

## Vers une utilisation accrue du transport en commun à Québec ? Analyse des impacts de scénarios pour les personnes fréquentant le campus universitaire

Jean Dubé, Ph.D., Gabriel Aubry, M. ATDR, Camille Beaudoin, M. ATDR,  
Alexandre Carrier-Morissette, M. ATDR, Jean Fecteau, M. ATDR and Alexandre  
Herbuviaux, M. ATDR

Volume 42, Number 2, 2019

En l'honneur de la carrière de Mario Polèse

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/1083623ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/1083623ar>

[See table of contents](#)

### Publisher(s)

Canadian Regional Science Association / Association canadienne des sciences régionales

### ISSN

0705-4580 (print)

1925-2218 (digital)

[Explore this journal](#)

### Cite this article

Dubé, J., Aubry, G., Beaudoin, C., Carrier-Morissette, A., Fecteau, J. & Herbuviaux, A. (2019). Vers une utilisation accrue du transport en commun à Québec ? Analyse des impacts de scénarios pour les personnes fréquentant le campus universitaire. *Canadian Journal of Regional Science / Revue canadienne des sciences régionales*, 42(2), 140–153. <https://doi.org/10.7202/1083623ar>

### Article abstract

L'actualité fait état d'un certain engouement pour le développement du transport en commun dans la région de Québec. Que ce soit par le projet d'implantation du tramway, du trambus, ou encore par la construction d'un troisième lien permettant de lier plus directement le secteur historique de la ville de Lévis. Bien que ces projets cherchent à augmenter la part modale du transport en commun, aucune étude n'a encore formellement tenté de chiffrer ces impacts. La principale contribution de cet article est précisément de fournir une estimation de cet effet pour les personnes ayant pour destination le campus de l'Université Laval. À partir de données récoltées dans une enquête en ligne en 2015, l'article propose une méthodologie permettant de contrôler le biais de sélection, tout en liant les habitudes de déplacements aux caractéristiques des répondants, aux caractéristiques du milieu de vie et aux caractéristiques des déplacements. Le modèle déterministe est utilisé afin de simuler les impacts possibles des différents projets de transport en commun sur la base de scénarios liés aux gains de temps réalisés pour les déplacements et la densification du milieu bâti. L'analyse montre que le réseau structurant de transport en commun est le plus susceptible d'avoir un impact sur les comportements de mobilité, alors que le projet de troisième lien passant par la pointe de l'Île-d'Orléans est le projet avec l'impact le plus faible.

# VERS UNE UTILISATION ACCRUE DU TRANSPORT EN COMMUN À QUÉBEC ? ANALYSE DES IMPACTS DE SCÉNARIOS POUR LES PERSONNES FRÉQUENTANT LE CAMPUS UNIVERSITAIRE

Jean Dubé, Gabriel Aubry, Camille Beaudoin, Alexandre Carrier-Morissette,  
Jean Fecteau, Alexandre Herbuvaux

**Jean Dubé, Ph.D.**

Professeur agrégé  
École supérieure d'aménagement du territoire  
et de développement régional (ÉSAD)  
Centre de recherche en aménagement et  
développement (CRAD) Université Laval  
[jean.dube@esad.ulaval.ca](mailto:jean.dube@esad.ulaval.ca)

**Gabriel Aubry, M. ATDR**

École supérieure d'aménagement  
du territoire et de développement  
régional (ÉSAD) Université Laval

**Camille Beaudoin, M. ATDR**

École supérieure d'aménagement  
du territoire et de développement  
régional (ÉSAD) Université Laval

**Alexandre Carrier-Morissette, M. ATDR**

École supérieure d'aménagement  
du territoire et de développement  
régional (ÉSAD) Université Laval

**Jean Fecteau, M. ATDR**

École supérieure d'aménagement  
du territoire et de développement  
régional (ÉSAD) Université Laval

**Alexandre Herbuvaux, M. ATDR**

École supérieure d'aménagement  
du territoire et de développement  
régional (ÉSAD) Université Laval

Soumis : 12 mars 2020

Accepté : 5 mai 2020

**Résumé :**

L'actualité fait état d'un certain engouement pour le développement du transport en commun dans la région de Québec. Que ce soit par le projet d'implantation du tramway, du trambus, ou encore par la construction d'un troisième lien permettant de lier plus directement le secteur historique de la ville de Lévis. Bien que ces projets cherchent à augmenter la part modale du transport en commun, aucune étude n'a encore formellement tenté de chiffrer ces impacts. La principale contribution de cet article est précisément de fournir une estimation de cet effet pour les personnes ayant pour destination le campus de l'Université Laval. À partir de données récoltées dans une enquête en ligne en 2015, l'article propose une méthodologie permettant de contrôler le biais de sélection, tout en liant les habitudes de déplacements aux caractéristiques des répondants, aux caractéristiques du milieu de vie et aux caractéristiques des déplacements. Le modèle déterministe est utilisé afin de simuler les impacts possibles des différents projets de transport en commun sur la base de scénarios liés aux gains de temps réalisés pour les déplacements et la densification du milieu bâti. L'analyse montre que le réseau structurant de transport en commun est le plus susceptible d'avoir un impact sur les comportements de mobilité, alors que le projet de troisième lien passant par la pointe de l'Île-d'Orléans est le projet avec l'impact le plus faible.

**Mots clés :** Transport en commun; Troisième lien; Habitudes de déplacements; Choix modal; Université Laval; Analyse d'impact

**Remerciements :**

Les auteurs tiennent à remercier le comité d'aménagement et de mise en œuvre (CAMEO) de l'Université Laval afin de nous avoir permis d'utiliser les données issues du sondage effectué en 2015, le bureau de planification et d'études institutionnelles (BPEI) de l'Université Laval (et particulièrement Luc Simon), le Réseau de transport de la Capitale (RTC), la Société de transport de Lévis (STL) ainsi que la Chaire de leadership en enseignement (CLE) en développement régional économique (DRÉ).

## INTRODUCTION

La Ville de Québec a longtemps été la ville comptant le plus grand nombre de kilomètres d'autoroute par habitant (Vandersmissen, 2008). La domination de l'usage de l'automobile aujourd'hui s'explique en large partie par un sentier de dépendance qui s'est mis en place au tournant des années 1960 (Venière, 2012). L'ambition de l'époque, que l'on peut lire dans le rapport de la firme Vandry-Jobin de 1968 et sa mise à jour en 1979, était de développer Québec autour de la modernité (lire la voiture). Ce développement a été marqué par la construction de nombreuses autoroutes et du pont Pierre-Laporte<sup>1</sup> : les axes autoroutiers permettant de lier rapidement les différents secteurs de la région métropolitaine. Or, ces choix de mobilité à l'époque ne sont pas sans impacts aujourd'hui.

Le développement autoroutier a contribué à l'expansion de l'écoumène urbain, mais aussi à marginaliser le développement du transport en commun (TC)<sup>2</sup>. La part modale du TC, en période de pointe le matin, est de moins de 10% dans la grande région de Québec (EOD, 2019)<sup>3</sup>. Néanmoins, la part modale du TC a subi une certaine progression au fil des années (RTC, 2015; STL 2015), notamment avec le développement du Métrobus (Dubé et al., 2011). Le Métrobus a contribué à l'apparition de voies réservées et la multiplication d'abribus. Il permet un déplacement rapide aux heures de pointe et une desserte régulière, avec des passages aux 5 à 10 minutes. Les succès du Métrobus ont contribué à la bonification progressive de l'offre de service par le réseau de transport de la Capitale (RTC) et la société de transport de Lévis (STL). Le RTC a ajouté les parcours Métrobus 802 (Août 2008), 803 (Août 2011), 804 (Décembre 2016) et 807 (Août 2016), alors que la STL a ajouté les parcours L1, L2 et L3 (Juin-Octobre 2011). Ces ajouts ont fait passer la longueur des trajets, au début des années 2000, de 50 kilomètres à 127 kilomètres.

Afin de poursuivre l'amélioration de l'offre de TC, les autorités de la Ville de Québec ont fait l'annonce du projet de réseau structurant de transport en commun (RSTC) en mars 2018. Après quelques discussions avec les différents paliers de gouvernements, le financement fut officialisé en août 2019. Le RSTC fait suite à de nombreuses tentatives d'implantation d'un réseau de transport en commun prenant appui sur un tramway (en 2010) ou sur un système d'autobus rapide (SRB – en 2015). Or, ce projet a aussi pour effet de laisser un certain vide dans l'augmentation de l'offre à Lévis. Les acteurs politiques ont cherché à combler ce vide avec une proposition de développement d'un troisième lien à l'est de l'agglomération (Massicotte, 2016). D'abord mis de l'avant pour réduire la congestion routière sur les ponts actuels par la chambre de commerce de Lévis en 2014, le projet a rapidement intégré le TC, notamment par le biais de voies réservées.

Bien que ces annonces de bonification de l'offre de TC font grandement parler, peu d'études ont formellement permis d'évaluer l'impact de ces différentes options sur les possibles changements de comportements de mobilité des résidents. Or, la théorie en économie urbaine est assez claire sur le sujet : les coûts de déplacements représentant des facteurs importants qui influencent la décision de localisation des ménages, mais aussi des entreprises (Alonso, 1964; Muth, 1969; Mills, 1972, 1967). Peut-on évaluer l'impact que pourront avoir ces différentes options sur les déplacements ? Est-ce que ces propositions sont susceptibles d'influencer les décisions de mobilité ?

Cet article propose d'évaluer en partie cette question en mettant l'emphase sur un des importants générateurs de déplacements dans la ville : l'Université Laval.

Les habitudes de déplacements des personnes fréquentant l'Université Laval en 2015, étudiants et travailleurs, sont étudiées afin d'extrapoler l'impact que pourrait avoir la bonification de l'Offre de TC sur les habitudes de déplacements. L'analyse repose sur un sondage effectué en ligne par le comité d'aménagement et de mise en œuvre (CAMEO), un comité chapeauté par la commission de l'aménagement de l'Université Laval (CAMUL). Afin d'assurer une représentativité des répondants, un modèle statistique en deux étapes, à la Heckman (1979, 1976), est estimé. Les résultats du modèle de choix discret sont ensuite utilisés pour évaluer les changements possibles dans les habitudes de déplacements des personnes fréquentant l'Université en intégrant le scénario du RSTC, ainsi que les deux scénarios liés au projet de troisième lien : i) celui du tracé passant par la pointe de l'Île-d'Orléans; et ii) celui permettant de relier les deux centres-villes historiques. Les résultats montrent que le RSTC est le projet le plus susceptible d'augmenter la probabilité d'utiliser un mode de déplacement actif, alors que l'option du tunnel liant les deux centres-villes est l'option qui est la plus susceptible de faire basculer les habitudes de déplacement vers le transport en commun pour la Rive-Sud.

L'article est divisé en six sections. La première propose de passer en revue l'ensemble des facteurs susceptibles d'influencer le choix modal des individus pour des déplacements domicile-travail. L'ensemble de ces facteurs sont utilisés, dans la seconde section, afin de développer un modèle statistique permettant de lier le choix modal aux caractéristiques des individus ainsi qu'aux caractéristiques des milieux dans lesquels ces individus vivent. La troisième section présente les données qui sont utilisées afin d'estimer le modèle et nourrir les prévisions concernant l'impact possible de troisième lien sur la base des deux scénarios retenus. La quatrième section présente les résultats statistiques, alors que la cinquième section présente les résultats issus des scénarios de projections. Une brève conclusion clôture l'article.

