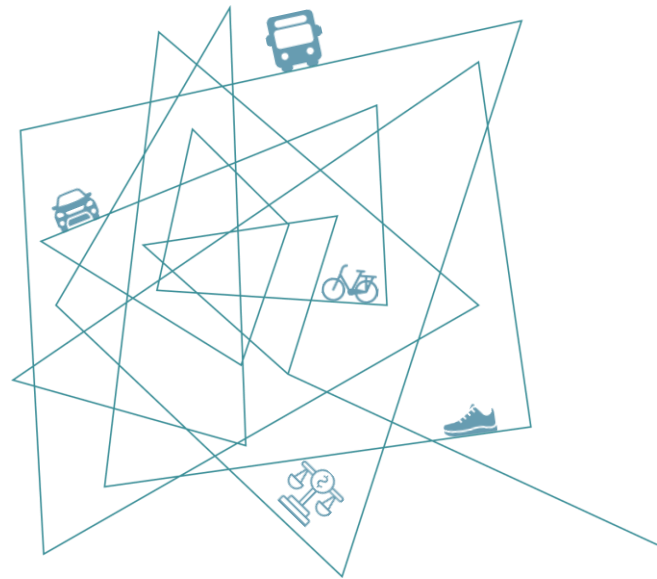


HEC MONTRÉAL  
2024

# MOBILITÉ MONTRÉAL : LES COÛTS SOCIAUX DES TRANSPORTS



GABRIELLE BEAUDIN, MURIEL JULIEN ET DAVID BENATIA

JUN 2024  
RAPPORT D'ÉTUDE

## MOBILITÉ MONTRÉAL : LES COÛTS SOCIAUX DES TRANSPORTS

### **Gabrielle BEAUDIN**

Doctorat en physique. DESS en Gestion - Développement durable.

Montréal (Québec)

Courriel: [gabrielle.beaudin.1@gmail.com](mailto:gabrielle.beaudin.1@gmail.com)

### **Muriel JULIEN**

DESS en Gestion - Développement durable.

Montréal (Québec)

Courriel : [murielj@gmail.com](mailto:murielj@gmail.com)

### **David BENATIA**

Professeur adjoint. Département d'Économie Appliquée.

HEC Montréal. 3000, chemin de la Côte-Sainte-Catherine Montréal (Québec) H3T 2A7 CANADA

Courriel: [david.benatia@hec.ca](mailto:david.benatia@hec.ca)

Page: <https://www.hec.ca/profs/david.benatia.html>

Site internet personnel: <https://davidbenatia.com>

## REMERCIEMENTS

Nous remercions les personnes et organisations suivantes qui ont permis de réaliser, améliorer et diffuser ce travail : Simon Carreau (STM), Lucie Maude Fournier (Université de Montréal), Seynabou Gueye (HEC Montréal), Gabriel Lefebvre-Ropars (Polytechnique Montréal), Pierre-Olivier Pineau (HEC Montréal), la Chaire de gestion du secteur de l'énergie de HEC Montréal, Blaise Rémillard (CRE Montréal). Cette recherche est soutenue financièrement par le Conseil de Recherches en Sciences Humaines (CRSH).

©2024 HEC Montréal. Tous droits réservés.

Ce rapport d'étude n'engage que la responsabilité des auteur.ices.

## RÉSUMÉ

*Face à l'urgence climatique, le secteur des transports au Québec est appelé à subir une transformation radicale pour atteindre des objectifs ambitieux de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Le plan directeur en transition énergétique du Québec souligne que la stratégie de décarbonation du transport dépasse les simples incitations à l'achat de véhicules électriques pour inclure une réévaluation fondamentale des choix modaux. Il est donc nécessaire de comprendre les coûts associés à ces choix, ainsi que leur impact sur les individus et la société.*

*Notre étude propose un nouvel outil pour évaluer les coûts réels associés à divers modes de transport, incluant la marche, le vélo, l'automobile, et les transports collectifs, en considérant à la fois les coûts privés, publics, et externes. Cet outil vise à accomplir trois objectifs: informer les citoyens sur les conséquences de leurs choix de transport, fournir des données cruciales pour l'élaboration de politiques de transport et d'urbanisme adaptées à cette période de transition, et encourager les initiatives d'entreprises vers des solutions de transport plus écologiques.<sup>1</sup>*

*Concentrée principalement sur les déplacements routiers des personnes dans l'agglomération de Montréal, l'étude s'étend ensuite à la Communauté métropolitaine de Montréal, puis toute la province du Québec, mettant en lumière la domination de l'automobile et l'urgence de développer des alternatives de transport durable en région. Nos résultats mettent en évidence les avantages économiques des mobilités actives par rapport aux transports motorisés, montrant que chaque dollar dépensé par les piétons et les cyclistes utilitaires économise respectivement 0,01 \$ et 0,12 \$ pour la société, tandis que l'automobile, avec un coût social de 1,55 \$ par dollar dépensé, et les transports collectifs, avec 0,49 \$, imposent des charges collectives plus élevées.*

*Nous identifions aussi des disparités individuelles significatives dans les choix et les coûts de transport, influencées par des facteurs tels que le nombre de véhicules par ménage, le genre, et la localisation, avec des coûts de transport nettement plus élevés pour ceux qui résident en banlieue, mais travaillent en ville. Cette diversité de coûts et de comportements souligne l'importance de politiques de transport ajustées aux réalités démographiques et géographiques spécifiques.*

*Notre étude révèle des segments de population pour qui la transition vers des modes de transport durable est économiquement viable sans sacrifice financier ni perte de temps. En projetant divers scénarios de report modal, nous anticipons des réductions considérables des coûts budgétaires et privés, des réductions d'émissions de GES, ainsi qu'une amélioration notable de la santé publique, avec des économies totales pouvant atteindre 2 milliards de dollars annuellement pour Montréal seulement.*

*Enfin, ces résultats permettent d'orienter la planification urbaine, de concevoir des campagnes de communication ciblées et des aides publiques, ajustées aux besoins et profils des populations identifiées, afin de favoriser la prise de conscience des bénéfiques personnels et ainsi de promouvoir des alternatives de transport plus durables et respectueuses de l'environnement.*

---

<sup>1</sup> L'ensemble des outils et des résultats de cette étude est [disponible en ligne](#).

## TABLE DES MATIÈRES

|   |           |
|---|-----------|
| <b>MOBILITÉ MONTRÉAL : LES COÛTS SOCIAUX DES TRANSPORTS</b> .....                     | <b>1</b>  |
| <b>REMERCIEMENTS</b> .....  | <b>1</b>  |
| <b>RÉSUMÉ</b> .....   | <b>2</b>  |
| <b>TABLE DES MATIÈRES</b> .....   | <b>3</b>  |
| <b>LISTES DES ILLUSTRATIONS</b> .....   | <b>5</b>  |
| LISTE DES FIGURES .....   | 5         |
| LISTE DES TABLEAUX.....   | 5         |
| <b>LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES</b> .....                      | <b>6</b>  |
| <b>INTRODUCTION</b> .....   | <b>7</b>  |
| <b>1. MÉTHODOLOGIE</b> .....  | <b>11</b> |
| 1.1. DESCRIPTION GÉNÉRALE DE NOTRE DÉMARCHE .....                                     | 11        |
| 1.2. DONNÉES .....  | 12        |
| 1.3. CALCUL DES COÛTS .....   | 14        |
| 1.3.1. <i>Distribution des coûts</i> .....  | 14        |
| Partage de la voirie.....   | 14        |
| Enquête origine-destination.....  | 15        |
| Autres données.....   | 16        |
| 1.3.2. <i>Les coûts publics</i> .....   | 16        |
| 1.3.3. <i>Accidents</i> .....   | 17        |
| 1.3.4. <i>Gaz à effet de serre et polluants atmosphériques</i> .....                  | 18        |
| 1.3.5. <i>Congestion</i> .....  | 18        |
| 1.3.6. <i>Emprise spatiale</i> .....  | 19        |
| 1.3.7. <i>Bénéfice santé</i> .....  | 19        |
| 1.3.8. <i>Achat et utilisation - Permis et immatriculation - Contraventions</i> ..... | 20        |
| 1.3.9. <i>Utilisation et financement des transports en commun</i> .....               | 21        |
| 1.3.10. <i>Temps de déplacement</i> .....   | 21        |
| <b>2. RÉSULTATS</b> .....   | <b>22</b> |
| 2.1. RÉSULTATS GLOBAUX POUR L'AGGLOMÉRATION DE MONTRÉAL .....                         | 22        |
| 2.2. DISPARITÉS AU SEIN DE L'AGGLOMÉRATION .....                                      | 25        |
| 2.3. CÔTÉ TRANSPORTS COLLECTIFS .....   | 26        |
| 2.4. CÔTÉ AUTOMOBILE .....  | 29        |
| 2.5. CÔTÉ MOBILITÉ ACTIVE .....   | 30        |
| 2.6. HÉTÉROGÉNÉITÉ SOCIODÉMOGRAPHIQUE.....  | 31        |
| 2.6.1. CHOIX MODAL ET FACTEURS SOCIODÉMOGRAPHIQUES .....                              | 31        |
| 2.6.2. COÛTS ET FACTEURS SOCIODÉMOGRAPHIQUES .....                                    | 32        |
| <b>3. ET SI ON CHANGEAIT LES HABITUDES DE MOBILITÉ ?</b> .....                        | <b>33</b> |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 3.1.      | POTENTIEL DE REPORT MODAL ET PROJECTIONS .....   | 33        |
| 3.2.      | LES DÉTERMINANTS DU CHOIX MODAL.....   | 35        |
| 3.3.      | QUELLES ACTIONS PRENDRE POUR RÉALISER LE POTENTIEL DE REPORT MONTRÉLAIS .....  | 36        |
| 3.3.1.    | <i>Report vers les mobilités actives</i> .....   | 37        |
|           | Véligo.....  | 37        |
|           | Vélovolt .....   | 38        |
| 3.3.2.    | <i>Rééquilibrer la charge du coût social de l'automobile</i> .....   | 38        |
| 3.3.3.    | <i>Mobiliser à tous les niveaux de la société pour une mobilité plus durable</i> .....   | 39        |
| <b>4.</b> | <b>PERSPECTIVES PROVINCIALES ET FÉDÉRALES .....</b>  | <b>41</b> |
| 4.1.      | DESCRIPTION DE LA MÉTHODE DE TRANSPOSITION.....  | 42        |
| 4.2.      | RÉSULTATS POUR LA COMMUNAUTÉ MÉTROPOLITAINE DE MONTRÉAL ET LE QUÉBEC .....   | 43        |
|           | <b>CONCLUSION .....</b>  | <b>45</b> |
|           | <b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>   | <b>47</b> |
|           | <b>ANNEXE 1 : DÉTAILS DES CALCULS.....</b>   | <b>49</b> |
|           | <b>ANNEXE 2 : CARTES DES PARTS MODALES.....</b>  | <b>56</b> |
|           | <b>ANNEXE 3 : RÉSULTATS DES RÉGRESSIONS.....</b>   | <b>57</b> |
|           | <b>ANNEXE 4 : RÉSULTATS DE L'IMPUTATION AUX AUTRES RÉGIONS.....</b>  | <b>62</b> |
|           | <b>ANNEXE 5 : COMPARAISON AVEC VOISIN, M., DUBÉ, J. ET COELHO, L. (2021).....</b>  | <b>64</b> |
|           | <b>ANNEXE 6 : COMPARAISON DES COÛTS DE TRAJETS SIMILAIRES PAR PERSONNE SELON LE MODE DE TRANSPORT, DANS TROIS QUARTIERS DE L'ÎLE DE MONTRÉAL .....</b> | <b>66</b> |

## LISTES DES ILLUSTRATIONS

### LISTE DES FIGURES

|   |    |
|---|----|
| Figure 1 : Liste des coûts privés, publics et externes .....  | 12 |
| Figure 2 : Clés de répartition pour le partage des coûts.....   | 15 |
| Figure 3 : Le coût du choix modal pour l’agglomération de Montréal.....   | 23 |
| Figure 4 : Distribution des coûts (\$ par km-personne) par catégorie pour l’Agglomération de Montréal, 2023 .....   | 23 |
| Figure 5 : Distribution des coûts (M\$ par année) par catégorie pour l’Agglomération de Montréal, 2023 24   |    |
| Figure 6 : Disparités régionales du coût social (\$/km-personne) par région de l’Agglomération de Montréal, 2023 .....  | 25 |
| Figure 7 : Représentation par carte du coût social (\$/km-personne) et de la répartition des coûts (privé:social) pour l’automobile et le transport collectif, 2023.....                        | 28 |
| Figure 8 : Coût social par dollar dépensé par les usagers pour le vélo et pour la marche .....  | 29 |
| Figure 9 : Distribution des coûts pour l’automobile – Agglomération de Montréal .....   | 30 |
| Figure 10 : Économie privées et sociales dans l’hypothèse d’un report modal des trajets de 5km, 7 km et 10 km (et moins) – Agglomération de Montréal, 2023 .....                                | 35 |
| Figure 11 : Les déterminants du choix modal (Courel et coll., 2020) .....   | 35 |
| Figure 12 : Représentation graphique des économies privées et sociales dans l’hypothèse d’un report modal des trajets de 5 km, 7 km et 10 km (et moins) - Agglomération de Montréal, 2023 ..... | 40 |
| Figure 13 : Empreinte CO2 moyenne par personne pour le transport dans la Communauté métropolitaine de Montréal.....   | 43 |
| Figure 14 : Empreinte CO2 moyenne par personne pour le transport sur le corridor Toronto-Québec .....   | 45 |
| Figure A-1.1 : Consommation d’essence d’un véhicule selon sa vitesse moyenne .....  | 50 |
| Figure A-1.2 : Coût d’utilisation d’un véhicule selon sa vitesse moyenne.....   | 51 |
| Figure A-1.3 : Coût des polluants par km selon la vitesse.....  | 52 |
| Figure A-1.4 : Temps de congestion dans les villes et arrondissements de l’Agglomération versus la densité d’automobile sur les routes .....  | 54 |
| Figure A-2.1 : Augmentation ou réduction de point de pourcentage de part modale lors de l’hypothèse de transfert modal pour les trajets de 10 km et moins.....                                  | 56 |

### LISTE DES TABLEAUX

|   |    |
|---|----|
| Tableau A-1.1 : Distribution des villes et arrondissements par secteur.....   | 53 |
| Tableau A-3.1 : Résultats régression 1 .....  | 57 |
| Tableau A-3.2 : Résultats régression 2 .....  | 60 |
| Tableau A-5.1 : Coûts internes, indirects, cachés et totaux pour 1 km parcouru - Agglomération de Québec et de Montréal ..... | 65 |

## LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES

|           |  |
|-----------|--|
| ARTM      | Autorité régionale de transport métropolitain    |
| CMM       | Communauté métropolitaine de Montréal            |
| CMQ       | Communauté métropolitaine de Québec              |
| GES       | Gaz à effet de serre                             |
| HEAT      | <i>Health Economic Assessment Tool</i>           |
| MTMD      | Ministère du Transport et de la Mobilité durable |
| OMS       | Organisation mondiale de la santé                |
| REM       | Réseau express métropolitain                     |
| SAAQ      | Société d'assurance automobile du Québec         |
| REV       | Réseau express vélo                              |
| SRB       | Service par bus rapide                           |
| STM       | Société de transport de Montréal                 |
| TEC ou TC | Transport en commun ou Transport collectif       |
| VAE       | Vélo à assistance électrique                     |
| VUS       | Véhicule utilitaire sport                        |

## INTRODUCTION

Alors que la crise climatique nous presse de trouver des solutions audacieuses et novatrices, le secteur des transports émerge comme un domaine crucial nécessitant une transformation rapide et profonde. Le plan directeur en transition énergétique du Québec ambitionne, qu'à l'horizon 2030, le Québec devienne une source d'inspiration par ses avancées en matière de modernisation et de décarbonation du transport. Représentant près de 39 % du potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES)<sup>2</sup> dans la province, la refonte du secteur des transports constitue une pierre angulaire des efforts du Québec pour atteindre ses objectifs climatiques ambitieux.

Notre étude se focalise sur le transport routier de passagers pour les déplacements liés au travail et aux études, qui, en 2022, constituait autour de 12 % des émissions totales de GES au Québec<sup>3</sup>. Elle vise à élaborer des outils économiques qui répondent à deux objectifs précis du plan directeur : 1. affiner la gestion de la demande de transport grâce à des instruments économiques pertinents, et 2. promouvoir des solutions de remplacement au voiturage individuel. L'innovation centrale de notre travail réside dans la création d'un outil de gestion capable de calculer le véritable coût de la mobilité, y compris dans ses impacts environnementaux et sanitaires, selon le mode de transport choisi. Cet outil a pour but non seulement de contribuer à l'élaboration de politiques économiques éclairées, mais aussi de déterminer des leviers stratégiques pour favoriser des alternatives au voiturage en solo. Bien que notre étude se concentre presque exclusivement sur l'agglomération de Montréal, la transparence de notre méthodologie confère à notre approche un potentiel de généralisation et d'application à l'ensemble du Québec et au-delà.

Comme le souligne le plan directeur en transition énergétique du Québec, la stratégie de décarbonation du transport ne se limite pas aux incitations à l'achat de véhicules électriques, mais elle implique aussi une réévaluation des choix modaux. Comprendre les coûts inhérents à ces choix et leur impact sur les personnes et la société est donc essentiel. Notre instrument est spécifiquement conçu pour calculer le coût réel des différentes options de transport – que ce soit la marche, le vélo, l'automobile ou les transports collectifs, en considérant l'ensemble des coûts privés, publics et externes. Notre ambition est triple : 1. informer les citoyens sur les impacts de leurs décisions de transport, 2. proposer un outil pour l'élaboration des politiques de transport et d'urbanisme dans un contexte de transition, et 3. encourager les initiatives d'entreprise pour la promotion de transports plus écologiques.

Le choix de notre territoire d'étude se justifie par les caractéristiques de Montréal. Il s'agit de la plus grande agglomération au Québec et le transport routier, des passagers et marchandises, y représente 3.4 Mt éq. CO<sub>2</sub> en 2022<sup>4</sup>. Cette métropole se distingue par un réseau de transport en commun bien établi et en expansion, ainsi que par les avancées en matière de mobilité active, illustrées par le développement du

---

<sup>2</sup> Données de l'inventaire canadien des GES, pour l'année 2022, par secteurs économiques.

(<http://www.canada.ca/inventaire-ges>)

<sup>3</sup> Les automobiles, motocyclettes et camions légers représentaient 18.2 Mt éq. CO<sub>2</sub>, pour 79.1 Mt éq. CO<sub>2</sub> au Québec en 2022, soit 23 % des émissions totales (<http://www.canada.ca/inventaire-ges>). Nous évaluons les émissions associées à ces déplacements pour motif travail ou étude autour de 9.6 Mt éq. CO<sub>2</sub> en combinant les données de l'enquête origine-destination 2018 et les données de recensement 2021.

<sup>4</sup> Ville de Montréal, Bureau de la transition écologique et de la résilience. Émissions de GES de la collectivité montréalaise - Inventaire 2022, p. 5.



service de vélopartage et l'extension des pistes cyclables protégées et opérationnelles toute l'année. Ces facteurs créent un potentiel significatif pour le report modal de l'automobile vers des alternatives plus durables, bien que cette transition soit encore en cours. Par exemple, entre 2001 et 2016, la part modale du vélo a presque doublé, passant de 1,3 % à 2,1 %, tandis que celle de l'automobile et de la marche a légèrement diminué, avec une augmentation marginale pour les transports collectifs de 22,1 % à 23,5 %<sup>5</sup>. En 2018, la répartition modale à Montréal indiquait 47 % pour l'automobile, 38 % pour les transports collectifs, 12 % pour la marche et 3 % pour le vélo<sup>6</sup>.

Pour construire un portrait fiable et exhaustif des coûts de la mobilité, nous nous sommes appuyées sur des données publiques et issues d'études académiques et statistiques, incluant les budgets des différents paliers de gouvernements, des enquêtes de consommation, des cartographies du territoire, les inventaires de GES, l'enquête origine-destination 2018 (EOD2018), les valeurs foncières, les données de recensement 2016 et 2021, parmi d'autres. Outre cet important travail de collecte des informations, nous avons mené un travail d'analyse et de calcul approfondi afin de pouvoir vérifier les données, les rendre exploitables pour notre étude et permettre leur utilisation pour des développements ou des généralisations futures. Afin de permettre une réappropriation par de nouveaux chercheurs, tous nos calculs et hypothèses sont rendus disponibles en annexes et dans le tableur accessible sur la page internet dédiée.

Les résultats obtenus révèlent avant tout l'avantage économique incontestable des mobilités actives sur les modes de transports motorisés. Chaque dollar dépensé par les navetteurs qui marchent ou empruntent le vélo entraîne des économies pour la société, de 0,01 \$ et 0,12 \$ respectivement. En revanche, l'utilisation de l'automobile représente le coût le plus élevé pour la collectivité, avec un impact de 1,55 \$ par dollar dépensé. Les transports collectifs présentent des coûts intermédiaires, avec une dépense collective de 0,49 \$ pour chaque dollar dépensé par les usagers. Lorsque les coûts sociaux sont examinés en fonction des distances parcourues, les résultats sont du même ordre de grandeur : -0,13 \$ par km/personne pour le vélo, -0,05 \$ pour la marche, 0,51 \$ pour les transports collectifs, et 1,51 \$ pour l'automobile.

Ces disparités entre les différents modes de transport peuvent être attribuées aux dépenses publiques associées aux infrastructures et aux frais opérationnels, ainsi qu'aux externalités. Les modes motorisés, et en particulier l'automobile, engendrent des externalités négatives substantielles, principalement liées à la pollution, à la congestion et à l'emprise spatiale des infrastructures. À l'inverse, les modes actifs contribuent positivement en termes d'externalités, notamment par l'amélioration de la santé publique et l'accroissement de l'espérance de vie.

Nos résultats révèlent aussi une grande disparité entre les individus. Nous utilisons une approche économétrique pour identifier les facteurs associés aux choix modaux et aux coûts de transport pour leurs déplacements domicile-travail ou domicile-école. Certains facteurs au-delà de l'âge et du statut de travailleur ont des effets significatifs. Notamment, la possession de plusieurs voitures dans un ménage est associée à une plus grande probabilité d'utiliser l'automobile, et un coût total annuel de transport par individu supérieur de 3900 \$ en coûts sociaux et 430 \$ pour les émissions de GES. Les femmes sont aussi

---

<sup>5</sup> Communauté métropolitaine de Montréal, février 2018. Perspective Grand Montréal, n° 35, p.1

<sup>6</sup> La part modale kilométrique est de 55,9 % pour l'auto, 40 % pour le TC, 2,3 % pour le vélo et 1,8 % pour la marche.

moins susceptibles d'utiliser l'automobile (3,5 points de pourcentage de moins que les hommes), parcourent moins de kilomètres en voiture (2,6 km de moins par aller simple), supportent des coûts de transport de 790 \$ plus bas et une empreinte carbone 80 \$ plus faible. La localisation joue aussi un rôle crucial, avec ceux vivant dans l'agglomération de Montréal, mais travaillant en dehors supportant des coûts de transport de 6500 \$ plus élevés et une utilisation de l'automobile plus fréquente (23 points de pourcentage de plus) que ceux résidant et travaillant dans l'agglomération.

Une seconde contribution de cette étude réside dans son potentiel à effectuer des projections basées sur une analyse rigoureuse des coûts et bénéfices associés aux différents modes de transport. En utilisant les données de l'EOD2018, nous avons pu identifier des segments de la population pour lesquels un report modal vers des options de transport durable — notamment les transports collectifs et actifs — pourrait se révéler économiquement viable à l'échelle individuelle, sans imposer de sacrifices financiers ou de perte de temps pour 22 à 4 0% des conducteurs. En simulant différents scénarios de report modal pour ces catégories spécifiques de la population, et en considérant les implications sur les coûts d'infrastructure et opérationnels, nous projetons des réductions significatives des coûts budgétaires et des émissions de GES, et des gains en termes de santé publique.

Les résultats suggèrent un potentiel considérable pour le report modal à Montréal avec des économies annuelles pouvant atteindre près de 2 milliards de dollars pour des réductions de GES autour de 21 % des émissions totales du transport routier des personnes liées au travail et aux études dans l'agglomération. Pour la communauté métropolitaine de Montréal (CMM) dans son ensemble, les réductions atteignent 10 % des émissions, car le report modal ne concerne plus que 17 à 26 % des conducteurs.

Ces résultats mettent ainsi en lumière les opportunités pour la mise en place de politiques de transport gagnant-gagnant à travers la province (Litman, 2023), soulignant ainsi l'importance pour les autorités publiques d'exploiter cette approche dans la planification des développements urbains et des infrastructures de transport. En outre, des campagnes ciblées de communication et d'assistance publique, adaptées aux segments identifiés, pourraient non seulement promouvoir les avantages individuels du changement modal, mais également encourager les individus à reconnaître les bénéfices privés liés à ces ajustements de comportement.

Cette analyse révèle des opportunités tangibles pour l'élaboration de politiques publiques destinées à encourager un tel report modal. Par exemple, la mise en place de subventions à la mobilité active, conditionnées par l'abandon d'un véhicule automobile, pourrait constituer une mesure incitative particulièrement efficace. Cette proposition est d'autant plus pertinente que les ménages possédant plusieurs véhicules sont aussi les plus enclins à l'utilisation de l'automobile sur des trajets courts. Une telle stratégie pourrait ainsi contribuer à réduire de manière significative le nombre de véhicules sur les routes, tout en facilitant une transition vers des modes de transport plus durables.

Finalement, notre étude s'étend au reste de la province, au-delà du contexte montréalais, en se reposant sur des modèles d'apprentissage statistiques. Contrairement à Montréal, où il existe une diversité des modes de transport, la part modale de l'automobile dans le reste du Québec atteint 85 %. Cette prédominance souligne le besoin pressant de développer des alternatives durables dans les régions et les autres centres urbains. Ce rapport inclut donc une analyse complémentaire englobant toutes les régions du Québec,

mettant ainsi en perspective les résultats obtenus pour Montréal, afin d'étudier les politiques de mobilité à travers la diversité des contextes géographiques et démographiques de la province.

Cette étude enrichit ainsi la littérature existante sur la durabilité et la décarbonation des systèmes de transport, domaines où les recherches concernant les coûts réels des choix modaux hors du contexte européen restent limitées. Verhoef (1994) et Santos et coll. (2010) proposent des cadres d'analyse économique des externalités du transport routier, sans considération pour les mobilités actives. Litman (2004) et Litman et Doherty (2011) offrent une perspective comparative des méthodes d'analyse de coûts et bénéfices des divers modes de transport, complétant et enrichissant les analyses précédemment centrées sur les coûts sociaux des automobiles. Gössling et coll. (2022) évaluent spécifiquement les coûts individuels et sociaux des automobiles dans le contexte allemand, tandis que Gössling (2020) justifie une réduction de l'emprise spatiale des automobiles sur la base des externalités sanitaires et environnementales.

Notre méthodologie s'apparente à celle de Gössling et coll. (2019), qui examinent l'évaluation des coûts et des avantages des projets de transport par mode, dans l'Union européenne, en intégrant divers paramètres comme les changements climatiques, la santé, la congestion, etc. Ils estiment qu'une voiture engendre un coût externe de 0,11 € par kilomètre, tandis que le vélo et la marche présentent des bénéfices respectifs de 0,18 € et 0,37 € par kilomètre en raison de leurs impacts positifs sur la santé. Ils soulignent également que les externalités sont souvent sous-estimées dans les analyses coûts-bénéfices et appellent à une comparaison approfondie des modes de transport pour évaluer les investissements. Cependant, cette étude menée à l'échelle de l'Union européenne ne permet pas de tenir compte des très grandes disparités régionales et contextuelles du territoire étudié. Dans un cadre plus local, Schröder et coll. (2023) évalue le coût de la mobilité par mode pour la ville de Munich en Allemagne, tandis que Maier et coll. (2023) utilise l'Autriche comme cas d'étude, démontrant que les stratégies de décarbonation entraînent des réductions significatives des coûts externes et une augmentation des externalités positives, notamment par les bénéfices en termes de santé et d'impact environnemental, compensant les pertes de temps de voyage. Dans le contexte français, Schwarz et coll. (2024) estiment les bénéfices de santé associés aux mobilités actives sans toutefois considérer les autres externalités.

