

- 90% des foyers québécois sont branchés à **Internet** (plus élevé chez les foyers avec enfants: 98%)
- 62% des adultes québécois possèdent un **téléphone intelligent** (27% chez les 65 ans et plus)

- **Achats en ligne** en 2017 (6)

- 58% des Québécois (76% des 18-34 ans) ont effectué un ou plusieurs achats en ligne et **35% le font car ils ne souhaitent pas se déplacer → les achats VONT VERS EUX**. Ces déplacements commerciaux ont un impact non négligeable..

Quelques tendances (4)

- **Parc automobile** au Québec, à Montréal (7):
 - De 2005 à 2015, **le nombre de voitures a crû de 22.0%** alors que la **population de 16 ans et plus a crû de 10.5%** - l'accès à l'automobile se porte donc très bien!
 - La part de **camions légers** dans les véhicules de promenade est passée de 24.5% en 2005 à 34.2% en 2015; **leur nombre a augmenté de 70.4%**
- **Autopartage** (8)
 - On estime, en 2016, à un 1.8 million le nombre de membres de services d'autopartage en Amérique du Nord, une croissance de 187% par rapport à cinq ans plus tôt;
 - au Canada, **on compte 477 000 membres en 2016 correspondant à une augmentation de 370% par rapport à 2011** ! Ce n'est plus un phénomène « marginal »

Constats pour le choix des solutions:

- **INCLUSIVES** – tenir compte des besoins de mobilité de tous les segments de population (jeunes/vieux, avec limitations, vulnérables économiquement, analphabètes technologiques, etc.)
- **POUR TOUS LES BESOINS DE DÉPLACEMENT** – travail, étude, loisir, magasinage, longue distance, etc.
- **ACCESSIBLES ÉCONOMIQUEMENT** – tient compte de la capacité de payer, qui assure l'accessibilité aux emplois de tous types, facilite l'inclusion sociale
- **EN PHASE AVEC LES GRANDES TENDANCES** – commerce électronique, diversification des modes de transport
- **FONT PASSER LES IMPACTS COLLECTIFS avant LES LIBERTÉS INDIVIDUELLES** – prise en compte des impacts de choix individuels, priorisation des solutions à grands impacts collectifs

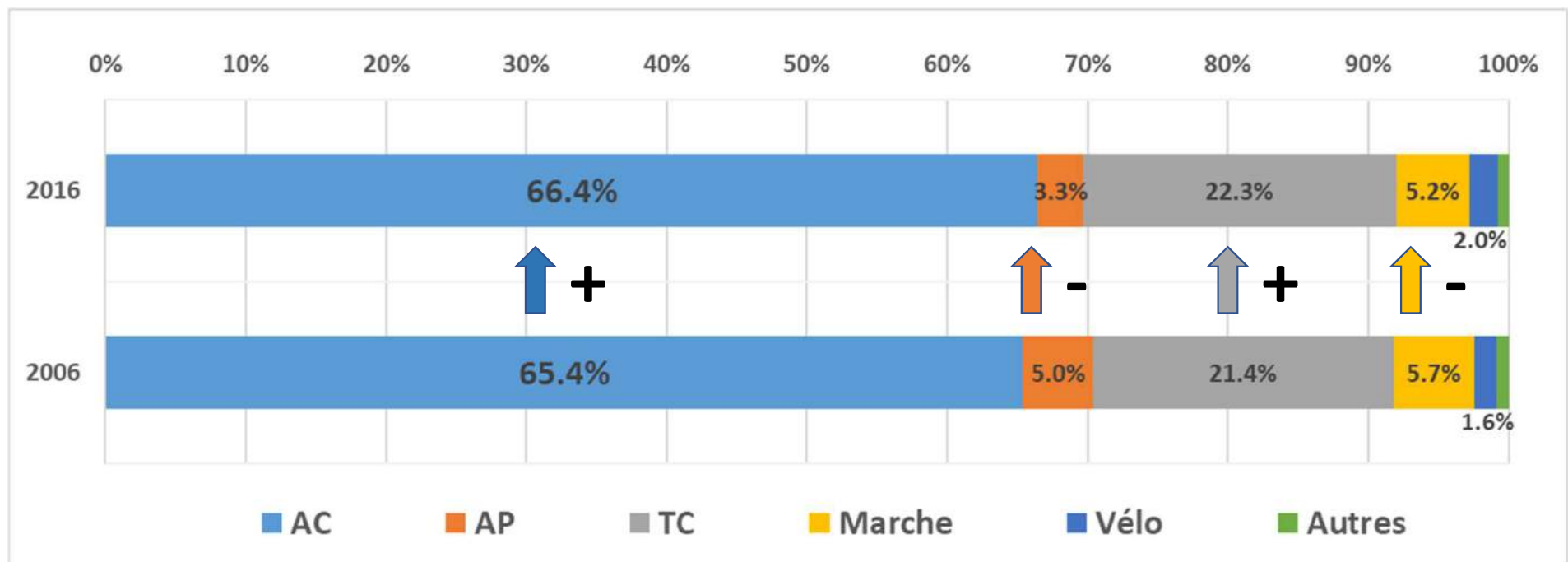
Quelques faits saillants sur la mobilité