## REVUE DE LITTÉRATURE

En économie, la théorie du consommateur stipule que les agents rationnels prennent une décision afin de maximiser leur utilité sous contrainte budgétaire. Appliqué au domaine de la science régionale, la théorie des prix d'enchères développées par Alonso (1964), Muth (1969) et Mills (1972, 1967), aussi désigné comme le modèle AMM, permet de lier le choix de localisation d'un individu en fonction de ses préférences et de ses contraintes budgétaires (incluant le coût de ses déplacements). Cette théorie suggère que les infrastructures de transport ont un rôle important à jouer pour expliquer les décisions de localisation, mais aussi les comportements de mobilité des individus. Évidemment, dans un tel contexte, le choix modal dépend non seulement des caractéristiques des individus, mais également de certaines conditions (exogènes à leur situation) quant à l'offre d'infrastructure de transport. C'est en ce sens que les profils des utilisateurs, mais aussi les décisions publiques concernant l'offre de services et d'infrastructures, influencent les choix des habitants.

<sup>1</sup> Ce pont devait à l'origine être nommé le pont Frontenac, mais son nom a changé suite à l'enlèvement et l'assassinat du ministre Pierre Laporte par le Front de libération du Québec (FLQ) en octobre 1970.

<sup>2</sup> La part modale du transport en commun (TC) est actuellement plus faible que celle liée aux déplacements à pied (EOD, 2019).

<sup>3</sup> Par opposition, la très grande majorité des déplacements se font en auto-solo (environ 64%) ou en auto-partagé (14,6%) (EOD, 2019)

Cette logique de choix est largement supportée par la littérature portant sur les déterminants du choix modal. De Witte et al. (2013) proposent une excellente synthèse et suggèrent de décomposer les déterminants (ou facteurs) modaux en trois catégories distinctes : i) le statut socio-économique et socio-démographique (ou caractéristiques personnelles); ii) les caractéristiques locales et de l'espace (ou caractéristiques spatiales); et iii) les caractéristiques des déplacements (ou caractéristiques des modes). À ces facteurs classiques, il est possible d'ajouter une quatrième catégorie : celle des caractéristiques socio-psychologiques, incluant les attitudes, les perceptions, les expériences personnelles et historiques et les comportements de renforcements (Yu & Zhang, 2017; Sultana, 2015).

La littérature permet de construire, en quelque sorte, un profil d'utilisateur potentiel. Les facteurs socio-économique et socio-démographique soulignent le rôle de certains facteurs fondamentaux tels que l'âge (Hasnine et al., 2018; Soria-Lara et al., 2017), le genre (Akar et al., 2013; Poliquin, 2012; Rosenbloom, 2006), l'éducation (Rau & Manton, 2016), l'occupation professionnelle (Khattak et al., 2011), le revenu (Jou & Yang, 2015; Shaheen et al., 2014; Chiou et al., 2015), la composition du ménage (Grimrud & El-Geneidy, 2014), et le fait de détenir une automobile (Boisjoly et al., 2018). En résumant les tendances notées dans les études, les résultats suggèrent que les femmes vivant seules, sans emploi et dont le revenu est faible sont les plus susceptibles d'utiliser le transport en commun. À l'inverse, les ménages de plus grande taille et dotés de revenus plus élevés sont les plus susceptibles de faire l'utilisation de la voiture. Évidemment, les comportements de mobilité sont très hétérogènes et varient souvent d'une étude à l'autre.

Les choix modaux sont également liés à la caractérisation du milieu dans lequel vit l'individu. Les facteurs spatiaux et locaux sont soulignés comme des déterminants importants dans la littérature. La densité de population (Chiou et al., 2015; Ewing & Cervero, 2010), la concentration des lieux d'emploi et la densité des activités économiques (Ewing & Cervero, 2010), la diversité des activités à destination (Cervero, 2002), la proximité des infrastructures et des services (Verdagiri & Asaran, 2009; Hensher, 2008; Rietveld, 2000), la présence d'arrêts et d'abri (Limtanakool et al., 2016; Litman, 2011) et la fréquence du service de transport en commun (de Vasconcellos, 2005; Camagni et al., 2002) sont des facteurs qui influencent significativement le choix modal. En tentant une synthèse, les gens qui habitent en ville ou près d'un centre majeur, où le transport en commun est développé et où la qualité du service est bonne, ont plus de chance d'utiliser le transport en commun (voir Dubé et al., 2018 pour une application sur l'agglomération métropolitaine de Québec).

Les caractéristiques du déplacement sont également liées au choix modal. La raison du déplacement (Verdagiri & Arasan, 2009; Kim & Ulfarsson, 2008; Pucher & Renne, 2003), la distance du trajet (Soria-lara et al., 2017), le temps nécessaire pour effectuer le déplacement (Brown et al., 2003; Bhat, 1998), l'heure de départ (Nurul Habib et al., 2009), la possibilité de jumeler différents modes (Litman, 2018; Dobruszkes et al., 2011) et les coûts directs et indirects liés au déplacement (Meng et al., 2018; Chen et al., 2012; Vega & Reynold-Feighan, 2009) sont liés au choix modal. Les coûts relatifs, automobile vs transport en commun, sont fortement liés aux choix modaux individuels. Plus le coût relatif de l'utilisation du transport en commun est élevé, plus la probabilité d'utiliser ce mode est faible (et vice-versa). Ainsi, il ne suffit pas d'implanter des conditions intéressantes pour le transport en commun afin d'assurer son succès. Il importe plutôt d'offrir une alternative intéressante au mode dominant : la voiture.

## MÉTHODOLOGIE

Le choix modal est souvent abordé dans une perspective discrète, voire binaire : l'utilisateur ayant le choix d'utiliser un mode ou un autre. Ces modèles statistiques sont habituellement estimés à partir de données provenant d'enquêtes menées auprès de répondants. Or, les répondants aux sondages ne sont pas nécessairement représentatifs de la population. Encore moins depuis que plusieurs outils en ligne permettent de récolter des informations de manière simple, à moindres coûts. En ce sens, l'utilisation de méthodes liées à un objectif d'analyse prospective pose certains défis.

Plusieurs études tentent d'ajuster la représentativité en attribuant un poids à chacun des répondants en fonction de leur profil socio-économique et démographique. Cette approche, somme toute classique, est fondée essentiellement sur certaines caractéristiques des répondants et de la population.

Une autre approche, peu exploitée en pratique, consiste à développer un modèle statistique en deux étapes (Heckman, 1979, 1976). Une première étape consiste à vérifier si les répondants ont un profil différent de celui de la population. La seconde étape consiste essentiellement à estimer le modèle de choix modal en corrigeant pour les biais de sélection, le cas échéant, identifié en première étape.

De manière plus précise, le modèle à la Heckman consiste d'abord à estimer un modèle liant la participation (ou non) au sondage, synthétisé dans un vecteur binaire  $y_s$ , en fonction des caractéristiques observables,  $z_k$  résumé dans la matrice de caractéristiques  $\mathbf{Z}$ , de la population et des répondants. Un modèle de choix discret (logit ou probit) est estimé (équation 1) afin de tester la significativité des paramètres individuels ( $\beta_k$ ), et donc le lien statistique qui peut exister entre les caractéristiques des répondants et le fait d'avoir répondu au sondage

$$y_s = \exp(\mathbf{Z}\boldsymbol{\beta}) / [1 + \exp(\mathbf{Z}\boldsymbol{\beta})] \quad (1)$$

Dans cette première étape, le nombre d'observations est égal à la taille de la population, notée  $N$ . L'ensemble de la population, incluant ceux qui ont répondu au sondage, est utilisée. La performance globale du modèle peut être vérifiée avec l'aide du test de Hosmer et Lemeshow (2008; 1980). Lorsque le modèle est correctement spécifié ( $p > 0,05$ ), on peut alors vérifier l'absence de significativité pour l'ensemble des paramètres individuels, soit les composantes du vecteur  $\boldsymbol{\beta}$  ( $\beta_k$ ). Une absence de significativité globale indique une absence de biais de sélection. Dans un tel cas, le modèle en seconde étape peut être estimé directement. Par contre, la significativité de certains paramètres indique une forme de sélectivité dans le profil des répondants et nécessite la création d'une variable supplémentaire.

Cette nouvelle variable, appelée inverse du ratio de Mills, permet de contrôler pour le biais de sélection dans le modèle d'intérêt (choix modal). L'inverse du ratio de Mills, noté  $m(\mathbf{Z})$  et résumé dans le vecteur  $m(\mathbf{Z})$  (équation 2), est basé sur la fonction cumulative et marginale issue de modèles de choix discret sélectionnés.

$$m(\mathbf{Z}) = F(\mathbf{Z}\boldsymbol{\beta}) / f(\mathbf{Z}\boldsymbol{\beta}) \quad (2)$$

Où  $F(\cdot)$  et  $f(\cdot)$  représentent, respectivement, la fonction cumulative et marginale de la distribution logistique (modèle logit) ou normale (modèle probit).

La seconde étape consiste à régresser, pour le sous-échantillon de taille  $n$  (où  $n < N$ ), la variable exprimant le choix modal, notée  $y_m$  et résumée dans le vecteur  $y_m$ , en fonction des caractéristiques des individus ayant répondu au sondage,  $\mathbf{Z}$ , ainsi que l'ensemble des caractéristiques du voisinage et du temps de déplacement en TC pour rejoindre le campus, noté  $x_n$  et résumé dans la matrice  $\mathbf{X}$ . Le modèle

du choix modal comprend ainsi les caractéristiques des répondants, les caractéristiques du milieu, les caractéristiques des déplacements possibles, mais aussi le facteur de correction pour la représentativité (équation 3).

$$y_s = \exp(\mathbf{Z}\boldsymbol{\varphi} + \mathbf{X}\boldsymbol{\theta} + m(\mathbf{Z})\lambda) / [1 + \exp(\mathbf{Z}\boldsymbol{\varphi} + \mathbf{X}\boldsymbol{\theta} + m(\mathbf{Z})\lambda)] \quad (3)$$

Dans cette équation, les paramètres  $\boldsymbol{\varphi}_k$  significatifs identifient les déterminants individuels liés au choix modal, alors que les paramètres  $\boldsymbol{\theta}_h$  significatifs identifient les déterminants de l'environnement lié au milieu de vie et aux caractéristiques du déplacement statistiquement liés au choix modal. La significativité du paramètre  $\lambda$  indique une corrélation entre la participation au sondage et le choix modal, marquant ainsi un biais qui ne peut être contrôlé sans la première étape.

Une fois les paramètres du modèle estimés (équation 3), il est possible d'effectuer des simulations afin de connaître l'impact d'une variation des variables sélectionnées (ici: le temps de déplacement; la caractérisation du voisinage) sur le choix modal. Le scénario de référence est constitué de données factuelles. Les données issues des scénarios peuvent être utilisées afin d'effectuer une comparaison avec la situation de référence. Cette comparaison permet ainsi de chiffrer l'effet sur le changement de probabilité d'utiliser un choix modal (équation 4).

$$\Delta_m = \hat{y}_m(\mathbf{Z}\boldsymbol{\varphi} ; \mathbf{X}^*\boldsymbol{\theta} ; m(\mathbf{Z})\lambda) - \hat{y}_m(\mathbf{Z}\boldsymbol{\varphi} ; \mathbf{X}\boldsymbol{\theta} ; m(\mathbf{Z})\lambda) \quad (4)$$

Où  $\Delta_m$  est la variation dans la probabilité d'utiliser un choix modal,  $\hat{y}_m(\mathbf{Z}\boldsymbol{\varphi} ; \mathbf{X}^*\boldsymbol{\theta} ; m(\mathbf{Z})\lambda)$  est la probabilité estimée d'utiliser un mode de transport donné suite à une modification des caractéristiques du milieu,  $\mathbf{X}^*$  vs  $\mathbf{X}$ , et  $\hat{y}_m(\mathbf{Z}\boldsymbol{\varphi} ; \mathbf{X}\boldsymbol{\theta} ; m(\mathbf{Z})\lambda)$  est la probabilité d'utiliser un mode de transport avec la spécification originale (valeur de départ des déterminants et caractéristiques). Ce cadre d'analyse permet de simuler l'impact d'une modification de l'offre de transport en commun sur la probabilité d'utiliser ce mode.

