

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC
INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
CENTRE – URBANISATION CULTURE SOCIÉTÉ

ÇA ROULE POUR QUI?

L'accessibilité au réseau cyclable : un enjeu d'équité environnementale

Par

Maxime HOUDE

Baccalauréat en enseignement, Mineure en urbanisme opérationnel

Mémoire présenté pour obtenir le grade de

Maître ès sciences, M.Sc.

Maîtrise en études urbaines

Programme offert conjointement par l'INRS et l'UQAM

Mai 2018

Ce mémoire intitulé

ÇA ROULE POUR QUI?

L'accessibilité au réseau cyclable: un enjeu d'équité environnementale

et présenté par

Maxime HOUDE

a été évalué par un jury composé de

M. Philippe APPARICIO, directeur de recherche, INRS

Mme Anne-Marie SÉGUIN, codirectrice, INRS

M. Cédric BRUNELLE, examinateur interne, INRS

M. Edward Owen Douglas WAYGOOD, examinateur externe, Université Laval

*La bicyclette me rend ma jeunesse où elle fut pour moi la première expression de la
liberté.*
Gérard BAUËR

Le vélo crée des rapports différents avec les gens, il permet des rencontres.
Pierre ASSOULINE

RÉSUMÉ

Il est aujourd'hui largement admis que la présence d'un réseau cyclable favorise l'utilisation du vélo. Récemment, des études ont observé un lien entre la présence d'infrastructures cyclables et la gentrification. Toutefois, peu d'études ont analysé l'accroissement des réseaux cyclables sous l'angle de l'équité environnementale.

L'objectif principal de ce mémoire est de vérifier si l'extension du réseau cyclable des agglomérations de Montréal, Longueuil et de la Ville de Laval sur une période 25 ans (1991 à 2016) a réduit ou renforcé les iniquités en termes d'accessibilité pour les personnes à faible revenu, les immigrants récents, les enfants et les personnes âgées.

Grâce à des cartes d'archives, il a été possible de construire dans les SIG des réseaux cyclables du Grand Montréal pour six années (1991, 1996, 2001, 2006, 2011, 2016). Ensuite, le recours à des données de recensement et des méthodes d'analyse spatiale nous permet de vérifier si les iniquités en termes d'accessibilité au réseau cyclable se sont accentuées ou non durant la période et pour quels groupes.

Les résultats montrent que le réseau cyclable a plus que doublé en 25 ans. Toutefois, on constate que certaines zones sont toujours très mal desservies et que le réseau manque de connectivité. Les individus à faible revenu ont généralement eu une bonne accessibilité sur toute la période d'étude. On observe également, au fil du temps, une forte diminution de l'inaccessibilité pour les immigrants récents et les aînés. Le résultat le plus important est sans aucun doute qu'il y a eu peu ou pas d'amélioration pour les enfants qui se retrouvent en situation d'iniquité.

Mots-clés : vélo, équité environnementale, réseau cyclable, Montréal, infrastructure

ABSTRACT

It is widely agreed today that the existence of a network of bicycle paths fosters a feeling of safety as well as the use of the bicycle for both recreational and utilitarian purposes. Recent studies have found a link between the presence of cycling infrastructures and gentrification. Few studies have however examined the growth of the cycling networks from the perspective of environmental equity.

The main objective of this study is to determine whether the extension of the cycling network in the urban areas of Montreal and Longueuil and the city of Laval over a quarter of a century (1991 to 2016) has reduced or reinforced inequities in accessibility for low-income populations, recent immigrants, children, and older people.

Archival maps were employed to reconstruct the cycling networks in the Montreal area in GIS for six years (1991, 1996, 2001, 2006, 2011, 2016). Census data and spatial analysis methods were then used to measure whether or not inequities in the accessibility of the cycling network increased over the period in question.

The results show that, in 25 years, the cycling network has more than doubled in size. It can, however, be seen that some areas are still very poorly served, and that the network lacks connectivity. Low-income individuals have generally enjoyed good accessibility over the entire period. A strong decrease in inaccessibility for recent immigrants and seniors is also observed. The most important result is clearly that there has been little or no improvement for children, who are found to be in a situation of inequity.

Keywords: bike, distributive justice, cycling network, Montreal, infrastructure

AVANT-PROPOS

C'est le vélo qui m'a permis de découvrir et de m'appropriier la ville. D'abord l'été, puis rapidement douze mois par année, j'ai découvert grâce au vélo que la ville peut-être vue et vécue autrement. Au cours de la réalisation de ce mémoire, il m'a fait plaisir de constater à quel point le vélo a pris de l'importance, non seulement auprès de la communauté scientifique, mais également auprès d'un large éventail de citoyens. Plus que jamais, j'ai l'impression que le vélo sous toutes ses formes éveille la curiosité. Je suis content de contribuer, grâce à ce mémoire, à l'avancement des connaissances quant au réseau cyclable de la région de Montréal et à son accessibilité. J'espère que mes recherches sauront inspirer des camarades étudiants et chercheurs dans la réalisation de projets de recherche inédits sur le vélo et d'autres domaines permettant une plus grande démocratisation de nos espaces de vie.

REMERCIEMENTS

L'accomplissement de ce mémoire n'aurait pas été possible sans la présence et le soutien de nombreuses personnes.

Tout d'abord, je tiens à remercier mon directeur Philippe Apparicio. Merci pour ton soutien, ton temps, ta curiosité et ta grande compréhension. Merci de m'avoir intégré au monde la recherche et de voir en moi le potentiel d'y contribuer dans l'avenir.

Je tiens ensuite à remercier ma codirectrice Anne-Marie Séguin. Merci pour ta rigueur, tes commentaires et ton œil aguerrie lors de nos séances de révision.

Je remercie également tous les professeurs et collègues que j'ai la chance de côtoyer à l'INRS ainsi qu'à l'UQAM. Nos échanges furent un vrai plaisir et ont contribué à la réalisation de ce mémoire. Je salue particulièrement mes camarades du LAEQ dont Stéphanie Potvin qui a validé ma base de données cartographiques et Jérémy Gelb qui m'a aidé à vérifier mes calculs grâce au logiciel R.

De plus, je veux remercier l'équipe de recherche de Vélo Québec, les services de la géomatique des villes de Laval et Longueuil ainsi que la division des transports actifs et collectifs de la Ville de Montréal pour les données et cartes qu'ils ont eu la générosité de partager avec moi. Vous m'avez grandement facilité la tâche.

Finalement, je remercie tout spécialement ma conjointe Hélène Marchand-Lavoie qui m'a supporté dans cette grande aventure. Merci pour ta patience, ta curiosité et ta compréhension. Merci de t'être occupé d'Odile et de Renaud pendant que j'étais dans mes livres et sur mon ordinateur. Je suis heureux de partager ma vie avec une femme aussi passionnée, brillante et créative.

TABLE DES MATIÈRES

Liste des tableaux	xi
Liste des figures	xi
Liste des abréviations et des sigles	xii
Introduction	1
Chapitre 1 : Revue de littérature et problématique	3
1.1. Le vélo	3
1.1.1. <i>Le vélo comme objet de recherche en transport</i>	3
1.1.2. <i>La pratique du vélo en ville : les enjeux entourant la santé et la sécurité</i>	5
1.1.3. <i>Le vélo et les aménagements urbains</i>	7
1.1.4. <i>Les facteurs influençant la pratique du vélo</i>	13
1.1.5. <i>Vélo et gentrification</i>	19
1.1.6. <i>Le vélo et Montréal : un terrain d'étude foisonnant</i>	21
1.2. La justice environnementale : définition d'un concept clé	23
1.2.1. <i>La justice de la reconnaissance</i>	24
1.2.2. <i>La justice procédurale</i>	24
1.2.3. <i>L'équité environnementale</i>	25
1.3. Problématique, objectifs, question et hypothèse	29
1.3.1 <i>Problématique</i>	29
1.3.2 <i>Objectifs</i>	31
1.3.3 <i>Question et hypothèse</i>	31
1.4 Conclusion	32
Chapitre 2 : Méthodologie	34
2.1 Territoire d'étude et données utilisées.....	34
2.1.1. <i>Territoire d'étude</i>	34
2.1.2. <i>Les données</i>	35
2.2. Qualifier le réseau et son accessibilité	38
2.2.1. <i>Mesurer l'expansion et la densité</i>	38

2.2.2. Mesurer la connectivité.....	39
2.2.4. Mesures d'accessibilité au réseau cyclable	40
2.2.5. Échelle d'analyse.....	41
2.2.6. Régressions classique et logistique.....	42
2.3. Conclusion	43
Chapitre 3 : Résultats.....	44
A ride for whom: has cycling network expansion reduced inequities in accessibility in Montreal, Canada?	46
3.1. Introduction	46
3.2. Literature review.....	46
3.3. Data and methods	50
3.4. Results	56
3.5. Discussion.....	66
3.6. Conclusion	68
Chapitre 4 : Discussion.....	69
4.1. Un réseau plus grand : un manque de cohésion et d'uniformité.....	69
4.2. Les legs du passé.....	72
4.3. Des hypothèses sur les résultats	72
4.3.1. Les personnes à faible revenu.....	72
4.3.2. Les immigrants récents.....	73
4.3.3. Les aînés.....	74
4.3.4. Les enfants.....	75
4.4. Lecture des résultats à la lumière de l'équité procédurale et de l'équité compensatoire..	77
4.5. L'importance du vélo pour la mobilité des enfants, des aînés, des immigrants récents et de la population à faible revenu	79
4.6. Limites des données et de la méthode.....	80
Conclusion.....	82
Bibliographie	85

LISTE DES TABLEAUX

Table 1. Expansion and density of the cycling network.....	57
Table 2. Connectivity of the cycling network.....	58
Table 3. OLS regression: distance to the nearest section of the cycling network.....	61
Table 4. OLS regression: the distance to the nearest cyclist-only path.....	62
Table 5. Logistic regression: access to the cycling network within 500 metres.....	64
Table 6. Logistic regression: access to an exclusive bike path within 500 metres.....	65

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Territoire d'étude.....	35
Figure 2. Types de pistes et voies cyclables.....	37
Figure 3. Study area.....	51
Figure 4. Types of bicycle paths and bike lanes.....	53
Figure 5. Greater Montreal cycling network expansion – 1991 to 2016.....	57
Figure 6. Expansion according to the typology of the cycling network.....	59
Figure 7. Standardized coefficients for the OLS regression models.....	63
Figure 8. Odds ratios for the logistic regression models.....	66
Figure 9. Localisation des intersections entre les différents tronçons du réseau cyclable en 2016.	70
Figure 10. Distance réticulaire au tronçon cyclable le plus près.....	71
Figure 11. Réseau cyclable selon le type d'infrastructures, 2016.....	71
Figure 12. Pourcentage d'enfants par secteur de recensement.....	76

LISTE DES ABRÉVIATIONS ET DES SIGLES

SR	Secteur de recensement
RMR	Région métropolitaine de recensement
CMM	Communauté métropolitaine de Montréal
OMS	Organisation mondiale de la Santé
HEAT	Health economic assessment tool
SIG	Système d'information géographique
CNR	Connected node ratio
MCO	Moindres carrés ordinaire

INTRODUCTION

Depuis plusieurs années, on assiste dans la région métropolitaine de Montréal à une recrudescence de la popularité du vélo (Vélo Québec 2016). Loin de n'être qu'un simple loisir, le vélo est désormais considéré par plusieurs comme un mode de déplacement à part entière, et ce, été comme hiver. Montréal n'est pas un cas unique, c'est une tendance largement observée ailleurs en Amérique du Nord, le royaume de l'automobile (Pucher, Buehler et Seinen 2011a). Afin de structurer et de faciliter les déplacements à vélo sur le territoire ainsi que d'accroître la sécurité des cyclistes, on assiste également à une croissance du réseau cyclable. Toutefois, comme le soulignait à l'été 2015 un article du journal Metro intitulé « Enfin des voies cyclables dans Parc-Extension » (Gauthier 2015), tous les quartiers montréalais ne bénéficient pas équitablement du même accès au réseau cyclable. Selon cet article de presse, « dans l'arrondissement de Villieray-Saint-Michel-Parc-Extension, Parc-Extension était le seul quartier encore dépourvu d'un réseau cyclable » (Gauthier 2015). Plus récemment, le Journal de Montréal publiait l'article « Voies cyclables : Le Sud-Ouest encore isolé du centre-ville » (Trottier 2016). À la lumière de ces deux articles, il est légitime de se demander qui bénéficie des nouvelles infrastructures cyclables. Afin d'éclaircir la situation, observons d'un peu plus près le profil des quartiers en question.