Pour le Canada, une étude journalistique réalisée lors d'un référendum sur le financement des transports à Vancouver a conduit à la création d'un outil d'évaluation des coûts réels des différents modes de transport (Stewart-Wilson et coll. 2015). Cet outil et sa méthodologie, bien que n'étant plus publics aujourd'hui, visaient à offrir une perspective plus globale en incluant des coûts à la fois individuels et collectifs. Malheureusement, les résultats sont limités par leur ancienneté et l'absence d'accès aux détails des calculs. Dans le contexte québécois, le rapport de Voisin et al. (2021) présente une évaluation des coûts totaux des déplacements au sein de la Communauté métropolitaine de Québec, mettant en lumière les coûts internes, indirects et cachés des divers modes de transport. Ce rapport souligne la nécessité d'une réflexion approfondie sur les choix de mobilité future et les défis financiers associés au financement de nouvelles infrastructures dans un contexte de vieillissement des infrastructures existantes. Il révèle aussi une méconnaissance des coûts réels des transports pour la société, soulignant leur importance dans les décisions publiques de mobilité et propose le développement d'indicateurs pour guider les décideurs, s'inspirant de l'étude de Vancouver.

Les études existantes présentent donc des défis de transposition à d'autres contextes, soit en raison de l'inaccessibilité des méthodes d'analyse et des données, soit parce qu'elles ne s'appliquent pas directement à d'autres régions. De plus, la plupart de ces études ne vont pas au-delà de la production de résultats et ne fournissent pas d'analyses justifiant l'utilité de ces calculs. Notre étude vise donc à répondre à trois défis majeurs : 1) fournir des résultats intégrant tous les coûts de la mobilité pour l'agglomération montréalaise, avec la possibilité d'un affinage encore plus local via un calculateur personnalisable ; 2) assurer la reproductibilité de nos calculs par la transparence de nos formules et hypothèses ; et 3) réaliser un travail d'analyse qui facilite une action collective et individuelle sur le choix modal à travers un prisme économique et sociologique.

Cette étude est divisée en quatre parties. La section 1 présente la méthodologie. La section 2 présente les résultats pour l'Agglomération de Montréal. La section 3 étudie des scénarios de reports modaux, et la section 4 détaille les résultats pour le reste du Québec et présente la méthodologie de transposition utilisée.

## 1. MÉTHODOLOGIE

La méthodologie adoptée pour cette étude est conçue pour être transparente et facilement généralisable. Elle vise à faciliter les mises à jour futures et à permettre une adaptation aisée à différents territoires d'étude. Inspirée par des travaux antérieurs qui ont établi un cadre pour la collecte d'informations dans divers contextes, notre approche cherche à étendre ces fondations. Nous nous sommes donc efforcées d'être exhaustives dans notre collecte de données et nous avons construit un outil ouvert,<sup>7</sup> sous forme d'un tableau dynamique et d'une application dynamique dans lequel il est possible de personnaliser certains paramètres, mais également de faire des projections, p. ex. en fonction de l'évolution des parts modales. Cette méthodologie combine la disponibilité immédiate des résultats et des analyses avec la possibilité de transposer ces mêmes analyses à d'autres contextes géographiques ou temporels. Bien que notre étude offre un aperçu économique à un instant donné, elle est également conçue pour supporter des projections à long terme, facilitant ainsi une compréhension approfondie des dynamiques de mobilité et leur impact potentiel sur l'urbanisme et la planification des transports.

### 1.1. DESCRIPTION GÉNÉRALE DE NOTRE DÉMARCHE

Dans le cadre de notre analyse, nous avons classifié les coûts et les bénéfices en trois catégories, comme détaillées dans la Figure 1:

- Les *coûts privés* sont directement payés par les individus et comprennent les achats, les taxes, les contributions directes liées à leur mode de transport, les contraventions, etc.
- Les *coûts publics* sont payés collectivement et chiffrables dans un budget. Ils incluent les subventions, le budget alloué à l'entretien des infrastructures, entre autres. Ils sont payés indirectement par l'entremise des impôts et des taxes.

---

<sup>7</sup> L'ensemble des outils et des résultats de cette étude est [disponible en ligne](#).

- Les *coûts/bénéfices externes* sont supportés (ou encaissés) par la collectivité, mais ne sont pas directement représentés dans les budgets. Il s'agit des externalités, tant positives que négatives, telles que les émissions de GES et de polluants atmosphériques, les bénéfices pour la santé publique, le temps perdu dans la congestion routière, etc.;

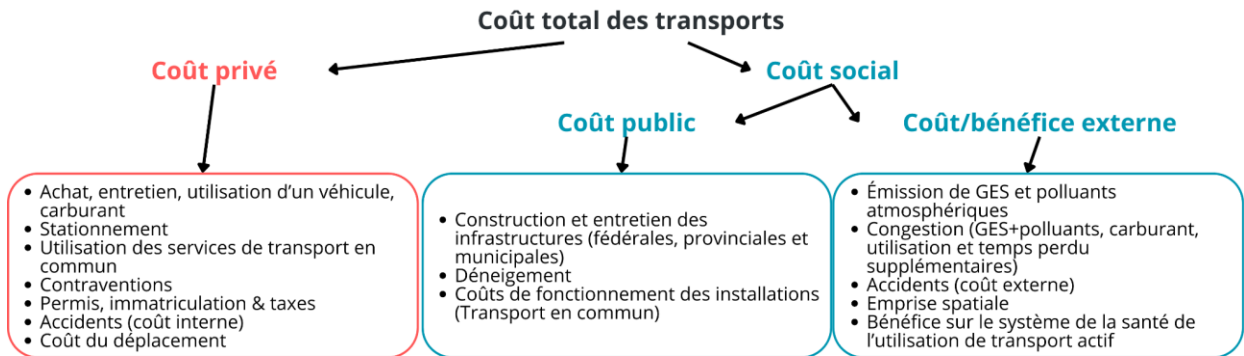


Figure 1 : Liste des coûts privés, publics et externes

Notre étude exclut certaines externalités, notamment les pollutions non liées aux GES ou aux polluants atmosphériques, les impacts sur la qualité de vie et le secteur touristique, ainsi que les retombées économiques. L'évaluation des pollutions sonores, des sols et des eaux présente des défis significatifs en raison de la limitation des données accessibles au public. Néanmoins, il est à noter que l'inclusion de ces externalités dans notre analyse aurait probablement aggravé le bilan environnemental des transports motorisés, particulièrement en ce qui concerne l'usage de l'automobile. À titre illustratif, les estimations relatives à la pollution sonore dans la région de Québec s'élèvent à environ 1,5 million de dollars, ce qui correspond à une somme négligeable par kilomètre-personne (Voisin et coll., 2021).

Le débat public au sujet du coût collectif de l'automobile se rapporte parfois à ses retombées économiques. Il est vrai que la construction de routes et d'infrastructures représente un coût significatif, mais ce dernier est souvent justifié par son potentiel de stimulation de l'activité économique. L'omission d'une évaluation des retombées économiques des divers modes de transport dans notre analyse s'explique principalement par la complexité inhérente à un tel calcul, qui nécessiterait une étude approfondie. De plus, il convient de souligner que, même si les dépenses en construction stimulent l'économie locale, les dépenses dans le secteur automobile, particulièrement au Québec, contribuent au contraire au déséquilibre de la balance commerciale.

## 1.2. DONNÉES

Notre étude s'appuie sur des données et informations issues des budgets publics, des enquêtes statistiques reconnues, des recherches universitaires et, à la marge, d'autres ressources documentaires pertinentes.

Dans un souci de pertinence, nous avons collecté les données budgétaires les plus à jour, optant pour le budget prévisionnel de 2023 pour la Ville de Montréal et le budget exécuté de 2022 pour le gouvernement provincial concernant les infrastructures routières, ainsi que les prévisions budgétaires pour l'année 2023

en matière d'infrastructures de transport collectif. Ces données ont été filtrées pour isoler les postes budgétaires spécifiquement affectés à la mobilité et à l'aménagement des voies sur le territoire de l'île de Montréal et ses ponts. Concernant le financement des transports collectifs, l'analyse s'est appuyée sur les budgets consolidés de 2024 de l'ARTM, EXO et la STM, qui sont les principaux acteurs dans ce secteur pour la région métropolitaine.

En complément des données budgétaires, des valeurs clés ont été calculées à partir de données obtenues via des enquêtes publiques et des travaux universitaires. L'enquête Origine-Destination de 2018, conduite par l'ARTM en collaboration avec le Ministère des Transports du Québec, ainsi que plusieurs autres acteurs régionaux, permet un calcul détaillé des usages modaux<sup>8</sup>. De surcroît, des données de recensement 2016 et 2021 ont été recueillies auprès de Statistique Canada. Les résultats de Lefebvre-Ropars et coll. (2021) sur la répartition des surfaces de voirie ont également été incorporés pour calculer certaines clés de répartition. Des suppléments d'information ont été demandés pour avoir un portrait de l'entièreté de l'agglomération. Enfin, les données issues de l'enquête municipale de Montréal sur les dépenses de transport des ménages constituent une base pour estimer les coûts supportés par les usagers de l'automobile (Ville de Montréal, 2018). Ces montants ont été ajustés en fonction de l'inflation à l'aide de l'outil de calcul de la Banque du Canada, assurant ainsi la contemporanéité des valeurs financières prises en compte.

En ce qui concerne l'évaluation des externalités, notre étude s'est appuyée sur des estimations élaborées par des organismes experts. Les bénéfices relatifs à la santé ont été quantifiés à l'aide de l'outil *Health Economic Assessment Tool (HEAT)* pour la marche et le cyclisme, développé par l'Organisation mondiale de la santé (WHO, 2023). Les statistiques relatives aux accidents de la route<sup>9</sup>, au bilan routier, au parc automobile et aux permis de conduire ont été extraites des publications de l'Institut de la statistique du Québec<sup>10</sup>. Les dépenses attribuables aux cyclistes ont été estimées à partir des données publiées par Vélo Québec dans son rapport de 2020 sur l'état du vélo dans la province (Vélo Québec, 2020). Le coût associé à la congestion routière a été déterminé en se référant à une évaluation commanditée par la Communauté métropolitaine de Montréal en 2018, laquelle a été largement diffusée et commentée dans la presse et repose principalement sur un rapport ministériel<sup>11</sup>. Finalement, pour l'évaluation des coûts liés aux accidents, aux émissions de GES et à la consommation d'essence, notre recherche se base sur le guide d'analyse avantages-coûts des projets publics en transport routier édité par le Ministère des Transports du Québec (MTMD, 2023).

<sup>8</sup> Autorité régionale de transport métropolitain. Mobilité des personnes dans la région de Montréal Enquête Origine-Destination 2018, version 18.2b. <https://www.artm.quebec/planification/enqueteod/>

<sup>9</sup> Nous préférons dans ce texte l'utilisation du terme « accidents » à celui de « collisions ». Bien que ne reflétant pas la réalité de la sécurité routière, et en particulier des collisions dont sont victimes les usagers non protégés, c'est le terme utilisé dans les rapports de données sur lesquels nous nous appuyons pour chiffrer les coûts de l'insécurité routière, et il inclut les accidents ne résultant pas de collisions.

<sup>10</sup> Banque de données des statistiques officielles sur le Québec. [https://bdso.gouv.qc.ca/pls/ken/ken211\\_page\\_accu.page\\_accu?p\\_iden\\_tran=REPERF8SRVL29-5478395563101LhC](https://bdso.gouv.qc.ca/pls/ken/ken211_page_accu.page_accu?p_iden_tran=REPERF8SRVL29-5478395563101LhC)

<sup>11</sup> ADEC. *Évaluation des coûts de la congestion routière dans la région de Montréal pour les conditions de référence 2008* – Rapport final préliminaire remis au Ministère des Transports. 28 janvier 2014. <http://www.bv.transports.gouv.qc.ca/mono/1165444.pdf>



### 1.3. CALCUL DES COÛTS

Cette section présente le détail des calculs de chaque coût et bénéfice. Tous les détails des différents calculs sont présentés en annexe.

#### 1.3.1. DISTRIBUTION DES COÛTS

L'allocation des dépenses publiques aux différents modes de transport nécessite l'établissement de clés de répartition afin de pallier le manque de distinction au sein des lignes budgétaires. Ceci est particulièrement pertinent lorsque des dépenses allouées à la voirie bénéficient indistinctement à tous les modes de transport. La méthodologie détaillée pour la répartition de ces fonds, incluant les formules de calcul spécifiques, est exposée en détail dans l'Annexe 1 de ce rapport.

#### PARTAGE DE LA VOIRIE

Les données de partage de la voirie proviennent de Lefebvre-Ropars et coll. (2021). Nous nous basons principalement sur ces données pour calculer différentes façons de partager les dépenses. Ces données indiquent le nombre de kilomètres carrés de surface exclusivement dédiés à chaque mode de transport. Nous supposons que la part de surface totale de la rue dédiée à chaque mode de transport n'a pas fortement évolué depuis 2018 (année des données prises en compte dans l'étude) à l'exception des voies cyclables. Des calculs provenant de l'EOD2018 ont aussi démontré que 20 % des trajets automobiles sont faits en tant que passager. Nous avons alors pondéré la surface utilisée par l'automobile en considérant ce point.

La surface dédiée aux voies cyclables a été calculée de façon indépendante à partir de données ouvertes de la ville de Montréal, datant de 2023. De plus, lorsque les investissements étaient reliés au maintien de la chaussée ou de la voirie, nous avons considéré seulement les bandes cyclables et les chaussées désignées. La surface des pistes cyclables de type propre ou sur rue a été utilisée pour la distribution des coûts de l'emprise spatiale. Nous n'avons pas pris en compte les voies cyclables de type sentier polyvalent considérant que ces voies sont principalement utilisées pour le loisir. Toutes les voies cyclables sont prises en compte lors de la distribution des coûts pour le mobilier d'éclairage. Pour le déneigement, nous avons pris en compte seulement les pistes cyclables, déneigées par les différentes villes du territoire. Nous avons exclu les bandes cyclables, considérant qu'elles sont rarement bien déneigées.

Du côté des transports collectifs de surface, en plus de prendre en compte les voies réservées aux autobus, nous avons aussi pris en compte la surface de voie utilisée par toutes les lignes de bus de la STM par région. Nous avons aussi considéré le fait qu'un autobus peut contenir une quarantaine de personnes.

Pour les trottoirs, nous avons considéré qu'ils sont utilisés à part entière par tous les modes de transport. C'est pourquoi la surface de trottoir a été distribuée à chaque mode de transport proportionnellement à la part modale de chacun. Les trottoirs sont exclus des coûts reliés seulement à la chaussée.

Le partage des budgets selon les différentes clés de répartition se fait selon le processus présenté dans la Figure 2, plus de détails sont aussi inclus dans l'Annexe 1.

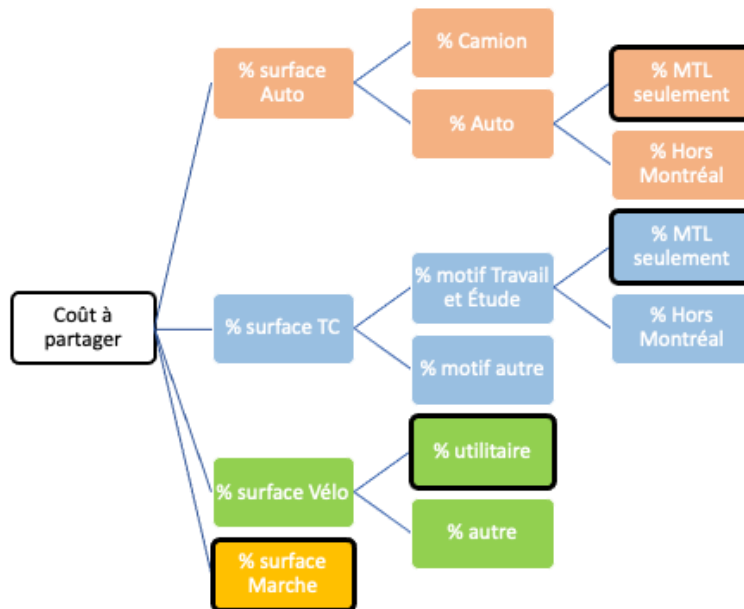


Figure 2 : Clés de répartition pour le partage des coûts

#### ENQUÊTE ORIGINE-DESTINATION

Plusieurs de nos données proviennent de calculs que nous avons effectués à partir de l'Enquête Origine-Destination 2018 de l'ARTM. Nous avons retenu principalement les données de déplacement reliées à chaque mode de transport. Le temps de déplacement (avec et sans congestion) ainsi que la distance parcourue ont été calculées pour toutes les origines sur le territoire de l'île de Montréal pour chaque répondant à l'enquête pour lesquels nous avons les coordonnées des points d'origine et de destination. Nous avons considéré seulement les déplacements ayant pour motif le travail et les études, qui constituent plus de 50 % du transport de personnes d'après ces données d'enquête. Nous avons aussi calculé le volume des trajets en auto provenant de l'extérieur de l'agglomération de Montréal et avons déterminé qu'environ 37,2 % des automobilistes sur l'île proviennent de l'extérieur en nous basant sur les données d'enquête<sup>12</sup>. Pour le transport en commun, c'est 19 % des utilisateurs qui proviennent de l'extérieur de l'agglomération. Ceci nous permet de pondérer les investissements des gouvernements fédéraux et provinciaux pour n'inclure que ceux pour la population ayant comme origine l'Île-de-Montréal. Pour l'emprise spatiale, nous avons aussi retiré l'utilisation par les voyageurs de l'extérieur de l'île. Pour les investissements municipaux, la population d'une ville paie l'entièreté des dépenses, peu importe le nombre de personnes venant de l'extérieur. Le temps causé par la congestion et la distance faite pour atteindre le service de transport en commun le plus proche ont aussi été calculés. Nous avons aussi considéré les données sociodémographiques des personnes et des ménages.

<sup>12</sup> 55 % des trajets automobiles en tant que conducteurs ou passagers ont pour origine ou destination l'agglomération de Montréal, et 36 % de ces trajets proviennent de l'extérieur.



## AUTRES DONNÉES

Nous avons calculé le pourcentage de camions (plus grand qu'un VUS) comme la fréquence moyenne de ceux-ci à partir de données ouvertes de comptage aux intersections de la ville de Montréal<sup>13</sup>. Nous considérons ainsi que seulement 2,6 % de la circulation est dédiée au transport de marchandises.

Des données de l'enquête de Vélo Québec sur l'état du vélo en 2020 ont été utilisées pour distribuer les coûts des investissements du réseau cyclable. À Montréal, c'est 68 % des cyclistes adultes qui considèrent le vélo comme leur mode de transport principal lors de la saison estivale. Nous avons décidé de considérer que le mode de vélo est pratiqué à longueur d'année et de ne pas prendre en compte la rétention de seulement 13,6 % de cyclistes l'hiver. Les installations cyclables ne disparaissent pas durant la saison froide alors les coûts d'entretien et de maintien des actifs sont considérés pour l'année complète. Ce même pourcentage a été utilisé pour pondérer l'emprise spatiale.

Pour le transport en commun, dans le portrait de la STM du Budget 2024<sup>14</sup>, la proportion de la clientèle utilisant le service pour le travail et les études s'élève à 71 %. Cette donnée est issue d'un sondage aux usagers et des données de l'Enquête Origine-Destination 2018. Ce même pourcentage a été utilisé pour pondérer l'emprise spatiale.

Les données de population sont celles de la population décrétée pour l'année 2024 du gouvernement du Québec. Le dénombrement est basé sur les estimations faites par l'institut de la statistique du Québec en date du 1er juillet 2023.

### 1.3.2. LES COÛTS PUBLICS

Les coûts publics retenus sont reliés aux infrastructures routières. Ces coûts sont payés de façon indirecte par les impôts des particuliers et des entreprises. Pour le budget 2024-2025, c'est seulement 1,7 % qui ira aux transports. Ça peut sembler peu, mais ça représente des investissements de près de 15 milliards de dollars par année pour l'ensemble du Québec. Pour l'année 2023, le Plan québécois des infrastructures du MTMD présente chacune des dépenses projetées pour le réseau routier de Montréal incluant les autoroutes, les routes, les tunnels, les ponts, les échangeurs et les viaducs (Gouvernement du Québec, 2023). C'est près de 941 M\$ alloué au réseau routier et 790 M\$ au transport collectif pour le maintien et la bonification des actifs pour l'agglomération montréalaise. Pour les cyclistes, il y a un financement provincial pour la Route verte (Gouvernement du Québec 2018). Pour cette dernière, le financement a été pondéré selon le pourcentage de kilomètres de route verte sur l'île de Montréal. Il existe aussi un programme spécial du gouvernement provincial pour la conservation des structures de transports actifs.

Du côté fédéral, les seuls investissements sont faits au niveau des infrastructures fédérales : le pont Jacques-Cartier, l'autoroute Bonaventure, le pont Honoré-Mercier et la déconstruction du pont Champlain

<sup>13</sup> Données ouvertes. *Comptages des véhicules, cyclistes et piétons aux intersections munies de feux de circulation*. Ville de Montréal. 2023 <https://donnees.montreal.ca/dataset/comptage-vehicules-pietons>

<sup>14</sup> La STM en bref. Budget 2024. <https://www.stm.info/sites/default/files/pdf/fr/budget2024.pdf>

d'origine<sup>15</sup>. Pour le fédéral comme le provincial, la plupart de ces routes ne sont pas utilisées par les piétons et les cyclistes utilitaires, toutes les dépenses ont donc été attribuées aux automobilistes. Il y a un financement fédéral pour l'estacade, une voie cyclable qui suit la voie maritime. Un petit financement est aussi alloué au transport en commun.

Du côté municipal, le budget de la ville de Montréal détaille tous les projets routiers de la métropole<sup>16</sup>. Quelques éléments ont été seulement attribués à un mode de transport, tandis que d'autres ont été répartis selon la clé de répartition pertinente. Le budget comprend trois parties, une part pour l'agglomération, une part pour la municipalité et une dernière pour les arrondissements. Chaque partie a été attribuée selon la région. Les détails des calculs reliés aux budgets de fonctionnement, aux investissements et aux paiements de la dette à long terme sont inclus dans l'annexe 1.

### 1.3.3. ACCIDENTS

Le coût des accidents comprend deux parties, une interne et une externe. La partie interne provient des coûts reliés aux contributions d'assurances, c'est-à-dire le coût privé des accidents. C'est en partie l'argent remis aux particuliers lors d'accidents. La contribution d'assurance est payée par l'entremise des paiements de l'immatriculation et du permis de conduire. Depuis quelques années, et encore pour l'année 2024, les titulaires d'un permis des classes 5 (véhicule de promenade) et 6 (motocyclette) – à l'exception des apprentis conducteurs – bénéficient d'un congé de paiement de la contribution d'assurance lors de la délivrance ou du renouvellement de leur permis. Ceci est dû à un excédent accumulé par les fonds d'assurance. Pour le calcul des coûts internes des accidents, nous avons pris le montant maximum versé par les indemnités d'assurance de la SAAQ selon le type d'accident (mortel, grave, léger). Seulement les accidents comprenant un véhicule immatriculé sont remboursés par la SAAQ. Les données pour chaque mode de transport pour l'année 2022 ont été prises en compte<sup>17</sup>.

Le coût externe des accidents est calculé selon les montants proposés par le MTMD. Deux méthodes sont proposées par le ministère. La méthode du capital humain mesure la perte de production pour les ménages et les lieux de travail en raison des décès et des blessures. Il capture la valeur en termes de perte de productivité économique due à l'incapacité de travailler, de gagner un revenu ou de participer aux activités économiques du ménage. La méthode de la disposition à payer est utilisée pour déterminer la valeur monétaire de la diminution du taux d'accidents, qui correspond au montant maximum que les gens sont prêts à payer pour une diminution donnée du taux d'accidents. Pour les résultats finaux, nous avons gardé la méthode du capital humain pour ne pas surestimer les coûts reliés aux accidents. Les accidents de la

<sup>15</sup> Les Ponts Jacques Cartier et Champlain Incorporée (2023). *Rapport annuel 2022-2023*.

[https://jacquescartierchamplain.ca/site/assets/files/11741/1440\\_txt\\_rapport-annuel-web\\_fr\\_2022-2023\\_ac-1.pdf](https://jacquescartierchamplain.ca/site/assets/files/11741/1440_txt_rapport-annuel-web_fr_2022-2023_ac-1.pdf)

<sup>16</sup> Ville de Montréal (2023). *Budget 2023 et PDI 2023-2032, Bâtir le Montréal de demain*. Récupéré de [https://portail-m4s.s3.montreal.ca/pdf/budget-2023-pdi-2023-2032\\_web.pdf](https://portail-m4s.s3.montreal.ca/pdf/budget-2023-pdi-2023-2032_web.pdf)

<sup>17</sup> Banque de données des statistiques officielles sur le Québec. Nombre de collisions selon la nature des dommages et le type de véhicule impliqué, Québec et régions administratives. [https://bdso.gouv.qc.ca/pls/ken/ken213\\_afich\\_tabl.page\\_tabl?p\\_iden\\_tran=REPERLCAADI27-13346838543525\(1&p\\_lang=1&p\\_m\\_o=SAAQ&p\\_id\\_ss\\_domn=718&p\\_id\\_raprt=3626#tri\\_tertr=5004000950000000](https://bdso.gouv.qc.ca/pls/ken/ken213_afich_tabl.page_tabl?p_iden_tran=REPERLCAADI27-13346838543525(1&p_lang=1&p_m_o=SAAQ&p_id_ss_domn=718&p_id_raprt=3626#tri_tertr=5004000950000000)

route impliquant des cyclistes ou des piétons sont principalement causés par les véhicules de la route (Litman and Doherty, 2011). Nous avons donc pris en considération que seulement 5 % des coûts externes sont attribués au vélo et à la marche.

#### 1.3.4. GAZ À EFFET DE SERRE ET POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES

Les émissions de GES et autres polluants atmosphériques générés par les automobiles ont été quantifiées en fonction de la distance parcourue et du temps de déplacement moyen pour chaque ville ou arrondissement étudié. Le rapport sur les analyses économiques des projets de transport routier public, élaboré par le Ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des Transports (MTMD)<sup>18</sup>, inclut un tableau détaillant le coût du carbone ainsi que les émissions de divers GES en fonction de la vitesse et de la distance, et propose un coût de 126,67 \$ la tonne équivalente de CO<sub>2</sub>. Toutefois, une révision importante a été faite en 2022 par le Gouvernement du Canada en lien avec les données publiées par l'agence américaine de protection de l'environnement<sup>19</sup>. Cette mise à jour<sup>20</sup> a conduit à l'adoption d'un coût ajusté de 473 \$ par tonne de CO<sub>2</sub> équivalent, reflétant la valeur sociale des émissions polluantes résultant de la combustion d'essence. Ce coût diffère significativement du prix de 53 \$ par tonne observé sur le marché du carbone au Québec en 2023, lequel reflète principalement la rareté des droits d'émission en accord avec les objectifs climatiques du gouvernement québécois. Les coûts associés sont constitués à 98 % des coûts des GES (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O) et à 2 % des polluants atmosphériques (CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, PM<sub>2,5</sub> et PM<sub>10</sub>).

#### 1.3.5. CONGESTION

La congestion est considérée comme une externalité négative. Le rapport ADEC (2014) pour le ministère des Transports sur l'évaluation de la congestion dans la région de Montréal inclut quatre catégories de coûts supplémentaires dont : le temps passé dans la congestion, l'utilisation de l'automobile, les émissions de GES et de polluants atmosphériques et le carburant<sup>21</sup>. Tous ces coûts ont été calculés de la même manière que les coûts sans congestion. Le temps dans la congestion vient des données de l'Enquête Origine-Destination combinées avec *DistanceMatrix* de Google API, qui évalue le temps moyen de

<sup>18</sup> MTMD, 2023. Ministère des Transports et de la Mobilité durable. Guide de l'analyse avantages-coûts des projets publics en transport routier. Partie 2: Paramètre. <https://www.transports.gouv.qc.ca/fr/entreprises-partenaires/entreprises-reseaux-routier/guides-formulaires/documents-gestionprojetsroutiers/guide-avantages-coûts-projets-publics.pdf>

<sup>19</sup> Environmental Protection Agency. "Report on the Social Cost of Greenhouse Gases: Estimates Incorporating Recent Scientific Advances". Décembre 2023. <https://www.epa.gov/environmental-economics/scghg>

<sup>20</sup> Estimation du coût social des GES – Orientation provisoire actualisée pour le gouvernement du Canada. Environnement et Changement climatique Canada. Avril 2023. <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/changements-climatiques/recherche-donnees/coût-social-ges.html>

<sup>21</sup> ADEC (2014). Évaluation des coûts de la congestion routière dans la région de Montréal pour les conditions de référence de 2008; pour le Ministère des Transports du Québec, 66 pages. <http://www.bv.transports.gouv.qc.ca/mono/1165444.pdf>

congestion selon le jour de la semaine et le temps de la journée<sup>22</sup>. Les coûts varient selon le temps dans la congestion allant de 27 min (1200 \$ par année par personne) dans l’Ouest de l’île, à 40 min (2840 \$ par année par personne) à Rivière-des-Prairies–Pointe-aux-Trembles.