## DONNÉES

Afin d'estimer le modèle de choix modal, l'analyse prend appui sur trois types de données: i) des données administratives, permettant de connaître certaines informations sur la totalité des personnes qui fréquentent le campus de l'Université Laval; ii) des données provenant d'un sondage visant à comprendre les styles de vie et les relations des personnes fréquentant le campus (Bédard & Morin, 2016) et iii) des données provenant du rôle d'évaluation de 2014, permettant ainsi de qualifier le milieu dans lequel les individus vivent.

Les données administratives contiennent la liste complète des personnes liées, d'une manière ou d'une autre, à l'Université Laval pour l'année 2015. La population inclut les employés, les étudiants, mais aussi les étudiants-employés, et vice-versa. Le fichier contient certaines informations sur l'ensemble des personnes identifiées dont: i) le genre; ii) l'âge (en catégorie); iii) le statut (employé/étudiant); iv) l'occupation (étudiant temps plein/temps partiel; type d'emploi occupé le cas échéant); v) le programme et faculté auquel il/elle est rattaché (Tableau 1); vi) le fait de posséder une vignette de stationnement; et vii) le type de vignette détenu (catégorie). Au total, la base de données comporte des informations sur 49 685 personnes distinctes.

Le sondage a été effectué en ligne entre le 18 novembre et le 4 décembre 2015. Le questionnaire a été envoyé par un courriel de sollicitation aux 52 315 adresses de courriel valides à ce moment. De ce nombre, 44 261 adresses courriel étaient celles d'étudiants, alors que la balance, soit 8 054, était associée à des employés. Ce nombre correspond à toutes les adresses courriel possibles, in-

**Tableau 1.** Liste des abréviations des facultés d'attache

Abréviation	Définition
DGFC	Direction de la formation continue
DGPC	Direction générale du premier cycle
FD	Faculté de droit
FAAAD	Faculté d'aménagement, d'architecture, d'art et de design
FFGG	Faculté de foresterie, géographie et géomatique
FLSH	Faculté de langues et de sciences humaines
FM / FMD / FPHA	Facultés de médecine / médecine dentaire / pharmacie
FSA	Faculté des sciences de l'administration
FSAA	Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation
FSE	Faculté des sciences de l'éducation
FSG	Faculté des sciences et de génies
FSI	Faculté des sciences infirmières
FSS	Faculté des sciences sociales
FTSR	Faculté de théologie et de sciences religieuses
IQHEI / REG	Hautes études internationales et Registraire

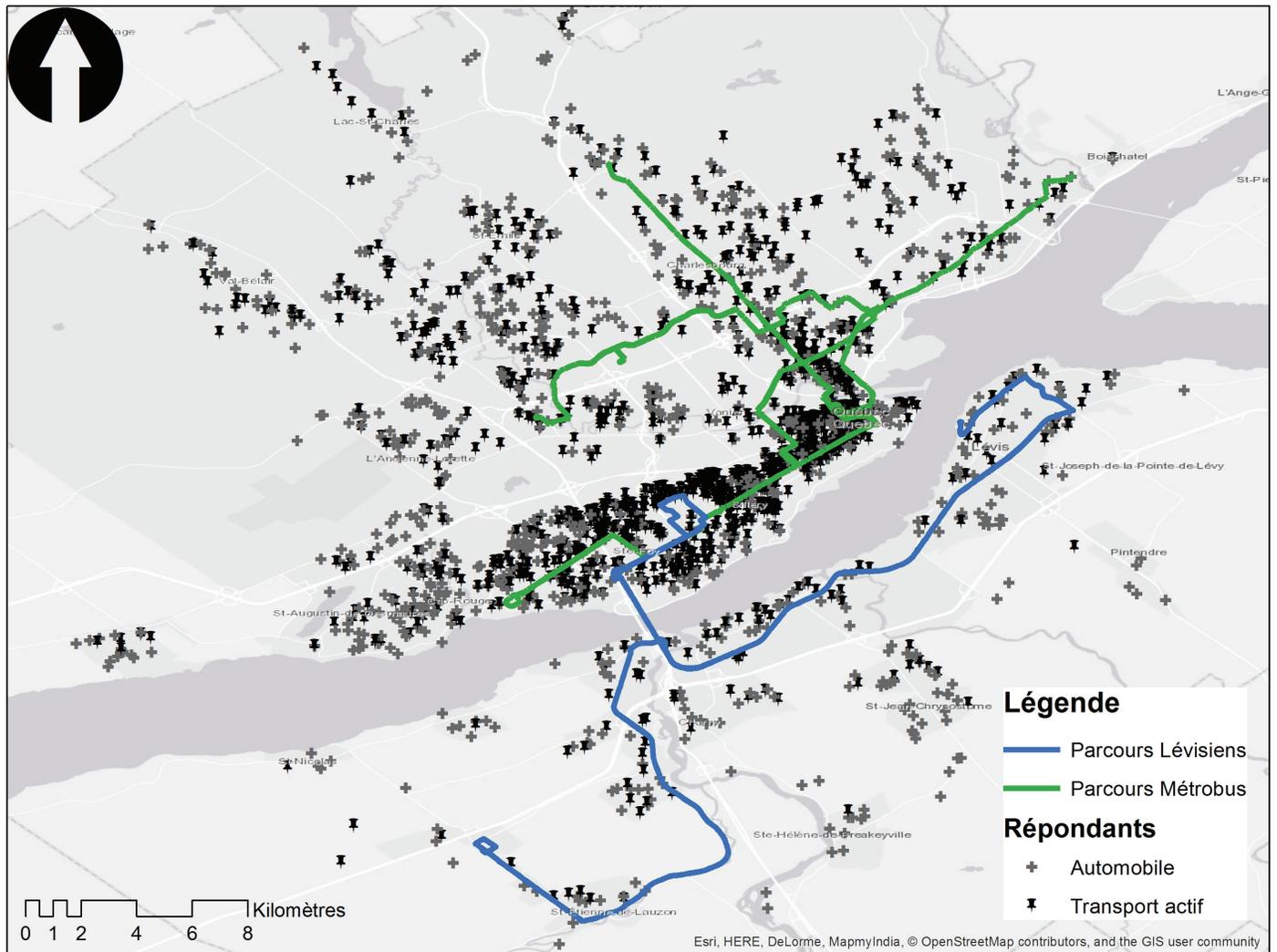
cluant donc certains doublons liés à des étudiants qui ont aussi le statut d'employé ou vice-versa. Bien que l'approche en ligne comporte plusieurs avantages, dont notamment celui de maximiser le nombre de réponses, les répondants issus d'une telle approche ne sont donc nécessairement représentatifs de la population (Blais & Durand, 2010). L'approche par sondage auprès de la communauté universitaire représente aussi un avantage méthodologique important: il met l'emphase sur une destination unique. Ce choix comporte son lot d'avantage puisque le choix de localisation est souvent lié à la destination finale de l'individu. Or, le fait de mettre l'emphase sur une seule destination, mais sur une multitude d'origines permet de contourner le problème d'endogénéité des origines-destinations.

Après la période allouée pour répondre au questionnaire, un total de 4 805 questionnaires avait été complété. Sur ce nombre 1 166 sont incomplets (informations manquantes). En se concentrant uniquement sur les questionnaires complets et pour lesquels les informations sur les lieux de résidence étaient disponibles et à l'intérieur des agglomérations de Québec et de Lévis, c'est un total de 2 791 questionnaires qui sont disponibles pour les estimations. Sur la totalité de l'échantillon retenu pour faire l'analyse, 1 697 répondants ont déclaré utiliser le transport actif (incluant marche, vélo ou transport en commun) pour se rendre sur le campus (Tableau 2). Ce nombre correspond à une proportion de 60,8%, soit une proportion nettement plus importante que ce que l'on note dans les enquêtes origines-destinations.

**Tableau 2.** Modes de déplacements utilisés par les répondants

Modes		Nombre	%
Actifs	Marche	475	17,02%
	Vélo	242	8,67%
	Transport en commun	980	35,11%
Voiture	Auto-solo	729	26,12%
	Auto passager	173	6,20%
	Autre Auto	192	6,88%
Total		2 791	100%

Figure 1



Le fichier sur les répondants au sondage est plus détaillé que les données sur l'ensemble de la population fréquentant le campus. Les variables retenues pour l'analyse statistique concernent essentiellement celles permettant de décrire le profil de la personne qui fréquente le campus. Le choix de ces variables est fortement influencé par les constats tirés de la littérature et permet de trier plusieurs informations.

En fonction des données de l'enquête, les variables suivantes sont retenues pour l'analyse : i) le type de transport utilisé pour se rendre sur le campus<sup>4</sup>; ii) le nombre d'enfants; iii) la provenance des répondants (région d'origine); iv) le nombre d'heures travaillé par semaine (en catégories); v) les habitudes de fréquentation du campus; vi) le revenu annuel (en catégories); vii) le fait de posséder une auto (oui/non); viii) le fait d'être propriétaire de son logement (oui/non); et un ensemble d'autres caractéristiques liées aux activités effectuées sur le campus, les lieux fréquentés et d'autres informations sur des questions générales et ouvertes. Tout comme le fichier de population, il possède aussi des informations portant sur : i) le genre; ii) l'âge (en catégorie); iii) le statut (employé/étudiant); iv) l'occupation (étudiant temps plein/temps partiel; type d'emploi occupé le cas échéant); et

v) le programme auquel il/elle est rattaché. Puisque les données du sondage permettent de retracer le code postal de résidence des répondants, les données sont géolocalisées afin de recomposer les caractéristiques du milieu de vie des répondants (Figure 1).

Les caractéristiques des milieux de vie sont construites à partir des données du rôle d'évaluation de 2014 pour les villes de Québec (incluant Ancienne-Lorette et Saint-Augustin-de-Desmaures) et de Lévis. Les données contenues dans les rôles d'évaluation permettent ainsi de construire un certain nombre d'indicateurs permettant de cerner les matricules (unités d'évaluation) présents dans un rayon de 300 mètres autour du centroïde du code postal (Dubé & Brunelle, 2014). Ces informations permettent, à partir de l'information sur la vocation principale de l'unité d'évaluation<sup>5</sup>, d'inclure des informations sur : i) le nombre moyen de logements par bâtiment résidentiel; ii) le nombre de loyers commerciaux; iii) un indice de diversification des activités, basé sur l'indice d'Herfindhal; iv) l'année moyenne de construction des immeubles; v) la distance en kilomètres à l'Université; vi) la présence d'un système de transport en commun incluant une voie réservée et la présence d'un autobus articulé, de type Métrobus (Dubé et al., 2018); et vii) une variable binaire identifiant la rive.