Selon un portrait réalisé par la Ville de Montréal, Parc-Extension est « un quartier étroit, enclavé de toutes parts par des infrastructures routières et ferroviaires, et le plus densément peuplé de l'arrondissement et de Montréal » (Ville de Montréal 2004). De plus, il a une vocation très ancienne d'accueil de la population immigrante. Parc-Extension est reconnu comme un quartier où les revenus moyens individuels et familiaux sont presque à moitié moins élevés que dans l'ensemble de la ville (Ville de Montréal 2004; Statistique Canada 2011 a, 2011 b). Bien qu'actuellement, il semble s'opérer dans Parc-Extension une certaine gentrification, il demeure un quartier d'immigration et de résidence pour de nombreux ménages à faible revenu (Ville de Montréal 2004). Quant au Sud-Ouest, il s'agit d'un arrondissement qui abrite d'anciens quartiers ouvriers de la première couronne. On y trouve entre autres les quartiers de Pointe-Saint-Charles et de Saint-Henri qui comptent parmi les plus défavorisés de Montréal. Le Sud-Ouest est un arrondissement enclavé et morcelé par le canal de Lachine, l'autoroute Ville-Marie, l'échangeur Turco et les autoroutes 10 et 20. Bien qu'un certain nombre de kilomètres de voies et pistes cyclables le parcourent, il semble que la connectivité avec le reste du réseau soit à consolider (Trottier 2016). Il est important alors de s'interroger sur l'accroissement du réseau cyclable à l'échelle de la région de Montréal afin de déterminer si l'accessibilité au réseau cyclable constitue

un enjeu d'équité environnementale. Pour certains, le vélo doit devenir un mode de déplacement à part entière et ne plus être considéré comme un choix individuel (Darnton 2015; Aldred 2012). Dans cette optique, il est d'autant plus important de veiller à ce que tous les usagers de la route, et particulièrement les plus vulnérables et les moins mobiles, puissent bénéficier d'infrastructures de qualité en matière d'accessibilité, que d'efficacité et de sécurité.

Dans le cadre de ce mémoire, nous proposons d'utiliser des méthodes d'analyse spatiale largement employées en études urbaines pour **décrire l'évolution du réseau cyclable de la région de Montréal sur plus de deux décennies et vérifier si cette évolution a réduit ou renforcé les iniquités en termes d'accessibilité pour les personnes à faible revenu, les immigrants récents, les enfants et les personnes âgées.**

La forme du mémoire comprend un article qui a été soumis à la revue interdisciplinaire *Journal of Transport Geography*. L'article figure à l'endroit où normalement est inséré le chapitre des résultats, c'est pourquoi des éléments de la revue de la littérature, de la méthodologie et de la discussion sont répétés, mais plus succinctement que dans les autres chapitres. Le présent mémoire est divisé en quatre chapitres. Le premier chapitre constitue une revue de la littérature traitant d'abord du vélo comme objet de recherche en études urbaines puis de la justice environnementale et plus précisément du lien existant entre l'équité environnementale et le vélo. La problématique, les objectifs et la question de recherche y sont également présentés. Le deuxième chapitre présente la démarche méthodologique employée pour la réalisation de cette étude, notamment la provenance des données, la méthode et les traitements effectués. Le troisième chapitre est la version révisée d'un article qui a été soumis à la revue interdisciplinaire *Journal of Transport Geography* à l'automne 2017. Il s'agit d'un article rapportant de façon condensée l'ensemble de la recherche effectuée dans le cadre de ce mémoire. Le quatrième chapitre comprend une discussion synthèse des résultats de la recherche et des pistes de réflexion pouvant conduire à des travaux ultérieurs. La discussion est suivie d'une conclusion.

CHAPITRE 1 : REVUE DE LITTÉRATURE ET PROBLÉMATIQUE

Ce premier chapitre a pour objectifs de résumer les connaissances sur le vélo comme objet de recherche en études urbaines, de définir le concept clé qu'est la justice environnementale et de présenter la problématique de recherche. Pour y parvenir, le chapitre est divisé en trois grandes sections. La première prend la forme d'une recension des écrits, intitulée *Le vélo et la ville*, et s'articule autour de six thèmes : le vélo comme moyen de transport, la santé-sécurité, les aménagements cyclables, les facteurs généraux et individuels influençant la pratique du cyclisme, la gentrification et le vélo, et finalement Montréal. La deuxième grande section – *La justice environnementale : définition d'un concept clé* – présente les trois dimensions de la justice environnementale en portant une attention particulière à l'équité environnementale et au lien entre les iniquités en milieu urbain et le cyclisme. La dernière section de ce chapitre sert à formuler la problématique et à énoncer les objectifs, questions et hypothèses de recherche de cette étude.

1.1. Le vélo

1.1.1. Le vélo comme objet de recherche en transport

Le vélo est un objet de recherche en études urbaines qui n'a cessé de prendre de l'importance durant les 20 dernières années, et tout particulièrement depuis 2010 (Buehler et Dill 2015). Dans un contexte de lutte aux changements climatiques et de réduction des gaz à effet de serre, le vélo est considéré comme l'un des moyens de transport alternatifs les plus prometteurs (Pucher et Buehler 2005; MTQ 2008). Aussi, il a un fort potentiel de diminution de la part modale de l'automobile (Buekers et al. 2015; Castillo-Manzano et Sánchez-Braza 2013; Vélo Québec 2011). Étant un mode de déplacement actif, il apporte de nombreux bienfaits sur la santé physique (Celis-Morales et al. 2017; Farrell et al. 2016; Fishman 2015; Buekers et al. 2015; Götschi, Garrard et Giles-Corti 2015; Fuller et al. 2013b) et mentale (Zhao et al. 2017; Pucher et Dijkstra 2003). D'un point de vue monétaire et technique, il est accessible à une vaste partie de la population (Pucher et Buehler 2009). C'est un moyen de transport peu dispendieux tant à l'usage qu'à l'entretien (Horton 2006). Au Québec, posséder une voiture coûterait en moyenne 7 610 \$ par an (CAA Québec 2013) contre environ 600 \$ pour un vélo (Bergeron 2014). Globalement, le vélo s'intègre facilement au réseau routier existant et il est adapté à l'intermodalité. Pour parcourir des distances urbaines communes, généralement comprises entre 5 et 8 kilomètres (Colak, Lima et Gonzalez 2016; Lindsay, Macmillan et Woodward

2011), la bicyclette domine la voiture et tous les transports collectifs confondus en termes de coût et de temps (Petritsch et al. 2008 dans Fernández-Heredia, Jara-Díaz et Monzón 2014, 2). En bref, le vélo est désormais reconnu dans la littérature comme un véhicule fonctionnel et efficace pour faire de courts et moyens déplacements comme le sont la majorité des déplacements en ville (Fishman 2015; Pucher, Dill et Handy 2010; Pucher, Buehler et Seinen 2011a; Dill et Carr 2003; Hopkinson et Wardman 1996). Des études ont démontré, notamment à Montréal et à Séville, que la pratique du vélo est plus élevée dans les secteurs plus denses, ayant une grande mixité fonctionnelle et où les distances à parcourir depuis les lieux de résidence pour atteindre différentes destinations sont plus courtes (Damant-Sirois et El-Geneidy 2015; Marqués et al. 2015; Damant-Sirois, Grimsrud et El-Geneidy 2014). En soi, les villes denses sont souvent jugées plus propices à la pratique du vélo. Il ne faut d'ailleurs pas s'étonner de voir que les villes où le vélo est le mieux intégré et utilisé sont en Europe (Copenhagenize 2017).

De plus, grâce à la miniaturisation et à la démocratisation de certaines technologies représente de grandes opportunités pour la recherche sur le vélo comme moyen de transport (Fishman 2015). Malheureusement, Fagnant et Kockelman (2015) ont constaté, aux États-Unis, que de nombreuses municipalités n'effectuent toujours pas un comptage exhaustif des bicyclettes pour déterminer où les cyclistes se déplacent ce qui serait un instrument fort pertinent pour planifier l'aménagement et l'emplacement de nouvelles infrastructures. De telles données permettent entre autres de planifier l'implantation de voies cyclables en tenant compte des habitudes de déplacements des cyclistes. Par exemple, à partir de données collectées par GPS auprès de cyclistes utilitaires, Broach, Dill et Gliebe (2012) ont pu identifier, toutes choses étant égales par ailleurs, que ces derniers préfèrent les courtes distances. Une augmentation de 1% de la distance réduirait de 9% la probabilité de choisir une nouvelle route ou un détour pour un cycliste utilitaire. Malgré tout, la majorité des cyclistes seraient prêts à faire un détour équivalent à un cinquième de la distance à parcourir pour rejoindre de meilleures infrastructures cyclables (Broach, Dill et Gliebe 2012). Aussi, la venue de ce qu'on appelle le *Big Data* en recherche sur le vélo ouvre de nouveaux horizons. En couplant les GPS aux SIG (système d'information géographique), il est maintenant possible d'analyser les trajets effectués par les cyclistes. En 2009, une étude a été menée auprès de 5000 cyclistes et a permis de comptabiliser près de 32 000 trajets à Zürich, Winterthur et Genève (Romanillos et al. 2015). De plus en plus de développeurs d'applications pour téléphone intelligent s'intéressent au vélo. En recherche, l'utilisation des données GPS via les appareils mobiles personnels est une avenue très prometteuse (Romanillos et al. 2015), à condition que les données soient disponibles, bien évidemment. Ces applications (*Big Apps*)

rejoignent plusieurs millions d'utilisateurs, ce qui permettrait d'élargir considérablement les échantillons et d'améliorer les analyses (Romanillos et al. 2015). Par exemple, dans leur étude sur les performances cyclistes, Cintia, Pappalardo et Pedreschi (2013) ont eu la possibilité d'observer le comportement de 30 000 cyclistes qui utilisaient l'application *Strava*. Ils concluent que la performance des cyclistes est, bien entendu, liée à leur capacité physiologie, mais également au type et à la qualité de l'entraînement suivi. Jusqu'ici, peu de recherches de ce type ont été menées sur le transport en milieu urbain, car les applications sont davantage pensées pour l'entraînement à vélo (Romanillos et al. 2015). Toutefois, la situation tend à changer, car depuis 2014, *Strava* vend ses données et une application pour la ville a été développée (*Strava Metro*) (Romanillos et al. 2015). De plus, il est maintenant possible de travailler avec des données provenant des services de vélo-partage. L'utilisation de données provenant de BIXI Montréal a entre autres permis à Faghih-Imani et al. (2014) d'étudier comment l'utilisation du sol, la forme urbaine, l'environnement bâti et le climat influencent la circulation à vélo.

1.1.2. La pratique du vélo en ville : les enjeux entourant la santé et la sécurité

En santé-sécurité, on traite évidemment des vecteurs d'accidents, mais également des impacts de la pratique du vélo sur la santé. La recherche aborde autant les impacts négatifs liés, par exemple, à l'exposition à la pollution que les bénéfices du transport actif sur la santé (Götschi, Garrard et Giles-Corti 2015; Farrell et al. 2016; Buekers et al. 2015; Bigazzi et Figliozzi 2014; Aldred 2012; Oja et al. 2011; Reynolds et al. 2009). Macmillan et al. (2014) soutiennent que chaque dollar investi dans les infrastructures cyclables permettrait d'en économiser dix fois plus dans les services publics de santé notamment en réduisant la mortalité liée au manque d'activité physique. Bien qu'il s'agisse d'un défi important, les plus grands bénéfices en santé seraient pour les gens inactifs qui décident d'adopter le vélo pour accroître leur niveau d'activité physique (Fishman 2015). En effet, le vélo a été reconnu aux Pays-Bas comme un moyen important de prévenir les problèmes de santé liés à la sédentarité (Fishman, Schepers et Kamphuis 2015). Grâce à l'outil HEAT¹ de l'OMS, Vélo Québec (2016) a calculé que « la pratique actuelle du vélo au Québec aiderait à prévenir 390 décès par année, se traduisant annuellement en une valeur économique de 2,6 milliards de dollars ». Il semble que l'utilisation d'un vélo à assistance électrique (e-bike) contribuerait aussi à la protection contre des maladies liées à la sédentarité, car il permettrait de faire augmenter le nombre de déplacements non motorisés, des

¹ Outil d'évaluation économique des effets sanitaires

déplacements actifs qui n'auraient pu être réalisés autrement (Fishman 2015). D'après une étude menée par de Hartog et al. (2010), les bénéfices d'un transfert modal de la voiture à la bicyclette dépasseraient les risques encourus par la pratique du vélo. De plus, ils soutiennent que les bénéfices de l'activité physique sur la durée de vie sont 9 fois plus importants que les risques liés à l'exposition aux polluants atmosphériques. Selon une étude menée aux Pays-Bas, la pratique du vélo (principalement l'augmentation de l'activité physique) aurait des impacts sur la longévité plus importants que ceux associés à la réduction de l'exposition aux polluants atmosphériques et aux risques inhérents à la route (Schepers et al. 2015). L'impact du vélo sur la longévité est tout de même modeste, on parle d'un gain minimal de 4,1 jours pour en moyenne 74 minutes de vélo par semaine² (Schepers et al. 2015).

Malgré tout, les préoccupations en termes de sécurité demeurent très importantes, car la pratique du vélo comporte des risques. Selon une recherche menée par Parkin, Ryley et Jones (2007b) sur les entraves au cyclisme au Royaume-Uni, les deux facteurs les plus importants de la pratique du vélo étaient l'énergie à fournir et la sécurité. La sécurité à vélo est souvent mesurée en fonction des blessures, des accidents et des conflits routiers potentiels (Reynolds et al. 2009). En ce qui concerne les accidents de la route, il demeure plus risqué de se déplacer à vélo qu'en voiture. D'après la recension des écrits réalisée par Reynolds et al. (2009), les cyclistes seraient 70 fois plus à risque d'accident par déplacement et par kilomètres parcourus que les automobilistes. Toutefois, à Montréal, les secteurs avec un fort achalandage de cyclistes ont de plus faibles risques d'accidents, ce qui soutiendrait l'hypothèse de la sécurité par le nombre (Strauss, Miranda-Moreno et Morency 2013; Reynolds et al. 2009). Malgré tout, ils demeurent des secteurs où le nombre d'accidents est élevé. Aux Pays-Bas et au Danemark, où l'on retrouve des réseaux cyclables extensifs, il y a 5 fois moins d'accidents par 100 millions de kilomètres parcourus qu'aux États-Unis (Götschi, Garrard et Giles-Corti 2015).