### 1.3.6. EMPRISE SPATIALE

Toutes les voies de circulation, tant les routes que les trottoirs, prennent de la place dans l’espace public. L’utilisation de ces terrains constitue un coût d’opportunité pour la société. Le coût pour l’emprise spatiale de chaque mode de transport peut être calculé en fonction du prix moyen des terrains par km<sup>2</sup> de terrain dans chaque ville ou arrondissement, multiplié par la superficie utilisée par ce mode de transport. Ce coût est calculé avec les valeurs foncières des villes émises par le gouvernement<sup>23,24</sup> ainsi que la superficie terrestre des terrains de la ville. Puisque les terrains ne sont pas achetés chaque année, nous considérons un coût d’opportunité en termes de rente locative des terrains (sans bâtiments). La valeur foncière par km<sup>2</sup> est donc transformée en valeur locative annualisée<sup>25</sup>. Les valeurs locatives des terrains sont très élevées dans le centre-ville, Le Plateau-Mont-Royal et Westmount (env. 118 - 136 millions de \$ par km<sup>2</sup>) et descendent jusqu’à 4,6 millions de \$ par km<sup>2</sup> à Senneville.

Nous avons aussi ajouté à l’automobile le coût de location des espaces de stationnements. Tous les terrains de type garages de stationnement pour automobiles, terrains de stationnement pour automobiles et stationnements extérieurs sont pris en compte. Ceci n’inclut pas le stationnement de rue, puisque celui-ci fait déjà partie de la surface de voirie. Ceci n’inclut pas non plus les espaces de stationnements intérieurs dans un immeuble à bureaux. Ces terrains totalisent une valeur locative totale de 145 M\$ par année et couvrent une superficie de plus de 7,3 km<sup>2</sup>.

### 1.3.7. BÉNÉFICE SANTÉ

La pratique de la marche et du vélo a un bénéfice pour la santé. Nous avons configuré l’outil HEAT (WHO, 2023) pour en faire ressortir le nombre de morts évitées par la pratique de la marche et du vélo par kilomètre d’activité physique. Nous obtenons 11 et 5,9 morts évitées par kilomètre d’activité chaque jour par année par 100 000 personnes faisant de la marche et du vélo, respectivement. Pour l’évaluation de la valeur d’une vie statistique, nous avons à nouveau utilisé les données du MTMD utilisant la méthode du capital humain. Pour le transport en commun, nous avons pu estimer que les utilisateurs marchent en moyenne 1,56 km

<sup>22</sup> Pour simplifier, nous supposons que tous les trajets ont lieu à 8h30 du matin un lundi de semaine typique en avril 2024.

<sup>23</sup> Ministère des Affaires municipales et de l’Habitation. Données statistiques sur l’évaluation foncière <https://www.mamh.gouv.qc.ca/evaluation-fonciere/donnees-statistiques/>

<sup>24</sup> Partenariat Données Québec. Tous les fichiers des rôles d’évaluation foncière du Québec 2024 <https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/roles-d-evaluation-fonciere-du-quebec/resource/79d20d4a-2cdb-406a-b768-70f4ef5e6c0e>

<sup>25</sup> Nous calculons ces valeurs en utilisant la valeur foncière, un taux d’intérêt de 5% et un temps d’amortissement de 25 ans. Ceci correspond à peu près à la valeur locative de 6% de la valeur foncière pour les baux du territoire public au Québec en 2024 : <https://www.quebec.ca/en/housing-territory/lease-purchase-public-land/obtain-lot/conditions-leasing>.

par jour pour se rendre à l'arrêt ou à la station la plus proche, selon les données de l'Enquête Origine-Destination. Pour l'agglomération de Montréal, c'est un bénéfice de plus de 487 M\$ par année pour tous les modes de transport actif.

### 1.3.8. ACHAT ET UTILISATION - PERMIS ET IMMATRICULATION - CONTRAVENTIONS

Plusieurs coûts privés sont payés directement par les automobilistes. Le plus gros montant provient de l'achat des véhicules, ainsi que du stationnement et des assurances privées, dont nous avons extrait les coûts de l'enquête montréalaise sur les dépenses des ménages de 2016 et actualisés pour 2023 (Ville de Montréal, 2018). Le coût d'utilisation, incluant la consommation de carburant, l'usure des pneus, la dépréciation kilométrique et l'entretien pour un véhicule léger, est déterminé par la distance moyenne parcourue par les automobilistes telle que tirée des données de l'Enquête Origine-Destination 2018, actualisé à 2023. Pour la partie achat du véhicule, seulement la proportion des coûts liés au déplacement domicile-travail/étude sur le kilométrage annuel a été prise en considération<sup>26</sup>. Par ailleurs, les coûts payés par les utilisateurs pour les permis de conduire et l'immatriculation sont aussi pris en compte<sup>27</sup>. Une taxe est également perçue sur l'immatriculation des véhicules de promenade qui permet le financement des transports en commun. La contribution à l'assurance n'a pas été prise en compte puisque ce montant est inclus dans le coût interne des accidents. Même chose pour la taxe carbone, qui est incluse dans le coût de l'utilisation.

Les coûts privés pour les cyclistes utilitaires sont reliés à l'achat de vélo, d'équipements, d'accessoires et de vêtements, le tout estimé avec les données du rapport sur l'État du vélo 2020 qui proviennent du sondage Vélo Québec (2023).

Les contraventions liées à la circulation et au stationnement sont principalement payées par les automobilistes, nous avons utilisé le bilan du SPVM pour leur en attribuer une part cohérente parmi le total perçu annuellement<sup>28</sup>. Les cyclistes et les piétons sont aussi affectés par ce coût.

Nous n'avons pas considéré la partie de la population qui utilise les services d'économie de partage comme Communauto et BIXI. Les utilisateurs de Communauto peuvent voir une réduction de près de 50 % du coût annuel privé (1 300 \$ à 2 500 \$ par année)<sup>29</sup> en comparaison des coûts privés à posséder une automobile. Pour l'utilisation de BIXI à l'année, c'est un montant minimal de 250 \$ qui doit être déboursé<sup>30</sup>. C'est légèrement plus élevé que la moyenne du coût privé annuel de l'usage du vélo.

<sup>26</sup> Association canadienne des automobilistes. Coût d'utilisation d'un véhicule. Édition 2013. CAA-Québec. [https://www.caaquebec.com/fileadmin/documents/PDF/Sur\\_la\\_route/Coûts\\_utilisation/2013\\_CAA\\_Driving\\_Costs\\_French.pdf](https://www.caaquebec.com/fileadmin/documents/PDF/Sur_la_route/Coûts_utilisation/2013_CAA_Driving_Costs_French.pdf)

<sup>27</sup> Gouvernement du Québec (2023). *Rapport annuel de gestion 2022-2023*, Ministère des Transports et de la Mobilité durable, page 52. [https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/transports/ministere-des-transports/publications-amd/rapport-annuel-de-gestion/RA\\_rapport\\_annuel\\_2022-2023\\_MTMD.pdf](https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/transports/ministere-des-transports/publications-amd/rapport-annuel-de-gestion/RA_rapport_annuel_2022-2023_MTMD.pdf)

<sup>28</sup> Service de police de la Ville de Montréal (2023). *Rapport d'activité 2022*, Page 34. [https://spvm.qc.ca/upload/Rapport\\_activites\\_2022\\_SPVM\\_Final.pdf](https://spvm.qc.ca/upload/Rapport_activites_2022_SPVM_Final.pdf) et Ville de Montréal (2023) Budget de la Ville de Montréal p. 150.

<sup>29</sup> Communauto Québec. Tarifs. <https://montreal.communauto.com/tarifs/>

<sup>30</sup> BIXI. Tarifs. <https://bixi.com/fr/abonnement-saisonnier/>

### 1.3.9. UTILISATION ET FINANCEMENT DES TRANSPORTS EN COMMUN

Un des coûts privés pour les transports en commun provient de l'achat des titres de transport qui sont identifiables dans les budgets de l'ARTM et la STM. Nous avons pris en compte une partie de l'achat des titres d'EXO, le service de trains étant beaucoup utilisé dans l'ouest de l'agglomération. Nous avons volontairement mis de côté les constats d'infraction (au nombre de 6300 pour l'année 2023<sup>31</sup>) dans la mesure où les montants étaient difficilement trouvables, pour un total négligeable en regard des budgets du transport collectif et un taux de recouvrement peu élevé (environ 40 %)<sup>32</sup>. Pour le fonctionnement du transport collectif, le financement des différents paliers du gouvernement passe en premier par l'ARTM<sup>33</sup> et est distribué par entente de service avec les différents réseaux de transports, dont la STM et EXO. Le budget de l'ARTM comprend les subventions municipales (31 %), les subventions provinciales (32 %), les revenus des usagers (26 %), un programme d'aide d'urgence pour le transport collectif (5 %) et la taxe des automobilistes (5 %). De ce budget, près de 65 % vont à la STM<sup>34</sup> et 19 % vont à EXO<sup>35</sup>. Pour EXO, nous avons seulement considéré le service de train sur l'Île de Montréal. Les déficits de la STM (383 M\$) et d'EXO (27 M\$) pour 2023 n'ont pas été inclus dans le coût public du TC, puisqu'ils n'ont théoriquement pas encore été payés par les contribuables et le seront seulement dans les prochaines années. Si le gouvernement provincial s'engageait à payer la facture de ces déficits, le coût par km-personne augmenterait seulement de 18 % à 0,60 \$.

### 1.3.10. TEMPS DE DÉPLACEMENT

La relation entre le temps et la valeur économique est complexe et subjective, elle varie significativement d'un individu à l'autre et elle se mesure généralement avec la disposition à payer. Litman (2009) propose une revue de littérature exhaustive sur cette thématique, comme il est détaillé dans la section consacrée au temps de déplacement de leur publication. Leur Tableau 5.2.7-4 synthétise les recommandations du *Department of Transportation* des États-Unis concernant le pourcentage du salaire à considérer pour le calcul de la valeur du temps de déplacement, établissant des taux pour les activités personnelles (35 à 60 %) et professionnelles (80 à 120 %)<sup>36</sup>. Dans le cadre de notre étude, qui inclut à la fois les déplacements liés au travail et aux études, une valeur médiane de 50 % du salaire horaire médian métropolitain a été adoptée pour estimer la volonté à payer pour le temps de transport. En 2023, cette valeur correspondait à 28 dollars de l'heure. Cette donnée salariale, associée aux temps de déplacement recueillis via l'Enquête

---

<sup>31</sup> Source interne à la STM

<sup>32</sup> Source interne à la STM

<sup>33</sup> ARTM. Budget 2024. - Projections 2023 utilisées - [https://www.artm.quebec/wp-content/uploads/2024/03/2567\\_ARTM\\_Budget\\_2024\\_final\\_page\\_WEB.pdf](https://www.artm.quebec/wp-content/uploads/2024/03/2567_ARTM_Budget_2024_final_page_WEB.pdf)

<sup>34</sup> STM. Budget annuel 2024. - Projections 2023 utilisées - <https://www.stm.info/sites/default/files/pdf/fr/budget2024.pdf>

<sup>35</sup> EXO. Budget 2024. [https://exo.quebec/Media/Default/pdf/section8/publications/Budget\\_2024\\_VFinale.pdf](https://exo.quebec/Media/Default/pdf/section8/publications/Budget_2024_VFinale.pdf)

<sup>36</sup> Transportation Cost and Benefit Analysis II – Travel Time Costs. Victoria Transport Policy Institute <https://www.vtppi.org/tca/tca0502.pdf>



Origine-Destination, permet d'apporter une estimation de la valeur du temps consacré aux déplacements dans le contexte métropolitain<sup>37</sup>.

## 2. RÉSULTATS

### 2.1. RÉSULTATS GLOBAUX POUR L'AGGLOMÉRATION DE MONTRÉAL

Les résultats sont synthétisés dans la Figure 3 ci-dessous. Le détail des coûts par km-personne pour chacune des catégories et pour chaque mode de transport sont présentés à la Figure 4. Les coûts pour l'ensemble de la population par année sont présentés à la Figure 5.

Conformément aux conclusions des études antérieures, l'automobile reste le mode de transport le plus coûteux, aussi bien d'un point de vue individuel, avec un coût annuel de 5 976 \$ par personne, que collectif, s'élevant à 9 269 \$ par personne, indépendamment de la perspective d'analyse adoptée. Bien que l'utilisation des transports collectifs puisse sembler initialement plus onéreuse par kilomètre-personne en termes de coûts publics, cette impression change radicalement lors de l'intégration des externalités. Les coûts kilométriques par personne des transports collectifs se révèlent ainsi considérablement inférieurs à ceux de l'automobile, tout en offrant la possibilité de couvrir des distances comparables, avec des coûts de 1,55 \$ par km-personne pour les transports collectifs contre 2,48 \$ pour l'automobile, en incluant les coûts individuels et sociaux.

Quant aux modes de transport actifs tels que le vélo et la marche, ils se distinguent par une efficacité économique supérieure. L'avantage économique des transports actifs provient principalement de leurs bénéfices sur la santé. Bien que les coûts directs du vélo soient légèrement supérieurs à ceux de la marche, les avantages sanitaires qu'il procure sont plus significatifs, rendant le vélo économiquement plus bénéfique par kilomètre-personne, avec un coût net de -0,13 \$ comparé à -0,05 \$ pour la marche, si l'on considère uniquement les coûts sociaux. Toutefois, lorsqu'on prend en compte les coûts privés et sociaux, le temps consacré au déplacement rend la marche proportionnellement plus coûteuse pour la distance parcourue, avec un coût de 3,61 \$ par km-personne pour la marche et de 0,93 \$ pour le vélo.

---

<sup>37</sup> Institut de la Statistique du Québec. Rémunération hebdomadaire et horaire des employés selon le sexe, régions administratives et ensemble du Québec. [https://statistique.quebec.ca/fr/produit/tableau/remuneration-hebdomadaire-horaire-employes-regions-administratives-ensemble-du-quebec#tri\\_sal=2&tri\\_sexe=1](https://statistique.quebec.ca/fr/produit/tableau/remuneration-hebdomadaire-horaire-employes-regions-administratives-ensemble-du-quebec#tri_sal=2&tri_sexe=1)

## Mobilité Montréal : Les coûts sociaux des transports

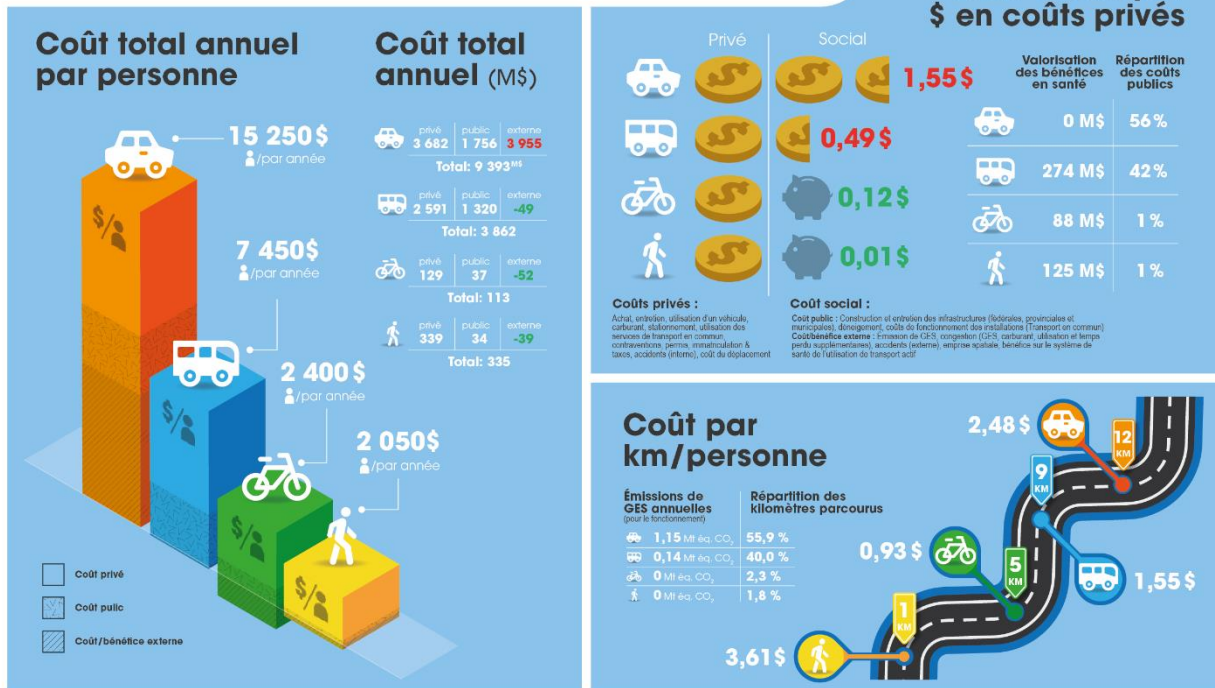


Figure 3 : Le coût du choix modal pour l'agglomération de Montréal

## Distribution des coûts par catégorie pour l'Agglomération de Montréal (\$/km-personne 2023)

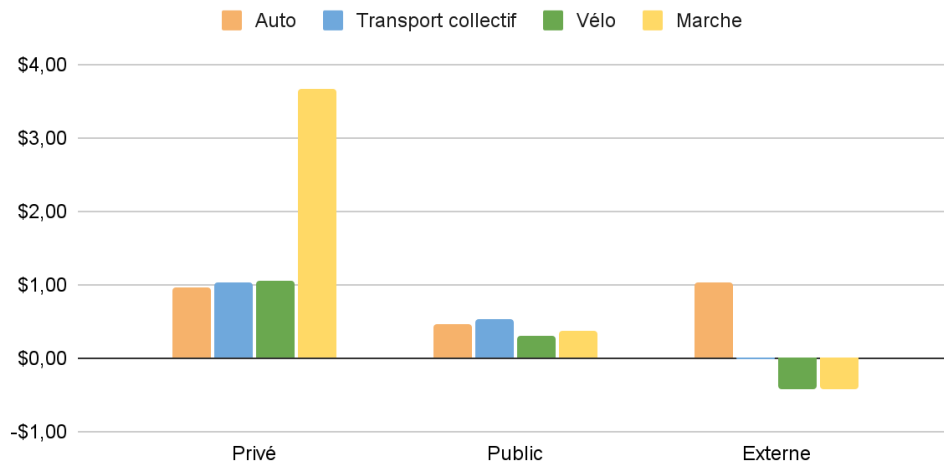


Figure 4 : Distribution des coûts (\$ par km-personne) par catégorie pour l'Agglomération de Montréal, 2023



## Distribution des coûts par catégorie pour l'Agglomération de Montréal (M\$/année 2023)

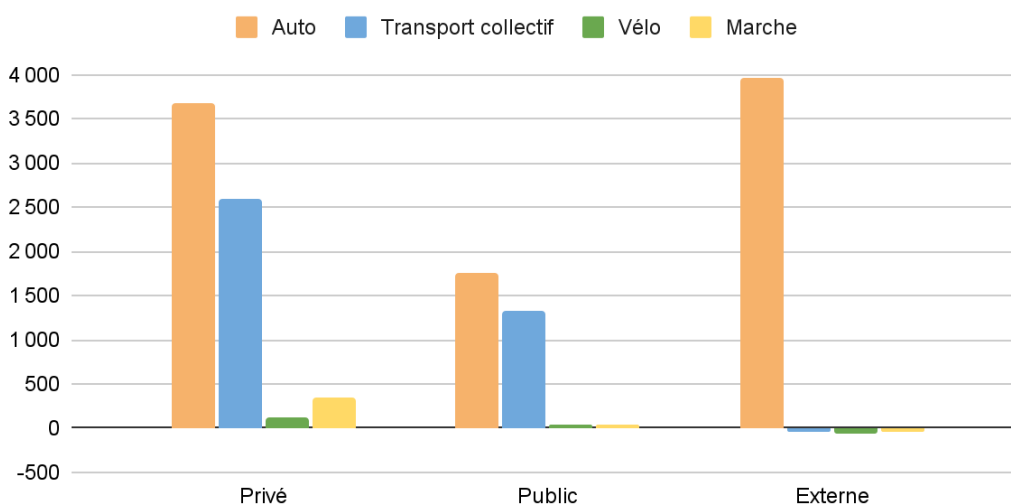


Figure 5 : Distribution des coûts (M\$ par année) par catégorie pour l'Agglomération de Montréal, 2023

Il convient de noter que les coûts étudiés le sont tous pour l'année 2023, tandis que les parts modales sont tirées de l'Enquête Origine-Destination de 2018. Or, la situation a nécessairement changé en 5 ans. En regardant l'évolution du parc automobile, du nombre de passages annuels de la STM et du nombre de passages mesurés par les compteurs sur les pistes cyclables, on peut estimer que la part modale de l'automobile est passée de 45,8 % à 48,3 %, le transport en commun de 38,6 % à 30,5 % et le vélo de 3,5 % à 4,2 %. Des tendances similaires sont obtenues en comparant les données de recensement 2016 et 2021. Ces données seront à confirmer lors de la publication des résultats de l'Enquête Origine-Destination menée à l'automne 2023, mais si on les considère tels quels, ils impliquent des coûts sociaux par km-personne de 1,49 \$, 0,62 \$ et -0,20 \$ pour l'auto, le TC et le vélo, respectivement.

Toutefois, cette projection n'inclut pas l'évolution du télétravail. Cette réalité a pesé en premier lieu sur le transport collectif qui a vu sa part modale réduire significativement, puisque la STM n'a pas encore retrouvé son achalandage de 2019, maintenant à 77 % de l'achalandage pré-pandémique. Pour le vélo, avec l'ajout du REV Saint-Denis<sup>38</sup> et le BIXI à l'année<sup>39</sup>, on peut estimer que la part modale a beaucoup augmenté dans certains quartiers. Avec d'autres axes du REV prévus pour être construits dans les

<sup>38</sup> Henri Ouellette-Vézina (2023). *Le REV Saint-Denis plus populaire que jamais*. La Presse. <https://www.lapresse.ca/actualites/grand-montreal/2023-12-15/pistes-cyclables/le-rev-saint-denis-plus-populaire-que-jamais.php>

<sup>39</sup> Radio-Canada (2024). *Ce sera possible de faire du BIXI toute l'année à Montréal*. <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/2061932/bixi-hiver-annee-saison-montreal>

prochaines années<sup>40</sup>, cette part modale augmentera possiblement plus, sur un territoire plus grand de la ville.

## Disparités régionales du coût social (\$/km-personne)

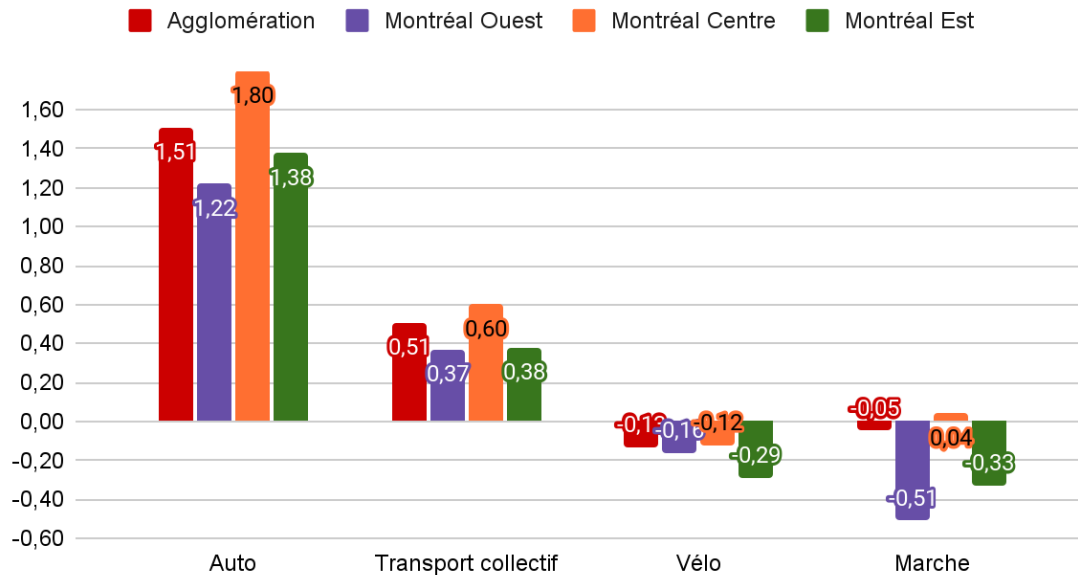


Figure 6 : Disparités régionales du coût social (\$/km-personne) par région de l'Agglomération de Montréal, 2023

### 2.2. DISPARITÉS AU SEIN DE L'AGGLOMÉRATION

En segmentant l'île pour une comparaison simplifiée : l'Ouest, l'Est et le Centre de l'agglomération sont distinctement évalués. Une liste détaillée des villes et arrondissements inclus dans chaque division est fournie en annexe. La Figure 6 illustre les comparaisons de coûts entre ces trois régions et la moyenne de l'agglomération. On observe que les coûts associés à tous les modes de transport sont systématiquement plus élevés au centre de l'île, ce qui s'explique principalement par une densité urbaine accrue et la présence substantielle d'infrastructures. Pour l'automobile, le transport en commun et la marche, c'est dans l'ouest de l'île que les coûts sont les plus faibles. En revanche, pour le vélo, c'est dans l'est de la ville que les coûts sont les moins élevés. L'annexe 6 offre un aperçu personnalisé des coûts selon le mode de transport dans trois arrondissements/villes de l'agglomération, pour des trajets similaires.

Les arrondissements caractérisés par des coûts fonciers élevés présentent des coûts sociaux supérieurs. Par exemple, dans le centre-ville, les dépenses associées à l'utilisation de l'automobile (2,36 \$ par km-personne) ou des transports en commun (0,89 \$ par km-personne) sont presque 50 % supérieures à la moyenne de l'agglomération. Pour les modes de mobilité active, les bénéfices tournent en coûts et ça monte

<sup>40</sup> Henri Ouellette-Vézina (2024). *Un septième axe du REV d'ici l'automne à Montréal*. La presse. <https://www.lapresse.ca/actualites/grand-montreal/2024-02-19/rue-jean-talon/un-septieme-axe-du-rev-d-ici-l-automne-a-montreal.php>

à 0,24 \$ le km-personne pour le vélo et 0,54 \$ pour la marche. Néanmoins, dans ces quartiers, la marche et le vélo demeurent les options les plus économiques. Cette tendance de coûts sociaux élevés se manifeste également dans les arrondissements et les villes telles que Le Plateau-Mont-Royal (1,49 fois plus cher pour l'auto), Ville Mont-Royal (1,67 fois plus cher pour l'auto), Outremont (1,79 fois plus cher pour l'auto), Hampstead (2,29 fois plus cher pour l'auto) et Westmount (2,35 fois plus cher pour l'auto). À l'opposé, dans l'ouest de la ville, notamment à Saint-Anne-de-Bellevue, Senneville et L'Île-Bizard-Sainte-Geneviève, les coûts sociaux liés à l'automobile sont les plus faibles (jusqu'à la moitié des coûts de la moyenne montréalaise). Si on regarde le coût social total par année, pour le transport en commun, c'est dans l'ouest de la ville que c'est le plus cher, allant jusqu'à 5 200 \$ par année. Ces plus grands montants proviennent de la faible part modale dans ces régions. Toutefois, les coûts par km-personne sont plus faibles dû à la distance parcourue plus élevée. La Figure 7 montre les disparités régionales en ce qui concerne la voiture et le transport en commun. On constate que le transport collectif est toujours moins cher que l'automobile, peu importe où on habite sur l'île.