<sup>4</sup> Pour l'exercice, les modes suivants sont regroupés dans la catégorie « transport actif », par opposition au transport en automobile, soit : i) déplacement à pied; ii) déplacement en vélo; et iii) déplacement en transport en commun.

<sup>5</sup> Tel que défini par le code d'utilisation du bien fond (CUBF) de l'unité d'évaluation.

**Tableau 3. Résultats d'estimation – première étape**  
(sélectivité des répondants)

Variables indépendantes	Coefficient	sign.
Homme (Oui/Non)	-0,4670	***
< 20 ans	Référence	
20 à 24 ans	-0,4096	***
25 à 29 ans	-0,5279	***
30 à 34 ans	-0,5072	***
35 à 39 ans	-0,4577	***
40 à 44 ans	-0,5068	***
45 à 49 ans	-0,4318	**
50 à 55 ans	-0,6683	***
55 à 59 ans	-0,4792	**
60 à 64 ans	-0,4058	*
65 ans et +	-0,6349	**
Stationnement (3 sessions)	-0,0346	
Stationnement - Automne	-0,2632	
Stationnement - Hiver	Référence	
Vignette - catégorie 1	-0,0708	
Vignette - catégorie 2	-0,0435	
Vignette - catégorie 3	0,1630	
Baccalauréat	Référence	
Maîtrise	0,3811	***
Doctorat	0,2807	**
Étudiant temps plein	-0,9180	***
N'appartient à aucune faculté	0,3587	
DGFC	Référence	
DGPC	0,4942	**
FD	0,2058	
FAAAD	0,8529	***
FFGG	0,9974	***
FLSH	0,7444	***
FM / FMD / FPHA	0,8131	***
FSA	0,2392	
FSAA	0,6200	***
FSE	0,3663	*
FSG	0,4956	**
FSI	0,7838	***
FSS	0,6433	***
FTSR	-0,0839	
IQHEI / REG	0,7059	*
Professeur	1,5985	***
Chargé de cours	0,2151	
Auxiliaire	0,5051	*
Contractuel	-0,3008	
Professionnel	2,7127	***
Personnel de bureau	2,1822	***
Administrateur	2,9629	***
Personnel de métier	0,7581	*
Autre personnel enseignant	0,3992	
Personnel technique	2,1032	***
Constante	-3,0202	***
Pseudo-R <sup>2</sup>	0,0917	
Statistique $\chi^2$	1 970,44	***
Hosmer-Lemeshow	8,71	
N	49 685	

Légende : \*\*\* p < 0.001; \*\* p < 0.01; \* p < 0.05

**Tableau 4. Résultats d'estimation – seconde étape**  
(choix modal; variable dépendante : transport actif)

Variables indépendantes	Coefficient	sign.
Homme (Oui/Non)	0,2849	*
Possède une voiture (Oui/Non)	-0,5037	***
Possède un ou des enfants (Oui/Non)	-0,0648	*
Étudiant (Oui/Non)	0,8056	**
Statut temps plein (Oui/Non)	0,2218	
Propriétaire (Oui/Non)	-0,4063	**
Réside sur le campus (Oui/Non)	-0,2941	
Travaille sur le campus (Oui/Non)	0,3293	
Fréquente régulièrement le campus (Oui/Non)	0,2648	*
Revenu < 10K\$/an	Référence	
Revenu [10K\$; 20K\$/an	-0,1926	
Revenu [20K\$; 40K\$/an	-0,4907	**
Revenu [40K\$; 60K\$/an	-0,2292	
Revenu [60K\$; 80K\$/an	-0,2983	
Revenu >80K\$/an	-0,6102	*
Scolarité professionnelle (DEP)	0,6040	
Scolarité collégiale (DEC)	0,3876	
Scolarité baccalauréat	0,2390	
Scolarité Maîtrise	0,1962	
Scolarité Doctorale	0,9054	**
Ne travaille pas	Référence	
Travail 1 à 4 h./semaine	-0,1389	
Travail 5 à 9 h./semaine	0,0608	
Travail 10 à 14 h./semaine	0,1580	
Travail 15 à 19 h./semaine	-0,1873	
Travail 20 à 24 h./semaine	-0,4802	
Travail 25 à 29 h./semaine	-0,4264	
Travail 30 à 34 h./semaine	0,0174	
Travail 35 à 39 h./semaine	-0,6881	**
Travail 40 à 44 h./semaine	-0,5668	*
Travail 45 h./semaine et plus	-0,4917	
Provient du Grand-Montréal	0,2010	
Étudiant étranger (Oui/Non)	0,3100	
Indice de diversification local (< 300 m.)	2,0097	***
Nombre moyen de logements/bâtiment (< 300 m.)	0,0383	***
Nombre de commerces (< 300 m.)	0,0314	**
Nombre de commerces (< 300 m.) <sup>2</sup>	-0,0003	**
Absence de transfert (Oui/Non)	-0,6246	
Accessible à la marche (Oui/Non)	0,7532	**
Proximité d'une ligne de BRT	0,4252	***
Année de construction moyenne (< 300 m.)	-0,0056	
Nombre d'arrêts d'autobus (< 300 m.)	0,0073	
Nombre de lignes d'autobus (< 300 m.)	-0,0360	
Réside sur la rive-sud (Oui/Non)	4,6997	**
Temps de déplacement en autobus (en min.)	-0,2339	***
Temps de déplacement en autobus (en min.) <sup>2</sup>	0,0082	***
Temps de déplacement en autobus (en min.) <sup>3</sup>	-0,0001	***
Temps de déplacement en autobus (en min.) sur la rive-sud	-0,2576	**
Temps de déplacement en autobus (en min.) <sup>2</sup> sur la rive-sud	0,0031	*
Distance à l'Université Laval (en km)	0,0153	
Inverse du ratio de Mills	-0,2016	*
Constante	11,6234	*
Pseudo-R <sup>2</sup>	0,2611	
Statistique $\chi^2$	680,22	***
Hosmer-Lemeshow	9,63	
n	2 791	

Légende : \*\*\* p < 0.001; \*\* p < 0.01; \* p < 0.05

Finalement, pour chacun des centroïdes des codes postaux, une foule d'information sur les temps de déplacements nécessaires pour rejoindre le campus est calculée à partir des informations contenues sur le site de *Google Maps* afin de simuler le temps le plus rapide en automobile et en autobus. Une variable permettant d'isoler les déplacements à pied de moins de dix minutes est également construite. À noter que la distance à l'Université Laval est également calculée pour l'ensemble des centroïdes des codes postaux. Cette distance est très fortement corrélée à la distance en automobile pour se rendre sur le campus ( $\rho=0,96$ ). Pour cette raison, seule la variable de distance est retenue dans la modélisation.

## RÉSULTATS : LE CHOIX MODAL

La première étape consiste à vérifier si le profil des répondants est statistiquement différent de celui de la population qui fréquente le campus. Le modèle de régression logistique est significatif dans son ensemble ( $p = 0,0000$ ), le pouvoir explicatif du modèle est satisfaisant, avec un pseudo- $R^2$  de 0,0917, et la spécification globale est significative ( $p = 0,3671$  – voir Tableau 3). Le genre, l'âge, la scolarité, le régime d'étude (temps plein), la Faculté d'appartenance et le statut professionnel sont statistiquement liés à la probabilité d'avoir rempli le sondage en ligne. Le profil des répondants n'est donc pas représentatif de l'ensemble de la population fréquentant le campus. La création de l'inverse du ratio de Mills est donc nécessaire pour contrôler pour le possible biais dans la représentativité.

Afin de tenir compte d'une possible différence dans les comportements de mobilité selon la rive habitée, une interaction est incluse pour les variables clés liées aux caractéristiques des déplacements (incluant la caractérisation urbanistique à l'arrêt) : i) le temps de déplacements nécessaire en transport en commun pour rejoindre

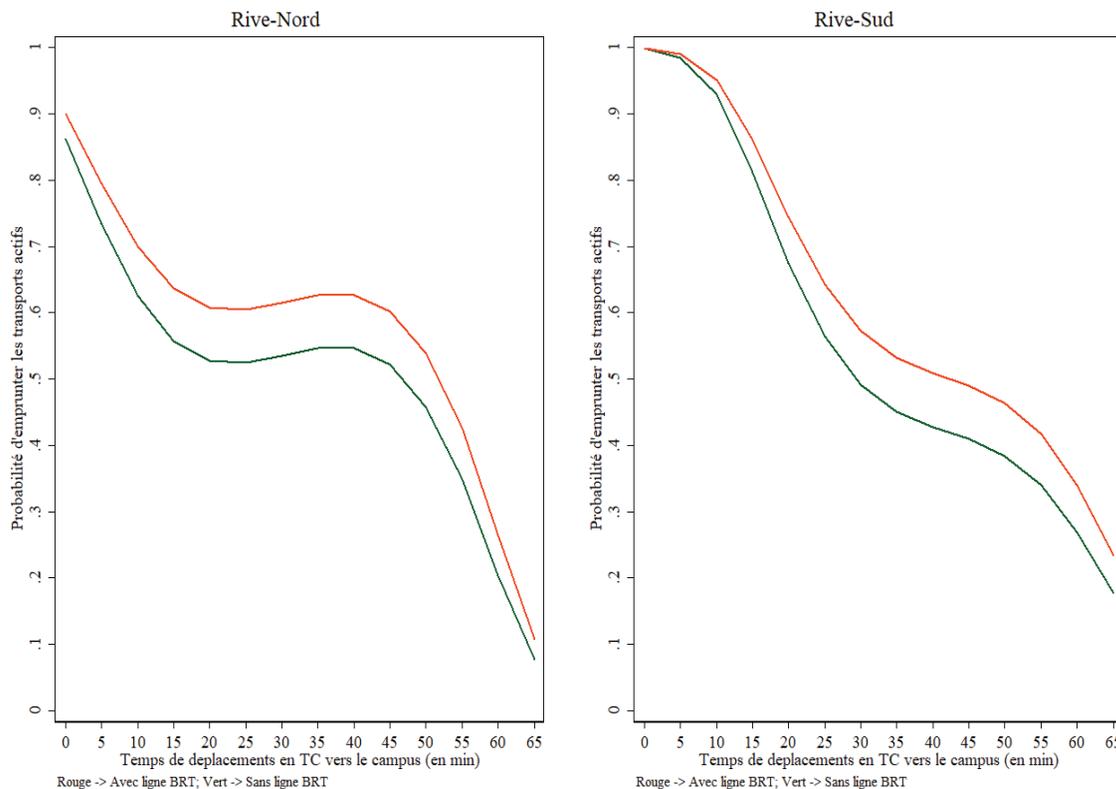
l'Université Laval; ii) le volume de l'offre commerciale autour du lieu de résidence; et iii) la densité résidentielle au lieu de résidence.

L'analyse du choix modal sur l'échantillon disponible, soit 2 791 répondants, confirme le biais de sélection puisque le coefficient lié à l'inverse du ratio de Mills, soit  $\lambda$ , est significatif (Tableau 4). Globalement, le modèle est significatif ( $p = 0,0000$ ) et possède une performance intéressante, avec un pseudo- $R^2$  de 0,2704. Le test de Hosmer et Lemeshow suggère que la spécification du modèle est adéquate ( $p = 0,4131$ ). Sans grande surprise, les résultats suggèrent que le choix modal dépend largement du profil socio-économique et démographique des répondants, avec la significativité de plusieurs coefficients liés aux caractéristiques des répondants. Le choix modal est également fortement lié aux caractéristiques du milieu de vie (Tableau 4).