Teschke et al. (2012) ont observé, parmi 14 types de voies de circulation, que les bandes cyclables séparées par bollards ou terre-pleins étaient les voies où les risques d'accident sont les moins élevés, jusqu'à 1/9 du risque encouru sur une artère principale avec des voitures stationnées et sans infrastructure cyclable. Les rues locales comportaient également un très faible risque. Étonnamment, les pistes cyclables en site propre étaient aussi peu sécuritaires que les artères principales sans voiture stationnée ni infrastructure cyclable. Dans leurs revues de littérature respectives, Reynolds et al. (2009) et Fishman (2015) ont relevé qu'un meilleur

² La réduction de l'exposition aux polluants atmosphériques et à l'insécurité routière permettrait en comparaison des gains de 0,1 jour par personne (Schepers et al. 2015).

aménagement des rues contribue à faire augmenter le sentiment de sécurité et encourage la pratique du vélo chez des cyclistes potentiels. Malgré tout, le vélo serait l'une des activités physiques les plus sécuritaires au Québec. À titre comparatif, en 2009-2010, le soccer, le football et le hockey sur glace comptaient respectivement 77, 77 et 78 consultations pour blessures sérieuses par 1000 adeptes contre seulement 13 par 1000 pour le vélo (INSPQ 2012). En 2016, la pratique du vélo comportait également moins de décès et de blessés graves dans des accidents de la route que la marche, la motocyclette et l'automobile (SAAQ 2016).

1.1.3. Le vélo et les aménagements urbains

1.1.3.1. Type d'infrastructures et pratique du vélo

En aménagement, on s'interroge sur les types d'infrastructures cyclables à prioriser pour des questions d'attractivité et de sécurité. En effet, l'environnement urbain est un élément important lorsqu'on tente de déterminer le niveau d'utilisation du vélo (Antonakos 1994; Moudon et al. 2005; Reynolds et al. 2009). Sans surprise, Dill et Carr (2003) ont observé, grâce à un échantillon de 43 grandes villes américaines, une corrélation positive entre la quantité d'infrastructures cyclables (pistes et voies) et le pourcentage de gens pratiquant le vélo utilitaire. Pucher, Buehler et Seinen (2011a) ont également observé que le taux de cyclistes a augmenté fortement dans les villes nord-américaines qui ont déployé un large éventail d'infrastructures et de programmes pour promouvoir l'utilisation de vélo et accroître la sécurité des utilisateurs.

D'ailleurs, dans leur étude menée à Vancouver, Winters et Teschke (2010) soulignaient la nécessité de réaliser des recherches afin d'identifier le type d'infrastructures cyclables qui permettraient de faire croître le nombre d'utilisateurs du vélo. Les auteurs ont fouillé la question en menant une étude à Vancouver auprès de cyclistes adultes afin de déterminer parmi 16 types de routes différentes celles qu'ils préféraient. La majorité des répondants préféraient les pistes hors route pour vélo seulement (Winters et Teschke 2010). La majorité des répondants n'appréciaient pas les routes principales avec des voitures stationnées, à l'exception des jeunes adultes sans enfant et des hommes âgés entre 25 et 34 ans (Winters et Teschke 2010). Sans surprise, moins les cyclistes étaient expérimentés, plus ils avaient tendance à préférer des infrastructures ségréguées des automobiles. Les auteurs se sont également questionnés sur le type de route le plus souvent pratiqué. À ce chapitre, ce sont les rues résidentielles sans

marquage au sol qui étaient les plus utilisées tandis que les infrastructures ségréguées des automobiles arrivaient au 8^e rang malgré le fait qu'elles soient préférées en théorie (Winters et Teschke 2010). Ces observations traduisent bien le manque de disponibilité de certaines infrastructures pourtant reconnues par les cyclistes. À l'aide d'un échantillon de 164 cyclistes, d'autres chercheurs, Broach, Dill et Gliebe (2012), ont mené une étude à Portland (Oregon) afin d'identifier les facteurs influençant où les cyclistes roulent. Ils ont entre autres observé que les cyclistes étaient sensibles à la distance à parcourir, au nombre de virages, à la pente, aux intersections et au volume de circulation. Ils accorderaient également beaucoup d'importance aux pistes en site propre et aux voies de quartier avec dispositifs de ralentissement de la circulation (Broach, Dill et Gliebe 2012). Les infrastructures cyclables sont non seulement déterminantes dans le degré d'utilisation du vélo, mais également dans le sentiment de sécurité (Fishman 2015).

Plusieurs études mobilisant des données agrégées suggèrent une corrélation positive entre l'offre en voies et pistes cyclables et le niveau de cyclisme (Buehler et Dill 2015; Broach, Dill et Gliebe 2012; Parkin, Wardman et Page 2007a; Pucher et Buehler 2005; Dill et Carr 2003). Grâce aux données du *Census 2000 Supplemental Survey* aux États-Unis, Dill et Carr (2003) ont observé que chaque mile linéaire de voies cyclables par mile carré était associé à une augmentation d'environ 1% du nombre de cyclistes utilitaires. Buehler et Pucher (2011) ont étudié l'utilisation du vélo pour aller au travail dans 90 villes américaines et ont réitéré l'importance du rôle des voies et pistes cyclables dans les déplacements. Ils ont également observé que les pistes cyclables en site propre et les bandes cyclables ont un impact significatif positif similaire sur l'utilisation du vélo. Au niveau individuel, les observations vont dans ce sens, mais avec des résultats plus nuancés (Moudon et al. 2005; Krizek, El-Geneidy et Thompson 2007; Cervero et Duncan 2003). À ce niveau, les pistes en site propre seraient les préférées. Les bandes cyclables ne seraient optimales que lorsque la circulation dans des rues locales à faible circulation automobile ne serait pas une option. Évidemment, avoir une bande cyclable est mieux que de rien n'avoir du tout (Broach, Dill et Gliebe 2012). D'après ce qui est rapporté par Reynolds et al. (2009) dans leur recension des écrits, au Canada et aux États-Unis, les bandes cyclables ont un effet positif sur la sécurité en permettant une réduction des risques que blessures, de collisions et d'accidents d'environ 50% par rapport à une route sans marquage.

Parmi les études récentes, plusieurs rappellent l'importance des pistes cyclables en site propre, notamment pour des raisons de sécurité. Pour Bagloee, Sarvi et Wallace (2016), qui s'intéressent aux moyens de lutter contre la congestion automobile, il n'y a aucun doute sur l'importance du réseau cyclable ségrégué de la circulation automobile afin d'assurer la sécurité de tous et

d'encourager la mobilité interclasse. Ce fut notamment le cas à Séville où le développement d'un réseau cyclable ségrégué de la circulation automobile a été un outil favorable à la promotion du cyclisme en rendant le vélo sécuritaire et agréable pour tous (Marqués et al. 2015). D'après une recherche menée à Minneapolis (Minnesota, É-U) par Krizek, El-Geneidy et Thompson (2007), il existe une très forte corrélation entre le vélo-partage utilitaire et le nombre de pistes en site propre par mile carré. Les cyclistes qui parcourent déjà une longue distance sur une piste cyclable seraient plus enclins à rallonger leur distance si celle-ci incorpore un autre tronçon cyclable. Les cyclistes seraient également prêts à traverser plus d'intersections si cela leur donne accès à une piste cyclable. Il faut par contre noter que ces résultats ne différencient pas les pratiques de loisir et utilitaire. Toujours selon Krizek, El-Geneidy et Thompson (2007), la présence d'infrastructures cyclables appropriées est si importante que, sur de longues distances, certains cyclistes allongeraient leur parcours de 67% afin de les inclure dans leur déplacement. Malgré tout, la majorité des cyclistes parcourent moins de 2,5 km pour utiliser une piste cyclable hors rue. Par ailleurs, la même année, Tilahun, Levinson et Krizek (2007) ont observé à Saint-Paul (Minnesota, É-U) que les cyclistes étaient prêts, en théorie, à accroître leur temps de déplacement de 20 minutes pour passer d'une rue sans marquage avec des automobiles stationnées à une piste en site propre. Considérant que le cycliste urbain se déplace en moyenne à une vitesse de 15 km/h (Thompson et al. 1997; Jensen et al. 2010), la distance parcourue serait deux fois plus grande que celle suggérée par Krizek, El-Geneidy et Thompson (2007). L'amélioration des conditions de circulation en créant des pistes en site propre, en aménageant des voies réservées et en supprimant le stationnement sur rue aurait une influence positive sur le choix d'infrastructure par les cyclistes à différents degrés (Tilahun, Levinson et Krizek 2007). Certains cyclistes disent même être prêts à payer davantage pour utiliser des voies réservées aux vélos sans voiture stationnée (Tilahun, Levinson et Krizek 2007). Dans la conclusion de leur recherche sur le navettage à vélo dans 90 grandes villes américaines, Buehler et Pucher (2011) réaffirment l'importance d'avoir un réseau cyclable qui n'est pas à 100% partagé avec le réseau automobile.

En s'appuyant sur des données collectées à Portland (Oregon), Broach, Dill et Gliebe (2012) soutiennent que, contrairement aux cyclistes non utilitaires, les cyclistes utilitaires sont plus sensibles aux facteurs temps et distance parcourue qu'aux autres facteurs – intersections, pentes, virages, signalisation. À l'opposé de ce qu'ont observé Tilahun, Levinson et Krizek (2007) à Saint-Paul (Minnesota), Broach, Dill et Gliebe (2012) soutiennent également que même les cyclistes d'expérience préfèrent les routes qui réduisent l'exposition aux véhicules à moteur. Selon eux, cette contradiction s'explique en partie à cause des biais influençant les réponses par sondage.

En effet, les pistes en site propre attirent beaucoup de non-cyclistes ce qui ralentirait les cyclistes utilitaires favorisant chez ces derniers une perception moins bonne de ce type d'infrastructure. Toutefois, leur comportement indique autre chose (Broach, Dill et Gliebe 2012). Une avenue à explorer serait celle des « boulevards cyclables » où sont conjugués la faible présence d'automobile et de stationnement sur rue, des intersections aménagées sécuritairement et des arrêts progressifs, en soi un ensemble de mesures qui augmenterait la sécurité et simplifierait la circulation sans être des pistes cyclables proprement dites (Broach, Dill et Gliebe 2012). C'est toutefois un type d'aménagement peu fréquent dans la région métropolitaine de Montréal. Fishman (2015) note que plusieurs des recherches dont il est question dans la littérature américaine ont été réalisées dans des villes où les réseaux cyclables sont jugés incomplets et qu'il y a une demande pour des analyses provenant de villes où l'on retrouve un réseau mature (ex. Amsterdam). Il mentionne également le manque d'études longitudinales qui pourraient aider à déterminer un lien causal entre le niveau de cyclisme et la présence d'un réseau cyclable. Bien que Fishman (2015) ne définisse pas exactement ce qu'il considère comme un réseau complet ou mature, nous sommes en droit de penser que le réseau montréalais, classé dans le top 20 du Copenhagenize Index depuis 2011 (Copenhagenize 2017), est assez important pour contribuer à l'avancement des connaissances en la matière. Évidemment, encore faut-il que l'amélioration des infrastructures induise le changement de comportement attendu. C'est exactement ce à quoi Sahlqvist et al. (2015) ont tenté de répondre. Selon leurs observations réalisées dans trois villes du Royaume-Uni, l'aménagement de nouvelles infrastructures aurait davantage d'incidences positives sur l'utilisation du vélo pour les déplacements de loisir que pour les déplacements utilitaires (Sahlqvist et al. 2015). Par exemple, une nouvelle piste cyclable hors route est décrite par des répondants comme idéale pour initier les adultes, et surtout les enfants, au vélo (Sahlqvist et al. 2015). Aussi, la disponibilité d'infrastructures cyclables de qualité est perçue, chez les non-cyclistes, comme une forme de motivation à adopter le vélo. En ce qui concerne l'accroissement des déplacements actifs, il semble que la densité et la mixité des usages soient plus stimulantes que la présence d'infrastructures (Sahlqvist et al. 2015). Les auteurs soutiennent également que dans un environnement orienté vers l'automobile, la création de nouvelles infrastructures cyclables ne serait pas suffisante pour induire un changement modal (Sahlqvist et al. 2015).

1.1.3.2. Signalisation et intersection

John Pucher et Ralph Buehler (2006) rappellent que le vélo est plus populaire et sécuritaire dans les pays où les pistes cyclables, les voies cyclables, les aménagements spécifiques aux intersections et la priorité aux cyclistes dans la signalisation sont des éléments clés de la politique cyclable. En ce qui concerne la signalisation routière, la perception diffère selon les contextes. Sur les rues où la circulation automobile n'est pas excessive, les feux aux intersections et les arrêts feraient décroître l'intérêt pour un trajet. Par contre, ce serait l'inverse lors qu'il y a une forte circulation automobile parce que la signalisation permettrait de réduire les délais aux intersections achalandées (Broach, Dill et Gliebe 2012). Sur un trajet d'un mile, les cyclistes utilitaires seraient prêts à augmenter leur distance de déplacement de 5,9% afin d'éviter la signalisation. Ce taux augmenterait à 10,4% pour les cyclistes récréatifs (Broach, Dill et Gliebe 2012). Un certain nombre d'études réalisées en Europe et aux États-Unis ont souligné l'importance de l'aménagement des intersections pour améliorer la sécurité des cyclistes et la bonne cohabitation avec les automobilistes (Thomas et DeRobertis 2013). Par exemple, les intersections à passage surélevé permettraient de réduire à la fois le nombre d'accidents et la vitesse des véhicules tout en attirant davantage les cyclistes (Garder et al. 1998, cité dans Thomas et DeRobertis 2013, 223).