Grande région de Montréal

Parts modales des déplacements domicile-travail

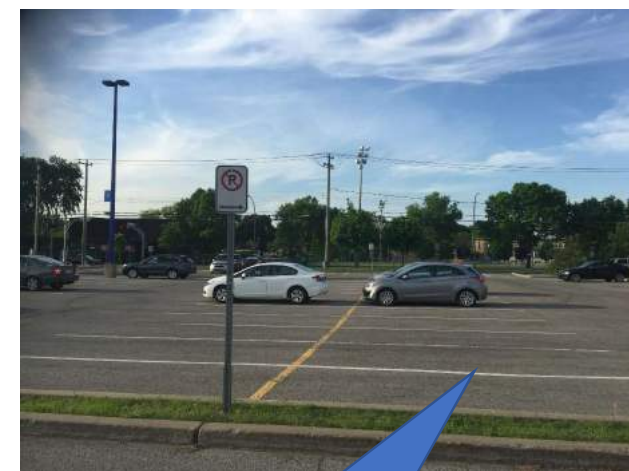
Inverse des cibles de réduction de la dépendance à l'auto...

- Source: Principal mode de transport utilisé pour le déplacement domicile-travail, recensements 2006 et 2016



Les véhicules privés sont peu utilisés

- Selon l'enquête Origine-Destination 2013, on estime à 2.5 millions le nombre de véhicules possédés par les résidents de la Grande Région de Montréal
- En tenant compte de l'usage quotidien de ces véhicules par les ménages, c'est 25% de ces véhicules qui sont inutilisés lors d'un jour moyen de semaine
- En outre, chaque véhicule passe en moyenne 95% de son temps stationné



Environ 20% de l'île de Montréal est pavé

Et quand ils se déplacent, ils sont pratiquement vides...



Les voies existantes pourraient en effet TRANSPORTER PLUS DE PERSONNES...

En fait, sur une base quotidienne, le taux d'utilisation des sièges des automobiles privées est d'environ 22% !

Selon OD 2013 (Montréal), le taux d'occupation (pers/auto) varie un peu pendant la journée et est le **plus faible EN POINTE AM**

| | |
|---------|-------------|
| 6h-9h | 1.12 |
| 9h-12h | 1.22 |
| 12-15h | 1.20 |
| 15h-18h | 1.16 |
| 18h-21h | 1.28 |
| 21h-24h | 1.12 |