En concentrant l'attention sur les variables susceptibles d'être modifiées suite à la modification de l'offre de TC, les résultats suggèrent que cette modification peut influencer le choix modal par le biais de trois facteurs. Le premier concerne le temps de déplacement (en minutes) en TC. Les estimations font clairement ressortir l'importance du temps nécessaire pour rejoindre l'UL en TC comme un facteur important dans le choix modal des individus (Figure 2).

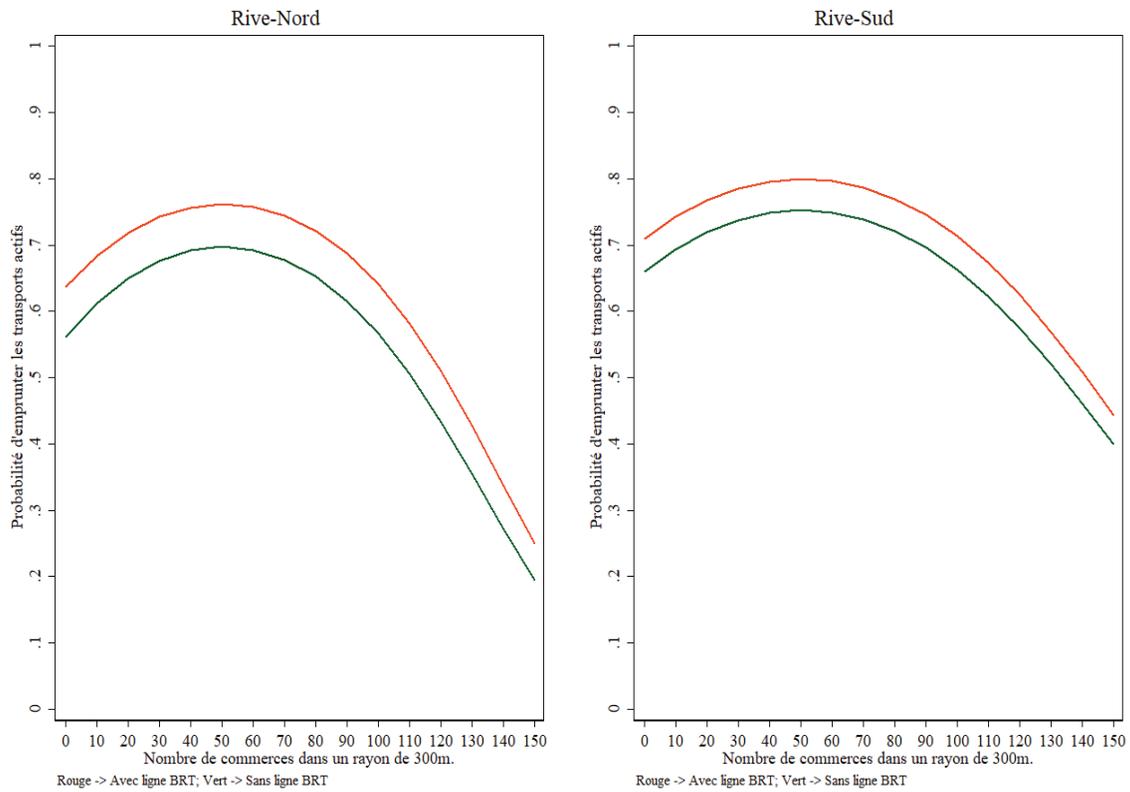
Le second facteur concerne la densité résidentielle, l'offre commerciale et la diversification des activités qui sont toutes liées à la probabilité d'utiliser le transport actif, incluant le transport en commun. L'offre commerciale montre un effet qui plafonne après un certain niveau (voir Figure 3), alors que la densité résidentielle est liée à une plus grande probabilité d'utilisation des transports actifs (Figure 4). Sans grande surprise, la forte proximité au campus, et donc la possibilité de s'y rendre à pied, est liée à une probabilité plus forte d'emprunter les transports actifs.

Figure 2. Effet marginal lié au temps de déplacement en TC



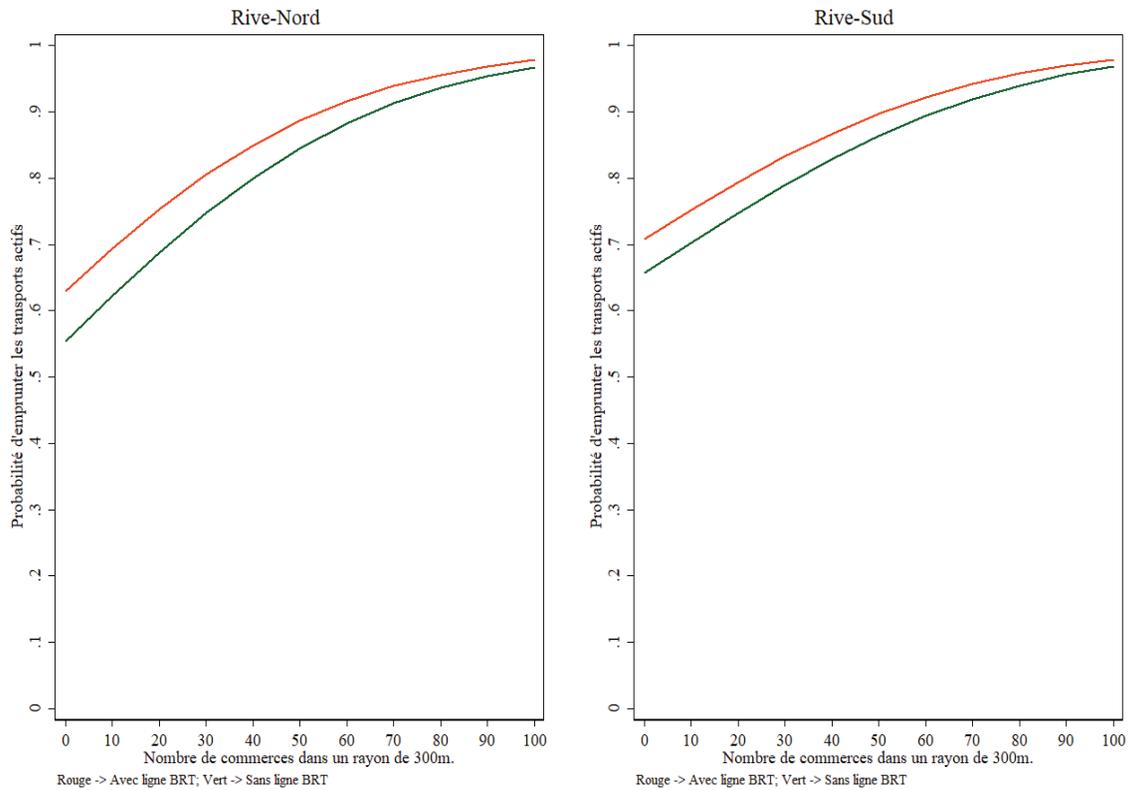
Calculs des auteurs; Les effets marginaux sont estimés à la valeur réelle des variables indépendantes

**Figure 3.** Effet marginal lié à la composition commerciale



Calculs des auteurs; Les effets marginaux sont estimés à la valeur réelle des variables indépendantes

**Figure 4.** Effet marginal lié à la densité résidentielle



Calculs des auteurs; Les effets marginaux sont estimés à la valeur réelle des variables indépendantes

Le troisième concerne les caractéristiques de l'offre de transport en commun. Le fait d'être situé près d'une ligne d'autobus à grande desserte comportant des voies réservées est lié à une plus grande probabilité d'utiliser le transport actif (voir Figures 2 à 4). On peut alors supposer qu'un effort d'implantation de nouveaux types de TC performant sera lié à une hausse de l'engouement local, du moins le long du parcours et des nouvelles stations.

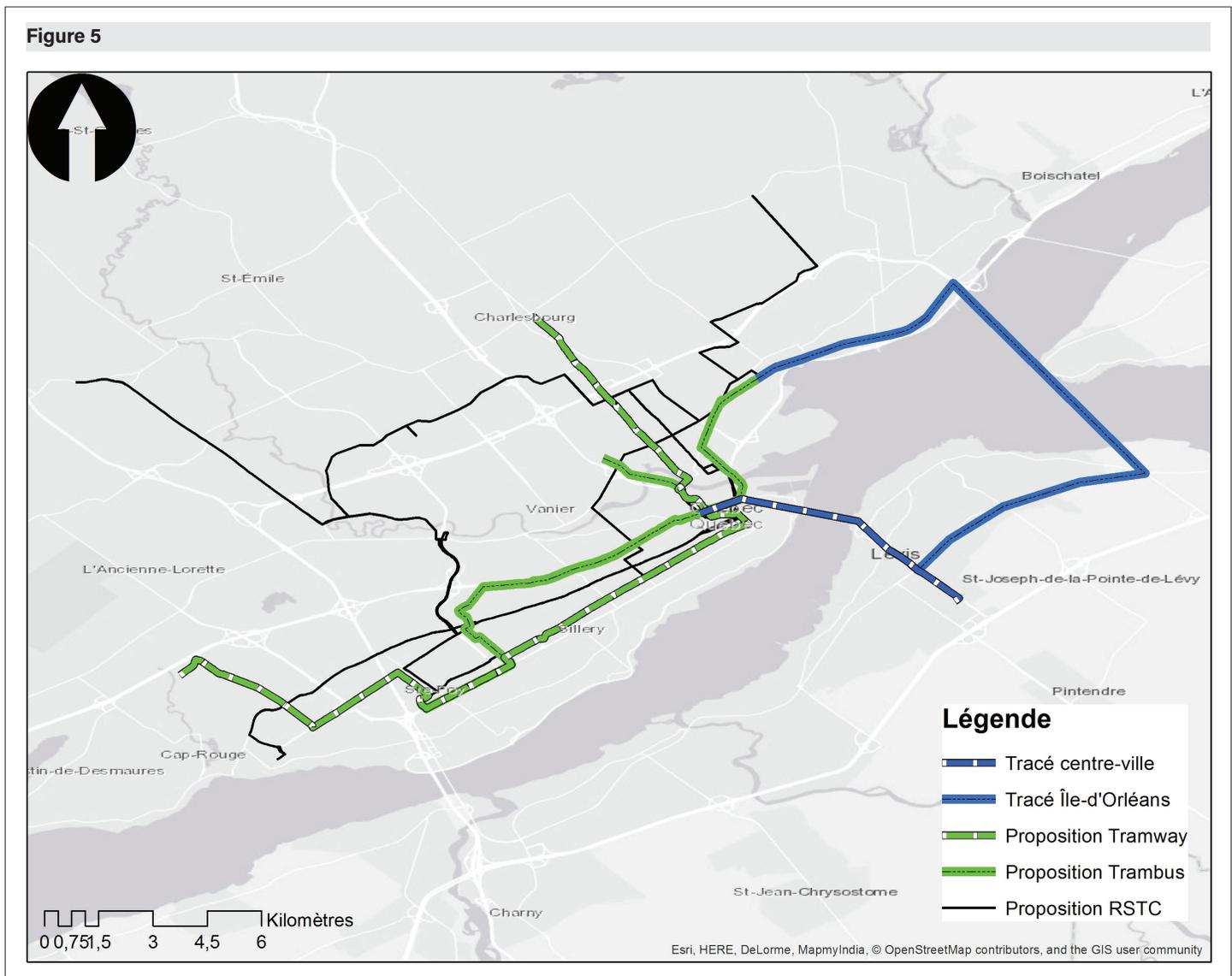
## PROJECTION : LES PARAMÈTRES MODIFIÉS

En faisant varier les facteurs liés à la structure du TC et l'environnement immédiat des résidents, il est possible de comparer les décisions de mobilité selon les probabilités associées aux déplacements actifs ou en voiture. Les scénarios permettent de comparer, par rapport à la situation actuelle, les secteurs pour lesquels la probabilité d'utiliser un transport actif (TA) change. Cette variation est cartographiée afin de faciliter la présentation.