1.1.3.3. La connectivité

La qualité d'un réseau cyclable est généralement mesurée en fonction de sa longueur et de sa couverture du réseau routier. Toutefois, il est important de tenir compte de sa connectivité³ ou de sa discontinuité⁴ comme facteur permettant d'améliorer les infrastructures cyclables et de faire augmenter la quantité de cyclistes dans la ville (Nabavi Niaki, Saunier et Miranda-Moreno 2016). L'accessibilité doit tenir compte à la fois de la proximité et de la connectivité (Tal et Handy 2012). Un réseau très connecté permet de réduire les distances de déplacement et d'offrir plusieurs choix de trajets en fonction des préférences de l'utilisateur (Lowry et Loh 2017; Marqués et al. 2015; Schoner et Levinson 2014; Titze et al. 2008; Dill 2004). L'efficacité des déplacements est au rendez-vous lorsqu'un réseau a une grande connectivité, car il permet une vaste possibilité de trajets afin de relier les différentes destinations d'un même territoire. D'ailleurs, à Botoga, Titze et al. (2008) ont observé que le niveau de cyclisme était corrélé avec la possibilité d'utiliser des

³ Propension à être relié à d'autres entités de son environnement (le réseau cyclable est formé de pistes connectées entre elles).

⁴ C'est-à-dire des ruptures qui peuvent exister entre les éléments du réseau cyclable.

raccourcis, ce qui est plus difficile à faire en automobile. Par conséquent, la connectivité est un facteur significatif et positivement corrélé avec le niveau de cyclisme. Les infrastructures doivent permettre une connexion adéquate entre les différentes origines et destinations, notamment entre les zones résidentielles et commerciales, afin d'encourager les navetteurs à voir le vélo comme un moyen de transport utilitaire alternatif à l'automobile (Nelson et Allen 1997). Dans une méta-analyse intitulée *Travel and the built environment*, Ewing et Cervero (2010) montrent que le cadastre orthogonal accroît la sécurité des cyclistes parce que les îlots sont plus petits et que des intersections fréquentes offriraient plus de flexibilité et d'accès dans le choix d'itinéraires.

1.1.3.4. Le profil des cyclistes

Dill et Carr (2003) ont relevé une différence dans la hiérarchisation du type d'aménagement à privilégier si l'on est un cycliste d'expérience ou non, plus particulièrement lorsqu'on est exposé à un volume élevé de véhicules motorisés. Damant-Sirois, Grimsrud et El-Geneidy (2014) ont établi différents profils cyclistes basés sur le comportement. Cette typologie permet entre autres de maximiser les interventions en aménagement en fonction des différents profils. D'après Fishman (2015, 2), le bureau des transports de la ville de Portland aux États-Unis a également établi quatre différents profils. :

- Fort et sans peur (*strong and fearless*, moins de 1%)
- Enthousiaste et confiant (*enthused and confident*, 7%)
- Intéressés, mais inquiets (*interested but concerned*, 60%)
- Jamais, je ne veux/sais pas pédaler (*no way, no how*, 33%)

Selon cette classification, les infrastructures viseraient en réalité à encourager les *intéressés, mais inquiets*, car les autres types sont soit déjà convaincus ou trop difficiles à convaincre (Fishman 2015).

1.1.4. Les facteurs influençant la pratique du vélo

1.1.4.1. Perspectives générales sur les facteurs influençant la pratique du vélo

Grâce à une vaste revue de littérature sur le vélo, Fernández-Heredia, Jara-Díaz et Monzón (2014) ont pu identifier certains facteurs d'influence quand il s'agit de déplacements à vélo. Parmi les caractéristiques individuelles récurrentes et importantes, il faut retenir l'âge, le revenu, le genre, l'origine ethnique, la possession et l'utilisation d'un véhicule automobile ainsi que la possession d'une bicyclette. Bien que le genre soit un élément important de la recherche sur le vélo, dans le cas qui nous intéresse, il est difficile de l'inclure, car la répartition des hommes et des femmes dans les différents secteurs de recensement est sensiblement équivalente.

D'autres facteurs, ceux-ci liés aux caractéristiques des déplacements, peuvent être identifiés. On s'intéresse alors au coût et à la distance, au sentiment de qualité et de sécurité face aux infrastructures, à la flexibilité de l'horaire de travail et à la multimodalité. De surcroît, il semble que la pratique récréative et sportive soit plus centrale que le cyclisme utilitaire dans la construction de la culture cycliste (Fernández-Heredia, Jara-Díaz et Monzón 2014).

Évidemment, les caractéristiques environnementales ont également un rôle dans l'utilisation de la bicyclette. Il faut notamment tenir compte du climat, de la topographie et du design urbain. Le climat à lui seul pourrait avoir une incidence sur 20% du volume de cyclistes (Fernández-Heredia, Jara-Díaz et Monzón 2014). En ce qui concerne l'utilisation quotidienne du vélo pour se rendre au travail, Baltés (1996) a observé que les agglomérations américaines où le vélo était le plus pratiqué présentent une grande proportion d'étudiants et sont relativement tempérées tout au long de l'année. La pente réduirait l'utilisation de la bicyclette, mais seulement en étant couplée à d'autres facteurs comme la densité urbaine, l'accessibilité, l'interaction avec les automobiles et l'existence de voies ou pistes cyclables (Fernández-Heredia, Jara-Díaz et Monzón 2014).

La présence d'infrastructures cyclables est importante dans le choix d'utiliser la bicyclette. Bien que la présence d'un réseau cyclable réduise le stress des cyclistes, c'est davantage l'expérience qui permet de réduire les risques et l'impression d'insécurité sur la route (Antonakos 1994; Moudon et al. 2005; Fernández-Heredia, Jara-Díaz et Monzón 2014). La disponibilité de supports à vélos sécuritaires serait également un élément important pour plusieurs cyclistes (Hunt et Abraham 2007). Dans le champ de la perception et de l'attitude, la perception des risques

d'accident serait le facteur le plus important (Fernández-Heredia, Jara-Díaz et Monzón 2014). C'est d'ailleurs pourquoi le choix d'un trajet sécuritaire est très important pour les cyclistes - qualité du revêtement, ségrégation à l'égard des voitures et de la circulation dense - (Fernández-Heredia, Jara-Díaz et Monzón 2014).

Zahran et al. (2008) ont analysé la distribution spatiale des transports actifs. Dans les 25 comtés américains où la part modale du vélo est la plus élevée, ils ont observé une corrélation négative entre le taux d'utilisation de la bicyclette, le temps parcouru à vélo et le niveau de pollution atmosphérique. Ils ont également observé que l'augmentation de la capacité d'un individu à travailler et produire fait augmenter significativement l'utilisation du vélo dans un quartier. De plus, ils soutiennent que la pratique du vélo utilitaire est partiellement expliquée par des dynamiques politiques et organisationnelles qui s'ajustent en favorisant l'environnement bâti, naturel et socioéconomique. D'autres facteurs influents seraient l'image personnelle, la capacité perçue et les normes sociales. Handy, Xing et Buehler (2010) se sont intéressés aux facteurs de possession et d'utilisation de la bicyclette dans six villes américaines. Leur modèle révèle que la perception sociale de la pratique du vélo influence l'utilisation régulière de la bicyclette. Par exemple, selon certains répondants, la majorité des cyclistes seraient simplement des gens trop pauvres pour posséder une voiture. Dans des contextes où le cyclisme est représenté négativement, il n'est pas étonnant que le niveau d'utilisation du vélo soit faible. Suite à une étude menée dans l'État de Washington (ÉU), Moudon et al. (2005) révèlent qu'une perception positive de l'environnement et son expérimentation contribuent à la probabilité de faire du vélo. La proximité d'une piste serait un facteur environnemental significatif. En s'intéressant aux variables sociodémographiques, ils ont observé que la pratique du vélo était plus probable pour les Blancs, les personnes d'âge moyen, les hommes, les utilisateurs du transport en commun, les propriétaires de vélo et les ménages ayant plus d'une voiture par personne.

1.1.4.2. Les populations à l'étude

1.1.4.2.1. Les individus à faible revenu

Comme nous l'avons mentionné, dans un certain imaginaire collectif, ce sont les individus à faible revenu qui font du vélo (Steinbach et al. 2011; Elkouri 2011; Handy, Xing et Buehler 2010). Les études ne s'entendent pas toutes sur la question. En se basant sur les résultats de recherches

menées aux États-Unis, Fernández-Heredia, Jara-Díaz et Monzón (2014) suggèrent que l'utilisation de la bicyclette est plus intensive chez les gens dont les revenus sont sous la moyenne, mais que la corrélation entre l'utilisation du vélo et l'âge rend cette variable difficile à isoler. En utilisant les données de la National Household Travel Survey aux États-Unis, Pucher et al. (2011b) ont observé qu'il n'y avait aucune différence significative dans le niveau de cyclisme selon le revenu. Bien qu'elle tende à changer, cette vision du cycliste pauvre demeure très présente dans les villes et pays à dominance automobile ou dans ceux où l'automobile est en plein essor comme la Chine (Yang et al. 2015). Force est de constater que peu de recherches s'intéressent au lien pouvant exister entre la pratique du vélo et le fait d'être en situation de faible revenu. Comme nous en discuterons, cette population est davantage citée dans les travaux traitant de gentrification où elle est représentée comme une victime de ses effets collatéraux.

1.1.4.2.2. Les immigrants et minorités visibles

La recherche sur le vélo, notamment lorsqu'on essaie de déterminer le profil des cyclistes, nous permet d'observer quelques faits intéressants concernant les immigrants et les minorités visibles. Aux États-Unis, les trajets en vélo réalisés par des individus d'origine hispanique, asiatique et afro-américaine ne représentaient que 23% des trajets totaux contre 77% pour les Blancs en 2009. Cette proportion serait toutefois en croissance de 7% depuis 2001 (Pucher, Buehler et Seinen 2011a). En s'intéressant aux immigrants récents, Smart (2010) a observé que ces derniers ont 41 fois plus de chances de choisir le vélo pour se déplacer que les Américains d'origine. Toutefois, cette proportion s'amenuise dans les 4 ans suivant l'arrivée, ce qui coïncide habituellement avec une augmentation des revenus. Les immigrants récents possèderaient également moins de véhicules et utiliseraient plus souvent des modes de déplacement alternatifs. Les immigrants d'Asie de l'Est et du Sud-Est seraient ceux qui utilisent le plus la bicyclette. Aux Pays-Bas, Böcker, van Amen et Helbich (2016) ont observé que les individus qui ne sont pas d'origine ethnique occidentale utilisent moins le vélo, mais utilisent plus les transports en commun que les Hollandais natifs. Cette observation serait particulièrement vraie pour les aînées. Dans la région de Copenhague, Kaplan, Nielsen et Prato (2016) ont observé que la forte concentration d'immigrants dans un quartier serait corrélée négativement avec les chances de faire de longues distances à vélo chez les adolescents. Dans la région de la Ruhr en Allemagne, l'accroissement de l'utilisation du vélo chez les nouveaux résidents d'un quartier s'expliquerait par la reproduction d'habitudes de déplacements empruntées aux résidents établis (Klinger et Lanzendorf 2015). Il y

aurait en soi un effet de voisinage. Certainement, la stagnation et le déclin de l'utilisation du vélo dans les pays en développement comme la Chine (Fishman 2015) pourraient avoir une influence sur la faible pratique du vélo chez les immigrants de cette région du monde une fois dans leur nouvelle terre d'accueil.

1.1.4.2.3. Les jeunes

Aux États-Unis, la quasi-totalité de la croissance du cyclisme est associée aux hommes âgés de 25 et à 65 ans, tandis que la pratique du vélo reste stable pour les femmes et décroît légèrement chez les enfants (Pucher, Buehler et Seinen 2011a). Depuis l'avènement de la société automobile, on s'est intéressé à la sécurité des enfants sur la route en les décrivant plus vulnérables que jamais auparavant. Au Royaume-Uni, cette propagande de peur aura eu raison de plusieurs générations de cyclistes au cours des décennies en contribuant à la marginalisation du vélo comme mode de transport (Aldred 2012). Évidemment, le choix d'un mode de transport actif chez les enfants pourrait contribuer au maintien de leur bonne forme physique tout en favorisant le choix d'un mode alternatif à la voiture une fois adulte (Kaplan, Nielsen et Prato 2016). Fernández-Heredia, Jara-Díaz et Monzón (2014) soutiennent qu'en matière de perception, les bénéfices du vélo sont plus facilement reconnus par les cyclistes réguliers et ceux qui sont exposés à la bicyclette depuis un jeune âge, d'où l'importance d'offrir un environnement approprié aux jeunes cyclistes. D'après Kaplan, Nielsen et Prato (2016), la forme urbaine agirait comme motivateur et barrière chez les jeunes voulant adopter un mode de déplacement actif. Elle agirait également sur la perception qu'ont leurs parents de leurs capacités motrices et cognitives à appréhender l'environnement urbain. Selon eux, les jeunes danois escortés par leurs parents avaient de plus fortes probabilités d'utiliser le vélo comme mode de transport actif et pour de longues distances. À Davis aux États-Unis, Tal et Handy (2008) ont observé que le fait d'avoir un parent-cycliste (environnement social) et que la distance (environnement physique) étaient les deux variables indépendantes les plus significatives sur l'utilisation du vélo chez les jeunes. Toutes choses étant égales par ailleurs, la distance serait la barrière la plus importante à la pratique du vélo (Tal et Handy 2008). Malgré tout, jusqu'à 1,5 km de rayon, Kaplan, Nielsen et Prato (2016) suggèrent que les plus grandes distances entre la maison et l'école ainsi qu'une forte densité de route à basse vitesse autour de l'école sont positivement corrélées avec les chances de faire du vélo.