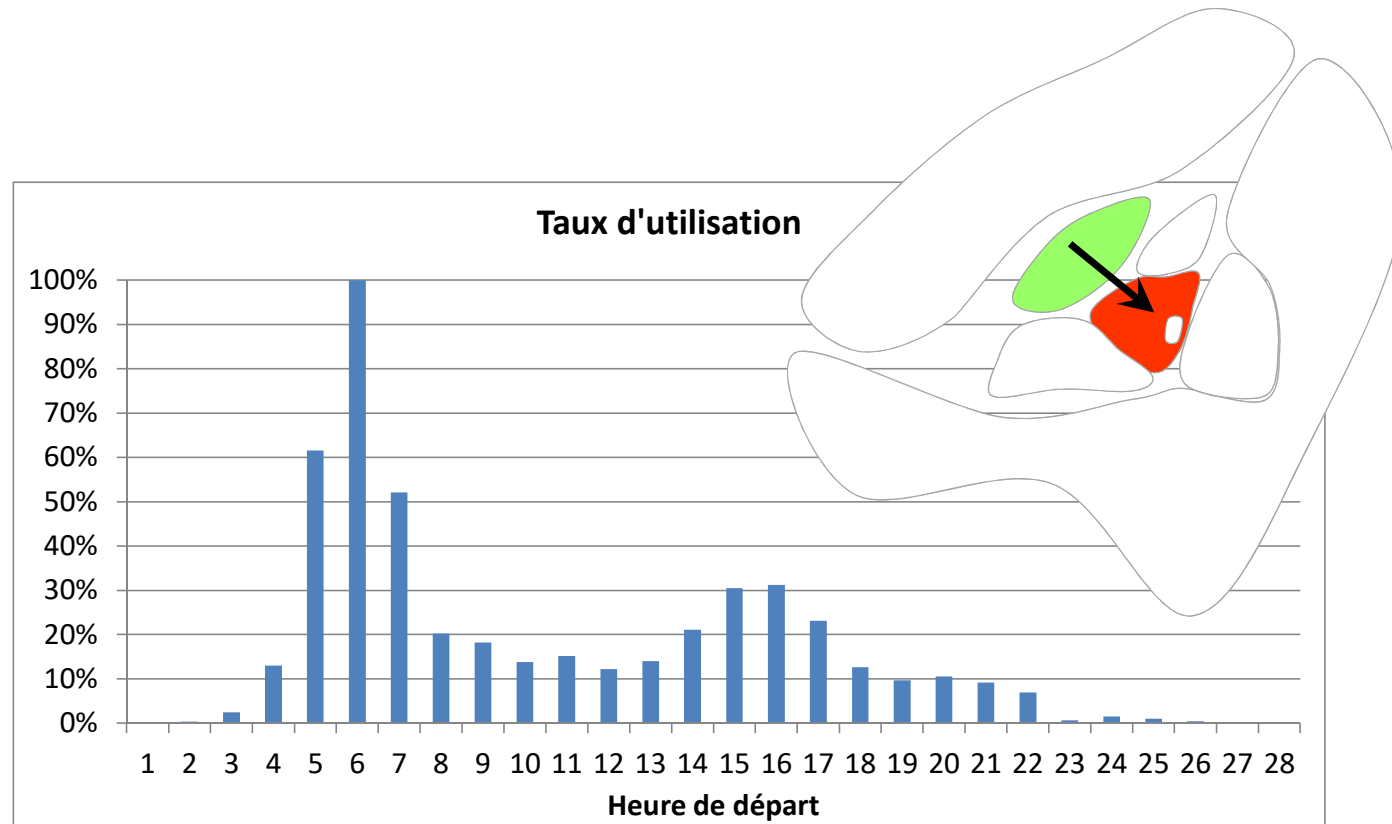
Aussi: nos infrastructures routières sont mal valorisées

EXEMPLE: Laval vers Montréal

Si heure max = capacité:

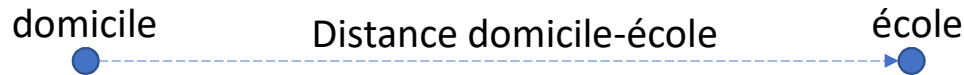
taux d'utilisation quotidien de la capacité véhiculaire est autour de 27%.

Si on tient compte des sièges, occupés et vides, par véhicule, le taux d'utilisation est plutôt autour de 6% !!!



Compilations Chaire mobilité, Source : Enquête Origine-Destination 2013 de la région de Montréal, version 13.2e

Et nos choix individuels dictent l'état collectif de la mobilité ...



- De 1998 à 2008, les distances domicile-école ont beaucoup augmenté – **elles sont en moyenne de 10.8 km**. Si l'allocation des enfants aux écoles visait la minimisation de la distance TOTALE (plutôt que d'autres logiques) à parcourir par l'ensemble des enfants, on pourrait **réduire de 40% la distance totale séparant les enfants des écoles** (distance moyenne domicile-école de 4.3 km).
- Ce serait équivalent à retirer **plus de 1.47 million de km par jour**
- Et ceci permettrait évidemment de favoriser le recours aux modes actifs → et réduirait les déplacements « reconduire / aller chercher »

Plusieurs facteurs affectent les émissions par véh-km

- Type de carburant
- Type de véhicule → transformation parc de véhicules
- Vitesse et Profil d'accélération/décélération → Congestion
- Profil de la route (pente)
- Température
- Humidité
- Climatisation
- État de la chaussée

La transformation du parc automobile amplifie les problèmes...

- De 2005 à 2015, la part de camions légers dans les véhicules de promenade **est passée de 24.5% à 34.2%**

Problème d'obésité spatiale



La capacité de nos routes s'estime en véhicules « types ». On peut stationner plus de « Smart » que d'« Expedition » sur un même segment de rue... même logique pour la capacité de transport sur nos autoroutes

| | | |
|-----------------|-------|---------------|
| Ford expedition | 5.25m | 13.8 l/100 km |
| Grand caravan | 5.07m | 13.7 l/100 km |
| Honda accord | 4.50m | 8.2 l/100 km |
| Leaf | 4.49m | électrique |
| Smart fortwo | 2.70m | 5.0 l/100 km |