Les impacts des projets de transport en commun planifiés sont simulés en intégrant différents scénarios sur : i) le temps de déplacement; ii) la densification autour des stations et des lignes proposées; et iii) l'effet d'attractivité généré par une nouvelle offre de transport en commun plus performante. Les temps de déplacements sont estimés sur la base de la localisation des tracés projetés (Figure 5) en

optant pour une vitesse moyenne variant selon le type de véhicule utilisé. Les calculs supposent une vitesse moyenne de 24 km/h pour le Tramway, de 21 km/h pour le Métrobus et de 32 km/h pour le Trambus. Si le temps de déplacement calculé se trouve supérieur au temps de déplacement actuel, l'analyse conserve le temps le plus court, ce qui suppose que l'utilisateur cherche à utiliser le moyen le plus rapide.

L'analyse de prévision intègre une densification résidentielle et une multiplication de l'offre commerciale autour des stations touchées par le nouveau service. Un facteur multiplicatif est appliqué sur le nombre moyen de logements par bâtiment : une fois et demie (1,5) si le nombre moyen de logements par bâtiment est inférieur à 10. Pour les autres cas, aucun facteur n'est appliqué. Idem pour le nombre de commerces : le nombre est multiplié par 1,25 s'il est inférieur à 25 dans un rayon de 300 m. Autrement, aucun facteur n'est appliqué. De plus, ces facteurs multiplicatifs sont appliqués seulement pour les portions du territoire où aucun service de type Métrobus ou Lévisien n'était disponible. L'analyse suppose que les modifications urbanistiques ne touchent que les secteurs qui ont connu une amélioration relative de leur service de transport en commun.



## PROJECTION : LES RÉSULTATS DE SIMULATIONS

La variation dans la probabilité estimée (équation 4) est cartographiée pour l'ensemble des propositions. De par l'ampleur du changement dans l'offre de transport en commun, le RSTC, qui propose notamment l'ajout de lignes de Métrobus afin de bonifier l'offre complète, montre un impact spatial plus important, mais fortement localisé. L'ajout de la ligne de trambus dans l'est de la ville (Beauport), le prolongement de la ligne de tramway dans le sud-ouest de la ville, et l'ajout de Métrobus pour rejoindre certains secteurs plus au nord ont pour effet de diminuer les temps de déplacements en TC et ainsi augmenter la probabilité liée à l'utilisation du TA (Figure 6A). L'amélioration du temps de déplacement à partir de Charlesbourg, actuellement desservi par le Métrobus, a aussi pour effet d'augmenter la probabilité d'emprunter le TA. La probabilité d'utiliser le TA augmente aussi autour des axes actuellement desservis par les Métrobus 800 et 801 puisque le Tramway améliorera le temps de déplacement pour la plupart des secteurs de la ville.

Les gains liés à l'ajout d'un troisième lien sont plus faibles et plus concentrés dans l'espace, et ce peu importe la proposition (Figure 6B et Figure 6C). L'effet anticipé est cependant plus important avec l'option du troisième lien entre les deux centres-villes historiques (Figure 6B). L'effet combine non seulement l'impact d'une forte réduction de temps de déplacement, mais également une certaine forme

de densification dans un noyau urbain déjà bien établi. Les simulations proposent que l'effet permette vraisemblablement d'augmenter la part du transport en commun dans le centre-ville de Lévis. En fait, l'effet se fait sentir au-delà de la limite de l'autoroute 20 plus au sud. C'est cette proposition qui est la plus susceptible d'engendrer des retombées pour la ville de Lévis.

En comparant avec l'option plus à l'est, les résultats suggèrent que le gain de temps, plutôt marginal, devrait avoir peu d'impact sur le changement de probabilité d'utiliser le TA (Figure 6C). Le seul point positif concernant l'option plus à l'est, est le fait que le passage par l'est sur la Rive-Nord permet d'augmenter la probabilité d'utiliser le TA pour certains résidents de Beauport. Pour eux, l'ajout du TC permet de réaliser un gain de temps pour les déplacements et ainsi changer de manière considérable la probabilité d'utiliser le TA. Ceci dit, l'effet est plutôt marginal.

Évidemment, ces résultats sont partiels dans l'optique où l'analyse est effectuée uniquement pour les personnes qui fréquentent le campus de l'Université Laval. Les options du troisième lien auront des impacts probablement plus importants si on tient compte du fait que le centre-ville de Lévis constitue un pôle d'attractivité et d'emploi important. Tout comme le secteur de la colline parlementaire à Québec. Le gain de temps global est donc aussi susceptible de se faire sentir sur les deux rives pour plusieurs travailleurs. Sans constituer une analyse complète, les simulations constituent néanmoins

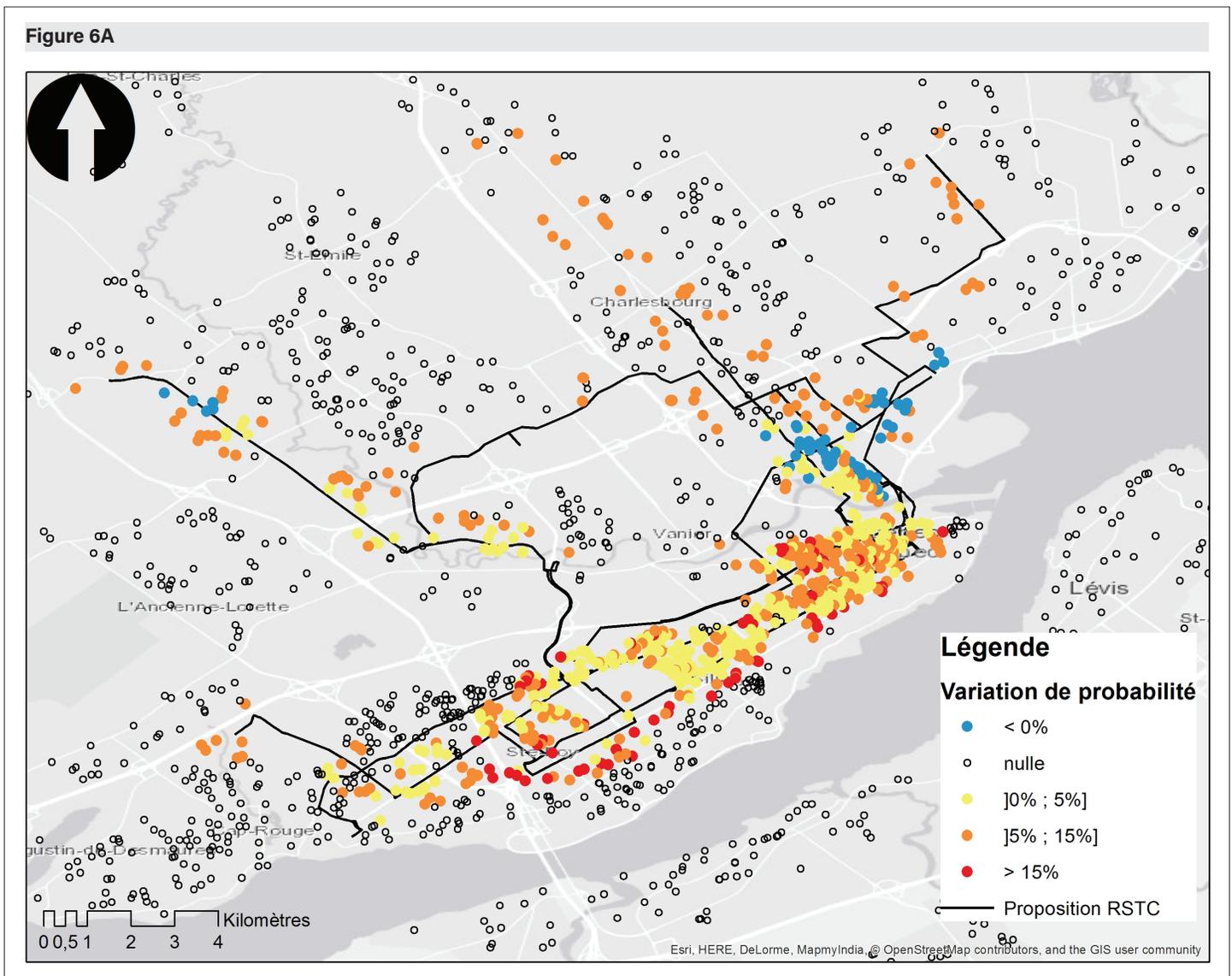
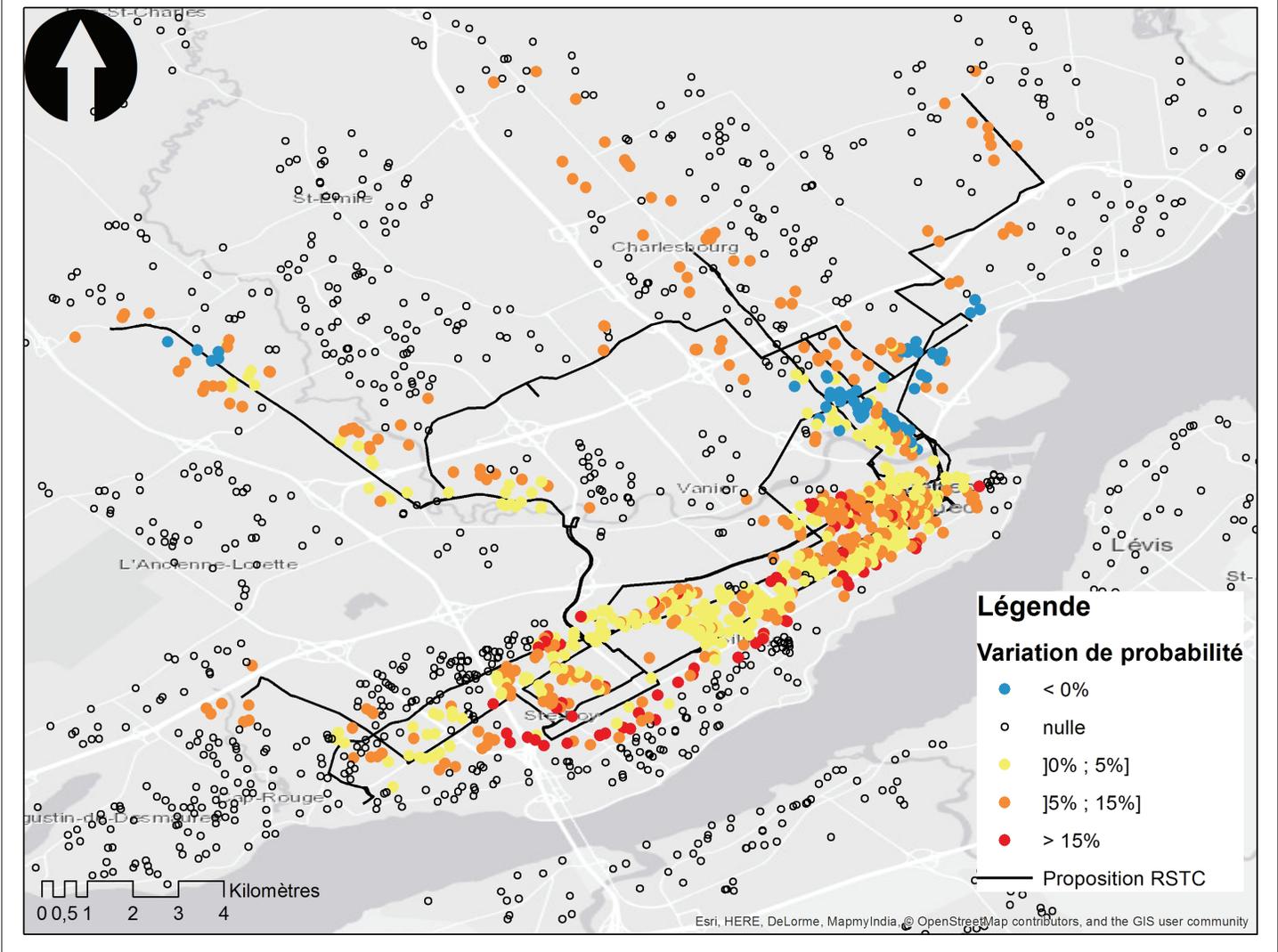


Figure 6B



les premiers essais visant à quantifier l'effet possible des projets de transport en commun pour la région de Québec. Ils montrent notamment que la proposition permettant de lier le centre-ville de Lévis au centre-ville de Québec est celui qui est le plus susceptible d'engendrer une modification de la part modale du transport actif, notamment du transport en commun.