En ce qui concerne le vélo, les régions affichant les coûts les plus bas sont souvent celles dotées de moins d'infrastructures et d'une part modale plus faible. Ceci s'explique par le fait que la présence d'infrastructures dédiées au vélo stimule significativement l'augmentation de la part modale et réduit le coût par usager. Dans les quartiers où la part modale atteint au moins 2 %, les coûts ne dépassent généralement pas 10 cents par kilomètre, à l'exception de Ville-Marie et Westmount. À Kirkland, le coût social par kilomètre-personne pour le vélo est le plus élevé, une anomalie principalement due à l'existence d'une piste cyclable de près de 8 km et une part modale aussi faible que 0,1 %. Les coûts sont répartis entre seulement 12 utilisateurs, ce qui rend le calcul peu représentatif. Si on considère que cette piste est également fréquentée par des piétons, les coûts par utilisateur sont divisés par dix, mais cela augmente proportionnellement les coûts imputés aux piétons. C'est ce qu'on observe sur la figure 8, où les coûts très élevés proviennent d'une faible part modale ou d'un coût foncier important.

### 2.3. CÔTÉ TRANSPORTS COLLECTIFS

Il est possible de percevoir les transports en commun montréalais comme coûteux, malgré leur économie relative par rapport à l'automobile. Plusieurs facteurs peuvent expliquer ce phénomène. Premièrement, si l'on considère uniquement les coûts publics par km-personne, le transport collectif apparaît comme le plus onéreux (0,53 \$ vs 0,46 \$ pour l'auto). Toutefois, il faut considérer que les trajets en transport collectif sont plus courts en moyenne que ceux en auto (9,6 km vs 12,3 km pour l'auto). Ce qui démontre que par année, les coûts publics par personne sont moins élevés pour le transport en commun (2 543 \$ vs 2 850 \$ pour l'auto). De plus, une hypothèse pertinente à cet égard concerne l'utilisation du réseau. Contrairement à certaines agglomérations européennes où les réseaux sont souvent saturés, celui de Montréal ne l'est pas, malgré l'impression que peuvent donner certaines situations, comme les heures de pointe sur la ligne orange. Il semble donc envisageable d'augmenter l'achalandage sans investissements ni opérations coûteuses supplémentaires. Nous tenons à souligner, cependant, que cette observation ne remet pas en cause le besoin d'augmenter le financement des transports en commun au Québec, notamment pour satisfaire les objectifs de décarbonation ou lutter contre les inégalités sociales. Par ailleurs, le réseau

montréalais a bénéficié récemment de nombreux investissements majeurs. Bien que les coûts de ces investissements soient actuellement visibles dans les budgets, les bénéfices ne sont pas encore pleinement manifestes. Cela pourrait également expliquer pourquoi, économiquement, les transports en commun peuvent sembler moins avantageux par rapport à l'automobile.

Une étude publiée par le Centre sur la productivité et la prospérité de HEC Montréal indiquait récemment que les dépenses d'exploitation de la STM, mesurées par kilomètre parcouru, figuraient parmi les plus élevées au pays (Deslauriers et coll., 2024). La STM a contesté cette évaluation, arguant que la mesure par kilomètre parcouru manquait de pertinence en raison de la diversité des contextes urbains<sup>41</sup>. De plus, la STM a souligné que la comparaison ne tenait pas compte des mêmes catégories de dépenses entre différentes sociétés de transport, notamment en incluant les dépenses liées au service de la dette pour Montréal, mais pas pour d'autres localités. Concernant les coûts d'investissement, il est également supposé que les infrastructures coûtent particulièrement cher au Québec, partiellement à cause d'un manque de compétences industrielles locales. Cette lacune peut conduire à des situations où les contractants, étant peu nombreux sur le marché, sont en position de force pour négocier les contrats à leur avantage<sup>42</sup>.

De plus, tel que mentionné plus tôt dans la description des budgets de l'ARTM, la majorité des revenus provient de l'État, tant du municipal que du provincial, et les revenus des usagers tournent autour de 26 %. Cette proportion de revenus est très comparable à de grandes villes d'Europe comme Paris (27 %), mais inférieure à d'autres comme Madrid (40 %) ou Amsterdam (65 %)<sup>43</sup>.

La diversification des sources de financement du transport collectif représente une stratégie potentiellement bénéfique. En France, par exemple, près de 48 % des dépenses liées au transport collectif sont couvertes par le versement mobilité, une contribution financière obligatoire de tous les employeurs, tant publics que privés<sup>44</sup>. Étant donné que 57 % des usages du réseau de la Société de transport de Montréal (STM) concernent les trajets domicile-travail, l'adoption d'une mesure similaire au Québec pourrait être judicieuse.

Historiquement, la STM a manifesté une réticence envers les partenariats public-privé, rejetant cette approche depuis plus de deux décennies<sup>45</sup>. Cependant, une ouverture accrue à la concurrence pourrait potentiellement renforcer le réseau en améliorant l'offre et sa qualité<sup>46</sup>. L'expérience internationale offre des perspectives éclairantes. Par exemple, l'Allemagne a libéralisé ses réseaux ferroviaires en 1996, ce qui

<sup>41</sup> Henri Ouellette-Vézina (2023, 29 novembre). « Le réseau de Montréal est moins coûteux qu'ailleurs, réplique la STM », *La Presse*, section Grand Montréal. <https://www.lapresse.ca/actualites/grand-montreal/2023-11-29/etude-sur-le-transport-collectif/le-reseau-de-montreal-est-moins-couteux-qu-ailleurs-replique-la-stm.php>

<sup>42</sup> Philippe Teisceira-Lessard (2023, 23 novembre). « Le seul consortium en lice menace de claquer la porte », *La Presse*, section Grand Montréal. <https://www.lapresse.ca/actualites/grand-montreal/2023-11-23/prolongement-de-la-ligne-bleue/le-seul-consortium-en-lice-menace-de-claquer-la-porte.php>

<sup>43</sup> Thierry Mallet. *Voyage au cœur de la mobilité*. Édition le Cherche midi, 2022. p.71-72

<sup>44</sup> Rapport Duron (DGITM-Cerema-GART-UTP) sur les données 2018 portant sur 189 réseaux.

<sup>45</sup> Jeanne Corriveau. « Financement - La STM ne compte pas sur un PPP » *Le Devoir*. 4 mai 2005. <https://www.ledevoir.com/societe/80980/financement-la-stm-ne-compte-pas-sur-un-ppp?>

<sup>46</sup> Germain Belzile et Vincent Geloso. « Le transport en commun au tournant de la privatisation » Institut économique de Montréal. Octobre 2016.

[https://www.ledevoir.com/documents/pdf/noteIEDM.pdf?utm\\_source=recirculation&utm\\_medium=hyperlien&utm\\_campaign=corps\\_texte](https://www.ledevoir.com/documents/pdf/noteIEDM.pdf?utm_source=recirculation&utm_medium=hyperlien&utm_campaign=corps_texte)

a mené à une augmentation significative de l'offre et de la qualité des services, avec une croissance de 34 % de l'offre et de 90 % de la fréquentation<sup>47</sup>. Cette concurrence a également contribué à réduire les coûts liés à l'expansion des réseaux, un objectif financier crucial également pour notre système de transport<sup>48</sup>.

## L'auto vs le transport collectif

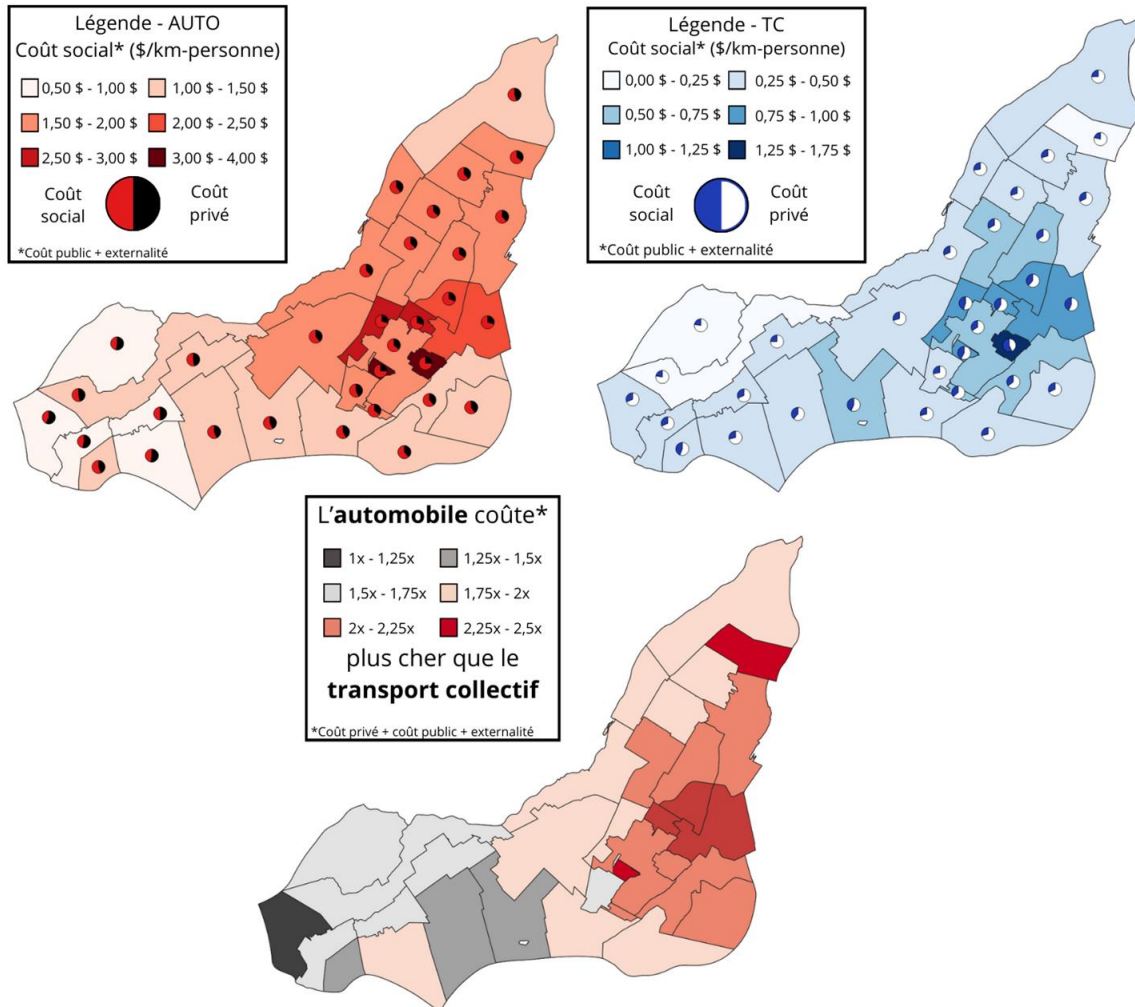


Figure 7 : Représentation par carte du coût social (\$/km-personne) et de la répartition des coûts (privé:social) pour l'automobile et le transport collectif, 2023

<sup>47</sup> Thierry Mallet. *Voyage au cœur de la mobilité*. Édition le Cherche midi, 2022. Chapitre 6.

<sup>48</sup> Hugo Prévost. « Le coût total du REM sera de 7,95 milliards de dollars, 26 % de plus qu'annoncé ». Radio-Canada. 13 septembre 2023. <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/2010042/rem-milliards-dollars-hausse?depuisRecherche=true>

# La mobilité active

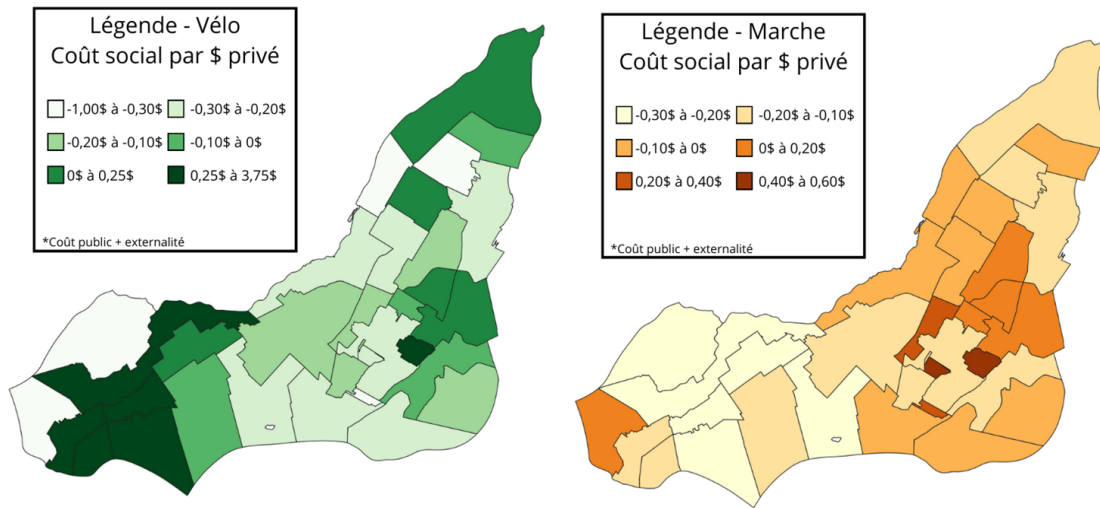


Figure 8 : Coût social par dollar dépensé par les usagers pour le vélo et pour la marche

## 2.4. CÔTÉ AUTOMOBILE

Concernant l'automobile, les discussions sur la dépense publique révèlent un paradoxe notable : malgré les coûts élevés déjà engagés pour le maintien des routes, ces dépenses s'avèrent insuffisantes pour garantir des infrastructures en bon état. Selon le rapport de la vérificatrice générale de novembre 2023, le MTMD affiche un déficit d'entretien des routes de 10 milliards de dollars<sup>49</sup>. Bien que cette observation concerne l'ensemble du Québec, il est raisonnable de supposer que la situation à Montréal est similaire, sachant que la ville a réduit les réfections des voiries pour éviter une saturation de l'île par les chantiers.

De ce constat découlent plusieurs raisons potentielles. Il se pourrait que les budgets alloués nécessitent une augmentation, ce qui suggérerait que le coût social de l'automobile est actuellement sous-estimé en raison d'un retard dans le financement des infrastructures appropriées. On remarque que déjà, le plus gros morceau des coûts par km-personne est les infrastructures. Alternativement, cela pourrait signaler que les coûts associés à l'automobile sont excessivement élevés, représentant un fardeau collectif difficilement soutenable. D'autant plus que le coût des infrastructures est exclusivement partagé entre dépenses publiques et externalités, comme le démontre la Figure 9. La possession comprend le coût pour la partie des déplacements domicile-travail/étude de l'achat d'une voiture et les frais de permis et d'immatriculation. Les coûts d'utilisation incluent la consommation de carburant, l'usure des pneus, la dépréciation kilométrique et l'entretien pour un véhicule léger, mais excluent la taxe carbone qui est incluse dans la partie privée des GES et des polluants atmosphériques. La partie externe des infrastructures

<sup>49</sup> Daniel Boily (2023, 23 novembre). « La moitié des routes du Québec en mauvais état prévient la vérificatrice générale », *Radio-Canada*, section Politique provinciale. <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/2029309/routes-quebec-vetuste-verificatrice-generale>



provient de l’emprise spatiale des routes excluant le stationnement. Le coût du stationnement inclut la partie privée qui provient de la moyenne des dépenses des ménages pour le stationnement et la partie externe provient de l’emprise spatiale. La congestion a été divisée en ses trois parties, temps supplémentaire, GES et polluants atmosphériques supplémentaires et utilisation supplémentaire, et les parties ont été ajoutées dans les coûts externes. Les accidents comprennent la partie privée provenant de la contribution d’assurance et la partie externe provenant du vrai coût des vies perdues.

Distribution des coûts pour l'automobile (\$/km-personne) - Agglomération de Montréal

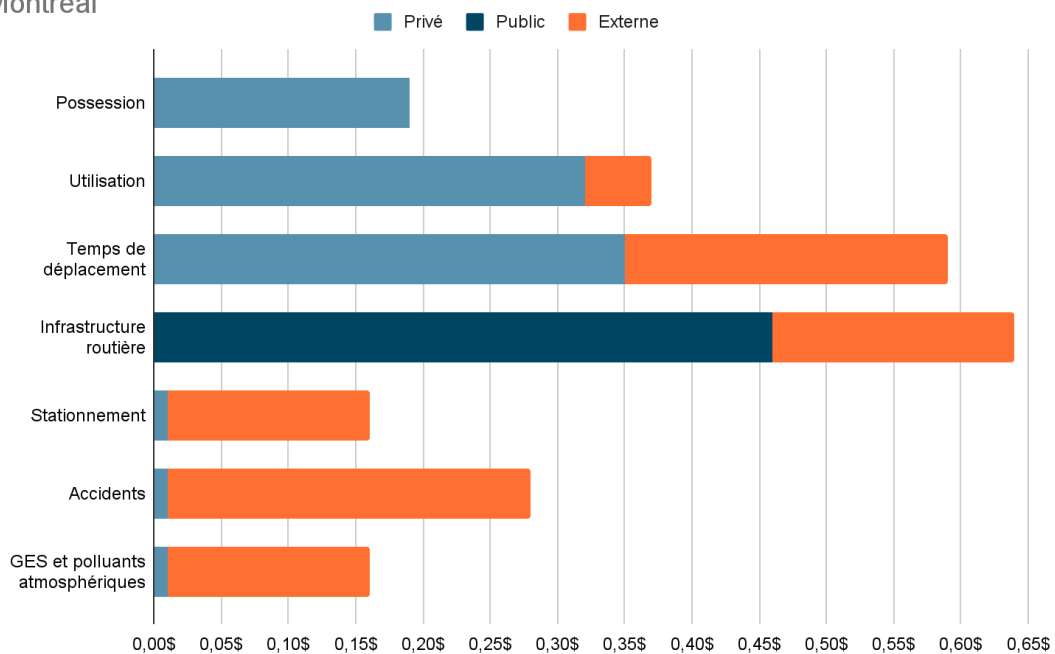


Figure 9 : Distribution des coûts pour l'automobile – Agglomération de Montréal

## 2.5. CÔTÉ MOBILITÉ ACTIVE

Dans certaines villes européennes, durant les heures de pointe, les vélos sont parfois plus nombreux que les voitures<sup>50</sup>, un phénomène remarquable qui reste encore loin de la réalité montréalaise. Néanmoins, le Réseau express vélo (REV) Saint-Denis, dès sa première année d'existence, a vu certains de ses segments atteindre le million de passages annuels, et il n’a fallu que trois ans pour dépasser les 1,5 million de passages par an. Cette tendance soulève la question : Montréal pourrait-elle témoigner un jour d’une prédominance cycliste comparable à celle observée dans certaines villes européennes ? Pour y parvenir, un investissement conséquent dans les aménagements et la mise en place d'incitatifs sera nécessaire.

<sup>50</sup> Pierre Breteau. « À Paris, la fréquentation des pistes cyclables a doublé en un an ». Le Monde. 11 novembre 2023. [https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2023/11/11/a-paris-la-frequentation-des-pistes-cyclables-a-double-en-un-an\\_6199510\\_4355770.html](https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2023/11/11/a-paris-la-frequentation-des-pistes-cyclables-a-double-en-un-an_6199510_4355770.html)

Nous observons actuellement l'émergence d'un réseau cyclable structurant à Montréal, qui pourrait potentiellement induire des changements comportementaux significatifs. Cependant, malgré l'enthousiasme pour l'expansion de ce réseau, comme en témoigne le projet du REV dans l'Ouest<sup>51</sup>, son déploiement rencontre une opposition notable. Par exemple, le corridor de mobilité durable sur Henri-Bourassa a provoqué des réactions tant positives que négatives<sup>52</sup>.

La mobilité active, incluant le vélo, constitue une alternative de transport durable, capable de réduire un certain nombre d'externalités du transport, y compris la pollution atmosphérique urbaine<sup>53</sup>. Cependant, l'adoption généralisée de telles pratiques nécessite la mise en place de politiques publiques adéquates et le soutien actif des divers acteurs de la société, tels que les employeurs, les établissements d'enseignement et les institutions.

## 2.6. HÉTÉROGÉNÉITÉ SOCIODÉMOGRAPHIQUE

Dans cette section, nous analysons les disparités de choix modal et de coûts entre les individus en utilisant les données de l'EOD2018. Nous présentons les résultats de plusieurs régressions linéaires menées au niveau des individus avec des effets fixes spatiaux au niveau des RTA afin de comprendre les facteurs sociodémographiques associés aux choix modaux et leurs coûts respectifs. Les résultats complets de ces régressions sont disponibles en Annexe 3.

### 2.6.1. CHOIX MODAL ET FACTEURS SOCIODÉMOGRAPHIQUES

Les choix modaux des individus pour leurs déplacements domicile-travail ou domicile-école sont influencés par plusieurs facteurs sociodémographiques et de localisation, comme le montrent les résultats suivants.

- **Nombre de véhicules dans le ménage :** La possession de plusieurs voitures dans un ménage augmente la probabilité d'utiliser l'automobile de 20 points de pourcentage par rapport à un ménage ne possédant qu'une seule voiture. Naturellement, ceci diminue la probabilité d'utiliser des alternatives telles que les transports en commun, le vélo, ou la marche.
- **Nombre de personnes dans le foyer :** La probabilité d'être conducteur diminue de 10 points de pourcentage pour les ménages de plus d'une personne, tandis que la probabilité d'utiliser des alternatives de transport augmente.

<sup>51</sup> Henri Ouellette-Vézina. « L'ouest de Montréal veut son REV ». La Presse, section Grand Montréal. 16 février 2024. <https://www.lapresse.ca/actualites/grand-montreal/2024-02-16/pistes-cyclables/l-ouest-de-montreal-veut-son-rev.php>

<sup>52</sup> Henri Ouellette-Vézina. « Boulevard Henri-Bourassa: « C'est assez révolutionnaire, ce qui s'en vient » ». La Presse, section Grand Montréal. 11 septembre 2023. <https://www.lapresse.ca/actualites/grand-montreal/2023-09-11/boulevard-henri-bourassa/c-est-assez-revolutionnaire-ce-qui-s-en-vient.php>

<sup>53</sup> Philippe Quirion, Marion Leroutier. (2024) « Le vélo, meilleur atout pour réduire la pollution et les temps de trajet - L'exemple de l'Île-de-France ». *The Conversation*. <https://theconversation.com/le-velo-meilleur-atout-pour-reduire-la-pollution-et-les-temps-de-trajet-lexemple-de-lile-de-france-219509>



- **Sexe** : Les femmes ont une probabilité de 3.5 points de pourcentage de moins que les hommes d'être conductrices ou passagères et parcourent en moyenne 2.6 km de moins en voiture. Elles ont, en revanche, une probabilité de 2.5 points de pourcentage de plus d'utiliser les transports en commun par rapport aux hommes.
- **Âge** : Les jeunes de moins de 15 ans ont une probabilité de 27 points de pourcentage de moins d'utiliser l'automobile et 11 points de moins d'utiliser les transports en commun, mais 17 points de plus de marcher par rapport au groupe de référence des 15-35 ans. La probabilité d'être conducteur est la plus élevée pour le groupe d'âge 35-54 ans, avec une augmentation de 10 points de pourcentage par rapport au groupe de référence.
- **Statut de travail** : Les travailleurs ont une probabilité de presque 40 points de pourcentage de plus d'utiliser l'automobile pour leurs déplacements, bien que cela n'affecte pas significativement la distance parcourue.
- **Localisation** : Ceux qui vivent dans l'agglomération de Montréal, mais travaillent en dehors ont une probabilité de 23 points de pourcentage de plus d'être conducteurs que ceux qui vivent et travaillent dans l'agglomération, et parcourent en moyenne 16 km de plus. Ceux qui vivent en dehors, mais travaillent dans l'agglomération ont une probabilité de 16 points de pourcentage de plus d'être conducteurs et parcourent 28 km de plus. Ceux qui vivent et travaillent en dehors de l'agglomération ont une probabilité de 21 points de pourcentage de plus d'utiliser l'automobile et parcourent 12 km de plus que le groupe de référence.

### 2.6.2. COÛTS ET FACTEURS SOCIODÉMOGRAPHIQUES

Les coûts de transport, incluant les coûts privés, sociaux, et les coûts associés aux émissions de GES des individus pour leurs déplacements domicile-travail ou domicile-école sont aussi influencés par plusieurs facteurs sociodémographiques et de localisation, comme détaillés ci-après.

- **Nombre de véhicules dans le ménage** : La possession de plusieurs voitures par le ménage augmente le coût total annuel de transport de 4 137 \$ par individu, avec 3 881 \$ de coûts sociaux et 426 \$ pour les émissions de GES.
- **Nombre de personnes dans le foyer** : Un foyer de deux personnes a un coût total annuel de transport plus bas de 644 \$, par rapport au foyer unipersonnel, incluant une réduction de 556 \$ des coûts sociaux et de 53 \$ des émissions de GES. Pour un foyer de trois personnes ou plus, le coût total diminue de 1 029 \$, avec une réduction de 907 \$ des coûts sociaux et de 90 \$ des émissions de GES.
- **Sexe** : Les femmes supportent des coûts totaux annuels de transport de 789 \$ inférieurs à ceux des hommes. Elles ont également des coûts privés de 322 \$ et des coûts sociaux de 468 \$ plus bas, ainsi que des coûts d'émissions de GES de 76 \$ inférieurs.
- **Âge** : Les jeunes de moins de 15 ans supportent des coûts totaux de transport de 4 747 \$ inférieurs à ceux du groupe de référence (15-35 ans), avec des réductions de 2 774 \$ en coûts privés et de 1 973 \$ en coûts sociaux, ainsi qu'une réduction de 151 \$ pour les émissions de GES. Les individus de 35 à 54 ans supportent des coûts totaux de transport de 1 005 \$ plus élevés, incluant

une augmentation de 222 \$ en coûts privés et de 783 \$ en coûts sociaux, ainsi que 90 \$ pour les émissions de GES. Ceux de plus de 54 ans ont des coûts totaux de 605 \$ plus élevés, principalement en coûts sociaux (628 \$).

- **Statut de travail** : Les travailleurs supportent des coûts totaux annuels de transport de 2 507 \$ plus élevés, incluant une augmentation de 419 \$ en coûts privés, de 2 088 \$ en coûts sociaux, et de 250 \$ pour les émissions de GES.
- **Localisation** : Ceux qui vivent dans l'agglomération de Montréal, mais travaillent en dehors supportent des coûts totaux de transport de 6 530 \$ plus élevés, incluant 3 677 \$ en coûts privés, 2 853 \$ en coûts sociaux, et 757 \$ pour les émissions de GES, par rapport à ceux qui résident et travaillent dans l'agglomération.

Ces résultats soulignent l'importance des facteurs sociodémographiques dans les coûts de transport. La possession de véhicules, la composition du foyer, le sexe, l'âge, le statut de travail et la localisation géographique jouent tous un rôle significatif dans les coûts totaux, privés, sociaux et environnementaux du transport. Ces disparités importantes entre les différents groupes peuvent orienter les politiques de transport pour promouvoir des modes de déplacement plus durables et équitables.

### 3. ET SI ON CHANGEAIT LES HABITUDES DE MOBILITÉ ?

#### 3.1. POTENTIEL DE REPORT MODAL ET PROJECTIONS

Le potentiel de transfert des choix de transport dans l'agglomération de Montréal est significatif, comme en témoignent les données révélatrices sur les trajets en voiture et les alternatives possibles. Une analyse approfondie des statistiques de l'EOD2018 révèle que seulement 15 % des trajets (aller simple) en voiture durent plus de 30 minutes sans congestion, représentant 33,3 % des kilomètres parcourus pour se rendre au travail ou à l'école, et engendrant respectivement 25 % et 18 % des coûts privés et sociaux. De plus, 35 % des trajets en voiture sont plus longs avec congestion que les alternatives disponibles, représentant 20 % des kilomètres parcourus en voiture.

Les données de déplacement suggèrent la faisabilité d'un transfert modal d'au moins 40 % des déplacements conducteurs, soit 46 % des trajets avec ou sans passagers, vers des options de transport plus durables telles que la marche, le vélo ou les transports en commun. Ce transfert est envisagé principalement pour les trajets de moins de 10 kilomètres, avec un écart de temps n'excédant pas 5 minutes par rapport aux durées de trajet automobile en conditions de congestion. Pour les trajets de 10 km au maximum, les conducteurs voyagent en moyenne 4,8 km en 13 à 21 minutes en fonction de la congestion<sup>54</sup>, et sont responsables de 21 % des émissions de GES liés au transport routier des personnes lié au travail ou aux études dans l'agglomération.