Parmi les 10 véhicules les plus vendus au Québec en 2017, on trouve: Honda CR-V, Toyota RAV4, Nissan Rogue, GMC Sierra, Ram Pickups et Ford Série F (selon le site AutoMédia.ca)

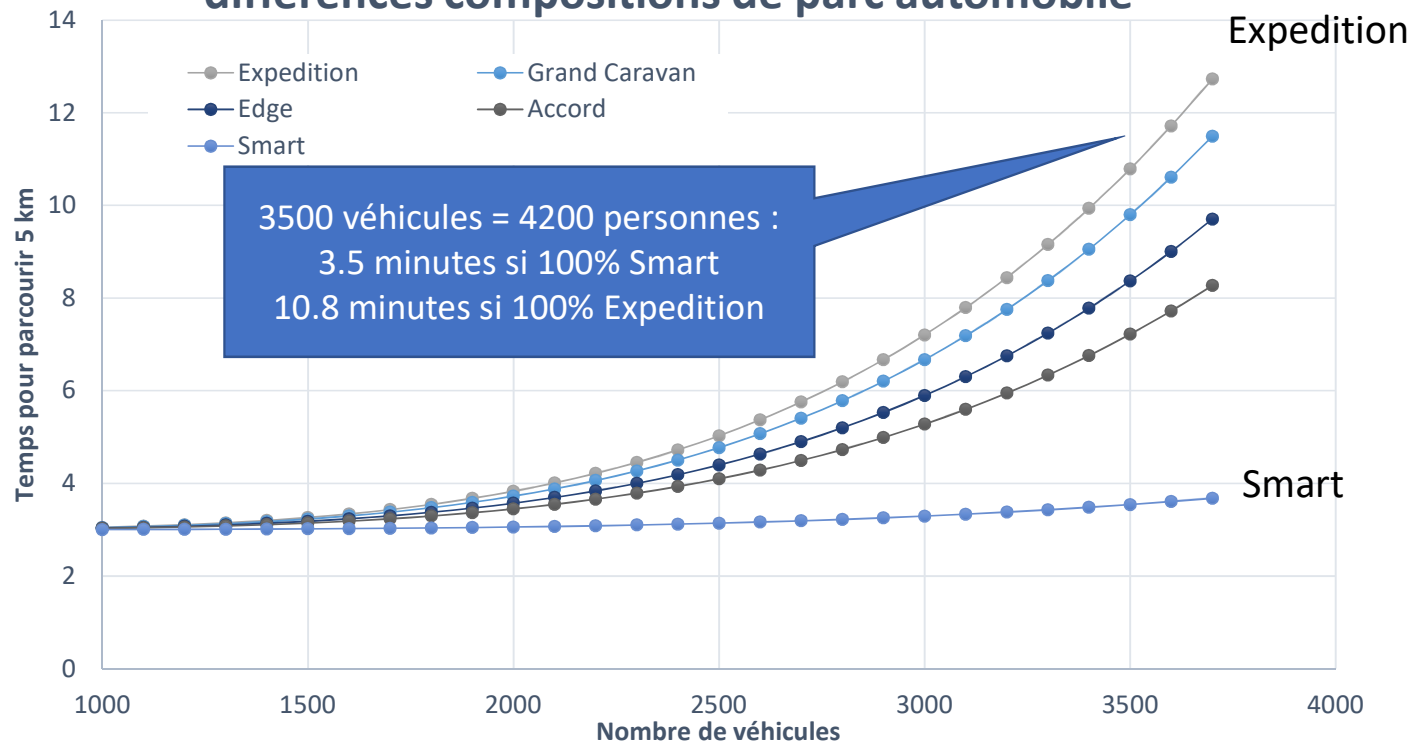
↓ capacité (pers) et ↑ congestion et ↑ I / km

Estimation théorique:

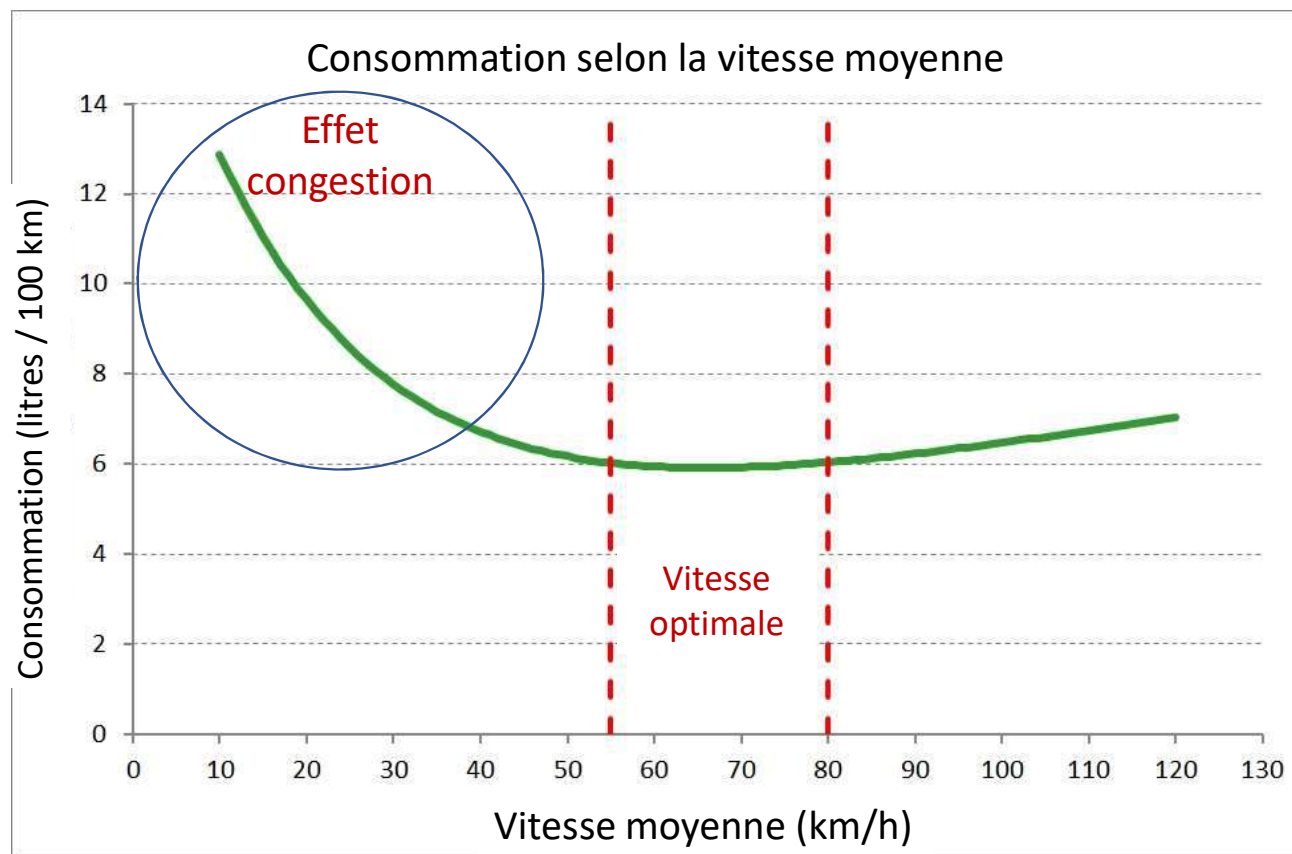
- Vitesse: 100 km/h
- Tronçon d'autoroute de 5 km
- Capacité: 2000 uvp/heure
- 1.2 personne/voiture
- Fonction de délai simple

$$t = t_0 \left(1 + 0.15 \left(\frac{\text{Volume}}{\text{Capacité}} \right)^4 \right)$$

Temps de déplacement pour parcourir 5 km sur une voie d'autoroute selon le débit de circulation pour différences compositions de parc automobile



Effet congestion: vitesse et agressivité



- La conduite agressive augmente aussi le taux de consommation (« stop and go »)

DONC:

- Selon OD 2013, les résidents de la GRM parcourent quelque 58 millions de véh-km par jour:
 - 18 546 tonnes de GES en Ford Expedition
 - 6 719 tonnes de GES en Smart Fortwo
- Ce à quoi il faut ajouter l'effet congestion (*+ gros véhicules = + congestion et – personnes transportées*), température, etc.
- En fait, selon les conditions, les taux d'émissions peuvent varier entre **100 et 492 g/km**... sous-estimations importantes avec les taux moyens et certaines solutions +/- efficaces



Taux moyens
d'émissions

* On veut déplacer des personnes (et marchandises) et non des véhicules

* On veut améliorer les conditions de déplacement tout en minimisant les impacts collectifs

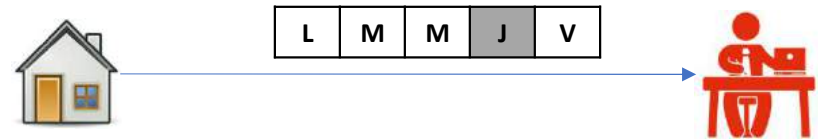
Nos meilleures pistes de solution

*** Les impacts de la mise en place de stratégies ne sont généralement pas documentés *** On connaît les facteurs déterminants mais les modèles permettant d'établir les liens de causalité sont rarement estimés (et on passe plutôt au prochain projet)