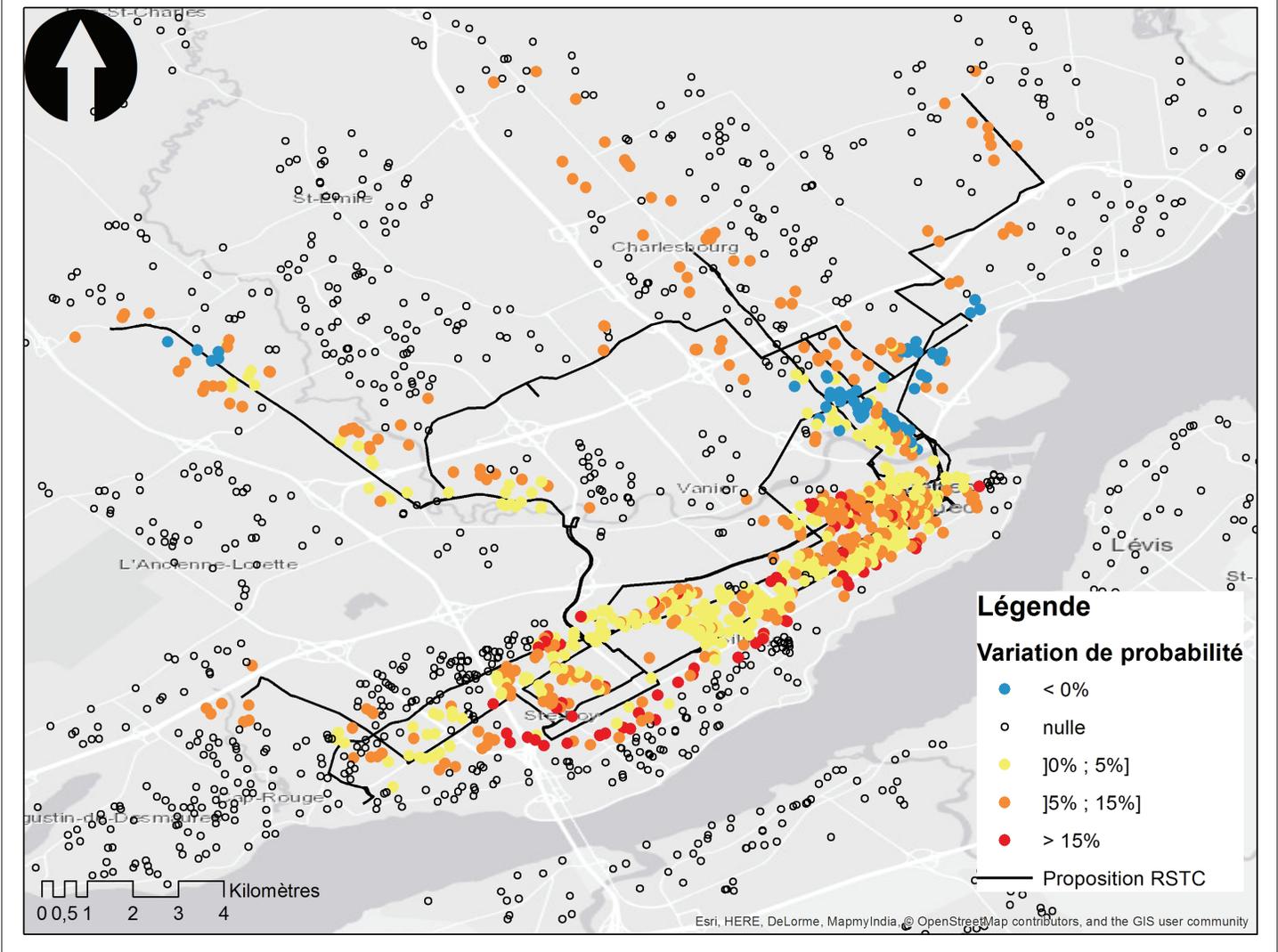
## CONCLUSION

La région de Québec a vu émerger plusieurs propositions de développement de son réseau de transport en commun au cours des dernières années. L'annonce du réseau structurant de transport en commun (RSTC) de la ville de Québec et la confirmation de son financement en août 2019 est un élément important pour la suite. Les propositions de développement d'un troisième lien et la possibilité d'y ajouter une dimension transport en commun par l'implantation de voies réservées constituent d'autres éléments susceptibles d'influencer les comportements de mobilité des personnes vivant sur le territoire de la communauté métropolitaine de Québec. Si le souhait est d'augmenter la part modale du transport en commun dans un but de réduire la congestion routière ou encore de diminuer l'émission des gaz à effet de serre (GES), aucune étude n'a réussi à mesurer formellement l'impact que peuvent avoir ces propositions sur la fréquentation du transport en commun. Cet article jette les bases

d'une première vérification pour les personnes fréquentant le campus de l'Université Laval.

À partir d'une enquête menée auprès des personnes travaillant ou étudiant sur le campus universitaire, ainsi que d'une liste exhaustive des employés et des étudiants, l'étude propose dans une première étape de modéliser le choix modal des individus sur la base de leurs caractéristiques individuelles, mais également sur la base des caractéristiques du lieu de résidence et des caractéristiques des déplacements en transport en commun. Les résultats montrent le rôle important du « temps de déplacement » dans le choix d'utiliser (ou pas) le transport actif, incluant le transport en commun. Dans une seconde phase, les scénarios de transport en commun proposés sont utilisés afin de calculer le gain de temps qui pourrait être réalisé suite à la bonification de l'offre. Le nouveau temps de déplacement résultant est utilisé afin de calculer la variation dans la probabilité d'utiliser le transport actif (plutôt que la voiture) pour effectuer les déplacements de la résidence vers le campus. Les analyses montrent que le déploiement du RSTC est plus susceptible de se transposer en gains importants, alors que l'impact d'un troisième lien se fera surtout sentir pour le tracé permettant de lier le centre-ville historique de Québec à celui de Lévis. Malgré certains gains mineurs sur la Rive-Nord est, la proposition du trajet de troisième lien passant par la pointe de l'Île-d'Orléans est celle qui génère l'impact le plus faible parmi les options sur la table.

Figure 6C



Si l'analyse a l'avantage de fournir certaines pistes de réflexion dans l'adoption de projets futurs à Québec, elle pose néanmoins certaines limites. Notamment, l'analyse ne tient pas compte de l'effet de la demande induite qui pourrait émerger de la construction d'un troisième lien intégrant à la fois le transport en commun et l'automobile. Cette possibilité risque ainsi de minimiser l'impact simulé et ainsi fausser une partie des analyses. Stimuler l'offre de transport en commun peut être un outil de développement intéressant, mais dont l'impact peut être limité si on augmente au même moment l'offre d'infrastructures routières. Faciliter les déplacements en voitures a habituellement pour effet de stimuler les déplacements (Tremblay-Racicot, 2019) et ainsi réduire l'effet net sur le transport en commun. Le développement d'outils plus complexes permettant d'étudier le choix modal lorsque l'offre de transport en commun et l'offre d'infrastructure routière changent s'avère indispensable pour pouvoir évaluer correctement l'impact réel potentiel de telles modifications.

## RÉFÉRENCES

Akar, G., Fischer, N., & Namgung, M. (2013). Bicycling Choice and Gender Case Study: The Ohio State University. *International Journal of Sustainable Transportation*, 7(5): 347-365.

Alonso, W. (1964). *Location and Land Use, Towards a General Theory of Land Rent*, Harvard University Press, Cambridge, 205 p.

Bédard, M. & Morin, D. (2016). « Les citoyens de l'Université Laval. Portrait sociologique des étudiant-e-s et des employé-e-s de la Cité universitaire, pour la réflexion sur l'amélioration des aménagements du campus de l'Université Laval ». Rapport de recherche, Université Laval, 177 p.

Bhat, C. R. (1998). Analysis of Travel Mode and Departure Time Choice for Urban Shopping Trips. *Transportation Research Part B: Methodological*, 32(6): 361-371.

Billard G., (2014) « Transports en commun et densification : vers une nouvelle configuration urbaine des villes états-uniennes ? », *Bulletin de l'association de géographes français* [En ligne], 91-2 | 2014, mis en ligne le 22 janvier 2018, consulté le 01 mai 2019. URL : <http://journals.openedition.org/bagf/1850>.

Blais, A. & Durand, C. (2010). « Le sondage », dans Gauthier, B. (Eds), *Recherche sociale. De la problématique à la collecte des données*, Presses de l'Université du Québec, Québec : 445-487.

Böcker, L., Dijst, M., & Faber, J. (2016). Weather, Transport Mode Choices and Emotional Travel Experiences. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 94: 360-373.