En supposant un report modal vers l'option durable la plus rapide pour ces personnes, ces changements génèrent de vastes économies potentielles pour la société. En adoptant des modes de transport plus durables, les conducteurs pourraient réduire leurs dépenses annuelles de 3 530 \$ en coûts privés et de près

<sup>54</sup> En considérant les trajets inférieurs à 7 km et 5 km, nous identifions respectivement 31 % et 22 % de trajets conducteurs transférables, totalisant 15 % et 10 % des émissions de GES des autos sur l'île.

de 10 130 \$ en coûts sociaux. De manière plus large, la société pourrait réaliser des économies annuelles de 1,7 milliards de dollars. Par ailleurs, cette transition pourrait entraîner une diminution de 21 % des émissions de GES, réduire la congestion jusqu'à 55 % et abaisser de 46 % le nombre d'accidents par rapport à la situation actuelle.

Néanmoins, ces modifications des comportements de déplacement induisent une perte évaluée à 154 millions de dollars en valeur de temps par an. Cette perte serait largement compensée par une économie de 392 millions de dollars en coûts privés. De plus, les économies privées pourraient être beaucoup plus élevées si on considère que le changement modal vient avec un délaissement complet d'une voiture d'un ménage. Les coûts privés et sociaux pour différentes distances sont présentés dans la Figure 10. Il est intéressant de noter que ces économies incluent notre choix de garder les infrastructures et leurs investissements constants. Cependant, il faut noter qu'avec un changement modal important année après année, les investissements associés à chaque mode de transport pourraient changer. Toutefois, adapter une ville à une mobilité durable prend du temps et surtout du côté des transports collectifs peut coûter cher initialement, mais sera toujours moins cher qu'une ville qui continue d'investir dans l'automobile.

Ce changement de comportement aurait un impact significatif sur la part modale du vélo, passant de 3,3 % à 17,3 % en considérant uniquement les conducteurs, et jusqu'à 23,6 % en incluant également leurs passagers. Les profils démographiques des ménages et des individus derrière ces trajets identifiés révèlent une prédominance de ménages possédant au moins deux voitures, avec une moyenne de trois personnes par ménage. Les conducteurs de ce groupe ont en moyenne 44 ans, tandis que les passagers ont en moyenne 17 ans. Les deux arrondissements les plus représentés sont Rosemont et Côte-des-Neiges pour un total de 15 % de ces ménages avec potentiel de report modal.

La probabilité d'appartenir au groupe de report modal, en considérant seulement les trajets de moins de 5 km, est associée à plusieurs facteurs. Cette probabilité augmente de 13 points de pourcentage pour les individus dont le ménage possède plus d'une automobile. Bien que les femmes conduisent moins fréquemment, elles présentent une probabilité légèrement supérieure (+2 points de pourcentage) d'appartenir à ce groupe par rapport aux hommes, notamment parce qu'elles tendent à effectuer des trajets plus courts. Les groupes d'âge de 35-54 ans et plus de 54 ans montrent également une plus forte présence dans ce groupe de report modal, en partie du fait de leur propension plus élevée à conduire. Toutefois, ceux qui vivent dans l'agglomération de Montréal, mais travaillent en dehors, ainsi que ceux qui vivent en dehors, mais travaillent dans l'agglomération, sont moins représentés en raison de la longueur de leurs trajets.

Ces observations révèlent des opportunités tangibles pour l'élaboration de politiques publiques destinées à encourager le report modal. Par exemple, la mise en place de subventions à la mobilité active, conditionnées par l'abandon d'un véhicule automobile, pourrait constituer une mesure incitative particulièrement efficace. Cette proposition est d'autant plus pertinente que certaines familles possèdent plusieurs véhicules, dont le taux d'utilisation est relativement faible. Une telle stratégie pourrait ainsi contribuer à réduire de manière significative le nombre de véhicules sur les routes, tout en facilitant une transition vers des modes de transport plus durables.

## Économies privées et sociales (M\$ par année)

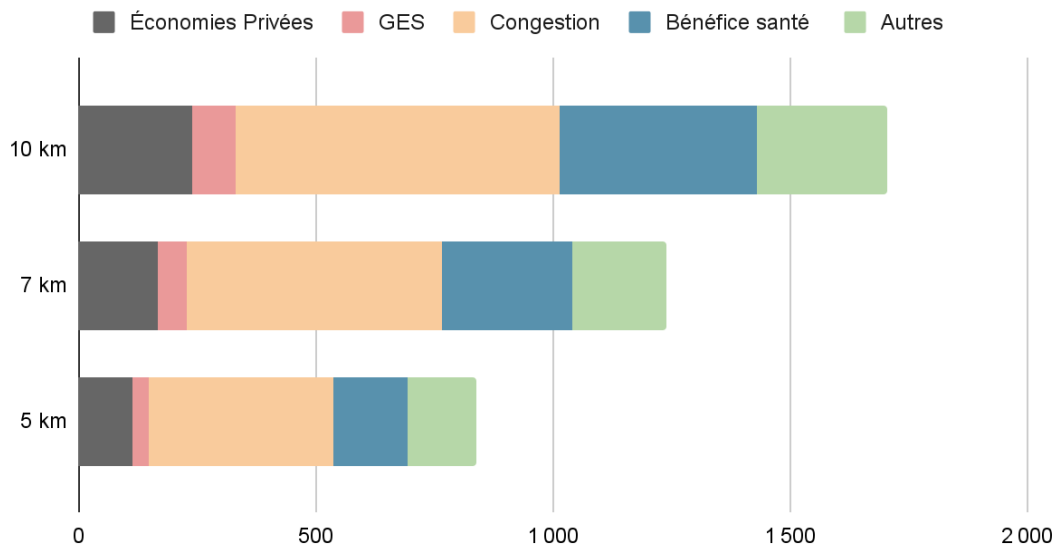


Figure 10 : Économie privées et sociales dans l'hypothèse d'un report modal des trajets de 5 km, 7 km et 10 km (et moins) – Agglomération de Montréal, 2023

### 3.2. LES DÉTERMINANTS DU CHOIX MODAL

L'analyse des choix modaux dans le cadre montréalais met en évidence une discordance significative entre le potentiel identifié pour un changement modal et les préférences actuelles des automobilistes, qui ne sélectionnent pas toujours le moyen de transport le plus efficace, que ce soit en termes de coût ou de temps. Si la simple reconnaissance de cette réalité entraînait un changement immédiat vers des transports plus durables, la discussion autour des stratégies de report modal ne serait pas aussi prépondérante. Cependant, comme l'indiquent Courel et coll. (2020), bien que les caractéristiques objectives des modes de transport constituent des critères fondamentaux, elles ne suffisent pas seules à modifier les comportements des usagers. Une multitude d'autres facteurs, notamment psychologiques, environnementaux et socioéconomiques, exercent une influence cruciale sur les décisions modales.

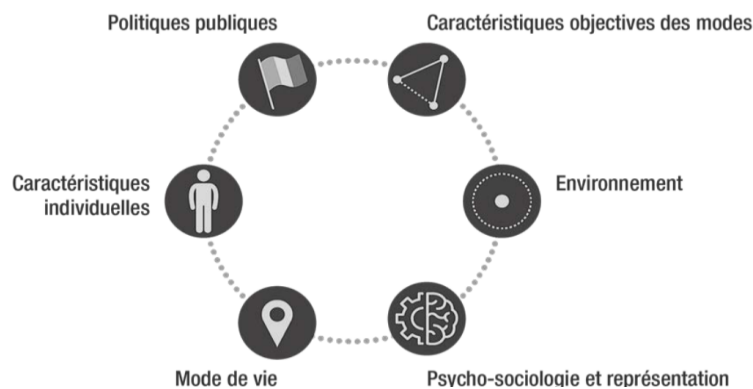


Figure 11 : Les déterminants du choix modal (Courel et coll., 2020)

Pour examiner ces influences de manière approfondie, Courel et coll. (2020) classent les déterminants du choix modal en six catégories principales, comme présentées dans la Figure 11. La première regroupe les caractéristiques objectives des modes, comme le temps de trajet, qui, bien qu'important, ne suffit pas à lui seul à déterminer le choix modal. Les usagers accordent une importance plus grande à la qualité relative du temps de trajet, incluant des aspects tels que la fréquence et la fiabilité du service offert par les transports en commun, ainsi que les coûts individuels comprenant à la fois des dépenses fixes et variables. La deuxième catégorie se focalise sur l'environnement, y compris la densité urbaine, la diversité des activités dans un périmètre restreint, et l'aménagement urbain, qui influence l'accessibilité et la sécurité des différents modes de transport.

En troisième lieu, la psychosociologie et les représentations jouent un rôle prépondérant. La manière dont les individus perçoivent et vivent leur trajet affecte profondément leurs choix de transport. Cela comprend l'optimisation du temps de trajet, où les nouvelles technologies facilitent des activités telles que le travail ou la détente pendant l'utilisation des transports collectifs. Les représentations sociales associées à chaque mode de transport, telles que l'image du vélo associé à certaines classes sociales ou de la voiture comme symbole de réussite, influencent également les choix modaux. En outre, la perception de la sécurité, du confort et de la liberté offerte par chaque mode, et propre à chaque individu et à son mode de vie, a également un impact significatif sur les décisions. Finalement, les politiques publiques, comme le financement des transports collectifs, interagissent avec l'ensemble de ces dimensions pour déterminer les décisions de transport au-delà de simples considérations logistiques pour s'enraciner dans les structures sociales, économiques et culturelles.

### 3.3. QUELLES ACTIONS PRENDRE POUR RÉALISER LE POTENTIEL DE REPORT MONTRÉALAIS

Les motivations pour modifier nos habitudes de mobilité sont diverses et incluent des considérations à la fois individuelles et collectives. L'atteinte des objectifs de réduction des émissions de GES requiert une transformation substantielle de nos systèmes de transport. À cet égard, la prédominance de l'utilisation individuelle de l'automobile constitue un frein majeur à la réduction des émissions. Par ailleurs, notre analyse précédente a mis en évidence le coût exorbitant associé à nos modes de transport actuels, ainsi que les économies potentielles à réaliser, tant au niveau des budgets publics que des externalités, souvent négligées, mais également au niveau des finances personnelles.

Dans de nombreux cas, le choix modal ne s'avère pas économique, ne permet pas de gain de temps significatif, et n'est pas conditionné par des contraintes telles que des handicaps. Malgré cela, de nombreux citoyens considèrent qu'ils ne disposent d'aucune alternative viable à l'utilisation de l'automobile, soit par méconnaissance du coût réel de ce mode de transport, soit par surestimation des difficultés d'accès aux alternatives disponibles. Il est donc crucial de réfléchir aux stratégies permettant de sensibiliser le grand public aux options de transport quotidien disponibles et de mettre en œuvre des mesures concrètes favorisant un report modal à Montréal.

### 3.3.1. REPORT VERS LES MOBILITÉS ACTIVES

Plusieurs villes dans le monde ont vu ces dernières années un rééquilibrage important des modes de transport de leurs habitants. Un cas historique souvent cité est celui d'Amsterdam, qui, dès les années 1970, a amorcé un retour marqué au vélo, malgré la prédominance antérieure de la voiture dans l'espace public. Cependant, un exemple plus contemporain et tout aussi instructif est celui de Paris, en France. À l'instar de nombreuses autres capitales européennes, Paris a vu la prédominance de l'automobile s'accroître, malgré un réseau de transport en commun robuste. Toutefois, une inversion de cette tendance s'est amorcée récemment (Pelloux et coll., 2021), avec un accroissement notable de l'utilisation du vélo dans les pratiques modales.

Ce changement résulte en grande partie de politiques volontaristes et de divers facteurs extérieurs, notamment les importantes grèves des transports en commun. En 1995, une grève prolongée paralysait les transports en commun parisiens pendant plus d'un mois, impactant également la circulation automobile. De nombreux travailleurs se tournèrent alors vers les mobilités actives, et certains adoptèrent ces pratiques de manière durable. À la suite de ces événements, en 1996, le maire de Paris entreprit un ambitieux plan vélo, aboutissant à la création d'environ 180 km d'aménagements cyclables durant son mandat (Héran, 2017). Plus récemment, les grandes grèves et la pandémie de COVID-19 ont encore une fois stimulé l'adoption des mobilités actives et accéléré le développement d'infrastructures sécurisées, renforçant ainsi le changement des habitudes des usagers et incitant les autorités à soutenir ces alternatives.

Bien que des bouleversements sociaux de grande envergure ne soient pas souhaitables pour favoriser un report modal vers les mobilités actives, des phénomènes similaires, bien que de moindre ampleur, ont été observés à Montréal. Durant la pandémie, la mise en place de corridors actifs sécurisés, parfois appelés « coronapistes », a encouragé l'augmentation des déplacements à vélo. Bien que la majorité de ces installations aient été démantelées post-pandémie, contrairement à Paris, certaines ont été pérennisées, telles que la piste cyclable sur l'avenue Christophe-Colomb. Compte tenu de l'imprévisibilité d'une nouvelle épidémie et de l'incertitude d'une grève majeure dans les transports collectifs, il devient impératif de trouver d'autres méthodes pour influencer durablement les habitudes de mobilité. À cet égard, les programmes d'essai du vélo, tels que Véligo en région parisienne et Vélovolt au Québec, ont prouvé être des incitatifs efficaces. Ces initiatives ne visent pas à concurrencer ni à remplacer les systèmes de vélo-partage existants, mais plutôt à offrir une option complémentaire visant un objectif distinct.

#### VÉLIGO

La métropole parisienne, dotée d'un réseau très développé de vélos en libre-service, le Vélib', illustre l'ampleur de cette initiative avec ses 1 472 stations et ses 171 288 trajets réalisés quotidiennement, totalisant plus de 13 millions de kilomètres parcourus chaque mois, dont 62 % effectués sur des vélos à assistance électrique (VAE).<sup>55</sup> Ce système est devenu un mode de transport intégral pour les résidents parisiens. Parallèlement, la région a lancé en 2018 le programme Véligo, un service de prêt longue durée de VAE, qui a rapidement élargi sa portée avec plus de 64 000 abonnés en 2022<sup>56</sup>. Disposant d'une flotte

<sup>55</sup> Données disponibles sur la page <https://blog.velib-metropole.fr/velib-en-chiffres/>, consultée le 15 mai 2024

<sup>56</sup> Frandroid (2022). Véligo : bonne nouvelle, les vélos cargo électriques vont prendre de l'ampleur d'ici un an, 10 octobre 2022. Consulté de <https://www.frandroid.com/produits-android/mobilite-urbaine/velo->

de 17 000 VAE, y compris 450 vélos cargos, Véligo a su répondre à une demande croissante : 50 % de ses utilisateurs expriment le souhait d'acquérir leur propre VAE à l'expiration de leur contrat de location semestriel, et 80 % auraient préféré prolonger cette période<sup>57</sup>.

Le lancement de Véligo a été financé par un budget initial de 60 millions d'euros pour 10 000 VAE, ciblant une population de plus de 12 millions d'habitants. En extrapolant à l'échelle de Montréal, qui compte un peu plus de 2 millions d'habitants, un programme analogue nécessiterait un budget d'environ 15 millions de dollars canadiens. Bien que ce montant puisse sembler considérable, les bénéfices potentiels en termes d'économies publiques et d'externalités pourraient justifier un tel investissement. La pertinence d'une telle initiative au Québec, comparable à celle observée en Europe, est étayée par les résultats prometteurs du programme Vélovolt (Chevalier, 2024).

#### VÉLOVOLT

La campagne Vélovolt a permis de prêter, pour des périodes de trois semaines, des VAE à des salariés d'organisation avec l'objectif de les éloigner de l'auto solo. Plus de 1000 participants ont bénéficié de ces essais, à travers le Québec, lors de deux années successives. Les résultats de cette initiative sont très encourageants. Bien que la durée des prêts soit nettement plus courte que celle proposée par le programme Véligo, elle a eu un impact notable sur les comportements des utilisateurs : à l'issue de leur période d'essai, 37 % des participants ont réduit leur utilisation de la voiture ou du VUS pour leurs trajets quotidiens, 3 % ont complètement abandonné ce mode de transport pour le navettage. Par ailleurs, 10 % ont augmenté leur recours aux transports en commun, 18 % ont continué d'utiliser le VAE, 23 % ont opté pour la marche et 24 % pour le vélo standard. Ces résultats démontrent que la possibilité existe d'une diminution de l'utilisation de l'auto solo pour le navettage, sans nécessiter de moyens financiers considérables.

Pour compléter ces mesures incitatives visant à favoriser les mobilités actives, notamment le vélo, le rapport d'Équiterre détaille un ensemble de stratégies efficaces. Parmi celles-ci figurent des mesures organisationnelles, des incitatifs financiers, des aménagements du territoire, la facilitation des déplacements intermodaux, ainsi que des actions de communication et de sensibilisation. Chacune de ces approches contribue à façonner un environnement plus propice au report modal vers des options de transport plus durables.

### 3.3.2. RÉÉQUILIBRER LA CHARGE DU COÛT SOCIAL DE L'AUTOMOBILE

Outre les actions positives à prendre en faveur des mobilités durables, il convient également de s'interroger sur un rééquilibrage de la charge du coût du transport. Comme démontré dans ce rapport, le choix du navettage automobile est très cher pour la collectivité, en particulier parce que les automobilistes ne paient pas le coût réel de leur choix modal.

---

[electrique/1499348 veligo-bonne-nouvelle-les-velos-cargos-electriques-vont-prendre-de-lamplieur-dici-un-an](https://www.iledefrance-mobilites.fr/actualites/veligo-bonne-nouvelle-les-velos-cargos-electriques-vont-prendre-de-lamplieur-dici-un-an) le 15 mai 2024

<sup>57</sup> Île-de-France Mobilités (2020). Véligo location passe le cap des 10 000 clients, 27 mai 2020. Consulté de <https://www.iledefrance-mobilites.fr/actualites/veligo-location-passe-cap-10000-clients> le 15 mai 2024



Par exemple, la valeur totale des indemnités versées par la SAAQ était de 96 M\$ en 2022, ce qui est légèrement plus bas que les contributions d'assurance des automobilistes de Montréal, qui représentent un total de 112 M\$. Pourtant le véritable coût des accidents comprend aussi la perte de production pour les ménages et la société en raison des décès et des blessures. En considérant uniquement les 52 accidents mortels impliquant un automobiliste, un cycliste ou un piéton dans l'agglomération de Montréal, le coût réel des accidents monte à 1 milliard de dollars pour 2022 et 3,7 milliards pour le Québec.

Par ailleurs, la SAAQ prévoit de remettre une portion de l'excédent de son capital sur la période 2022-2024 aux automobilistes allant jusqu'à 1 160 M\$, posant ainsi la question du choix collectif de la charge du coût des accidents. L'utilisation de ces excédents serait pourtant justifiée dans des investissements pour l'aménagement des rues, l'apaisement de la circulation, et une mise en place de la Vision Zéro.

Un autre exemple de poste pour lequel les automobilistes ne paient pas à la hauteur du coût réel est celui des espaces de stationnement. Une étude du Conseil Régional de l'Environnement (CRE) de 2023<sup>58</sup> a montré que le coût réel des espaces de stationnement sur l'île de Montréal était nettement plus élevé que les coûts des vignettes, lorsqu'elles existent, créant de facto une subvention en espace public aux utilisateurs d'automobiles.

Il est raisonnable que la société assume une part des coûts associés aux différents modes de transport. Toutefois, il est paradoxal que le mode de transport le plus subventionné soit précisément celui qui éloigne le plus la société de ses objectifs. Cette contradiction met en évidence l'urgence de réaligner les subventions afin de rendre les politiques publiques plus cohérentes avec les objectifs environnementaux, mais également de favoriser la mise en place d'une dynamique de transformation durable des habitudes de mobilité.

### 3.3.3. MOBILISER À TOUS LES NIVEAUX DE LA SOCIÉTÉ POUR UNE MOBILITÉ PLUS DURABLE

Comme évoqué plus tôt, ces résultats ont pour objectif d'appuyer un changement de paradigme dans la mobilité quotidienne, en incitant à reconsidérer les choix modaux et les projets de transport à la lumière de leurs véritables coûts. Une telle reconsidération requiert des changements tant au niveau individuel qu'au niveau gouvernemental.

Au niveau individuel, il est essentiel d'informer les automobilistes qu'ils disposent de choix économiques viables. La Figure 12 illustre les économies qui pourraient être réalisées, à titre individuel et à titre collectif, dans différents scénarios de report modal. Ce processus constitue la première étape vers l'adoption de nouvelles habitudes de mobilité. Cette démonstration peut à la fois légitimer des politiques publiques ambitieuses et convaincre les ménages soucieux de leurs finances. Cependant, comme l'ont montré Couret et coll. (2020), les déterminants du choix modal sont interreliés. La reconnaissance de la pertinence d'un

<sup>58</sup> Conseil régional de l'Environnement (CRE). *Le stationnement dans la métropole. Bâtir des connaissances pour une mobilité urbaine durable*, présenté au Ministère du Transport et de la Mobilité durable. (2023) <http://www.bv.transports.gouv.qc.ca/mono/1231985.pdf>



navetage durable constitue un prérequis, mais la transition effective vers ces pratiques représente un défi supplémentaire.

## Mobilité Montréal : Les coûts sociaux des transports

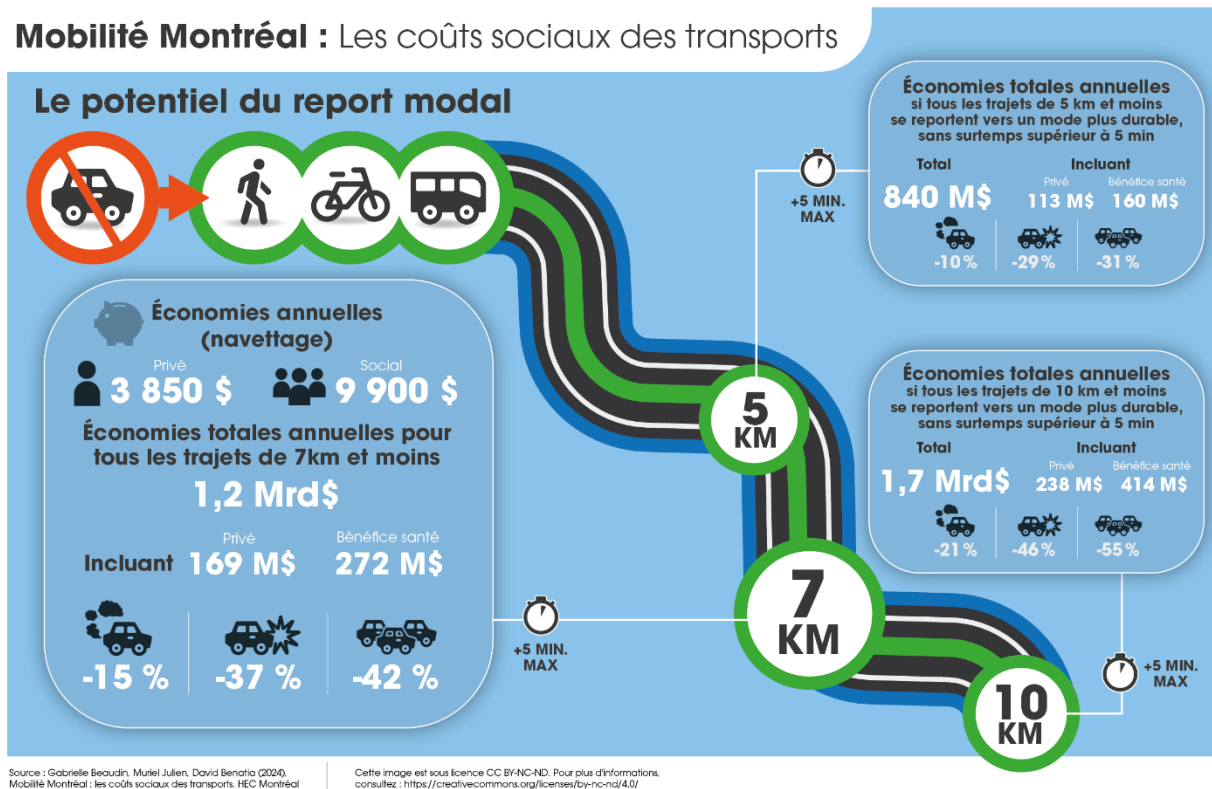


Figure 12 : Représentation graphique des économies privées et sociales dans l'hypothèse d'un report modal des trajets de 5 km, 7 km et 10 km (et moins) - Agglomération de Montréal, 2023

Sur le plan sociétal, il incombe aux gouvernements — fédéral, provincial et municipal — de saisir pleinement l'ampleur de l'enjeu et d'élaborer, chacun selon son échelle de gouvernance, des stratégies incitatives. Celles-ci devraient inclure des investissements prioritaires dans les infrastructures de transport collectif et de mobilité active sécurisée, un financement pérenne des sociétés de transport collectif pour garantir un service fiable et régulier, ainsi que des subventions publiques pour l'acquisition d'équipements dédiés à la mobilité active. De plus, des actions de communication ciblées envers les navetteurs pour lesquels le changement modal serait le plus aisément réalisable sont essentielles.

Entre les citoyens et les instances gouvernementales, il est également crucial de s'appuyer sur la volonté et les initiatives de l'ensemble des organisations de la société civile. À leur niveau, ces entités peuvent déployer des initiatives favorisant une mobilité plus durable et responsable.

Dans cette perspective, l'engagement des grands employeurs publics et privés de Montréal dans la transition vers des mobilités plus durables est une initiative majeure qui souligne l'importance de l'action

collective pour modifier les habitudes de transport<sup>59</sup>. Ces employeurs proposent un pacte, s'engageant à prendre des mesures audacieuses pour promouvoir l'utilisation des transports collectifs et des mobilités actives. Parmi ces mesures, ils envisagent d'établir tous leurs nouveaux locaux à proximité des transports en commun à haute fréquence, d'offrir des incitations financières pour encourager la marche et le vélo, réduire la demande de stationnement individuel et électrifier leur flotte de véhicules. En contrepartie, ils appellent les gouvernements du Québec et du Canada à augmenter leur soutien par des investissements massifs dans les infrastructures de transport non routières et les transports en commun, afin de faciliter un environnement urbain plus durable. Ce pacte est présenté comme un modèle d'action pour Montréal et pourrait servir de référence pour d'autres régions, illustrant l'importance des partenariats entre le secteur privé et les autorités publiques pour atteindre des objectifs environnementaux ambitieux.

Les déclarations d'émissions de GES, structurées selon le GHG Protocol, sont un élément essentiel pour guider les stratégies de réduction des émissions des entreprises. Ces déclarations s'organisent en trois catégories distinctes : la Portée 1 couvre les émissions directes issues des activités propres de l'entreprise, telles que celles des véhicules de société ou des procédés de production. La Portée 2 recense les émissions indirectes liées à l'énergie consommée, comme l'électricité achetée. Enfin, la Portée 3 englobe l'ensemble des autres émissions indirectes, incluant notamment les déplacements des employés et les opérations des sous-traitants. Ce dernier est particulièrement significatif pour les entreprises qui souhaitent mesurer et communiquer sur leur impact environnemental global. En adoptant des mesures telles que le soutien à des programmes de vélopartage, l'installation de douches pour encourager le cyclisme, ou la mise en place d'incitations douces<sup>60</sup>, les entreprises peuvent jouer un rôle déterminant dans la promotion d'une mobilité responsable. En allant au-delà des exigences réglementaires, ces actions positionnent les entreprises comme des leaders innovants et influents en matière de pratiques de mobilité durable.

#### 4. PERSPECTIVES PROVINCIALES ET FÉDÉRALES

Comme souligné dans l'introduction, une contrainte majeure de ce type d'études sur les coûts de la mobilité réside dans la difficulté de transposer les résultats à des contextes différents. Le Québec et le Canada présentent des diversités contextuelles que le seul cas de Montréal ne saurait englober adéquatement. En effet, à l'opposé de la diversité des modes de transport observée à Montréal, la part modale de l'automobile dans le reste du Québec s'élève à plus de 85 %. Cette prédominance de l'automobile dans les autres régions et centres urbains québécois accentue l'urgence de développer des alternatives de transport durables.