Équation simple: \downarrow impacts = f(\downarrow veh-km)

- Les pistes de solutions:

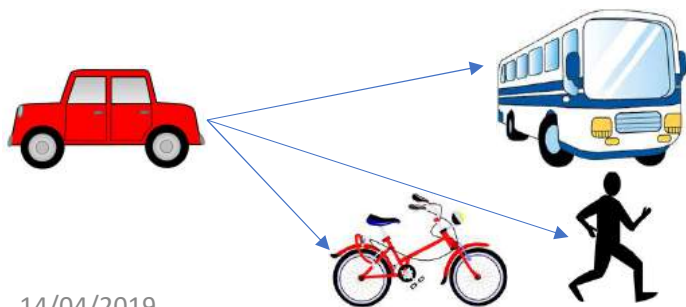
- Réduire les déplacements motorisés



- Réduire les distances parcourues



- Réduire les émissions par véhicule-kilomètre et passager-kilomètre parcouru



Réduire les déplacements motorisés (auto-solo) (1)

- Réduire leur **fréquence**:
 - Télétravail (1/5 par exemple)
 - Formation à distance
 - Réorganisation des horaires (décalage, 5 jours en 4, etc.)
- Réduire l'**usage de l'auto solo**:
 - Transfert vers le transport en commun
 - Transfert vers les modes actifs (potentiel app. 25% des déplacements quotidiens dans GRM)
 - Transfert vers les modes alternatifs

Facteurs qui déterminent la mobilité et le choix du mode de transport



Personne

Âge, genre, permis de conduire, limitations, occupation



Ménage

Présence d'enfants, revenus, motorisation



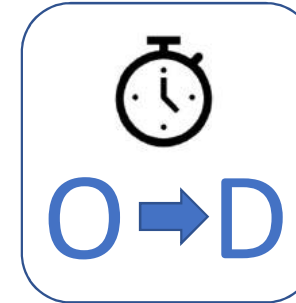
Milieu bâti

*Densité, mixité, **marchabilité**, empois, services*



Offre de transport

Accessibilité, tarification, stationnement, nombre de lignes bus, fréquence



Déplacement

Heure, Origine-Destination, coût, motif



Autres...

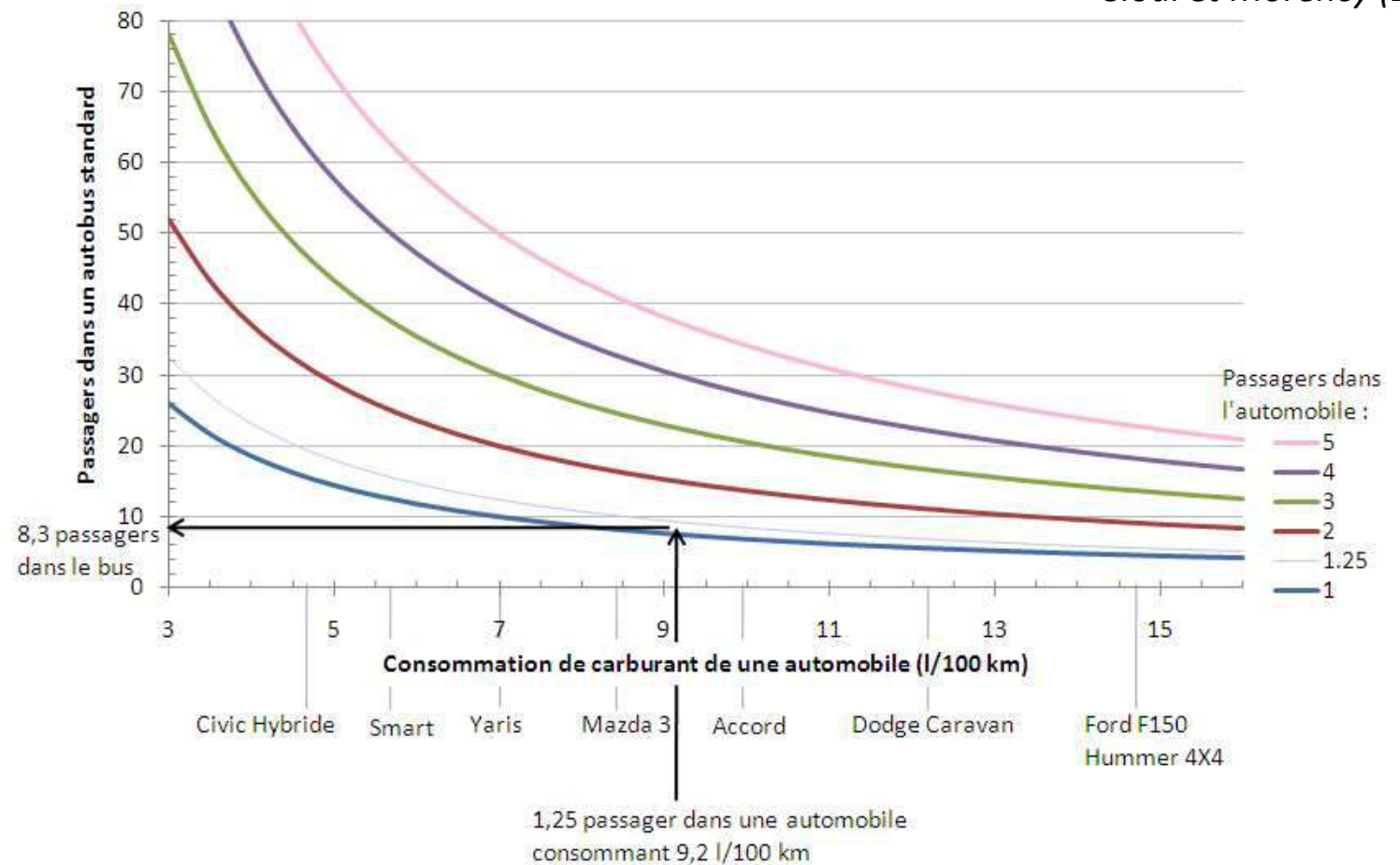
Météo, topographie, technologies, culture