Toujours dans la ville de Davis, Fitch, Thigpen et Handy (2016) se sont intéressées aux facteurs de stress sur les routes. Leurs résultats suggèrent que le réaménagement des rues pour réduire le stress lié à la circulation automobile sur les routes qu'empruntent les jeunes cyclistes pour aller à l'école et la réduction des distances favoriseraient la pratique du vélo chez les élèves et amélioreraient leur santé. Selon une étude réalisée en 2001 en Suède, les cyclistes de 14 ans et moins avaient 2,5 fois plus de risques d'être hospitalisés suite à un accident de vélo que l'ensemble de la population active (Ekman et al. 2001). D'après McDonald et al. (2016), la promotion du vélo chez les jeunes n'aurait pas seulement un impact important sur leur santé, mais permettrait aussi d'économiser beaucoup d'argent investi présentement dans le transport scolaire motorisé. Aux États-Unis, les écoles ont dépensé globalement 22,3 milliards de dollars en transport scolaire en 2015 (McDonald et al. 2016). La recherche démontre que les investissements effectués dans le cadre d'un programme pour accroître la sécurité des déplacements actifs vers l'école ont permis de réduire considérablement les dépenses en transport (McDonald et al. 2016). Évidemment, ces investissements ne sont véritablement bénéfiques que si les élèves habitent à distance de marche de l'école, soit environ 1 mile (McDonald et al. 2016). Les chercheurs estiment que l'élimination des dangers environnants par des investissements en infrastructures sécuritaires permettrait de réduire les coûts de transport scolaire à hauteur de 100 à 150 millions par an en plus d'accroître l'activité physique chez les jeunes.

1.1.4.2.4. Les aînés

Selon plusieurs chercheurs tels Aldred, Woodcock et Goodman (2016), on devrait accorder plus d'attention à la relation entre le cyclisme et l'âge d'autant plus que les bénéfices du cyclisme sur la santé seraient plus importants pour les aînés. Tel qu'observé au Japon, l'utilisation du vélo faciliterait les interactions sociales chez les aînés en élargissant leur spectre d'activités (Sakurai et al. 2016). Malgré tout, il a été observé à Londres que seulement une personne âgée de 65 ans et plus sur vingt se déplace à vélo contre une personne sur sept pour l'ensemble des autres groupes (Aldred, Woodcock et Goodman 2016). Pour cette population, il y aurait une diminution de l'attractivité du vélo (Pooley et Turnbull 2000) expliquée en partie par l'hypothèse selon laquelle les aînés ne seraient plus physiquement capables de rouler à bicyclette (Armstrong 2013, cité dans Aldred, Woodcock et Goodman 2016, 32). Cette hypothèse n'est pas observable partout. Aux Pays-Bas, 24% des aînés pratiquent le vélo, soit une proportion plus élevée que pour

n'importe quel autre groupe au-delà de 26 ans (Aldred, Woodcock et Goodman 2016). Toujours aux Pays-Bas, le vélo serait utilisé pour 13% des déplacements des personnes âgées de 75 ans et plus (Fishman 2015). Au Québec, on estime à 40% le taux de cyclisme chez les personnes âgées de 55 à 74 ans. C'est également le groupe qui a connu la plus forte croissance de cyclistes entre 1995 et 2015 (Vélo Québec 2016). La recherche à cet égard nous apprend que pour encourager le cyclisme chez les aînés, on doit faciliter les déplacements sur courte distance et réduire les déplacements multimodaux. D'un point de vue culturel, il faut également défaire l'idée selon laquelle le cyclisme serait pour les sportifs (Rissel et al. 2010).

En ce qui concerne les infrastructures, des chercheurs danois ont observé que la présence de pistes cyclables en site propre et la moins grande présence d'autres cyclistes étaient des facteurs favorisant l'utilisation du vélo chez les aînés alors qu'ils pouvaient l'être moins pour les plus jeunes (Bernhoft et Carstensen 2008). Il demeure d'autant plus important d'encourager le transport actif chez les personnes âgées, car ces dernières demeurent plus mobiles, plus longtemps et préfèrent l'automobile, même si son utilisation diminue avec l'âge au profit des transports en commun (Schwanen, Dijst et Dieleman 2001; Böcker, van Amen et Helbich 2016). D'ailleurs, selon les observations de Schwanen, Dijst et Dieleman (2001) effectuées aux Pays-Bas, les aînés résidant dans un environnement urbain étaient plus susceptibles d'utiliser le transport public comparativement à la marche, la voiture ou la bicyclette (Schwanen, Dijst et Dieleman 2001). Néanmoins, les aînés à faible revenu ou sans-emploi pratiqueraient davantage la marche et le vélo (Schwanen, Dijst et Dieleman 2001; Böcker, van Amen et Helbich 2016). Aux Pays-Bas, bien que ce soit couplé avec une culture de transport où la voiture n'est pas dominante, la possession d'un vélo a un fort impact positif sur les déplacements des aînés, ce qui souligne l'importance de ce mode pour ces derniers (Böcker, van Amen et Helbich 2016). D'après Kemperman et Timmermans (2014), les aînés danois habitant dans les régions urbaines pratiqueraient davantage la marche, mais moins le vélo que dans les régions rurales. En effet, comme ce fut observé à Rotterdam (Pays-Bas), les zones à forte densité semblent moins attirantes, car la circulation y est abondante et rapide, ce qui décourage l'utilisation du vélo chez les aînés qui préféreraient les espaces verts et calmes (Böcker, van Amen et Helbich 2016). Toutefois, comme l'ont observé Waygood, Sun et Letarte (2015) à Osaka au Japon, ce n'est pas nécessairement le cas pour la population en général qui préfère les zones plus denses permettant un meilleur accès aux services.

Une étude menée en laboratoire aux Pays-Bas par Bultmann et al. (2016) sur les comportements des cyclistes souligne que les individus plus âgés auraient plus de difficulté à exercer à la fois une tâche motrice et cognitive ce qui a une incidence sur leur capacité à rouler dans des conditions de circulation élevée contrairement aux cyclistes plus jeunes. En Suède, il a été observé que le nombre de décès à vélo chez les aînés était de 3,7 fois supérieur à celui des jeunes de 14 ans et moins (Ekman et al. 2001). En général, le risque d'accident à vélo était 3 fois plus élevé chez les aînés que pour le reste de la population et 6 fois plus élevé lorsqu'il s'agissait des 75 à 84 ans. Aussi, selon plusieurs études, les aînés auraient davantage de séquelles permanentes après un accident à vélo (Ekman et al. 2001). D'après une recherche effectuée auprès de cyclistes âgés au Japon, le risque de chute à vélo serait fortement corrélé positivement avec les troubles physiques liés à la mobilité, mais en compensation, la pratique du vélo permettrait de conserver plus longtemps ses activités quotidiennes (Sakurai et al. 2016). Ces observations permettent d'affirmer que la capacité de rouler à vélo est un important facteur permettant de prévenir la réduction des capacités fonctionnelles chez les aînés (Sakurai et al. 2016). Cette étude suggère que l'utilisation du vélo permettrait d'avoir accès à des services publics et de maintenir certaines fonctions sociales plus longtemps (Sakurai et al. 2016).

1.1.5. Vélo et gentrification

Dans les dernières années, des auteurs se sont intéressés au lien potentiel existant entre le vélo et la gentrification. Certains auteurs comme Stehlin (2015) ont signalé une recrudescence de la pratique du vélo chez une clientèle plus riche et éduquée dans les villes nord-américaines. Stehlin (2015) soutient notamment que l'utilisation du vélo comme outil de promotion et de création d'un milieu de vie urbain agréable était encouragée, au même moment où des vagues successives de gentrification avaient cours dans la baie de San Francisco. Déjà en 2011, Pucher, Buehler et Seinen (2011a) avaient observé une recrudescence de la popularité du vélo même s'elle ne se limitait qu'à une douzaine de villes américaines où avait été implanté une vaste gamme de programmes pour promouvoir agressivement le cyclisme. Ils soulignent également que la croissance de l'utilisation du vélo s'était faite essentiellement dans les villes centres et plus précisément, dans les quartiers embourgeoisés près des quartiers d'affaires et des universités. Si cette relation s'avère juste, il ne faut donc pas s'étonner si, en 2013, la part modale du vélo était sept fois plus élevée dans l'arrondissement du Plateau-Mont-Royal que dans l'ensemble du Grand Montréal (Vélo Québec 2016), comme s'il s'agissait d'un univers parallèle.

Dans une étude sur New York, Stein (2011) proposait une analyse similaire à celle qu'effectuait Stehlin (2015) en avançant que la planification du réseau cyclable new-yorkais reflétait et amplifiait les injustices en matière de transport qui touchent la ville. Il semblerait que plusieurs New-Yorkais de classe moyenne perçoivent les cyclistes comme une classe choyée : des gens plus riches qu'eux – des bobos en lycra sur vélo pliant – ou comme des gens à faible revenu – des courriers à vélo, des immigrants et minorités visibles, des punks (Stein 2011).

En utilisant les données des recensements de 1981, 1991 et 2001 en Grande-Bretagne, Parkin (2004) n'a trouvé aucun lien clair entre l'utilisation du vélo pour aller au travail et le statut socioéconomique, ce qui allait à l'encontre de la perception populaire qui décrivait le vélo comme un moyen de transport réservé aux plus défavorisés du fait de son faible coût. Il avait toutefois observé un niveau relativement élevé d'utilisation du vélo dans des secteurs gentrifiés de Londres. Bien qu'on ne crée pas généralement les infrastructures cyclables pour faire augmenter le prix des loyers, les promoteurs immobiliers savent bien qu'il s'agit là pour plusieurs d'une valeur ajoutée (Stein 2011). Hoffmann et Lugo (2014) soutiennent que l'administration municipale de Minneapolis aux États-Unis a utilisé les voies cyclables afin d'attirer la classe créative⁵ dans certains quartiers qu'elle voulait « nettoyer ». Ce type d'intervention constitue une préoccupation présente chez certaines populations plus défavorisées comme le mentionne Gobert (2013) dans un article sur un programme de remisage de vieux véhicules en France. Certaines personnes défavorisées pour qui la pollution n'est pas un enjeu important (contrairement à pouvoir manger et payer leur loyer) croient que plusieurs politiques se font à la faveur des bénéficiaires souvent plus aisés. Dans le cas de Gobert (2013), on parle de l'industrie automobile, dans le cas qui nous intéresse ce serait davantage les promoteurs immobiliers. Comme l'a observé Stein (2011), Gobert (2013) réitère que les ménages modestes ont parfois l'impression d'être à la fois les payeurs de taxes systématiques et les laissés-pour-compte. Lubitow et Miller (2013) rappellent qu'en n'incluant pas l'équité sociale et environnementale dans des initiatives durables, il en résulte une distribution inéquitable des bénéfices du développement durable et donc résulte des conséquences inattendues. C'est notamment le cas de la North Williams Avenue, autrefois épicerie de la communauté noire de la ville de Portland (Oregon), où un projet piste cyclable d'envergure n'a fait qu'accentuer la gentrification en cours. Dernièrement, Flanagan, Lachapelle et El-Geneidy (2016) ont démontré, dans une étude sur Chicago et Portland, qu'on retrouve davantage d'infrastructures cyclables dans les quartiers « blancs » et embourgeoisés. Dans ces

⁵ Terme inventé par Richard Florida dans *The Rise of the Creative Class* (2002) pour caractériser l'ensemble des individus innovants oeuvrant dans différents domaines dont les technologies, les arts et les activités managériales.

deux villes, les quartiers denses et à proximité du centre-ville ont reçu davantage d'investissement en infrastructures cyclables. Ils concluent en soutenant que les communautés marginalisées n'auraient pas autant de chance de recevoir des investissements en infrastructures cyclables si ce n'était de la présence de populations favorisées. Selon ces auteurs, il y a une corrélation entre les communautés où la composition résidentielle est en changement et le haut niveau d'investissement en infrastructures cyclables (Flanagan, Lachapelle et El-Geneidy 2016). Ainsi, il existe vraisemblablement des disparités spatiales importantes dans l'accessibilité aux pistes et voies cyclables en fonction de différences socioéconomiques et ethniques. En bref, il semble que la question reste entière : est-ce que la croissance du cyclisme amène un élargissement du profil des cyclistes? Rien n'est moins certain selon Fishman (2015).