---

<sup>59</sup> Mayrand, K., & Hubert, A.-M. (2023, 25 avril). Accélérons ensemble la mobilité durable du Grand Montréal. La Presse. <https://www.lapresse.ca/debats/opinions/2023-04-25/accelerons-ensemble-la-mobilite-durable-du-grand-montreal.php>

<sup>60</sup> Les incitations douces, ou *nudges*, sont des stratégies visant à promouvoir des choix de transport plus écologiques sans imposer de contraintes directes ou de sanctions. Elles s'appuient plutôt sur la modification subtile de l'environnement décisionnel des individus. Un exemple de cette approche est la ludification des comportements de transport, où les employés d'une entreprise participent à des activités compétitives ou collaboratives sur une plateforme qui attribue des points pour des comportements écoresponsables. Cette méthode vise à encourager spontanément des choix plus verts par des mécanismes ludiques et interactifs qui renforcent les comportements positifs sans recours à des incitations financières explicites.

Dans cette section, nous utilisons une méthodologie innovante qui exploite l'apprentissage statistique, s'inspirant de la littérature existante sur les transferts de bénéfices<sup>61</sup>. Cette approche méthodologique nous permet d'extrapoler une partie de nos résultats à l'ensemble du Québec et du Canada. L'objectif est de fournir des informations pour l'élaboration de politiques publiques axées sur la décarbonation du transport des personnes qui tiennent compte des spécificités régionales.

#### 4.1. DESCRIPTION DE LA MÉTHODE DE TRANSPOSITION

Notre méthode utilise un modèle de prédiction pour inférer les valeurs clés, qui ne sont observables qu'à travers l'EOD2018 pour les populations de la Communauté métropolitaine de Montréal (CMM), ou spécifiquement à l'échelle de l'agglomération de Montréal en ce qui concerne les différents types de coûts calculés avec la plus grande précision possible. Notre modèle repose sur une correspondance entre les données observées et celles issues du recensement de 2016, à l'échelle des régions de tri d'acheminement (RTA), qui correspondent aux trois premiers caractères des codes postaux canadiens. Ces données, exhaustivement collectées pour tous les RTA canadiens, incluent des informations sociodémographiques détaillées, y compris des variables relatives aux choix de mobilité des travailleurs.

Les variables retenues pour estimer une correspondance entre les données exhaustives et incomplètes varient selon les variables à prédire, mais la méthodologie appliquée reste constante. Nous adoptons une approche statistique qui consiste à combiner les prédictions issues de plusieurs modèles statistiques différents afin de former une unique prédiction finale. Cette technique, connue sous le nom d'agrégation de modèles, vise à réduire le risque de surajustement en prenant en compte l'incertitude dans le choix du modèle et en intégrant les forces et faiblesses de divers modèles. Ainsi, l'agrégation de modèles permet de produire des estimations plus stables et moins sensibles aux spécificités des données utilisées pour l'apprentissage.

Plus spécifiquement, nous nous appuyons sur les récents développements de la littérature en apprentissage statistique, qui indiquent que la combinaison de certains modèles non seulement équilibre les biais d'extrapolation et d'interpolation (Kellogg et al., 2021), mais offre également des gains de précision comparativement à la sélection unique de modèles (Le and Clarke, 2022; Zhang and Liu, 2023). Il est cependant crucial de garder à l'esprit que cette approche, bien qu'efficace et théoriquement justifiée, fournit uniquement une approximation des effets étudiés, étant donné l'impossibilité de vérifier complètement les biais d'extrapolation ainsi générés. Par conséquent, une analyse plus approfondie est nécessaire pour confirmer la fiabilité des résultats obtenus.

---

<sup>61</sup> La méthode est formellement présentée en Annexe 4. Les résultats de projection ([table](#)) sont discutés en Annexe 4.

#### 4.2. RÉSULTATS POUR LA COMMUNAUTÉ MÉTROPOLITAINE DE MONTRÉAL ET LE QUÉBEC

La carte suivante illustre l'empreinte carbone moyenne par personne (en \$/an), incluant les individus qui travaillent ou étudient, en fonction du choix modal dans les différentes régions autour de Montréal. La zone délimitée par un contour noir représente la Communauté métropolitaine de Montréal, tandis que celle entourée de rouge indique les lieux de résidence des participants à l'enquête Origine-Destination 2018.<sup>62</sup> Cette carte met en évidence une observation cruciale : bien qu'il soit essentiel de concentrer les efforts de décarbonation des transports dans les grandes villes, ce sont précisément ces zones qui présentent déjà les niveaux de décarbonation les plus avancés. Par conséquent, il est impératif d'étendre aussi ces efforts aux régions moins densément peuplées.

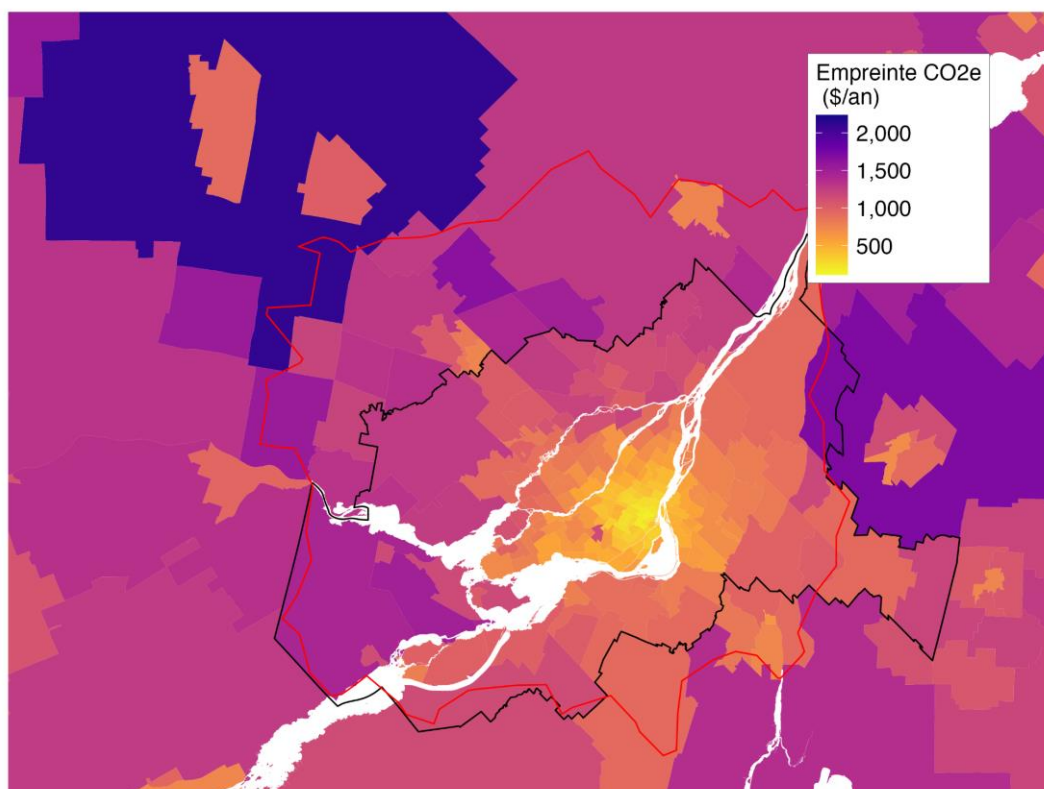


Figure 13 : Empreinte CO<sub>2</sub> moyenne par personne pour le transport dans la Communauté métropolitaine de Montréal

Nous reportons les valeurs moyennes par MRC de la CMM dans des cartes interactives disponibles en ligne.<sup>63</sup> Pour la CMM, les coûts totaux par individu s'élèvent à 13 000 \$, dont 6 450 \$ en coûts sociaux et

<sup>62</sup> Puisque les données OD2018 sont disponibles pour la CMM, nous imputons donc seulement les variables de coûts au niveau de chaque RTA hors de l'agglomération de Montréal. Toutes les autres valeurs doivent donc être imputées en utilisant la méthode précédemment décrite.

<sup>63</sup> Les parts modales utilisées correspondent aux valeurs dans les données de recensement, qui sont disponibles pour tout le Canada. Les données pour les MRC sont accessibles ici : [carte](#) et [table](#).

6 550 \$ en coûts privés, avec une empreinte carbone de 772 \$. Les parts modales sont 68 % en tant que conducteur d'auto, 3 % en tant que passager, 20 % utilisant le transport public, et 2 % pour le vélo.

Pour comparaison, en utilisant les parts modales provenant des données de recensement pour l'agglomération de Montréal, les coûts totaux par individu s'élèvent à 10 500 \$, dont 5 500 \$ en coûts sociaux et 5 000 \$ en coûts privés, avec une empreinte carbone de 470 \$. Les parts modales sont 42 % en tant que conducteur d'auto, 3 % en tant que passager, 35 % utilisant le transport public, et 3,5% pour le vélo.

Pour le reste du Québec, hors CMM, nous imputons non seulement les variables de coûts, mais aussi les variables de durée et de distance de trajet au niveau de chaque RTA. Les résultats sous forme de carte sont présentés en ligne.<sup>64</sup> Pour le Québec dans son ensemble, les coûts totaux par individu s'élèvent à 13 500 \$, dont 6 600 \$ en coûts sociaux et 6 900 \$ en coûts privés, avec une empreinte carbone de 850 \$. Les parts modales sont 74 % en tant que conducteur d'auto, 3,5 % en tant que passager, 14 % utilisant le transport public, et 1,5 % pour le vélo.

Nous effectuons aussi l'analyse par RTA au niveau du Canada en appliquant la même approche pour l'imputation que le Québec hors CMM. La carte suivante illustre l'empreinte carbone moyenne par personne (en \$/an), incluant les individus qui travaillent ou étudient, en fonction du choix modal dans les différentes régions sur l'axe Toronto-Québec. Un tableau comparant les résultats agrégés par province est disponible en ligne<sup>65</sup>. Cette carte met en évidence la même relation que pour la CMM entre densité de population et empreinte carbone du transport des personnes.

---

<sup>64</sup> Une carte interactive pour les régions du Québec est accessible ici : [carte](#) et [table](#).

<sup>65</sup> Les résultats sont accessibles ici : [carte](#) et [table](#). Une autre carte permettant d'explorer un grand nombre de variables associées de notre base de données est accessible ici : <https://dybn.shinyapps.io/mobilityinteractivemap/>.

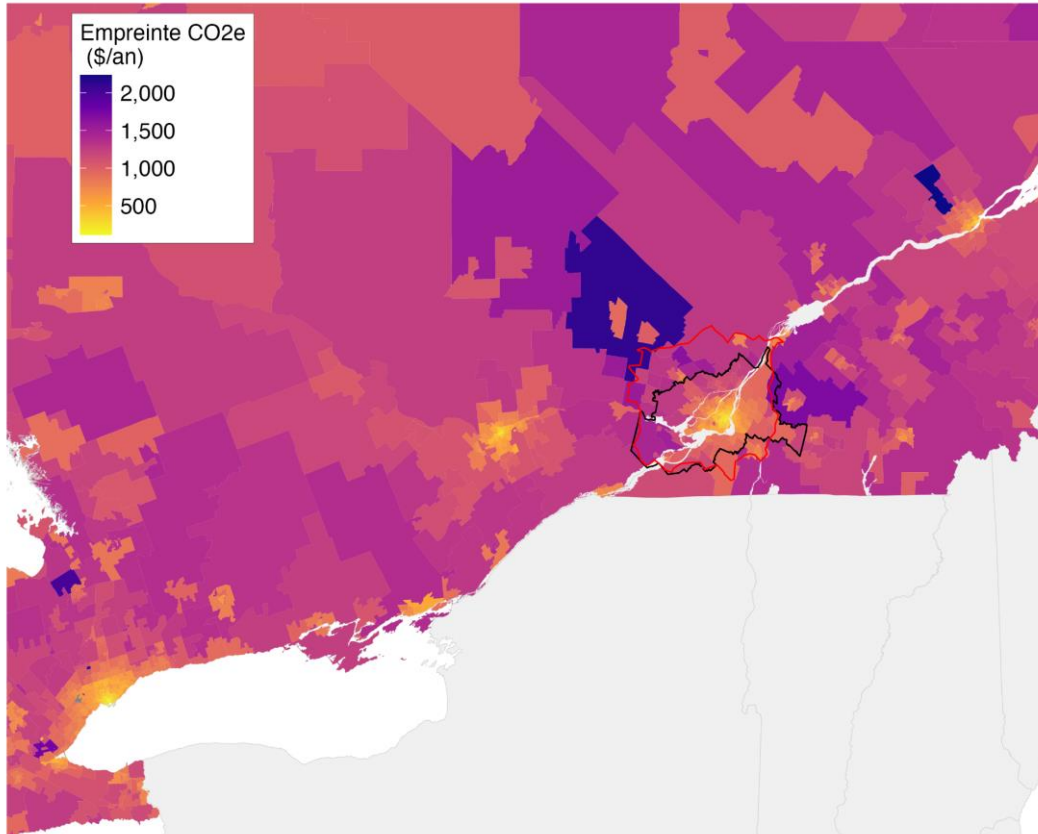


Figure 14 : Empreinte CO<sub>2</sub>e moyenne par personne pour le transport sur le corridor Toronto-Québec

En extrapolant le scénario de report modal pour les trajets de moins de 5 km ou 10 km à l'ensemble du Québec, nous identifions des réductions d'émissions de GES allant de 1 Mt à 2 Mt éq CO<sub>2</sub> par an. Cela représente jusqu'à 12 % des émissions provenant du transport routier de passagers et 3 % des émissions totales du Québec, pour des économies de 12 milliards de \$, dont la moitié se concrétise dans la CMM<sup>66</sup>. De plus, si ce scénario est étendu à l'ensemble du Canada, les réductions de GES atteindraient entre 3 et 5,5 Mt éq CO<sub>2</sub> par an, soit presque 1 % des émissions totales du pays pour des économies entre 20 et 40 milliards de \$. Ces chiffres mettent en lumière les opportunités pour la mise en place de politiques de transport gagnant-gagnant à travers tout le Canada (Litman, 2023).

## CONCLUSION

Notre étude, axée sur les coûts sociaux relatifs aux différents modes de transport dans l'agglomération montréalaise, met en lumière des perspectives prometteuses pour une mobilité urbaine durable. Elle

<sup>66</sup> À noter que le calcul des réductions d'émissions pour la CMM ne requiert pas d'imputation, contrairement au reste du Québec et du Canada.



souligne la nécessité d'une approche intégrée prenant en compte les coûts privés, publics et les externalités, afin de guider efficacement les politiques de transport et d'urbanisme.

Nos résultats révèlent que les mobilités actives, telles que la marche et le vélo, présentent des avantages économiques substantiels, en minimisant les coûts privés et sociaux et en offrant des bénéfices significatifs pour l'environnement et la santé publique. En revanche, l'usage de l'automobile se révèle particulièrement coûteux pour la société, accentuant l'urgence de développer des alternatives plus durables dans un contexte de transition verte.

Les scénarios de report modal examinés mettent en lumière des aspects essentiels pour la promotion d'une mobilité durable, en accentuant particulièrement l'impact financier des choix modaux. Premièrement, ces scénarios démontrent de manière éloquent que l'automobile, bien que coûteuse pour la collectivité, est fréquemment utilisée dans des contextes où son utilité est limitée et où un transfert vers des modes plus durables serait envisageable. Cette observation révèle une opportunité sous-exploitée pour optimiser les dépenses publiques tout en améliorant l'efficacité du système de transport.

Ensuite, les scénarios illustrent que les objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre sont alignés avec les impératifs budgétaires. Ils établissent que la mobilité durable, en plus de générer moins d'émissions, entraîne également des coûts financiers nettement inférieurs. Cette convergence suggère que les stratégies visant à encourager le report modal ne bénéficient pas uniquement à l'environnement, mais représentent également des économies pour les individus et la société.

En isolant les trajets susceptibles d'être redirigés vers d'autres modes de transport, notre étude a permis d'examiner les profils socioéconomiques des navetteurs concernés. Cette démarche révèle des orientations stratégiques pour l'élaboration de politiques de mobilité durable et de campagnes de communication ciblées, qui s'adressent spécifiquement à des segments de population plutôt qu'à une masse homogène. Cette approche granulaire facilite la conception de mesures plus efficaces et personnalisées, susceptibles de répondre de manière plus précise aux besoins et comportements des usagers.

Finalement, l'utilisation des données de l'Enquête Origine-Destination 2018, analysées à travers un modèle statistique, a permis non seulement de transposer nos résultats à d'autres régions du Québec et du Canada, mais aussi de proposer une nouvelle perspective par rapport aux études antérieures. Cette innovation méthodologique devrait encourager la réalisation d'études à plus grande échelle.



## BIBLIOGRAPHIE

- Chevalier, Henri (2024). Portrait et potentiel du vélo à assistance électrique au Québec. Résultats et recommandations issus de l'expérience Vélovolt [Rapport], Équiterre, 65 p.
- Courel, Jérémy et Lucien Deguire (2020). Les déterminants du choix modal. Synthèse des connaissances scientifiques, Institut Paris Region, 81 p.
- Deslauriers, Jonathan, Gagné, Robert, Gendron, Anne-Gabrielle et Jonathan Paré (2023). Financement du transport collectif : Des efforts d'optimisation s'imposent de part et d'autre. Centre sur la productivité et la prospérité – Fondation Walter J. Somers. HEC Montréal. Novembre 2023. [https://divers.lpcdn.ca/redact/lapresse/affaires/PPP\\_Financement%20du%20transport%20collectif\\_11-2023.pdf](https://divers.lpcdn.ca/redact/lapresse/affaires/PPP_Financement%20du%20transport%20collectif_11-2023.pdf)
- Gössling, S. (2020). Why cities need to take road space from cars - and how this could be done. *Journal of Urban Design*, 25(4), 443–448. <https://doi.org/10.1080/13574809.2020.1727318>
- Gössling, S., Choi, A., Dekker, K., & Metzler, D. (2019). The Social Cost of Automobility, Cycling and Walking in the European Union. *Ecological Economics*, 158, 65-74. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.12.016>
- Gössling, S., Kees, J., & Litman, T. (2022). The lifetime cost of driving a car. *Ecological Economics*, 194, 107335. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107335>
- Héran, Frédéric (2017). À propos du report modal. Les enseignements du cas parisien, les Cahiers Scientifiques du Transport N° 71/2017, pages 99-124
- Kellogg, M., Mogstad, M., Pouliot, G. A., & Torgovitsky, A. (2021). Combining Matching and Synthetic Control to Tradeoff Biases From Extrapolation and Interpolation. *Journal of the American Statistical Association*, 116(536), 1804–1816. <https://doi.org/10.1080/01621459.2021.1979562>
- Le, T. M., & Clarke, B. S. (2022). Model Averaging Is Asymptotically Better Than Model Selection For Prediction. *Journal of Machine Learning Research*, 23(33), 1-53. Retrieved from <http://jmlr.org/papers/v23/20-874.html>
- Lefebvre-Ropars, G., Morency, C., and Negron-Poblete, P. (2021). Caractérisation du partage de la voirie à Montréal: Note de recherche, Polytechnique Montréal, 15 pages.
- Litman, T. (2004). Economic value of walkability. *World Transp. Policy Pract.* 10 (1), 5–14.
- Litman, T.A., Doherty, E. (2011). Transportation Cost and Benefit Analysis - Techniques, Estimates and Implications. VTPI Victoria Transport Policy Institute, Victoria. <http://www.vtpi.org/tca/>.
- Litman, T.A. (2023). Win-Win Transportation Emission Reduction Strategies. Smart Transportation Strategies Can Reduce Pollution and Provide Other Important Economic, Social and Environmental Benefits. VTPI Victoria Transport Policy Institute, Victoria. <https://www.vtpi.org/wwclimate.pdf>.

- Maier, R., Posch, A., Proß, C., Plakolb, S., & Steininger, K. W. (2023). Cutting social costs by decarbonizing passenger transport. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 122, 103878. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2023.103878>
- Pelloux, Patricia et al. (2021). Évolution des mobilités dans le Grand Paris. Tendances historiques, évolutions en cours et émergentes [Étude], Atelier Parisien d'Urbanisme (APUR), 92 p.
- Roy, Jacques (2024). Coût des projets de transport collectif au Québec: peut-on faire mieux ? Centre sur la productivité et la prospérité – Fondation Walter J. Somers. HEC Montréal. Mars 2024. <https://cpp.hec.ca/wp-content/uploads/2024/03/PP-2023-04.pdf>
- Santos, G., Behrendt, H., Maconi, L., Shirvani, T., & Teytelboym, A. (2010). Part I: Externalities and economic policies in road transport. *Research in Transportation Economics*, 28(1), 2-45. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2009.11.002>
- Schröder, D., Kirn, L., Kinigadner, J., Loder, A., Blum, P., & Xu, Y. (2023). Ending the myth of mobility at zero costs: An external cost analysis. *Research in Transportation Economics*, 97, 101246. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2022.101246>
- Schwarz, E., Leroutier, M., De Nazelle, A., Quirion, P., & Jean, K. (2024). The untapped health and climate potential of cycling in France: A national assessment from individual travel data. *The Lancet Regional Health - Europe*, 39, 100874. <https://doi.org/10.1016/j.lanepe.2024.100874>
- Stewart-Wilson, Graeme, Christine McLaren et Erin Millar (2015, 6 avril). « What is the full cost of your commute? », Spacing. Récupéré de <https://spacing.ca/vancouver/2015/04/06/full-cost-commute/>
- Verhoef, E. (1994). External effects and social costs of road transport. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 28(4), 273-287. [https://doi.org/10.1016/0965-8564\(94\)90003-5](https://doi.org/10.1016/0965-8564(94)90003-5)
- Voisin, M., Dubé, J. et Coelho, L. (2021). Évaluation comparative des coûts totaux des déplacements selon le mode de transport utilisé sur le territoire de la Communauté métropolitaine de Québec. Rapport de recherche, Université Laval, 149.
- WHO (2023). Health Economic Assessment Tool (HEAT) for walking and cycling. Version 5.2.0 (2023). <https://heatwalkingcycling.org/#homepage>
- Zhang, X., & Liu, C.-A. (2023). Model averaging prediction by K-fold cross-validation. *Journal of Econometrics*, 235(1), 280-301. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2022.04.007>

## ANNEXE 1 : DÉTAILS DES CALCULS

**Surface utilisée exclusivement par un mode de transport :**  $km_{e,mode}^2 = P_{mode} \times A_{total}$ , avec  $P_{mode}$ , la part de surface totale de rue dédiée à chaque mode de transport et  $A_{total}$ , la superficie totale de voirie<sup>67</sup>. Pour le vélo,  $km_{e,vélo}^2 = km_{VC} \times 0,0015$ , avec  $km_{VC}$  Le nombre de km de voies cyclables (type dépend du calcul).

**Le partage des trottoirs:**  $km_{p,mode}^2 = km_{e,trottoir}^2 \times PM_{mode}$ , avec  $PM_{mode}$ , la part modale du mode de transport.

**La surface totale utilisée:**  $km_{t,mode}^2 = km_{p,mode}^2 + km_{e,mode}^2$

**Vitesse moyenne de déplacement:**  $v = \frac{d}{t}$ , où  $d$  est la distance parcourue - aller et  $t$  est le temps de déplacement - aller.

**Part modale kilométrique:**  $PM_{mode}^{km} = \frac{PM_{mode} \times d_{mode}}{\sum_{mode} PM_i \times d_i}$

**Évolution des surfaces lors d'un changement modal:** Lors des calculs pour évaluer le coût d'un changement modal de l'auto vers le vélo, on peut estimer qu'avec plus de vélos sur la route, ils vont alors utiliser plus de surface de circulation. En supposant qu'une voie cyclable prend 50% d'une voie de circulation:

$$km_{e,auto}^2 = P_{auto} \times A_{total} \times \frac{PM_{auto}}{PM_{auto} + 0,5 \times PM_{vélo}}$$

$$km_{e,vélo}^2 = P_{vélo} \times A_{total} \times \frac{PM_{vélo}}{PM_{auto} + 0,5 \times PM_{vélo}}$$

**Le calcul des dépenses de la Ville de Montréal<sup>68</sup>:**

$C_{indirect}^{VdeM} = \left( P_{route}^F \times B^F + P_{dénéigement}^F \times B^F + P_{route}^{PDI} \times P_{comptant}^{PDI} \times B^{PDI} + P_{route}^{PDI} \times P_{dette}^F \times B^F \right) \times P_{frais\ admin}^F$  où  $P_i^F$  sont les parts du budget de fonctionnement ( $B^F$ ) et  $P_i^{PDI}$  sont les parts du programme décennal d'immobilisations ( $B^{PDI}$ ),  $P_{comptant}^{PDI}$  est la partie du PDI qui est payé comptant.

<sup>67</sup> Lefebvre-Ropars, G., Morency, C. et Negron-Poblete, P. (2021) Caractérisation du partage de la voirie à Montréal : Note de recherche, Polytechnique Montréal, 15 pages.

<sup>68</sup> Claude Garcia. «Le transport collectif moins subventionné que l'automobile». La Presse. 6 mai 2024. <https://www.lapresse.ca/dialogue/opinions/2024-05-06/ville-de-montreal/le-transport-collectif-moins-subventionne-que-l-automobile.php>

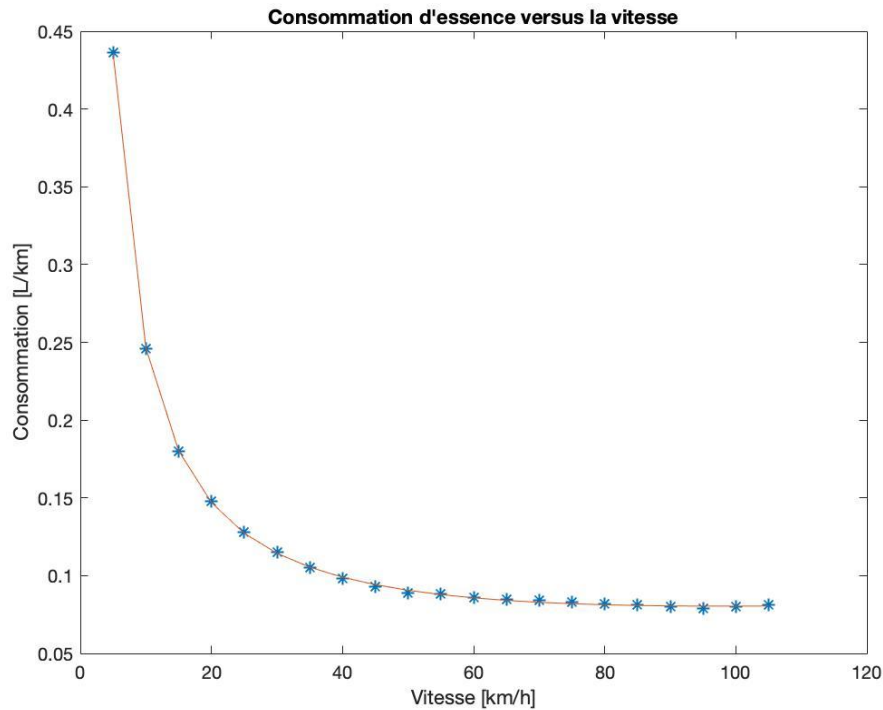


Figure A-1.1 : Consommation d'essence d'un véhicule selon sa vitesse moyenne

### La consommation d'essence (L):

$$Q_{essence}(v) = \frac{2,243 \times 10^{-4} \times v^2 + 0,03645 \times v + 2,188}{v + 0,4488} \times d \times 2$$

Les données proviennent encore du rapport du MTMD<sup>69</sup> et sont présentées à la Figure A-1.1. Le coût moyen de l'essence en 2023 incluant les taxes et la taxe carbone était à 1,665 \$ par litre à Montréal. Le coût de la taxe carbone était de 0,14 \$ par litre. Le coût de l'essence est déjà pris en compte dans le coût d'utilisation.

### Le coût d'utilisation par année par personne:

$$C_{utilisation}(v) = \frac{3,049 \times 10^{-4} \times v^2 + 0,2042 \times v + 3,138}{v + 0,4714} \times d \times 2 \times J_t \times I_{2019}^{2023}$$

Les données proviennent encore du rapport du MTMD et sont présentées à la Figure A-1.2. Comme elles sont pour l'année 2019, nous en avons multiplié le coût par l'inflation, entre 2019 et 2023. L'utilisation inclut la consommation de carburant, l'usure des pneus, la dépréciation kilométrique et l'entretien pour un véhicule léger.