Inspiration: Poliquin, 2012

Impacts positifs d'un transfert vers le TC, même en bus standard

Sioui et Morency (2011)

- Passagers requis dans un bus standard pour égaler la consommation des passagers d'une auto, selon le type d'auto et le taux d'occupation



Réduire les déplacements motorisés (auto-solo) (2)

- Taxes sur l'achat de véhicules et de carburant / tarification kilométrique (l'accès à l'auto est un fort déterminant du choix modal)
- Gestion de l'offre et de la tarification du stationnement
- Autopartage basé stations – véritable alternative à la possession automobile (**recours moins fréquent au véhicule privé chez les membres**)
- Tarification combinant plusieurs modes de transport → concept de mobilité intégrée
- Attractivité du transport en commun:
 - Voies réservées (vitesse, fréquence)
 - Confort (capacité suffisante)
 - Accessibilité

Plusieurs modes possibles: SRB, téléphériques, tramway, etc. (selon capacité requise et topographie)

Réduire les distances parcourues

- Réduire la distance séparant le domicile des lieux d'activités
 - Domicile - garderie, domicile –école, domicile - travail
 - Permet aussi d'affranchir les enfants de la nécessité de conduire leurs enfants et facilitent leur transfert modal
 - Augmente le potentiel des modes actifs pour les enfants
- Accessibilité de proximité – MIEUX CONCEVOIR NOS VILLES (changement structurel)
 - Aménagement selon les 5D (*densité, design, distance aux destination, distance au transport en commun, diversité*) se traduit par une augmentation de l'accessibilité locale et réduit la dépendance à l'automobile

Réduire les émissions par véhicule-kilomètre parcouru

- Réduire les **impacts de la congestion**:
 - Tarification kilométrique (distribution de la demande)
 - Bandes vertes, réduction des vitesses (fluidité lente)
 - Réduire la taille des véhicules – augmenter la densité de passagers
- Augmenter le **taux d'occupation** des véhicules
 - Covoiturage → difficile à promouvoir → systèmes de type « carpooling » efficaces pour certains corridors (voies réservées sur accotement Minneapolis par exemple)
- Favoriser les **véhicules à faibles émissions**
 - Taxe sur l'achat de véhicules et carburant
 - Limiter la circulation des véhicules polluants au centre-ville

Pontevedra: fermeture complète du centre-ville aux véhicules → réduction GES

Et l'électrification des transports?

- Oui pour les véhicules de transport en commun, les véhicules partagés, les véhicules de services, les véhicules commerciaux
- Pour les véhicules privés – certains bémols
 - Promotion de l'usage de l'auto-solo → encontre des objectifs de développement durable (néglige ensemble des impacts)
 - Augmentation de la congestion donc augmentation des émissions polluantes des autres véhicules pendant toute la phase de transition → situation empirée
 - Usage inefficace de nos infrastructures → piètre taux d'utilisation des sièges et des infrastructures
 - Pas économiquement accessible – inéquitable socialement