1.1.6. Le vélo et Montréal : un terrain d'étude foisonnant

Cette recherche a comme terrain d'étude la région du Grand Montréal. D'entrée de jeu, il faut noter que le Québec était, en 2005, la province canadienne où le cyclisme était le plus encouragé, tant en ce qui concerne la planification que la coordination et le financement, notamment grâce aux efforts conjugués du Ministère des Transports et de Vélo Québec (Pucher et Buehler 2005). Avec l'adoption de la *Politique sur le vélo* par le Ministère des Transports du Québec en 1995 (MTQ 1995) et grâce au soutien financier à la fois du Ministère des Transports, mais également des municipalités, le parc cyclable québécois a vu sa taille passer de 778 km à près de 7000 km entre 1992 et 2002 (Pucher et Buehler 2005). Toutefois, selon Pucher et Buehler (2005), les effets de cette politique ne se font que très peu sentir sur la part modale du vélo dans les déplacements qui est similaire à la moyenne des autres provinces canadiennes. Quant à la ville de Montréal, c'est un microcosme privilégié pour étudier le vélo. Elle présente des caractéristiques très intéressantes : réseau cyclable très développé, système de vélo-partage (BIXI), pratique du vélo hivernal, etc. En 2005, elle était la ville canadienne où l'utilisation du vélo pour aller au travail était la plus élevée, et cela, malgré l'hiver. Toutefois, elle était également l'une des grandes villes canadiennes, après Toronto et Vancouver, où l'on retrouvait le moins de kilomètres de pistes et voies cyclables par 100 000 habitants (Pucher et Buehler 2005).

La majorité des études montréalaises se sont intéressées aux impacts de la pratique du vélo sur la santé et/ou la sécurité (Fuller et al. 2013b; Grenier et al. 2013; Hatzopoulou et al. 2013; Strauss, Miranda-Moreno et Morency 2013; Apparicio et al. 2016). Quelques autres ont abordé les questions de la perception (aménagement, climat, etc.) et des comportements (Damant-Sirois et El-

Geneidy 2015; Damant-Sirois, Grimsrud et El-Geneidy 2014; Miranda-Moreno et Nosal 2011; Miranda-Moreno et al. 2013). Aussi, jusqu'ici, la recherche quantitative semble s'être intéressée surtout à des questions liées à la santé (Strauss, Miranda-Moreno et Morency 2013; Hatzopoulou et al. 2013). Sous un angle plus social, Bernatchez et al. (2015) se sont intéressés à la diffusion du service BIXI. Ils concluent que, bien que le service soit géographiquement accessible à tous, les populations moins scolarisées n'ont pas été suffisamment informées des avantages du service. Les auteurs considèrent cela comme une forme d'iniquité sociale en matière de transport. En soi, très peu de chercheurs se sont intéressés aux questions d'équité environnementale liées à la pratique du vélo et encore moins l'ont fait sous un angle quantitatif et sous une perspective longitudinale.

Montréal est un terrain de recherche important en ce qui concerne le vélo-partage. Bien qu'il n'ait pas été inventé à Montréal, le vélo-partage y a pris une forme très spécifique et exportable, soit celle des BIXI. L'expérience de Montréal est particulièrement intéressante en ce qui concerne l'analyse de formes d'initiatives de mobilité urbaine (Béland 2014). Béland (2014) soutient que l'implantation de BIXI à Montréal est un exemple à suivre du point de vue technologique et légal. Fuller et al. (2013a) quant à eux se sont intéressés à l'impact sur la santé du service de vélo partage BIXI. Ils ont observé que l'implantation du service de vélo partage avait favorisé le transfert modal vers des modes de déplacements actifs entraînant des répercussions positives sur la santé.

D'autres chercheurs (Farrell et al. 2016; Apparicio et al. 2016; Hatzopoulou et al. 2013) se sont intéressés à l'exposition aux polluants atmosphériques et sonores chez les cyclistes. À l'aide de capteurs de particules ultra-fines (PUF) et de GPS, Farrell et al. (2016) ont pu observer que la concentration en PUF était plus élevée dans le centre-ville qu'en périphérie pour un même type d'infrastructure. Les particules étaient toujours plus abondantes à l'heure de pointe de l'après-midi. Ils ont également observé que la vitesse du vent et la température étaient négativement corrélées avec la présence de PUF, contrairement à la proximité de chemin de fer et de voies de camionnage (Farrell et al. 2016). Le mardi et le vendredi seraient les deux pires journées de la semaine quant à l'exposition au PUF. Les auteurs attribuent cela à la forte circulation lors de ces deux journées (Farrell et al. 2016). Dans une étude réalisée sur l'impact de la circulation automobile, de sa composition et de la géométrie des routes sur l'exposition aux polluants atmosphériques chez les cyclistes, Hatzopoulou et al. (2013) ont observé que les voies cyclables en site propre n'ont qu'un impact positif modeste sur l'exposition individuelle aux polluants. Quant à Apparicio et al. (2016), ils se sont questionnés sur l'influence de différents facteurs locaux

(condition météorologique, heure et jour du déplacement, type d'infrastructure emprunté, etc.) sur la concentration de NO₂ dans l'air et l'exposition au bruit (dB) durant des trajets à vélo. En analysant les 85 trajets effectués, ils ont constaté qu'il y a une très faible corrélation négative entre l'exposition au bruit et l'exposition au NO₂. Ils ont également identifié que durant la moitié de leurs trajets, les cyclistes avaient été exposés à plus de bruit que le recommande l'Organisation mondiale de la Santé (70 dB > 55 dB) (Apparicio et al. 2016). Aussi, ils notent qu'il y a une corrélation positive entre les déplacements pendulaires exécutés, à l'heure de pointe, le matin et l'exposition au NO₂ et au bruit. C'est-à-dire que les cyclistes sont davantage exposés aux polluants le matin que le soir. En ce qui concerne le type de voies empruntées, il semble que la circulation sur des artères entraîne une plus forte exposition au bruit, mais une moins grande exposition à la pollution atmosphérique que sur les collectrices (Apparicio et al. 2016). Les voies cyclables sur rue seraient moins exposées aux polluants atmosphériques et sonores. Quant aux voies cyclables hors rue, elles seraient moins exposées aux NO₂, mais davantage au bruit. Ils expliquent cela en soutenant que plusieurs pistes hors rue empruntées se trouvaient à proximité de grandes artères (Apparicio et al. 2016).

En ce qui concerne les perceptions et des comportements, Damant-Sirois, Grimsrud et El-Geneidy (2014) se sont intéressés au profil des cyclistes montréalais et aux facteurs contribuant à la pratique du vélo. Ils ont entre autres observé que les caractéristiques individuelles et le sentiment de sécurité, souvent lié à la présence d'infrastructures, sont des éléments centraux de la pratique du vélo. Faisant suite, dans une autre étude, Damant-Sirois et El-Geneidy (2015) ont étudié les différents facteurs influençant la fréquence de la pratique du vélo auprès de 1707 cyclistes montréalais. Miranda-Moreno et Nosal (2011) quant à eux, se sont intéressés à l'impact du climat et d'autres facteurs temporels sur la pratique du vélo à Montréal. Évidemment, ce n'est ici qu'un aperçu de l'étendue de la recherche faite dans la région montréalaise sur le vélo.

1.2. La justice environnementale : définition d'un concept clé

La justice environnementale est un concept largement mobilisé en études urbaines. Apparue aux États-Unis au début des années 1980, on assiste dès 1996 à la publication de nombreuses recherches (Holifield, Porter et Walker 2009). Le concept a d'abord été utilisé par les mouvements sociaux, notamment lié à la question raciale, afin de décrire la distribution spatiale inéquitable des bénéfices et nuisances environnementales (Schlosberg 2013). La justice environnementale comporte trois dimensions : l'équité environnementale (la justice distributionnelle), la justice procédurale et la

justice de la reconnaissance (Martin et al. 2014). Plusieurs auteurs, dont Walker (2009) et Fraser (1997), reconnaissent que les simples géographies et formes spatiales évidentes dans les recherches de première génération en justice environnementale, comme les enclaves urbaines par exemple, sont aujourd'hui insuffisantes et inadéquates dans la tâche de révéler les iniquités et de comprendre les processus par lesquels elles se produisent et reproduisent. Afin de bien saisir la portée de ce travail, il est primordial de définir l'équité environnementale, mais également les deux autres dimensions de la justice environnementale.

1.2.1. La justice de la reconnaissance

En justice de la reconnaissance, on s'intéresse principalement au manque de reconnaissance, voire « une non-reconnaissance de certains groupes populationnels, ou le résultat de la stigmatisation de certains espaces en raison de leurs habitants » (Séguin et Apparicio 2013). On utilise le terme de reconnaissance dans le sens de manque de respect et dégradation qui auraient tendance à discriminer l'identité de certaines personnes et de certains endroits comparativement à d'autres. (Fraser 1997; Honneth 2001). Selon Fraser, au cœur de la non-reconnaissance, il y a des processus culturels et institutionnels de manque de respect, de dénigrement, d'insulte et de stigmatisation qui dévalue certaines personnes par rapport à d'autres. La stigmatisation par l'espace et la non-reconnaissance ne sont pas seulement des produits d'une décision, mais également les processus sous-jacents à travers lesquels certains espaces sont priorisés pour le développement tandis que d'autres sont laissés-pour-compte (Walker 2009).

1.2.2. La justice procédurale

En justice procédurale, on « s'intéresse à la place et aux rapports de pouvoir dans les processus décisionnels concernant l'environnement » (Séguin et Apparicio 2013). On cherche à cerner comment la géographie influe sur l'inclusion et l'exclusion de la prise de décisions environnementales (Walker 2009). Walker (2009) évoque le concept de *space of fare process*, un espace de processus juste dont le mot juste peut renvoyer à la fois au concept de justice (au sens procédural) et à l'équité. La notion d'espace est importante, mais limiter la question à la distribution des bénéfices et irritants occulterait les procédures par lesquelles il a été décidé de l'issue de cette distribution. Par un processus démocratique orienté vers la communication, il serait plus probable d'arriver à une distribution équitable et juste d'un problème environnementale (Hunold et Young 1998).

On s'intéresse alors à la distribution en incluant un souci d'équité dans la régulation, à l'inclusion dans la prise de décision et à l'accès aux informations. Ce concept fait appel ou demande pour plus de démocratie, d'ouverture et d'inclusion dans le processus de prise de décision entourant l'accès aux espaces et la connectivité entre ceux-ci, qui auraient pu être précédemment restreints (Walker 2009). Pour Séguin et Apparicio (2013), « la non-reconnaissance et l'injustice procédurale vont souvent de pair. Le manque de reconnaissance conduit à l'absence de consultation ou à l'absence de voix dans le processus participatif démocratique. » Pour certains groupes de populations (enfants, aînés, immigrants, minorités visibles, personnes à faibles revenus), les contraintes quotidiennes peuvent limiter les habiletés à être présent dans les espaces de participation et décisionnels. Par exemple, les processus de consultation publique sur des lieux peu accessibles en transport en commun ou utilisant un langage technique spécialisé peuvent restreindre la capacité de certains à s'informer et à s'exprimer (Séguin et Apparicio 2013). En se concentrant sur l'homme blanc d'âge moyen, on est bien loin de la majorité de la population qui est beaucoup plus hétérogène (Walker 2009; Kuehn 1997). Il est nécessaire de « reconnaître la diversité des populations, mais aussi la représentation de celles-ci à l'égard de son environnement » (Gobert 2013). En soi, il est injuste d'imposer des risques aux citoyens sans qu'ils aient participé au processus décisionnel et qu'ils aient eu accès aux ressources et à l'information nécessaire à une prise de décision avisée (Hunold et Young 1998). Il faut à cela ajouter que la gentrification qui s'opère dans certains quartiers contribue à la réduction du poids décisionnel des populations d'origine, où les populations défavorisées sont déjà sous-représentées (Martin 2007), ainsi qu'à leur désappropriation de l'espace public (Bélanger 2010).

1.2.3. L'équité environnementale

1.2.3.1. Définition de l'équité environnementale

En ce qui concerne l'équité environnementale (justice distributionnelle), la définition à laquelle nous faisons référence dans le cadre de ce travail est celle énoncée par Talen (1998) dans *Visualizing fairness: Equity maps for planners*, soit « une distribution équitable des ressources publiques lors de la planification d'un territoire afin que plusieurs groupes sociaux aient accès aux bénéfices ». À cette définition de Talen (1998), il faut ajouter l'exposition aux nuisances (Séguin et Apparicio 2013). Évidemment, les *spatialités* de l'iniquité environnementale sont multiples et complexes. Il faut souligner que l'iniquité n'est pas seulement la distribution spatiale des risques, mais aussi des éléments et dimensions qui contribuent à la vulnérabilité à travers le temps et l'espace (Walker 2009).