<sup>69</sup> MTMD, 2023. Ministère des Transports et de la Mobilité durable. Guide de l'analyse avantages-coûts des projets publics en transport routier. Partie 2: Paramètre. <https://www.transports.gouv.qc.ca/fr/entreprises-partenaires/entreprises-reseaux-routier/guides-formulaires/documents-gestionprojetsroutiers/guide-avantages-coûts-projets-publics.pdf>

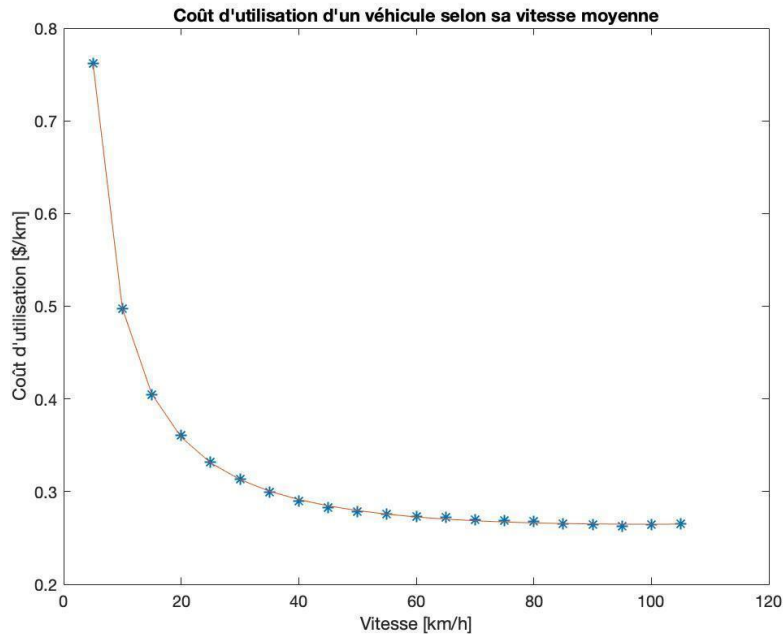


Figure A-1.2 : Coût d'utilisation d'un véhicule selon sa vitesse moyenne

### Coût de tous les émissions de polluants et GES :

$$V_{GES} = \frac{V_{CO_2} \times Q_{CO_2} \times F_{CO_2} + V_{CH_4} \times Q_{CH_4} \times F_{CH_4} + V_{N_2O} \times Q_{N_2O} \times F_{N_2O}}{Q_{CO_2} \times F_{CO_2} + Q_{CH_4} \times F_{CH_4} + Q_{N_2O} \times F_{N_2O}} = 472,69 \text{ \$ par tonne } CO_{2, \text{éq.}}, \text{ avec } V_i \text{ la valeur}$$

sociale monétaire de l'émission du GES<sup>70</sup>,  $Q_i$  sont la quantité de polluants produits lors de la combustion d'essence<sup>71</sup> et  $F_i$  sont les facteurs d'émission des GES.

$C_{GES+\text{polluant}} = V_{GES} \times E_{GES} + V_{CO} \times E_{CO} + V_{NOx} \times E_{NOx} + V_{SOx} \times E_{SOx} + V_{PM_{2.5}} \times E_{PM_{2.5}} + V_{PM_{10}} \times E_{PM_{10}}$  où  $V_i$  sont les valeurs monétaires de la tonne des différents polluants et  $E_i$  sont les émissions de polluants par km parcouru selon la vitesse. Les données proviennent encore du rapport du MTMD et de la mise à jour du Ministère de l'Environnement du Canada et sont présentées à la Figure A-1.3. Le coût des GES seulement correspond à 98% et celui des polluants à 2%. Le coût annuel selon la vitesse déterminé comme suit:

$$C_{GES+\text{polluant}}(v) = \frac{2,561 \times 10^{-4} \times v^2 + 0,04043 \times v + 2,427}{v + 0,4838} \times d \times 2 \times J_t$$

<sup>70</sup> Estimation du coût social des GES – Orientation provisoire actualisée pour le gouvernement du Canada. Environnement et Changement climatique Canada. Avril 2023. <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/changements-climatiques/recherche-donnees/coût-social-ges.html>

<sup>71</sup> Guide de quantification des émissions de GES. Gouvernement du Québec. Décembre 2022. <https://www.environnement.gouv.qc.ca/changements/ges/guide-quantification/guide-quantification-ges.pdf>

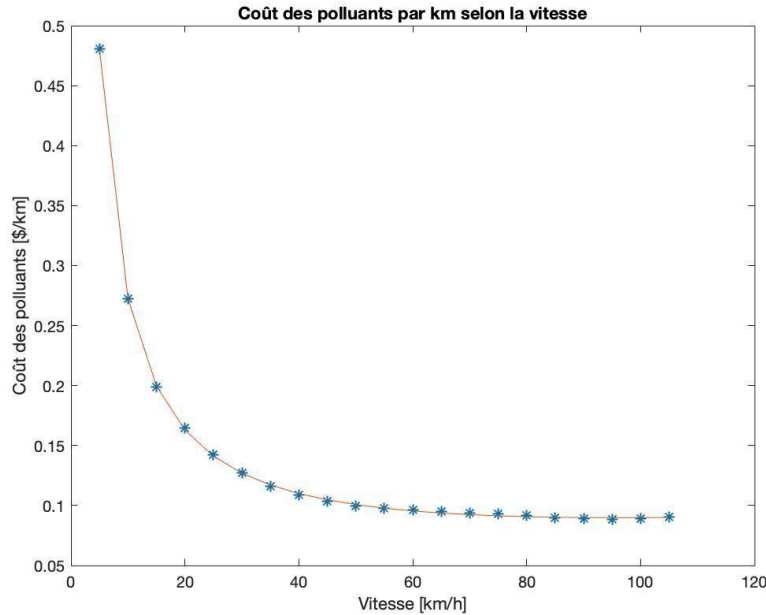


Figure A-1.3 : Coût des polluants par km selon la vitesse

**Coût du temps de déplacement:**  $C_{temps} = t \times 2 \times J_t \times S_m \times V_p$ , où  $S_m$  est le salaire médian de la métropole et  $V_p$  est la volonté à payer pour ce temps.

**Coût de la congestion:**

$$C_{congestion} = \Delta C_{temps} + \Delta C_{GES}(v) + \Delta C_{utilisation}(v)$$

$$\Delta C_{temps} = (t_{congestion} - t) \times 2 \times J_t \times S_m \times V_p$$

$$\Delta C_{GES}(v) = C_{GES}(v_{congestion}) - C_{GES}(v)$$

$$\Delta C_{utilisation}(v) = C_{utilisation}(v_{congestion}) - C_{utilisation}(v)$$

où  $v_{congestion}$  est calculé avec le temps congestionné.

**Emprise spatiale:**  $C_{ES,mode} = \frac{V_{frontier}}{S} \times km_{t,mode}^2 \times \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} \times F_{mode}$ , où  $V_{frontier}$  est la valeur frontière totale,  $S$  est la superficie des terrains de la ville ou de l'arrondissement,  $r$  est le taux d'intérêt,  $n$  est le nombre d'année d'amortissement et  $F_{mode}$  est le facteur d'utilisation du mode. Pour Montréal et pour l'agglomération, les valeurs sont calculées en fonction de la somme de l'emprise spatiale du mode de chaque arrondissement ou ville.

**Bénéfice pour la santé:**  $B_{s,mode} = M_{mode} \times d \times 2 \times V_{vie}$ , où  $M_{mode}$  sont les morts évitées par année, par km d'activité physique par jour par personne et  $V_{vie}$  est la valeur d'une vie humaine selon la méthode utilisée. Le nombre de morts évités a été calculé à partir des données de la méthode HEAT de l'OMS.  $M_{marche} = 1,1 \times 10^{-4}$  et  $M_{vélo} = 5,9 \times 10^{-5}$  morts évitées par année par km de marche ou vélo par

jour par personne. On utilise aussi un taux de mortalité pour les 20 à 65 ans de 204,18 par 100 000 habitants<sup>72</sup>.

### Moyenne des régions:

Les différentes moyennes sont faites en faisant une somme pondérée:

$$C_{région} = \frac{\sum_A C_A \times d_A \times PM_A \times Pop}{\sum_A d_A \times PM_A \times Pop}$$
, où  $C_A$  est le coût par km-personne,  $d_A$  est la distance parcourue pour ce mode,  $PM_A$  la part modale pour le mode et  $Pop$  est la population active, de la ville ou de l'arrondissement.

Tableau A-1.1 : Distribution des villes et arrondissements par secteur

| Montréal Ouest                | Montréal Centre                      | Montréal Est                             |
|-------------------------------|--------------------------------------|--|
| Baie-D'Urfé                   | Ahuntsic-Cartierville                | Anjou                                    |
| Beaconsfield                  | Côte-des-Neiges-Notre-Dame-de-Grâce  | Montréal-Est                             |
| Côte Saint-Luc                | Hampstead                            | Montréal-Nord                            |
| Dollard-des-Ormeaux           | Le Plateau-Mont-Royal                | Rivière-des-Prairies-Pointe-aux-Trembles |
| Dorval                        | Le Sud-Ouest                         | Saint-Léonard                            |
| Kirkland                      | Mercier-Hochelaga-Maisonneuve        |  |
| Lachine                       | Mont-Royal                           |  |
| L'Île-Bizard-Sainte-Geneviève | Outremont                            |  |
| Montréal-Ouest                | Rosemont-La-Petite-Patrie            |  |
| LaSalle                       | Verdun                               |  |
| Pierrefonds-Roxboro           | Ville-Marie                          |  |
| Pointe-Claire                 | Villeray-Saint-Michel-Parc-Extension |  |
| Sainte-Anne-de-Bellevue       | Westmount                            |  |
| Saint-Laurent                 |                                      |  |
| Senneville                    |                                      |  |

### Évolution du coût de la congestion avec la part modale:

La vitesse( $v$ ) dans la congestion dépend de la densité de voiture sur la route ( $N$ ) et du flux de voiture( $F$ ) de la façon suivante<sup>73</sup>:  $F = N \times v = N \times \frac{d}{t}$  ou  $N = \frac{F}{d} \times t$ , le flux ( $F$ ) est une propriété de la route et on suppose qu'elle reste constante, même chose pour la distance parcourue( $d$ ). La figure A-1.4 démontre ce lien entre la densité de voiture et le temps dans la congestion( $t - t_0$ ). Les points rouges sont les régions de l'est de la ville (Rivière-des-Prairies-Pointe-aux-Trembles, Anjou et Montréal-Est), malgré leur faible

<sup>72</sup> Taux de mortalité au Québec en 2022 selon le groupe d'âge et le sexe.

<https://statistique.quebec.ca/fr/produit/tableau/taux-de-mortalite-selon-le-groupe-dage-et-le-sexe-quebec>

<sup>73</sup> Erik T. Verhoef. *Time, speeds, flows and densities in static models of road traffic congestion and congestion pricing*. Regional Science and Urban Economics. Volume 29. Issue 3. 1999. Pages 341-369. ISSN 0166-0462. [https://doi.org/10.1016/S0166-0462\(98\)00032-5](https://doi.org/10.1016/S0166-0462(98)00032-5)



densité, leur temps de congestion élevé est principalement causé par leur proximité aux travaux du tunnel Lafontaine.

### Temps dans la congestion versus densité d'automobiles

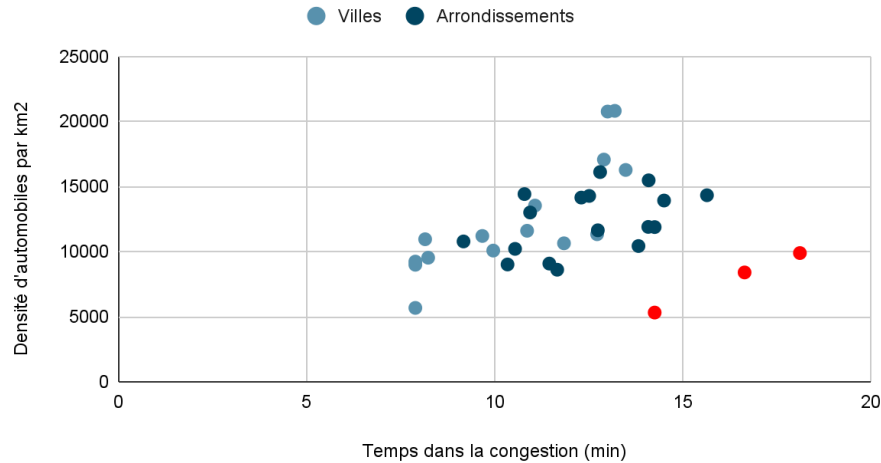


Figure A-1.4 : Temps de congestion dans les villes et arrondissements de l'Agglomération versus la densité d'automobile sur les routes

Pour comparer deux temps de congestion lors d'une évolution de la densité:

$\frac{t'}{t} = \frac{N'}{N}$ , on peut aussi faire une translation des deux coordonnées pour avoir une densité minimum ( $N_0$ , pour nos données, c'est 2000 autos par  $\text{km}^2$  ce qui représente une part modale d'environ 6%) où il n'y a pas de temps de congestion ( $t_0$ ):

$$t' - t_0 = \frac{N' - N_0}{N - N_0} (t - t_0), \text{ où la densité est décrite par: } N = \frac{PM_{auto} \times Pop}{km_{e,auto}^2}.$$

### Projection des résultats lors de l'hypothèse de changement modal

Pour calculer les coûts et bénéfices reliés aux changements modaux, nous pouvons utiliser les équations suivantes:

$N_{mode} = (PM_{mode}^{\square} - PM_{mode}^0) \times Pop$ , pour le nombre de personnes qui font le changement de mode (négatif) ou vers le mode (positif), avec  $PM_{mode}^{\square}$  étant la part modale pour l'hypothèse et  $PM_{mode}^0$ , la part modale d'origine.

Pour la différence des différents coûts, on a:

$\Delta C_i = \left( \sum_{mode} (PM_{mode}^{\square} \times C'_{mode,i} - PM_{mode}^0 \times C^0_{mode,i}) \right) \times Pop$ , où  $C'_{mode,i}$  est un coût spécifique par personne pour l'hypothèse (ce coût est réajusté selon les nouvelles parts modales) et  $C^0_{mode,i}$  est le coût spécifique par personne d'origine. Et ça pour chaque région, par la suite on fait la somme de toutes les régions pour obtenir la différence totale.

Économie pour l'automobiliste qui fait le changement par année:

$$E_{auto,social} = \frac{C_{auto,social}^0 \times N_{auto} + C'_{TC,social} \times N_{TC} + C'_{vélo,social} \times N_{vélo}}{N_{auto}}$$

$$E_{auto,privé} = \frac{C_{auto,privé}^0 \times N_{auto} + C'_{TC,privé} \times N_{TC} + C'_{vélo,privé} \times N_{vélo}}{N_{auto}}$$

où  $C_{mode,social}$  et  $C_{mode,privé}$  sont les coûts sociaux et privés par personne par année pour un mode spécifique pour l'hypothèse (\*), ajusté avec les nouvelles parts modales, ou le scénario d'origine (<sup>0</sup>).

ANNEXE 2 : CARTES DES PARTS MODALES

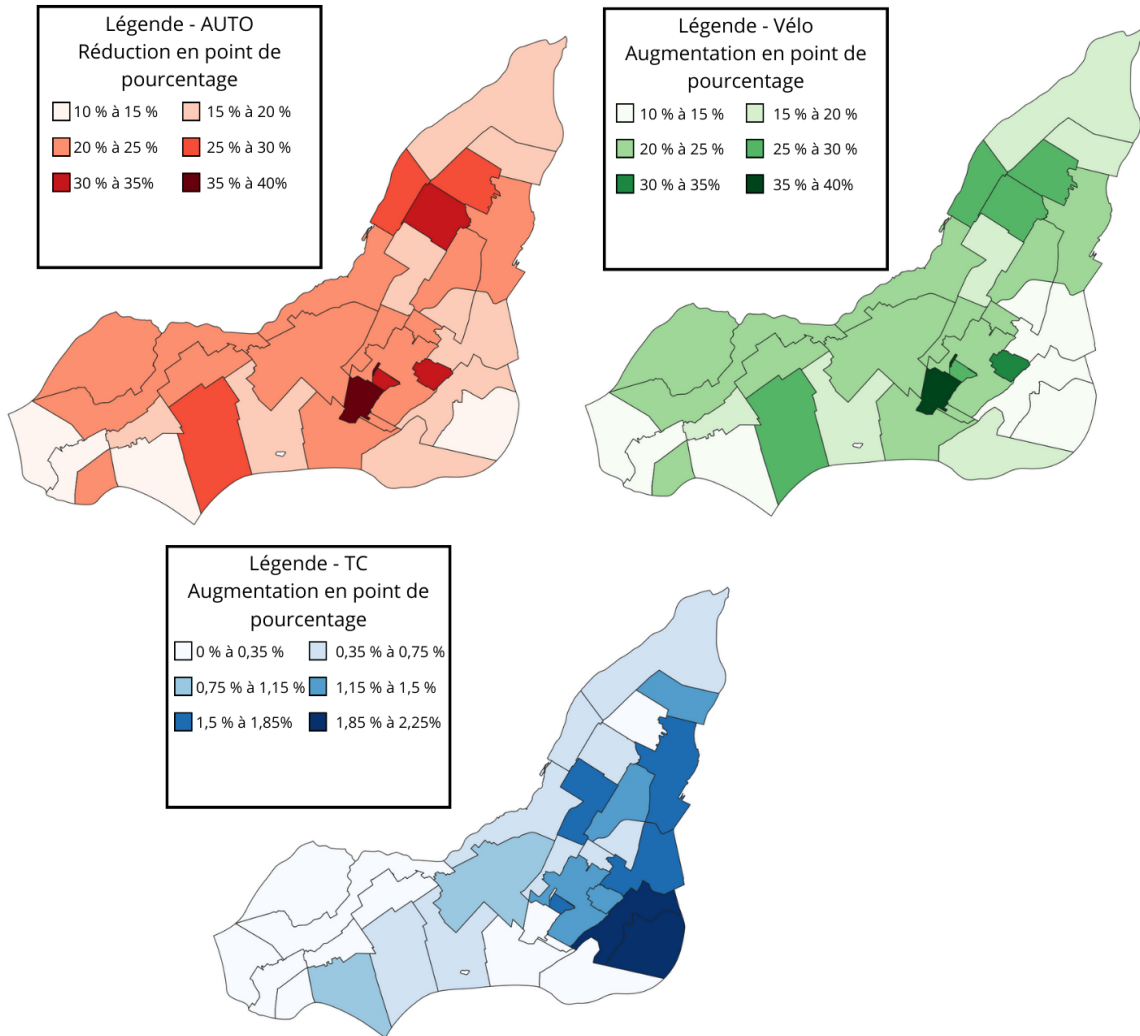


Figure A-2.1 : Augmentation ou réduction de point de pourcentage de part modale lors de l'hypothèse de transfert modal pour les trajets de 10 km et moins

### ANNEXE 3 : RÉSULTATS DES RÉGRESSIONS

Toutes les régressions sont estimées avec des effets-fixes par RTA afin de contrôler l'hétérogénéité inobservée et les écart-types sont de type “cluster-robust” par RTA. De plus, les régressions sont estimées au niveau des individus en utilisant les données EOD2018 en utilisant la pondération spécifique des personnes de l'enquête (p\_fexp) afin d'être représentative de la population d'après les données de recensement 2016, à l'aide d'un estimateur de type “weighted-least-squares”.

Tableau A-3.1 : Résultats régression 1

| COL1                      | DRIVING        | KM_DRIVING    | TRANSIT        | BICYCLING     | WALKING       | REPORT MODAL<br>5KM |
|---------------------------|----------------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------------|
| M_AUTO1                   | 33,66 (0,54)*  | 2,21 (0,75)*  | -31,59 (0,72)* | -2,14 (0,34)* | -5,41 (0,54)* | 9,70 (0,29)*        |
| M_AUTO2 OR<br>MORE        | 53,62 (0,58)*  | 3,23 (0,76)*  | -44,70 (0,75)* | -3,44 (0,34)* | -9,36 (0,56)* | 12,60 (0,34)*       |
| M_PERS2                   | -9,98 (0,52)*  | -0,36 (0,25)  | 5,10 (0,54)*   | 0,61 (0,24)*  | 1,59 (0,36)*  | -2,81 (0,45)*       |
| M_PERS3 OR<br>MORE        | -14,07 (0,54)* | -0,78 (0,25)* | 7,42 (0,55)*   | 0,99 (0,24)*  | 3,35 (0,36)*  | -3,19 (0,45)*       |
| P_SEXE                    | -3,64 (0,23)*  | -2,59 (0,12)* | 2,38 (0,26)*   | -1,15 (0,09)* | 0,42 (0,17)*  | 1,80 (0,18)*        |
| P_GRAGE15>                | -27,10 (0,39)* | -7,76 (2,22)* | -11,27 (0,58)* | -0,31 (0,15)* | 17,04 (0,40)* | -5,96 (0,18)*       |
| P_GRAGE35 TO<br>54        | 9,95 (0,40)*   | -0,19 (0,17)  | -7,19 (0,38)*  | 0,31 (0,15)*  | -0,97 (0,21)* | 2,88 (0,30)*        |
| P_GRAGE54<                | 8,22 (0,46)*   | -1,57 (0,19)* | -7,69 (0,43)*  | -0,24 (0,16)  | 0,71 (0,25)*  | 5,33 (0,37)*        |
| P_STATUTWOR<br>KERS       | 38,20 (0,50)*  | -0,36 (0,27)  | -31,09 (0,53)* | 0,13 (0,18)   | -2,60 (0,29)* | 6,79 (0,31)*        |
| MTLMTL -><br>OUTSIDE      | 22,74 (0,67)*  | 15,88 (0,31)* | -11,19 (0,62)* | -2,57 (0,18)* | -8,09 (0,23)* | -12,92 (0,26)*      |
| MTLOUTSIDE -<br>> MTL     | 15,91 (2,40)*  | 27,99 (2,44)* | -11,57 (2,72)* | -0,50 (0,63)  | -3,48 (1,76)* | -2,92 (3,06)        |
| MTLOUTSIDE -<br>> OUTSIDE | 20,83 (2,37)*  | 12,07 (2,43)* | -18,67 (2,70)* | 0,21 (0,63)   | -0,77 (1,76)  | 13,44 (3,06)*       |
| ADJ, R <sup>2</sup>       | 0,53           | 0,33          | 0,22           | 0,04          | 0,14          | 0,11                |
| N                         | 92331          | 47791         | 92331          | 92331         | 92331         | 92331               |

Notes : Valeurs des coefficients estimés et écarts-types (entre parenthèses). Les écarts-types sont de type cluster-robust par RTA. Les étoiles indiquent des coefficients associés à des p-valeurs < 5%.

#### Probabilité d'être conducteur ou passager (DRIVING)

La probabilité d'être conducteur ou passager pour aller au travail ou à l'école est significativement associée à plusieurs facteurs. Elle augmente avec le nombre d'automobiles possédées par le ménage, comme le

montrent les coefficients positifs et significatifs pour les variables "M\_AUTO1" et "M\_AUTO2 OR MORE". En revanche, cette probabilité diminue avec le nombre de personnes dans le foyer, illustré par les coefficients négatifs pour "M\_PERS2" et "M\_PERS3 OR MORE". Les femmes (P\_SEXE=1) présentent une probabilité plus faible d'opter pour l'automobile comme mode de transport comparativement aux hommes. De plus, les jeunes de moins de 15 ans (P\_GRAGE15<) ont également une probabilité plus faible de choisir ce mode de transport par rapport au groupe de référence (15-35 ans). La probabilité d'être conducteur est la plus élevée pour le groupe d'âge 35-54 ans (P\_GRAGE35 TO 54). Bien que les individus de plus de 54 ans (P\_GRAGE54<) aient une probabilité plus élevée de conduire par rapport au groupe de référence, elle reste inférieure à celle des 35-54 ans. Les travailleurs (P\_STATUTWORKERS) sont également plus susceptibles d'utiliser l'automobile pour leurs déplacements. En ce qui concerne la localisation, ceux qui résident dans l'agglomération de Montréal, mais travaillent en dehors (MTLMTL -> OUTSIDE), ceux qui résident en dehors, mais travaillent dans l'agglomération (MTLOUTSIDE -> MTL), ainsi que ceux qui résident et travaillent en dehors de Montréal (MTLOUTSIDE -> OUTSIDE) sont plus enclins à être des automobilistes par rapport à ceux qui résident et travaillent à Montréal. Les données utilisées pour cette analyse incluent 92 331 observations provenant de la communauté métropolitaine de Montréal (CMM).

#### *Kilomètres parcourus en voiture (KM\_DRIVING)*

La distance parcourue en voiture pour se rendre au travail ou à l'école est également influencée par divers facteurs sociodémographiques. La distance augmente avec le nombre de voitures dans le ménage, comme l'indiquent les coefficients positifs et significatifs pour "M\_AUTO1" et "M\_AUTO2 OR MORE". Cependant, le nombre de personnes dans le foyer ne semble pas avoir un impact significatif sur cette distance, sauf pour les ménages de trois personnes ou plus (M\_PERS3 OR MORE) où l'effet est légèrement négatif. Les femmes parcourent en moyenne moins de kilomètres en voiture que les hommes (P\_SEXE=1). Les jeunes de moins de 15 ans parcourent également moins de kilomètres en voiture par rapport au groupe de référence (P\_GRAGE15<). Les individus de 35-54 ans et de plus de 54 ans montrent des variations moins marquées. Enfin, les travailleurs parcourent significativement moins de kilomètres en voiture (P\_STATUTWORKERS), tandis que ceux qui vivent dans l'agglomération de Montréal, mais travaillent en dehors (MTLMTL -> OUTSIDE) parcourent plus de kilomètres que ceux qui vivent et travaillent à Montréal.

#### *Probabilité d'utiliser les transports en commun (TRANSIT)*

La probabilité de choisir les transports en commun pour se rendre au travail ou à l'école est influencée négativement par le nombre de voitures dans le ménage. Les coefficients pour "M\_AUTO1" et "M\_AUTO2 OR MORE" sont négatifs et significatifs, indiquant que plus un ménage possède de voitures, moins ses membres sont susceptibles d'utiliser les transports en commun. En revanche, cette probabilité augmente avec le nombre de personnes dans le foyer, comme le montrent les coefficients positifs pour "M\_PERS2" et "M\_PERS3 OR MORE". Les femmes (P\_SEXE=1) et les jeunes de moins de 15 ans

(P\_GRAGE15>) sont plus susceptibles d'utiliser les transports en commun que les hommes et le groupe de référence, respectivement. Les individus de 35-54 ans et ceux de plus de 54 ans sont moins enclins à utiliser les transports en commun comparés au groupe de référence. Les travailleurs (P\_STATUTWORKERS) sont également moins susceptibles de choisir ce mode de transport. Les résidents de l'agglomération de Montréal qui travaillent en dehors (MTLMTL -> OUTSIDE) ainsi que ceux qui vivent en dehors, mais travaillent dans l'agglomération (MTLOUTSIDE -> MTL) sont moins enclins à utiliser les transports en commun par rapport à ceux qui vivent et travaillent à Montréal.

#### *Probabilité de choisir le vélo (BICYCLING)*

La probabilité de choisir le vélo comme mode de transport pour aller au travail ou à l'école diminue avec le nombre de voitures possédées par le ménage, comme l'indiquent les coefficients négatifs et significatifs pour "M\_AUTO1" et "M\_AUTO2 OR MORE". Cette probabilité est légèrement positive pour les foyers de deux et trois personnes ou plus (M\_PERS2, M\_PERS3 OR MORE). Les femmes (P\_SEXE=1) ont une probabilité significativement plus faible de choisir le vélo par rapport aux hommes. Les jeunes de moins de 15 ans (P\_GRAGE15>) sont également moins susceptibles d'utiliser le vélo, alors que les différences entre les groupes d'âge 35-54 ans et de plus de 54 ans par rapport au groupe de référence ne sont pas significatives. Les travailleurs (P\_STATUTWORKERS) montrent une probabilité légèrement positive, mais non significative pour le vélo. Les résidents de l'agglomération de Montréal qui travaillent en dehors (MTLMTL -> OUTSIDE) et ceux qui vivent en dehors, mais travaillent dans l'agglomération (MTLOUTSIDE -> MTL) sont moins enclins à choisir le vélo.