En conclusion

- Travailler sur les **changements structuraux**:
 - Offre/coût de logements – financement des municipalités
 - Lieux d'activité (emplois, école) et « règles d'allocation »
 - Organisation des espaces-temps (télétravail, agencement des horaires, liens domicile-activités)
- **Améliorer significativement l'attractivité** des alternatives:
 - Transport en commun – voies réservées, fréquence, confort, accessibilité
 - Modes actifs – véritable mode de transport utilitaire – sécurisation des corridors, aménagements favorable, réduire les risques (volume et vitesse de circulation)
 - Modes alternatifs (partagés) – augmenter l'offre, faciliter l'accès
- **Réduire l'attractivité de l'automobile privée** (peu importe sa source énergétique) par:
 - Tarification (accès, utilisation)
 - Gestion du stationnement
 - Allocation des espaces-temps

En conclusion

- Certaines technologies peuvent contribuer à la transition mais ne sont pas les véritables acteurs du changement
- Les solutions sont bien connues... Il faut cesser d'hésiter

*La folie, c'est de faire toujours la même chose
et de s'attendre à un résultat différent.*

Albert Einstein

Merci

- Partenaires de la Chaire Mobilité: Ville de Montréal, MTQ, ARTM, EXO, STM
- Programme des Chaires de recherche du Canada
- CRSNG
- Hubert Verreault, Jean-Simon Bourdeau, Pierre-Léo Bourbonnais – associés de recherche Chaire Mobilité
- Martin Trépanier et Nicolas Saunier – Professeurs collègues de Polytechnique Montréal
- Contributions de plusieurs étudiants (anciens): Félix Pépin, Eric-Martel Poliquin, Alexis Frappier, François Godefroy, Louiselle Sioui

Références

- Source : Enquête Origine-Destination 2013 de la région de Montréal, version 13.2e
- 1) Population selon les grands groupes d'âge, Recensement de 2016 (<https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/hlt-fst/as/index-fra.cfm>)
- 2) <http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/population-demographie/perspectives/perspectives-2011-2061.pdf>
- 3) <http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/travail-remuneration/bulletins/etat-marche-travail-2016.pdf> - État du marché du travail au Québec. Bilan de l'année 2016 - % des 15 ans et plus avec emploi
- 4) http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/sante/etat-sante/incapacite/taux_incapacite_gravite-sexe-age.html – enquête sur Enquête québécoise sur les limitations d'activités, les maladies chroniques et le vieillissement 2010-2011
- 5) Dépenses moyennes en biens et services et part des dépenses pour les principales catégories de dépenses par province, 2016: <https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/171213/t001b-fra.htm>
- 6) Cefrio, (2017), NETendances
- 7) SAAQ (2005, 2010, 2015). DONNÉES ET STATISTIQUES
- 8) Carsharing trends and research highlights, Shaheen 2017: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2017-06/documents/05312017-shaheen.pdf>

Références

- Faire Bouger Les Transports, C'est le tournant de la durabilité pour nos villes, BY Catherine Morency, Mar 2015 | Canada's Map to Sustainability 41.1, Categories: Transportation - Planning - Best Practices, Alternatives Journal
- SOURCE: Données des enquêtes Origine-Destination montréalaise de 1998 (v. 98.1)-2003 (v.03.B)-2008 (v.08.2a)-2013 (v.13.2c), TRAITEMENT: Chaire Mobilité
- Recensements canadiens de 2006 et 2016 – Tableau sur le Principal mode de transport utilisé pour le déplacement domicile-travail
- Morency, C., Verreault, H., Demers, M. (2015). Identification of the minimum size of the shared-car fleet required to satisfy car-driving trips in Montreal, Transportation 05/2015; 42(3):435-447.
- Morency, C., Demers, M., Poliquin, E. (2014). Shifting short motorized trips to walking: The potential of active transportation for physical activity in Montreal, Journal of Transport & Health, Volume 1, Issue 2, June 2014, Pages 100–107
- Godefroy, F., Morency, C. (2012). An estimation of latent cycling trips in Montreal, Transportation Research Record: Journal of the TRB, no 2314, pp 120–128, 2012.
- Pépin, F. (2012). Mobilité quotidienne des enfants : déterminants, caractéristiques et évolution (Mémoire de maîtrise, École Polytechnique de Montréal). Tiré de <https://publications.polymtl.ca/994/>
- Sioui, L., Morency, C. (2011). Parabole théorique : dans l'automobile ou l'autobus, quel passager consomme moins de carburant?, <https://aqtr.com/association/actualites/parabole-theorique-lautomobile-lautobus-quel-passager-consomme-moins-carburant>
- Morency, C., Trépanier, M., Demers, M. (2011) Walking to transit: an unexpected source of physical activity, Transport Policy Journal, Transport Policy, Volume 18, Issue 6, p. 800-806