Dans le cas de la pollution, on reconnaît maintenant la complexité spatiotemporelle du parcours des polluants dans l'air, dans l'eau et dans le sol. On reconnaît également que la distribution de la vulnérabilité sur les individus, les ménages et les quartiers ne se superpose pas clairement aux groupes tels qu'ils sont définis par les recensements de population (Holifield, Porter et Walker 2009). Par exemple, pour plusieurs, les espaces verts contribuent au bien-être et certains chercheurs (Pham et al. 2012) se sont particulièrement penchés sur la question en s'interrogeant sur l'équité environnementale. Toutefois, les espaces verts ne contribuent pas incontestablement au bien-être de tous équitablement en étant exempts de problèmes, leur perception est le résultat d'expériences subjectives et d'un construit social (Hartig et al. 2014). Plusieurs facteurs, dont les origines culturelles et le genre, influencent la perception de la performance et de la fonctionnalité des types d'espaces verts (Low, Taplin et Scheld 2005). Damant-Sirois et El-Geneidy (2015) ont fait un constat similaire en observant que l'appréciation des différents types d'infrastructures cyclables était tributaire de facteurs personnels, sociaux et environnementaux. Plusieurs facteurs peuvent agir comme barrière à l'utilisation d'infrastructures publiques (peur des crimes, barrières physiques à la mobilité, conflits entre les différents types d'utilisateurs et d'usage) et la proximité n'est qu'une dimension (Walker 2009). En soi, la dimension socioculturelle et l'échelle géographique doivent être prises en compte dans l'évaluation que nous faisons des différentes infrastructures urbaines devant théoriquement contribuer au bien-être des citoyens (parcs, espaces verts, voies cyclables, mobilier urbain, etc.).

La responsabilité, la reconnaissance et la participation (Walker 2009) sont des dimensions qui ne seront pas directement couvertes par cette recherche sur l'accessibilité au réseau cyclable dans une optique distributionnelle. Il faut toutefois rester conscient de ces autres dimensions de la justice environnementale à la lecture des résultats qui seront obtenus. Rappelons que dans la région de Montréal, la création d'infrastructures cyclables est éminemment politique (Armand, 2016). Après tout, il faut bien décider où l'on investit en infrastructure cyclable et quel type d'infrastructure on implante (Broach, Dill et Gliebe 2012). Si comme le mentionne Aldred (2012), l'industrie du transport motorisé a modelé les politiques de mobilité, il est intéressant de se demander comment se modèle le réseau cyclable actuel et dans l'intérêt de qui.

1.2.3.2. L'équité environnementale comme objet de recherche en milieu urbain

Une planification rigoureuse de la distribution des infrastructures peut permettre d'éviter de se retrouver dans une situation d'iniquité environnementale (Pham et al. 2012). Carrier et al.

(2016) ont développé un indice d'équité environnementale qui permet de considérer sept composantes importantes de l'environnement urbain : les polluants provenant de la congestion automobile, la proximité des grandes artères et autoroutes, la végétation, l'accès aux parcs, l'accès aux supermarchés et les îlots de chaleurs. Dans le passé, plusieurs études s'étaient intéressées à ces composantes. Pham et al. (2012) ont analysé la distribution spatiale de la végétation à Montréal. Contrairement à d'autres grandes villes nord-américaines, Montréal a bénéficié d'un programme de verdissement important dans les années 1960, si bien qu'il y a, a priori, peu de disparité dans l'accès à la végétation. Or, Pham et al. (2012) démontrent que, malgré tout, les personnes à faible revenu et les minorités visibles y ont un accès plus limité. Cette disparité serait plus importante en ce qui concerne la végétation sur rue que celle dans les cours arrière. Ce moins grand accès à la végétation surexpose cette population aux problèmes de santé liés notamment aux îlots de chaleurs (Pham et al. 2012). La recherche en équité environnementale a également démontré comment les groupes de population socialement et économiquement défavorisés et les personnes issues des minorités ethnoculturelles étaient surexposés aux risques environnementaux (Coughlin 1996). En ce qui concerne la pollution atmosphérique, les personnes à faibles revenus seraient non seulement plus exposées, mais également plus vulnérables aux impacts négatifs de cette pollution (O'Neill et al. 2003; Gobert 2013; Carrier et al. 2014). Généralement, les variables qui représentent une défavorisation matérielle et sociale sont associées, dans la recherche, à une plus grande exposition à la pollution atmosphérique ambiante et à une plus grande incidence des retombées négatives sur la santé de cette exposition comme les troubles cardio-vasculaires et respiratoires (Pinault et al. 2016). Il semble que les populations plus pauvres soient plus susceptibles d'habiter près des infrastructures polluantes (axes routiers, dépotoirs, usines) non par choix, mais par accommodement (Gobert 2013). Des constats similaires ont été faits en ce qui concerne le bruit (Havard et al. 2011; Brainard et al. 2004; Carrier, Apparicio et Séguin 2016) et les sites d'enfouissement (Boer et al. 1997; Salmond et al. 1999; Caudeville et Rican 2016). Certains groupes plus susceptibles d'être victime d'iniquité environnementale en n'ayant pas le même accès aux bénéfices (ex. parcs, végétation) ou en étant surexposés aux nuisances (ex. le bruit, la pollution atmosphérique, les dépotoirs) ont été identifiés dans la littérature scientifique, il s'agit des personnes à faible revenu, des personnes faiblement scolarisées, des minorités visibles, des immigrants récents, des enfants et des personnes âgées. Par exemple, Carrier et al. (2016) ont pu identifier que sur l'île de Montréal, les personnes à faible revenu et, dans une moindre proportion, les minorités visibles étaient plus fréquemment localisées dans des îlots près d'artères principales avec de plus fortes concentrations en NO₂ et moins de végétation. Dans leur revue de

littérature, Carrier et al. (2016) n'avaient identifié aucune recherche portant à la fois sur la pratique du vélo et l'équité environnementale. La lecture de *Bicycle justice and urban transformation. Biking for all?* (Golub et al. 2016) révèle néanmoins des situations d'iniquité flagrante aux États-Unis en ce qui concerne le cyclisme urbain. Ainsi, il semble pertinent de vérifier si certains groupes socioéconomiques identifiés dans la littérature sur l'équité environnementale sont également touchés lorsqu'il s'agit de l'accessibilité au réseau cyclable du Grand Montréal.

1.2.3.3. Le vélo et l'équité environnementale

Dans leur article *Cycling for a few or for everyone : the importance of social justice in cycling policy*, Pucher et Buehler (2009) soulignent l'importance de la justice sociale dans les politiques sur le vélo afin de limiter l'exposition aux dangers inhérents à la pratique du vélo (voitures, mauvais état de la chaussée, etc.) qui persistent même pour les cyclistes avertis. La situation actuelle tend à exclure ceux qui ne sont pas prêts à se tailler une place de force dans les rues bondées : les enfants, les femmes et les aînés (Pucher et Buehler 2009). Cela demeure un exercice difficile pour tous, d'autant plus qu'il existe encore un discours qui soutient que les cyclistes ne devraient pas être vus comme des usagers de la route à part entière (Aldred 2012). La recherche sur les iniquités en transport actif aux États-Unis suggère d'ailleurs de cibler ces mêmes groupes pour faire augmenter la pratique de la marche et du vélo (Aldred, Woodcock et Goodman 2016). En général, il semble que les femmes et les cyclistes moins expérimentés aient une préférence pour les aménagements ségrégués permettant d'éviter la forte et rapide circulation automobile (Broach, Dill et Gliebe 2012). Pucher et Buehler (2009) rappellent que l'affaiblissement de l'acuité auditive et visuelle ainsi que la perte de réflexe chez les aînés les rendent particulièrement vulnérables. L'inexpérience et parfois l'imprédictibilité des jeunes augmentent également le risque pour ces derniers lorsqu'ils circulent dans la rue (Pucher et Buehler 2009). Heureusement, ce manque d'expérience peut être résolu grâce à un plan directeur sur le vélo rigoureusement planifié qui inclurait, à la demande, de l'aide et de la formation et qui ne serait pas uniquement basé sur des éléments quantifiables, mais aussi sur des éléments qualifiables comme la perception et l'attitude (Fernández-Heredia, Jara-Díaz et Monzón 2014). Pucher et Buehler (2009) concluent en soutenant que l'accessibilité à un réseau cyclable en site propre est le meilleur argument que nous avons pour encourager la pratique du vélo pour l'ensemble de la population. Selon Fernández-Heredia, Jara-Díaz et Monzón (2014), les politiques et les actions

visant l'accroissement de l'utilisation du vélo doivent mettre l'accent sur les motivations personnelles en soulignant les bénéfices du vélo à travers des campagnes de sensibilisation.

Toutefois, il faut rester critique face à cette approche. Selon les résultats observés par Aldred, Woodcock et Goodman (2016) au Royaume-Uni, de meilleures politiques pour encourager le cyclisme n'ont pas véritablement induit de changement à l'échelle nationale. Dans les zones où l'on a observé une augmentation du cyclisme, il y a eu une stagnation de la proportion de cyclistes femmes et une diminution de la proportion de cyclistes âgés. En soi, les auteurs suggèrent que les efforts pour faire augmenter la part modale n'ont pas permis de créer une culture cycliste inclusive (Aldred, Woodcock et Goodman 2016). Les politiques mises en place pour faire croître le cyclisme n'auraient pas été assez orientées vers les groupes déjà sous-représentés. Il est intéressant de garder en mémoire le cas du Royaume-Uni, car ce pays présente des caractéristiques similaires à celles du Québec (par exemple, une part modale du vélo autour de 3%, surreprésentation chez les cyclistes des hommes blancs en bonne condition physique et des jeunes adultes. (Vélo Québec 2011; Aldred, Woodcock et Goodman 2016). Selon Aldred (2012), le manque d'infrastructures cyclables de qualité et la culture automobile apparaissent fondamentalement comme des entraves au cyclisme davantage que les types de déplacement et les habiletés physiques des cyclistes potentiels.

1.3. Problématique, objectifs, question et hypothèse

1.3.1 Problématique

Les plus récentes recherches sur le vélo, notamment celles qui traitent de gentrification, font écho à des thèmes centraux et à différents acteurs-clés de l'équité environnementale. Toutefois, à ma connaissance, aucune étude ne s'est intéressée, à ce jour, aux questions d'équité environnementale liée aux infrastructures destinées à la pratique du vélo dans les métropoles canadiennes. Montréal est l'endroit idéal pour effectuer cette recherche. À la lumière de la littérature sur le vélo, notamment en transport et en aménagement, plusieurs dynamiques sont déjà en place et permettent d'ores et déjà de soupçonner des iniquités distributionnelles du réseau cyclable dans certains quartiers (ex. Parc-Extension). Différents individus comme les enfants sont plus vulnérables face aux infrastructures cyclables demandant de cohabiter avec les automobiles (Pucher et Buehler 2009). La littérature nous apprend que certaines d'infrastructures

cyclables seraient plus à même de faire augmenter l'utilisation du vélo comme moyen de transport chez des individus concernés spécialement par le sentiment de sécurité (Dill et Carr 2003; Pucher, Buehler et Seinen 2011a; John Pucher et R. Buehler 2006). Ainsi, si l'on désire faire croître la part modale du vélo, il faut que ces différentes populations aient accès à un réseau et à des infrastructures cyclables de qualité. Aussi, comme l'illustre le cas à Portland et à Chicago, il peut exister des disparités spatiales dans l'accessibilité au réseau cyclable basées sur des critères socioéconomiques (Flanagan, Lachapelle et El-Geneidy 2016). Il serait même possible d'établir une corrélation positive entre l'apparition de pistes cyclables et la gentrification de certains quartiers (Flanagan, Lachapelle et El-Geneidy 2016; Hoffmann et Lugo 2014; Lubitow et Miller 2013). De plus, il semble que les infrastructures cyclables, comme élément structurel, et l'encouragement dès l'enfance, comme élément culturel, soient des facteurs déterminants de la pratique du vélo à Montréal comme ailleurs (Damant-Sirois et El-Geneidy 2015). Selon Vélo Québec (2016), « 6,8 millions de Québécois rapportent [avoir fait du vélo] au moins une fois dans leur vie. Cela représente plus de quatre personnes sur cinq ». Ainsi, au Québec, le vélo pourrait théoriquement être adopté comme moyen de transport par beaucoup plus de gens qu'il ne l'est déjà. Actuellement, seulement 23% des Québécois disent utiliser régulièrement (au moins une fois par semaine) ou à l'occasion le vélo pour des déplacements utilitaires. Parmi ceux-ci, deux cyclistes sur trois seraient des jeunes âgés de 3 à 17 ans (Vélo Québec 2016). Cela reste difficile à croire, car sur l'île de Montréal, la part modale du vélo n'est actuellement guère supérieure à 2,5% (Vélo Québec 2016).

Bien que Montréal fut un jour considérée par plusieurs comme première ville cyclable en Amérique (Béland 2011), elle se situe loin derrière plusieurs pays d'Europe. Par exemple, voici la part modale du vélo dans quelques villes d'Europe : Strasbourg (12%), Amsterdam (38%), Copenhague (37%) (Vélo Québec 2011). Malgré tout, il y a au Québec un fort potentiel d'accroissement de la part modale du vélo : « En 2010, le développement croissant des infrastructures cyclables donnait à 55% des Montréalais l'accès à une piste cyclable alors que cette proportion n'était que de 35% en 2006 » (Labrecque 2014). Aussi, selon l'indice de potentiel cyclable des villes (*bikeability*) développé à l'Université de Colombie-Britannique, Montréal obtient un excellent résultat (Labrecque 2014). Même si certaines recherches actuelles tendent à montrer que l'augmentation du nombre de voies et pistes cyclables n'est pas le seul moyen pour faire croître la part modale du vélo, les statistiques ont déjà permis de prouver que les voies cyclables ont une influence importante sur la réduction du nombre d'accidents (Pucher et Buehler 2009) et sur l'augmentation de la part modale du vélo (Parkin, Ryley et Jones 2007b).