- Boisjoly, G., Grisé, E., Maguire, M., Veillette, M.-P., Deboosere, R., Berrebi, E., & El-Geneidy, A. (2018). Invest in the Ride: A 14 Years Longitudinal Analysis of the Determinants of Public Transport Ridership in 25 North American Cities. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 116: 434-445.
- Brown, B. B., Werner, C. M., & Kim, N. (2003). Personal and Contextual Factors Supporting the Switch to Transit Use: Evaluating a Natural Transit Intervention. *Analyses of Social Issues and Public Policy*, 3(1): 139-160.
- Camagni, R., Gibelli, M. C., & Rigamonti, P. (2002). Urban Mobility and Urban Form: The Social and Environmental Costs of Different Patterns of Urban Expansion. *Ecological Economics*, 40(2): 199-216.
- CEREMA, (2018). « Référentiel pour le choix des systèmes de transports collectifs à haut niveau de service ». [https://www.cerema.fr/system/files/documents/2018/12/rapport\\_referentiel\\_MYC\\_V2\\_siteCerema.pdf](https://www.cerema.fr/system/files/documents/2018/12/rapport_referentiel_MYC_V2_siteCerema.pdf)
- CERTU, (2005). « Impacts du tramway sur le commerce dans différentes agglomérations françaises », Déplacements et commerces. [http://lara.inist.fr/bitstream/handle/2332/1056/CERTU\\_1100T1.pdf?sequence=4](http://lara.inist.fr/bitstream/handle/2332/1056/CERTU_1100T1.pdf?sequence=4)
- CERTU, (2004). « Recommandations pour observer les impacts d'un TCSP sur les activités économiques », Déplacements et commerces. [http://www.bv.transports.gouv.qc.ca/mono/0964973/01\\_Rapport.pdf](http://www.bv.transports.gouv.qc.ca/mono/0964973/01_Rapport.pdf)
- Cervero, R. (2002). Built Environments and Mode Choice: Toward a Normative Framework. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 7(4): 265-284.
- Chen, C., Varley, D., & Chen, J. (2011). What Affects Transit Ridership? A Dynamic Analysis Involving Multiple Factors, Lags and Asymmetric Behaviour. *Urban Studies*, 48(9): 1893-1908.
- Chiou, Y.-C., Jou, R.-C., & Yang, C.-H. (2015). Factors Affecting Public Transportation Usage Rate: Geographically weighted regression. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 78: 161-177.
- Currie, G., & Delbosc, A. (2011). Exploring the Trip Chaining Behaviour of Public Transport users in Melbourne. *Transport Policy*, 18(1): 204-210.
- De Vasconcellos, E. A. (2005). Urban Change, Mobility and Transport in São Paulo: Three Decades, Three Cities. *Transport Policy*, 12(2): 91-104.
- De Witte, A., Hollevoet, J., Dobruszkes, F., Hubert, M., & Macharis, C. (2013). Linking Modal Choice to Motility: A Comprehensive Review. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 49: 329-341.
- De Witte, A., Macharis, C., & Mairesse, O. (2008). How Persuasive is "free" Public Transport?: A Survey Among Commuters in the Brussels Capital Region. *Transport Policy*, 15(4) : 216-224.
- Dobruszkes, F., Hubert, M., Laporte, F., & Veiders, C. (2011). Réorganisation d'un réseau de transport collectif urbain, ruptures de charge et mobilités éprouvantes à Bruxelles. *Articulo - Journal of Urban Research*, 7: en ligne (<https://journals.openedition.org/articulo/1844>).
- Dubé, J., Adriannary, E., Assad-Déry, F., Poupart, J. & Simard, J. (2018). Exploring Difference in Value Uplift Resulting from New Bus Rapid Transit Routes within a Medium Size Metropolitan Area, *Journal of Transport Geography*, 72(2018): 258-269.
- Dubé, J. & Brunelle, C. (2014). Dots to Dots: A General Methodology to Build Local Indicators using Spatial Micro Data, *Annals of Regional Science*, 53(1): 245-272.
- Dubé, J., Des Rosiers, F., Thériault, M. & Dib, P. (2011). Economic Impact of a Supply Change in Mass Transit in Urban Areas: A Canadian Example, *Transportation Research Part A*, 45(1): 46-62.
- Enquête origine-destination (EOD) (2019). *La mobilité des personnes dans la région de Québec-Lévis: Volet Enquête-ménages. Faits saillants*, Rapport de recherche, 62 p.
- Ewing, R., & Cervero, R. (2010). Travel and the Built Environment: A Meta-Analysis. *Journal of the American Planning Association*, 76(3): 265-294.
- Goodwin, P., Cairns, S., Dargay, J., Hanly, M., Parkhurst, G., Stokes, G., & Vythoulkas, P. (2004). *Changing Travel Behaviour*, Working paper, ESRC Transport Studies Unit, University College London, 38 p.
- Grimrud, M., & El-Geneidy, A. (2014). Transit to Eternal Youth: Life-cycle and Generational Trends in Greater Montreal Public Transport Mode Share. *Transportation*, 41(1): 1-19.
- Hasnine, M. S., Lin, T., Weiss, A., & Habib, K. N. (2018). Determinants of Travel Mode Choices of Post-secondary Students in a Large Metropolitan Area: The case of the city of Toronto. *Journal of Transport Geography*, 70: 161-171.
- Heckman, J. (1979). Sample Selection Bias as a Specification Error, *Econometrica*, 47(1): 153-161.
- Hensher, D. A. (2008). Empirical Approaches to Combining Revealed and Stated Preference Data: Some Recent Developments with Reference to Urban Mode Choice. *Research in Transportation Economics*, 23(1): 23-29.
- Hine, J., & Scott, J. (2000). Seamless, Accessible Travel: Users' views of the Public Transport Journey and Interchange. *Transport Policy*, 7(3): 217-226.
- Hosmer, D. W. & Lemeshow, S.A. (1980). Goodness of fit Tests for the Multiple Logistic Regression Model, *Communications in Statistics - Theory and Methods*, 9: 1043-1069.
- Hosmer, D. W., Hosmer, T., Le Cessie, S., & Lemeshow, S.A. (1997). A Comparison of Goodness-of-fit Tests for the Logistic Regression Model. *Statistics in Medicine*, 16 (9): 965-980.
- Kajita, Y., & Matsuoka, A. (2004). Structural Mechanism of Modal Choice Based on the Linked Structure of Trip Purpose and Transportation Choice, Mémoire, Faculté d'ingénierie (Faculty of Engineering), Kyushu University, 18 p.
- Khattak, A., Wang, X., Son, S., & Agnello, P. (2011). Travel by University Students in Virginia: Is This Travel Different from Travel by the General Population? *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2255(1): 137-145.
- Kim, S., & Ulfarsson, G. F. (2008). Curbing Automobile use for Sustainable Transportation: Analysis of Mode Choice on Short Home-based trips. *Transportation*, 35(6): 723-737.
- Limtanakool, N., Dijst, M., & Schwanen, T. (2006). The Influence of Socioeconomic Characteristics, Land Use and Travel Time Considerations on Mode Choice for Medium- and Longer-Distance Trips. *Journal of Transport Geography*, 14(5): 327-341.
- Litman, T. (2019). "Land Use Impacts on Transport: How Land Use Factors Affect Travel Behavior", TDM Encyclopedia, online (<https://www.vtpi.org/tdm/tdm20.htm>).
- Liu, C., Susilo, Y. O., & Karlström, A. (2015). The Influence of Weather Characteristics Variability on Individual's Travel Mode Choice in Different Seasons and Regions in Sweden. *Transport Policy*, 41: 147-158.
- Massicotte, B. (2016). *Étude de faisabilité technique et des coûts sur le cycle de vie d'un tunnel entre les villes de Lévis et de Québec*, Rapport technique, Ministère des Transports de la mobilité durable et de l'électrification des transports, 123 p.
- Meng, M., Rau, A., & Mahardhika, H. (2018). Public Transport Travel Time Perception: Effects of Socioeconomic Characteristics, Trip

- Characteristics and Facility Usage. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 114: 24-37.
- Mills, E. (1972). *Urban Economics*, Glenview, Illinois, Scott Foresman.
- Mills, E. (1967). An Aggregate Model of Resource Allocation in a Metropolitan Area, *American Economic Review*, 57: 197-211.
- Muth, R.F. (1969). *Cities and Housing*, University of Chicago Press, Chicago, USA.
- Nurul Habib, K. M., Day, N., & Miller, E. J. (2009). An Investigation of Commuting Trip Timing and Mode Choice in the Greater Toronto Area: Application of a Joint Discrete-Continuous Model. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 43(7): 639-653.
- OCDE, (2013). « Etudes économiques de l'OCDE, Belgique ». [http://www.oecd.org/fr/eco/etudes/Belgique\\_Synth%C3%A8se\\_FR.pdf](http://www.oecd.org/fr/eco/etudes/Belgique_Synth%C3%A8se_FR.pdf)
- Poliquin, É. M. (2012). « Mieux comprendre les déterminants du choix modal », *Polypublie Polytechnique Montréal*, 139 p.
- Pucher, J., & Renne, J. L. (2003). Socioeconomics of Urban Travel: Evidence from the 2001 NHTS. *Transportation Quarterly*, 57(3), 49-77.
- Rau, H., & Manton, R. (2016). Life events and mobility milestones: Advances in mobility biography theory and research. *Journal of Transport Geography*, 52: 51-60.
- Rietveld, P. (2000). Non-motorised Modes in Transport Systems: A Multimodal Chain Perspective for The Netherlands. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*: 5(1), 31-36.
- Saneinejad, S., Roorda, M. J., & Kennedy, C. (2012). Modelling the Impact of Weather Conditions on Active Transportation Travel Behaviour. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 17(2): 129-137.
- Schwanen, T., Banister, D., & Anable, J. (2011). Scientific Research about Climate Change Mitigation in Transport: A Critical Review. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 45(10): 993-1006.
- Shaheen, S. A., Martin, E. W., Cohen, A. P., Chan, N. D., & Pogodzinski, M. (2014). "Public Bikesharing in North America During a Period of Rapid Expansion: Understanding Business Models, Industry Trends & User Impacts", MTI Report 12-29, 236.
- Soria-Lara, J. A., Marquet, O., & Miralles-Guasch, C. (2017). The Influence of Location, Socioeconomics, and Behaviour on Travel-demand by car in Metropolitan University Campuses. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 53: 149-160.
- Sultana, S. (2015). Factors Associated with Students' Parking-pass Purchase Decisions: Evidence from an American University. *Transport Policy*, 44: 65-75.
- Tremblay-Racicot, F. (2019). La loi fondamentale de la congestion routière et l'efficacité des interventions publiques visant à réduire la congestion, *Le Climatoscope*, 1: 85-89.
- Vandersmissen M-H. (2008) Modes de transport et territoires pratiqués en solo par les adolescents de la région urbaine de Québec. *Enfance famille génération*, 8. [en ligne] <http://www.erudit.org/revue/efg/2008/v/n8/018491ar.html>
- Vedagiri, P., & Arasan, V. T. (2009). Modelling Modal Shift due to the Enhanced Level of Bus Service, *Transport*, 24(2): 121-128.
- Vega, A., & Reynolds-Feighan, A. (2009). A Methodological Framework for the Study of Residential Location and Travel-to-work Mode Choice under Central and Suburban Employment Destination Patterns. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 43(4): 401-419.
- Venière, S. (2012). Les autoroutes : véritable épine dorsale du système routier québécois, *Cap-aux-Diamants*, 111: 39-43.
- Ville de Québec, (2019). « Désignation de membres du comité directeur du Réseau structurant de transport en commun de Québec », Sommaire décisionnel, Comité exécutif, Direction générale. [https://www.ville.quebec.qc.ca/docs/pv/rubriques/sommaires/Direction\\_generale/2019/DG2019-002.pdf](https://www.ville.quebec.qc.ca/docs/pv/rubriques/sommaires/Direction_generale/2019/DG2019-002.pdf)
- Vincent Baron, (2010). « Hausse de la clientèle du tramway par la revitalisation commerciale ». Projet terminal Hiver 2010, <https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/bitstream/handle/1866/4022/VBaron.pdf>
- Vivre en Ville, (2013). « Comment les règles de financement des réseaux de transport stimulent l'étalement urbain », Deux poids Deux mesure. [https://vivreenville.org/media/32324/VeV\\_Index\\_11-07\\_VF.pdf](https://vivreenville.org/media/32324/VeV_Index_11-07_VF.pdf)
- Yu, B., & Zhang, J. (2017). Biographical Interactions over the Life Course: Car Ownership, Residential Choice, Household Structure, and Employment/Education. Dans J. Zhang (Éds), *Life-Oriented Behavioral Research for Urban Policy*, Tokyo: Springer Japan : 403-421.