#### *Probabilité de choisir la marche (WALKING)*

La probabilité de choisir la marche comme mode de transport pour se rendre au travail ou à l'école diminue avec le nombre de voitures dans le ménage, comme le montrent les coefficients négatifs et significatifs pour "M\_AUTO1" et "M\_AUTO2 OR MORE". En revanche, cette probabilité augmente avec le nombre de personnes dans le foyer, illustrée par les coefficients positifs pour "M\_PERS2" et "M\_PERS3 OR MORE". Les femmes (P\_SEXE=1) ont une probabilité légèrement plus élevée de marcher par rapport aux hommes. Les jeunes de moins de 15 ans (P\_GRAGE15>) sont beaucoup plus susceptibles de choisir la marche, tandis que les groupes d'âge 35-54 ans et de plus de 54 ans montrent des variations moins marquées. Les travailleurs (P\_STATUTWORKERS) ont une probabilité légèrement plus faible de marcher. En termes de localisation, ceux qui vivent dans l'agglomération de Montréal, mais travaillent en dehors (MTLMTL -> OUTSIDE) et ceux qui vivent en dehors, mais travaillent dans l'agglomération (MTLOUTSIDE -> MTL) sont moins enclins à choisir la marche par rapport à ceux qui vivent et travaillent à Montréal.

#### *Probabilité d'appartenir au groupe de report modal (CLUSTER2)*

La probabilité d'appartenir au groupe de report modal, en considérant un seuil de 5 km, est influencée par plusieurs facteurs. Elle est positivement associée au nombre de voitures dans le ménage, comme l'indiquent les coefficients pour "M\_AUTO1" et "M\_AUTO2 OR MORE". En revanche, cette probabilité diminue avec le nombre de personnes dans le foyer (M\_PERS2, M\_PERS3 OR MORE). Les femmes (P\_SEXE=1) ont une probabilité plus faible d'appartenir à ce groupe par rapport aux hommes. Les jeunes de moins de 15 ans (P\_GRAGE15<) montrent également une probabilité plus faible. Le groupe d'âge 35-54 ans a une probabilité légèrement positive, tandis que le groupe de plus de 54 ans a une probabilité significativement plus élevée d'appartenir à ce groupe par rapport au groupe de référence. Les travailleurs (P\_STATUTWORKERS) montrent une probabilité légèrement plus élevée. Enfin, ceux qui vivent dans l'agglomération de Montréal, mais travaillent en dehors (MTLMTL -> OUTSIDE) et ceux qui vivent en dehors, mais travaillent dans l'agglomération (MTLOUTSIDE -> MTL) sont moins enclins à appartenir à ce groupe par rapport à ceux qui vivent et travaillent à Montréal.

Tableau A-3.2 : Résultats régression 2

| COL1                | TOTALCOST          | PRIVATECOST       | SOCIALCOST        | GHGCOST         |
|---------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| M_AUTO1             | 2230,17 (70,07)*   | -7,10 (35,68)     | 2237,27 (49,40)*  | 236,31 (5,62)*  |
| M_AUTO2 OR MORE     | 4136,97 (82,59)*   | 256,20 (42,26)*   | 3880,77 (57,20)*  | 426,45 (6,93)*  |
| M_PERS2             | -644,09 (97,68)*   | -87,92 (44,71)*   | -556,17 (68,96)*  | -53,39 (9,24)*  |
| M_PERS3 OR MORE     | -1028,99 (100,06)* | -122,11 (45,73)*  | -906,88 (70,71)*  | -90,20 (9,55)*  |
| P_SEXE              | -789,31 (51,86)*   | -321,68 (25,35)*  | -467,62 (34,59)*  | -76,30 (4,76)*  |
| P_GRAGE15<          | -4747,46 (78,44)*  | -2774,41 (45,03)* | -1973,05 (46,41)* | -150,71 (5,84)* |
| P_GRAGE35 TO 54     | 1004,85 (81,57)*   | 222,08 (37,93)*   | 782,77 (56,12)*   | 90,10 (7,83)*   |
| P_GRAGE54<          | 605,49 (96,29)*    | -22,50 (44,52)    | 627,99 (65,73)*   | 52,10 (9,20)*   |
| P_STATUTWORKERS     | 2507,26 (90,28)*   | 418,81 (45,05)*   | 2088,45 (60,06)*  | 250,43 (8,17)*  |
| MTLMTL -> OUTSIDE   | 6530,01 (126,13)*  | 3676,77 (72,71)*  | 2853,24 (71,73)*  | 756,70 (15,32)* |
| ADJ, R <sup>2</sup> | 0,41               | 0,37              | 0,37              | 0,37            |
| N                   | 38457              | 38457             | 38457             | 38511           |

Notes : Valeurs des coefficients estimés et écarts-types (entre parenthèses). Les écarts-types sont de type cluster-robust par RTA. Les étoiles indiquent des coefficients associés à des p-valeurs < 5%.

### Coût total annuel du transport (TOTALCOST)

Le coût total annuel du transport est influencé par divers facteurs sociodémographiques. Les ménages possédant une voiture (M\_AUTO1) ou deux voitures ou plus (M\_AUTO2 OR MORE) ont des coûts de transport nettement plus élevés. En revanche, les coûts totaux diminuent avec le nombre de personnes dans



le foyer, comme le montrent les coefficients négatifs pour "M\_PERS2" et "M\_PERS3 OR MORE". Les femmes (P\_SEXE=1) ont des coûts de transport annuels inférieurs à ceux des hommes. Les jeunes de moins de 15 ans (P\_GRAGE15<) supportent des coûts de transport beaucoup plus faibles par rapport au groupe de référence. Les individus âgés de 35 à 54 ans (P\_GRAGE35 TO 54) et ceux de plus de 54 ans (P\_GRAGE54<) ont des coûts totaux de transport légèrement plus élevés. Les travailleurs (P\_STATUTWORKERS) risquent des coûts de transport annuels significativement plus élevés. En termes de localisation, les individus vivant dans l'agglomération de Montréal, mais travaillant en dehors (MTLMTL -> OUTSIDE) ont des coûts de transport nettement plus élevés comparés à ceux qui vivent et travaillent à Montréal.

#### *Coût privé (PRIVATECOST)*

Le coût privé, qui exclut les coûts publics et les externalités, est influencé par les mêmes facteurs que le coût total, mais les effets sont plus modérés. Les ménages possédant une voiture ou deux voitures ou plus supportent des coûts privés plus élevés. Les coûts privés diminuent avec le nombre de personnes dans le foyer. Les femmes ont des coûts privés inférieurs à ceux des hommes, et les jeunes de moins de 15 ans supportent des coûts privés beaucoup plus faibles. Les travailleurs risquent des coûts privés plus élevés, tandis que ceux vivant dans l'agglomération de Montréal, mais travaillant en dehors supportent des coûts privés nettement plus élevés.

#### *Coût social (SOCIALCOST)*

Le coût social, qui inclut les coûts publics et les externalités, est également influencé par les mêmes facteurs. Les ménages possédant une voiture ou deux voitures ou plus ont des coûts sociaux beaucoup plus élevés. Les coûts sociaux diminuent avec le nombre de personnes dans le foyer, et les femmes ont des coûts sociaux inférieurs à ceux des hommes. Les jeunes de moins de 15 ans supportent des coûts sociaux beaucoup plus faibles, tandis que les travailleurs risquent des coûts sociaux plus élevés. Les individus vivant dans l'agglomération de Montréal, mais travaillant en dehors supportent des coûts sociaux nettement plus élevés.

#### *Coût des émissions de GES (GHGCOST)*

Le coût des émissions de GES, qui représente les externalités associées aux émissions, est également influencé par les mêmes facteurs. Les ménages possédant une voiture ou deux voitures ou plus supportent des coûts d'émissions beaucoup plus élevés. Les jeunes de moins de 15 ans supportent des coûts d'émissions beaucoup plus faibles, et les travailleurs risquent des coûts d'émissions plus élevés. Les individus vivant dans l'agglomération de Montréal, mais travaillant en dehors supportent des coûts d'émissions nettement plus élevés comparés à ceux qui vivent et travaillent à Montréal.

## ANNEXE 4 : RÉSULTATS DE L'IMPUTATION AUX AUTRES RÉGIONS

Dans notre démarche méthodologique, nous utilisons des modèles d'imputation sophistiqués pour prédire les comportements de mobilité à partir des données recueillies lors du recensement de 2016 et anticiper les résultats de l'Enquête Origine-Destination de 2018. Notre approche repose sur l'intégration de deux techniques d'imputation avancées afin d'améliorer la précision et la fiabilité de nos prédictions.

Nous adoptons une stratégie combinée qui intègre le modèle des K-Nearest Neighbors (KNN) et le modèle de forêt aléatoire (Random Forest). Cette agrégation vise à capitaliser sur les forces complémentaires des deux méthodes : le KNN, reconnu pour sa capacité à capturer les nuances dans des ensembles de données de petite taille grâce à une approche basée sur la proximité des observations, et la forêt aléatoire, appréciée pour sa robustesse et sa capacité à gérer de grands ensembles de données avec de nombreuses variables explicatives, tout en fournissant une estimation précise de l'importance de chaque variable.

Modèle KNN (K = 5, VIM Package dans R): Ce modèle identifie les observations les plus proches dans l'espace des caractéristiques pour imputer des valeurs manquantes en se basant sur la similitude des cas voisins. Cette approche est particulièrement utile pour traiter des données comportementales où les modèles de déplacement peuvent être fortement localisés et contextuellement dépendants.

Modèle de Forêt Aléatoire (VIM Package dans R): Cette méthode utilise un ensemble d'arbres de décision pour prédire les valeurs manquantes, permettant une réduction de l'erreur plus efficace à travers le mécanisme d'agrégation des prédictions individuelles des arbres. La forêt aléatoire est également capable de gérer les interactions complexes entre les variables explicatives.

En combinant ces deux modèles en minimisant l'erreur quadratique moyenne (MSE) par validation croisée (10 folds), nous visons à tirer profit de la précision du KNN pour les données à granularité fine et de la robustesse de la forêt aléatoire face à des structures de données complexes et multidimensionnelles. Cette synergie permet d'améliorer la qualité de l'imputation tout en renforçant la capacité d'interprétation des résultats modélisés. Les performances rapportées dans la [table des résultats](#) correspondent aux valeurs par validation croisée.

Cette approche est appliquée à trois types de modèles, en fonction des variables à imputer. Le premier type de modèle se focalise sur divers aspects du transport tels que les kilomètres parcourus et le temps passé en voiture (`km_driving`, `time_driving`, `timecong_driving`), à vélo (`km_bicycling`, `time_bicycling`), en transports en commun (`km_transit`, `time_transit`) et à pied (`km_walking`, `time_walking`). Les variables explicatives sont issues de divers paramètres démographiques et socioéconomiques incluant la densité de population (`popdensity2016`), le niveau d'éducation (`share_bachelor`), le revenu moyen après impôts des ménages (`average_aftertax_income_of_households_in_2015_752_total`), et l'âge moyen de la population (`average_age_of_the_population39_total`). Nous intégrons également des variables telles que la part de la population active (`X15_to_64_years36_total`), la taille moyenne des ménages, les parts de transport selon le temps de trajet, et les parts modales parmi les travailleurs pour chaque mode de transport, pour établir un lien entre les caractéristiques socioéconomiques et le choix de mode de transport.

Le second type de modèle se concentre sur l'identification des facteurs déterminants spécifiques pour chaque mode de transport. Pour le mode automobile (`driving`), les variables clés comprennent le

pourcentage de conducteurs et de passagers (``share_car_driver``, ``share_car_passenger``), ainsi que la proportion de la population en âge de travailler (``X15_to_64_years36_total``). Des configurations analogues sont appliquées pour le vélo (``bicycling``), les transports en commun (``transit``), et la marche (``walking``), avec des variables pertinentes telles que la part des usagers du vélo (``share_bicycle``), des transports en commun (``share_public_transit``), et des piétons (``share_walked``). L'objectif est de cerner l'influence de ces facteurs sur le choix modal et d'identifier des tendances spécifiques qui pourraient favoriser le report modal.

Finalement, le troisième type de modèle s'attache à examiner les coûts fixes associés à chaque mode de transport, incluant les coûts privés, internes, et cachés. Les variables explicatives, similaires aux autres configurations de modèle, incluent la densité de population, le niveau d'éducation, le revenu moyen et médian des ménages, et d'autres détails démographiques. Cette approche vise à analyser comment ces facteurs socioéconomiques et démographiques influencent les coûts perçus et réels associés à chaque mode de transport, facilitant ainsi une compréhension approfondie des obstacles économiques qui affectent le choix modal et le potentiel de report modal.

Les résultats de notre modèle d'imputation, présentés dans le tableau ([accessible en ligne](#)), révèlent de bonnes performances. Par exemple, pour les variables liées à la distance parcourue en automobile "KM\_DRIVING", le RMSE optimal et le MAE correspondent à une erreur d'imputation en terme relatif entre 5 % et 10 % de la moyenne. Les résultats montrent également que l'agrégation de modèles offre des gains de précision significatifs par rapport à l'utilisation d'un seul modèle. Par exemple, pour "KM\_DRIVING", le RMSE optimal est de 3.64 avec une pondération optimale de 0.034 pour KNN et 0.966 pour Random Forest, contre des RMSE de 4.37 et 3.84 pour l'utilisation exclusive de Random Forest ou KNN, respectivement.

Le modèle d'imputation fonctionne bien pour la majorité des variables et l'agrégation de modèles offre généralement des gains de précision, bien que cet avantage soit variable selon les cas. Une analyse plus approfondie et des ajustements pourraient améliorer encore la précision des imputations pour les variables moins bien prédites.

## ANNEXE 5 : COMPARAISON AVEC VOISIN, M., DUBÉ, J. ET COELHO, L. (2021)

En 2021, l'Université Laval publie un rapport de recherche sur l'*Évaluation comparative des coûts totaux des déplacements selon le mode de transport utilisé sur le territoire de la Communauté métropolitaine de Québec*<sup>74</sup>. Dans ce rapport, l'équipe de recherche calcule et discute les différents coûts internes, indirects et cachés de l'automobile, du bus, du vélo et de la marche dans la Communauté métropolitaine de Québec (CMQ). Le projet de recherche souligne la nécessité d'une réflexion approfondie sur les choix de mobilité futurs, compte tenu des enjeux multidimensionnels de santé publique, sociétaux et économiques, tout en mettant en évidence le défi financier de financer de nouvelles infrastructures dans un contexte de vieillissement des infrastructures existantes. Il souligne également le manque de conscience des habitants de la région concernant le véritable coût des transports et de leurs déplacements pour la société, ce qui constitue un élément crucial à considérer dans les décisions publiques en matière de mobilité. Ce travail s'inspire d'une étude réalisée en 2015 à Vancouver<sup>75</sup> par un chercheur en sciences politiques et deux journalistes. Le but de Voisin et al. est de mesurer le coût total des déplacements des individus et de développer des indicateurs pour aider les gestionnaires à la prise de décision. Le tableau A-5.1 résume leurs résultats pour l'Agglomération de Québec. On observe encore une fois que c'est l'automobile qui coûte le plus cher à la société, suivi du transport collectif, du vélo et de la marche.

Plusieurs différences entre Montréal et Québec sont cependant observables lorsque nous comparons les coûts internes, indirects et cachés par km parcouru. Toutefois, il est difficile d'identifier précisément les raisons par manque d'accès aux données du groupe de recherche. L'important est de constater que les conclusions sont les mêmes, l'automobile coûte cher à la société et une ville qui investit dans une mobilité durable bénéficie d'une économie au niveau personnel, mais aussi social. Une partie de la différence dans le résultat final vient probablement de la façon dont nous avons choisi de prendre en compte l'emprise spatiale, en location plutôt qu'en acquisition annuelle, ce qui réduit considérablement nos coûts cachés. Toutefois, cela n'empêche pas le ratio entre les coûts de l'auto et du TC d'être comparable.

Par ailleurs, nous avons aussi été plus précis dans le coût de l'utilisation et de la consommation d'essence. La différence dans les coûts indirects et cachés provient principalement du nombre plus élevé d'habitants et de la distance parcourue totale à Montréal, ce qui réduit le coût par km-personne. Pour le transport en commun, les différences proviennent principalement du plus grand nombre d'infrastructures (le métro, le SRB, le REM et les trains de banlieue) et du temps de déplacement plus élevé. Il y a beaucoup plus de mesures préférentielles pour les bus à Montréal, ce qui réduit le temps passé dans la congestion. Pour le vélo, il y a beaucoup plus d'infrastructures cyclables à Montréal, mais aussi beaucoup plus de cyclistes. La distance parcourue y est également plus élevée.

<sup>74</sup> Voisin, M., Dubé, J. et Coelho, L. (2021). *Évaluation comparative des coûts totaux des déplacements selon le mode de transport utilisé sur le territoire de la Communauté métropolitaine de Québec*. Rapport de recherche, Université Laval, 149.

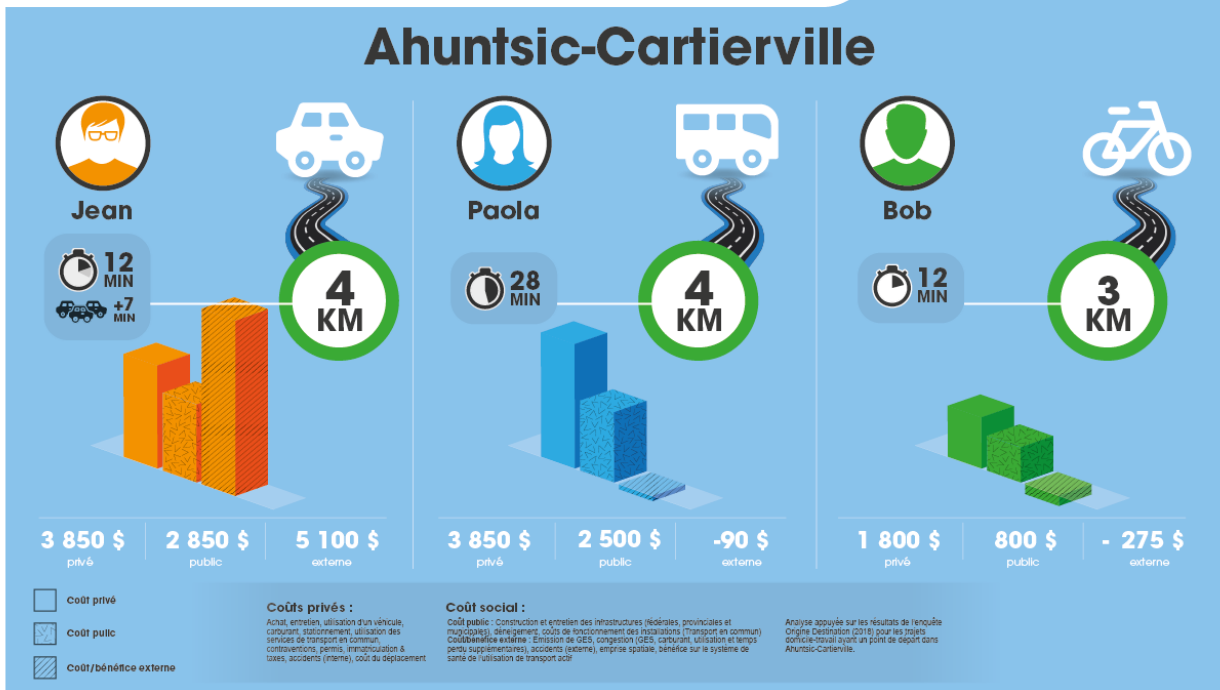
<sup>75</sup> Graeme Stewart-Wilson, Christine McLaren et Erin Millar (2015, 6 avril). « What is the full cost of your commute? », Spacing. Récupéré de <https://spacing.ca/vancouver/2015/04/06/full-cost-commute/>

Tableau A-5.1 : Coûts internes, indirects, cachés et totaux pour 1 km parcouru - Agglomération de Québec et de Montréal

| Mode   | Individu                      |      | Collectivité                    |      |                               |        | Ratio des coûts<br>(\$/\$ individu) |        | Part modale (%) |      |
|--------|-------------------------------|------|---------------------------------|------|-------------------------------|--------|-------------------------------------|--------|-----------------|------|
|        | Coût<br>privé/interne<br>(\$) |      | Coût<br>public/indirect<br>(\$) |      | Coût<br>externe/caché<br>(\$) |        |                                     |        |                 |      |
|        | QC                            | MTL  | QC                              | MTL  | QC                            | MTL    | QC                                  | MTL    | QC              | MTL  |
| Auto   | 0,98                          | 0,97 | 1,87                            | 0,46 | 4,19                          | 1,04   | 6,18                                | 1,55   | 73,8            | 45,8 |
| TC     | 0,86                          | 1,04 | 0,54                            | 0,53 | 0,80                          | -0,02  | 1,55                                | 0,49   | 8,7             | 38,6 |
| Vélo   | 1,87                          | 1,06 | 0,51                            | 0,30 | (0,28)                        | (0,43) | 0,12                                | (0,12) | 1,1             | 3,5  |
| Marche | 3,05                          | 3,66 | 0,17                            | 0,37 | 0,25                          | (0,42) | 0,14                                | (0,01) | 12,2            | 12,1 |

ANNEXE 6 : COMPARAISON DES COÛTS DE TRAJETS SIMILAIRES PAR PERSONNE SELON LE MODE DE TRANSPORT, DANS TROIS QUARTIERS DE L'ÎLE DE MONTRÉAL

Mobilité Montréal : Les coûts sociaux des transports

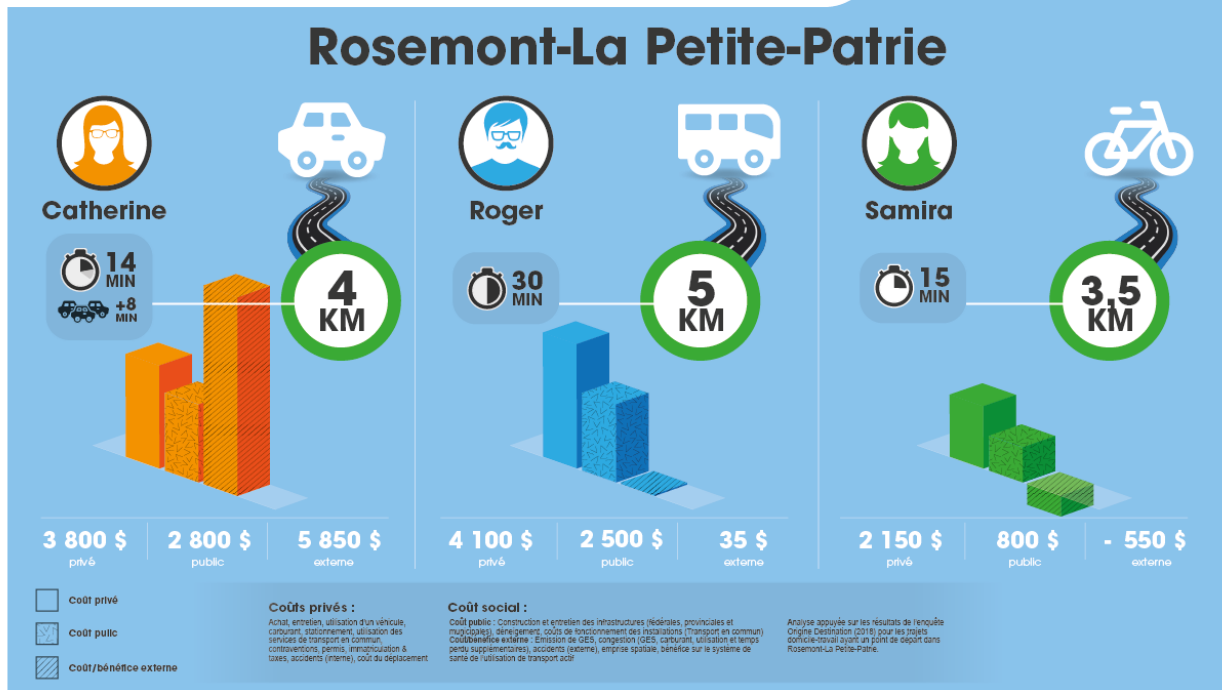


Source : Gabriëlle Beaudin, Muriel Julien, David Benatia (2024). Mobilité Montréal : les coûts sociaux des transports. HEC Montréal

Cette image est sous licence CC BY-NC-ND. Pour plus d'informations, consultez : <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Figure A-6.1 : Comparaison des coûts de trajets automobile, en transport collectif et cycliste réalistes dans l'arrondissement d'Ahuntsic-Cartierville.

Mobilité Montréal : Les coûts sociaux des transports



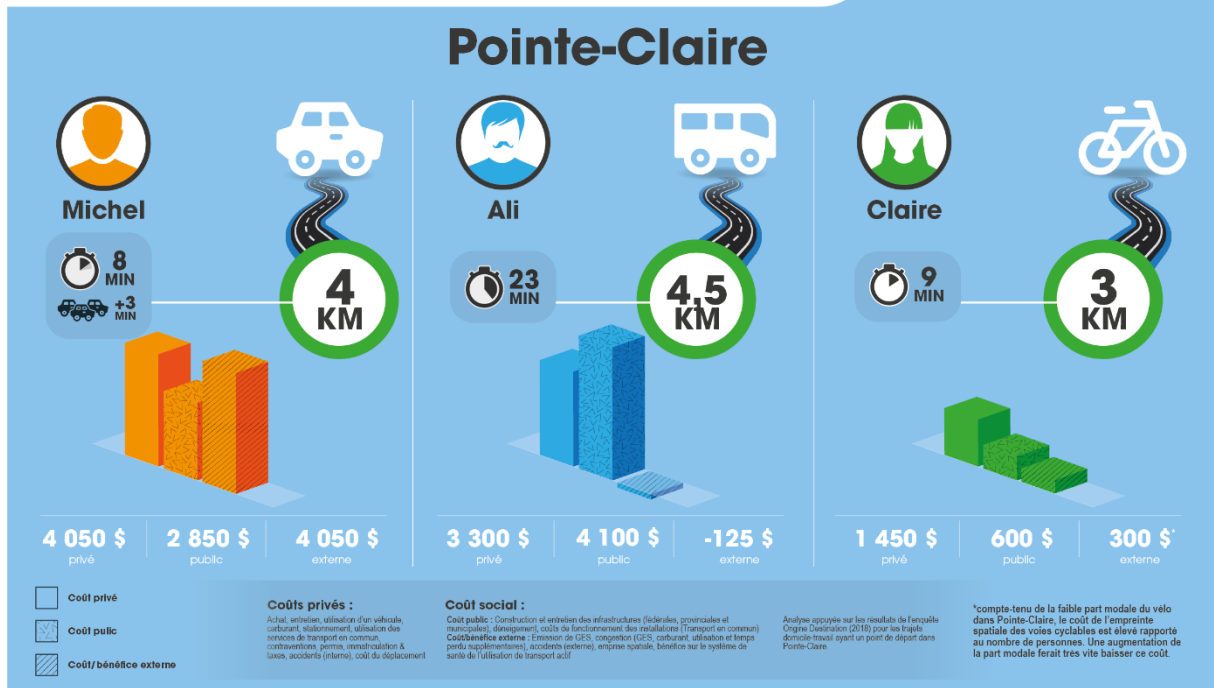
Source : Gabrièle Beaudin, Maril Julien, David Benoit (2024). Mobilité Montréal : les coûts sociaux des transports, HEC Montréal

Cette image est sous licence CC BY-NC-ND. Pour plus d'informations consultez : <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Figure A-6.2 : Comparaison des coûts de trajets automobile, en transport collectif et cycliste réalistes dans l'arrondissement de Rosemont-La Petite-Patrie.



Mobilité Montréal : Les coûts sociaux des transports



Source : Gabrielle Beaudin, Muriel Julien, David Benatia (2020), Mobilité Montréal : les coûts sociaux des transports, HEC Montréal

Cette image est sous licence CC BY-NC-ND. Pour plus d'informations, consultez : <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Figure A-6.3 : Comparaison des coûts de trajets automobile, en transport collectif et cycliste réalistes dans la ville de Pointe-Claire.