Au Québec, en 2015, 51% des déplacements à vélo se sont fait sur des voies cyclables (Vélo Québec 2016). On arrive d'ailleurs à la conclusion que la séparation des pistes et des voies cyclables est particulièrement importante pour ceux réticents à s'imposer à côté des voitures comme c'est le cas chez certains aînés, enfants et femmes (Pucher et Buehler 2009, 63). Les immigrants récents, les jeunes (5 à 15 ans et 15 à 29 ans) et les ménages à faible revenu, parce qu'ils sont plus souvent non motorisés, sont des populations qui profiteraient grandement d'un meilleur accès au réseau cyclable pour les bénéfices mentionnés précédemment. Ces dernières années, de nombreux kilomètres de pistes cyclables ont été aménagés dans la région métropolitaine de Montréal. Si la localisation de ces aménagements a été décidée en fonction de la demande des citoyens auprès de leur conseil d'arrondissement, comme cela est évoqué par la journaliste Audrey Gauthier (2015), il est possible qu'elle ait été dirigée vers les quartiers centraux gentrifiés et d'autres espaces plus nantis. Il importe de vérifier si les aménagements récents contribuent ou non à renforcer les iniquités en matière d'accessibilité aux pistes cyclables pour les immigrants récents, les jeunes, les ménages à faibles revenus et les aînés.

1.3.2 Objectifs

L'objectif de cette étude est double. Dans un premier temps, il s'agit de décrire l'évolution du réseau cyclable sur une période de 25 ans (1991 à 2016) afin d'observer s'il a gagné en efficacité grâce à une densification et un accroissement de la connectivité. Dans un second temps, il s'agit de vérifier si l'extension du réseau a réduit ou renforcé les iniquités en termes d'accessibilité pour quatre groupes de populations habituellement retenues dans les études en équité environnementale : les personnes à faible revenu, les immigrants récents, les enfants et les personnes âgées.

1.3.3 Question et hypothèse

Nous comptons aborder la question de l'accessibilité aux pistes et voies cyclables dans les agglomérations de Montréal, de Longueuil et de la Ville de Laval en mobilisant la notion d'équité environnementale. La recension des écrits révèle un manque d'études longitudinales sur l'accroissement du réseau cyclable et une absence de recherches explorant les liens pouvant exister entre le vélo et l'équité environnementale dans le contexte montréalais. Pour combler ce manque, mon projet sera guidé par la question de recherche suivante :

Au cours des 25 dernières années, l'accessibilité au réseau cyclable du Grand Montréal s'est-elle améliorée ou détériorée pour les personnes à faible revenu, les immigrants récents, les enfants et les personnes âgées ?

Concrètement, il s'agira de vérifier si certains groupes de population – enfants de 5 à 14 ans, personnes à faible revenu, immigrants récents ainsi que les aînés – ont une accessibilité spatiale au réseau cyclable plus limitée que le reste de la population. Ma recherche vise à poser un diagnostic d'équité environnementale en lien avec l'accessibilité aux infrastructures destinées à la pratique du vélo. Ainsi, nous comptons vérifier comment les ajouts au réseau cyclable, durant les 25 dernières années, ont contribué à atténuer ou à exacerber les iniquités en termes d'accessibilité à ce dernier.

Comme observé dans plusieurs grandes villes américaines, la littérature sur le vélo et la gentrification suggère qu'il y a iniquité environnementale dans la distribution spatiale des infrastructures cyclables (Flanagan, Lachapelle et El-Geneidy 2016; Stehlin 2015; Stein 2011). Il s'avère important de vérifier, dans le cas d'iniquité, si cette dernière touche plus particulièrement les immigrants récents (Smart 2010), les jeunes âgés de 5 à 15 ans (Fitch, Thigpen et Handy 2016; Emond et Handy 2012; Pucher et Buehler 2009) les personnes à faible revenu (Hoffmann et Lugo 2014) ou encore les aînés (Pucher et Buehler 2009). Aucun diagnostic n'a encore été fait en ce sens, mais la littérature sur l'équité environnementale et sur le vélo laisse entrevoir un potentiel d'iniquité qui pourrait être observable à l'échelle de du Grand Montréal.

1.4 Conclusion

Dans ce premier chapitre, nous avons identifié et discuté des principaux thèmes abordés en étude urbaine pour traiter, d'une part, des déplacements à vélo et, d'autre part, de justice environnementale. Les articles recensés mettent en évidence le lien pouvant exister entre l'équité environnementale et la pratique du vélo comme mode de transport en ville, notamment en ce qui concerne la sécurité des déplacements. Pour la suite de ce mémoire, nous analyserons la distribution spatiale et temporelle du réseau cyclable et des pistes cyclables à usage exclusif dans les agglomérations de Montréal et de Longueuil ainsi sur le territoire de la Ville de Laval afin d'en

déterminer l'accessibilité pour les différents groupes à l'étude. Avant d'entamer l'analyse, au chapitre suivant, nous décrivons la méthodologie utilisée dans cette recherche.

CHAPITRE 2 : MÉTHODOLOGIE

Ce deuxième chapitre a pour objectif de décrire la méthodologie employée pour poser un diagnostic d'accessibilité au réseau cyclable et aux pistes cyclables à usage exclusif dans les agglomérations de Montréal, de Longueuil et de la Ville de Laval sur une période de 25 ans (1991 à 2016). Dans un premier temps, nous présenterons le territoire d'étude et les différents jeux de données utilisées – données de recensement et réseaux cyclables et routiers – et comment ils ont été intégrés dans ArcMap 10.5. Dans un deuxième temps, nous décrirons les méthodes utilisées pour caractériser les réseaux cyclables – mesure d'expansion et de connectivité, évaluation de la qualité du réseau en lien avec la typologie – et pour en mesurer l'accessibilité – analyse réseau – tout en justifiant leur utilisation. Dans un troisième temps, nous expliquerons les modèles de régression réalisés pour vérifier s'il existe une corrélation entre le pourcentage de personnes à faible revenu, d'immigrants récents, d'enfants et d'aînés dans les secteurs de recensement constituant le territoire d'étude et la proximité au réseau cyclable.

2.1 Territoire d'étude et données utilisées

2.1.1. Territoire d'étude

Le territoire d'étude comprend trois zones de la RMR de Montréal : les agglomérations de Montréal et de Longueuil ainsi que la Ville de Laval (Figure 1). C'est dans ces zones que le réseau cyclable s'est d'abord développé et que des données complètes pour toute la période étudiée étaient accessibles, c'est pourquoi elles ont été sélectionnées plutôt que les territoires entiers de la CMM ou de la RMR de Montréal. En 2016, l'aire d'étude avait une superficie de 1030 km² et comptait 2,8 millions d'habitants ce qui représentait 68% de la population de la région métropolitaine de recensement. Ces zones ont généralement une densité urbaine assez élevée pour envisager une multitude de déplacements utilitaires à vélo sur une distance d'environ 5 km (Vélo Québec 2016; Damant-Sirois et El-Geneidy 2015). Ce territoire est particulièrement intéressant pour étudier le vélo, car il présente des caractéristiques variées : réseau cyclable très développé, système de vélo-partage (BIXI), pratique du vélo hivernal, etc. Selon l'étude de Pucher et Buehler (2005), au tournant des années 2000, Montréal était la ville canadienne où l'utilisation du vélo pour aller au travail était la plus élevée, et cela, malgré son hiver plus enneigé que dans d'autres métropoles canadiennes.

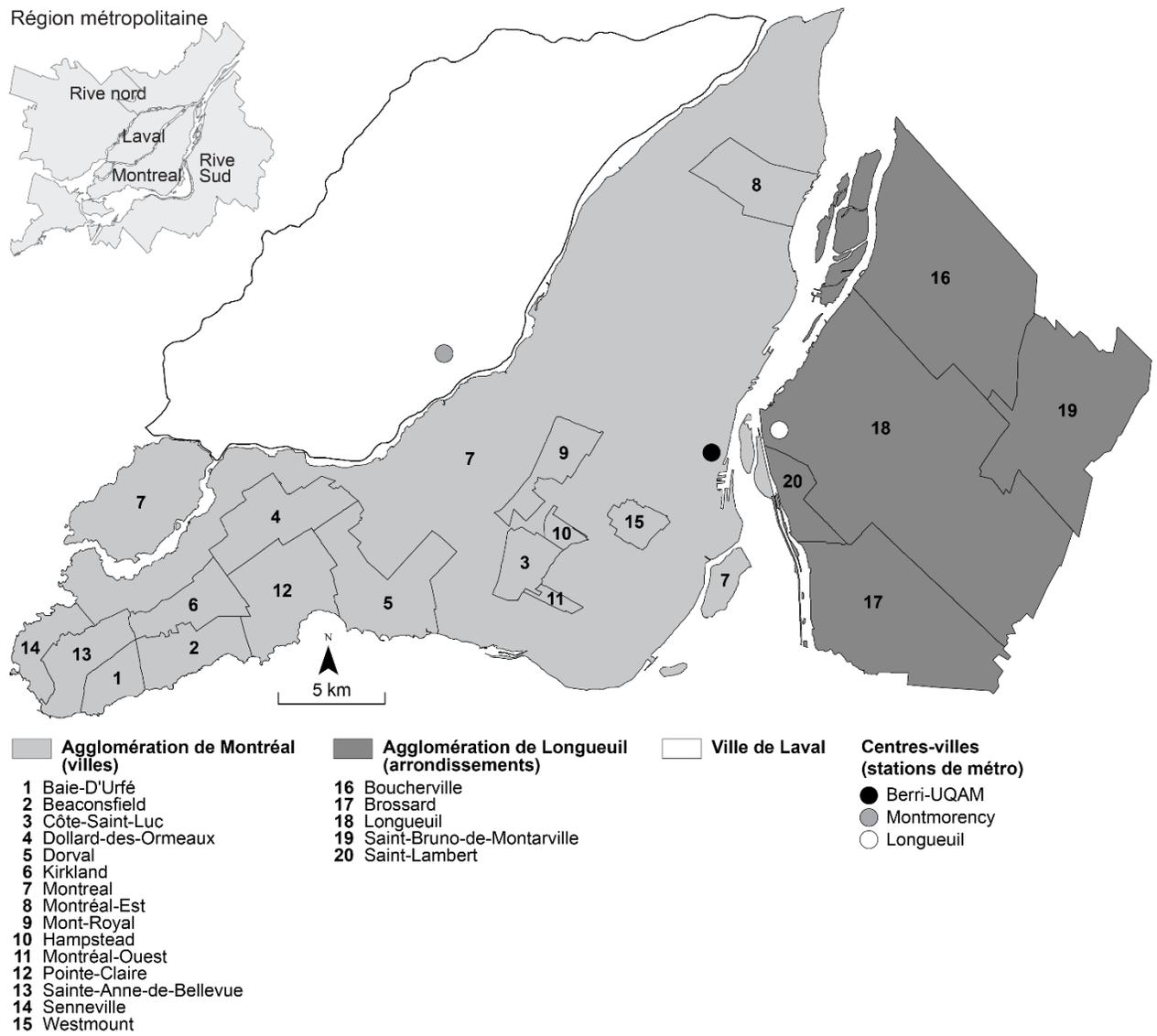


Figure 1. Territoire d'étude.

2.1.2. Les données

2.1.2.1. Les données de recensement

Les données socioéconomiques et sociodémographiques pour la période étudiée proviennent des recensements de population de Statistique Canada en 1991, 1996, 2001, 2006, 2016, et de l'Enquête nationale auprès des ménages de 2011. Les fichiers des limites géographiques des secteurs de

recensement proviennent également de Statistique Canada. Toutes ces données ont été téléchargées depuis le site internet du Bureau de Coopération Interuniversitaire (BCI 2016). Les données extraites de chacun des recensements de population et de l'Enquête nationale auprès des ménages sont la population totale, la population selon l'âge, la population pour tous les groupes d'âge de 5 à 14 ans, ainsi que celle de 65 ans et plus, la population immigrante arrivée depuis moins de 5 ans, la population ayant de faibles revenus (après impôt). Les données de recensement ont été manipulées de façon à former les différents groupes de populations à l'étude. Le groupe des 5 à 14 ans a été formé par l'addition des effectifs pour tous les groupes d'âge situés de 5 à 14 inclusivement. Le groupe des 65 ans et plus a été formé par l'addition des effectifs pour tous les groupes d'âge situés entre 65 ans et 85 ans et plus inclusivement. Les pourcentages d'immigrants récents et de faible revenu sont basés sur des données-échantillons de 20%.

2.1.2.2. Les réseaux cyclable et routier

Le réseau cyclable a été construit dans ArcGIS grâce à des cartes d'archives et aux données ouvertes des différentes villes à l'étude. Premièrement, le réseau de base utilisé est le résultat d'une fusion entre les différents réseaux cyclables de 2016, disponible sous forme numérique pour chacune des zones, c'est-à-dire les agglomérations de Montréal et de Longueuil, et de la Ville de Laval. Des ententes ont été conclues avec le service de la géomatique des villes de Laval et Longueuil afin que ces différentes municipalités partagent les données géomatiques du réseau cyclable de leur territoire. Pour la Ville de Montréal, les données ont été partagées sans entente, car elles sont habituellement publiques. Deuxièmement, en fonction de leur disponibilité, des cartes d'archives provenant de différentes sources ont été utilisées – services municipaux, les éditions VéloMag de Vélo Québec et la Bibliothèque et Archives nationales du Québec – afin de reconstruire le réseau cyclable pour chacune des six années (1991, 1996, 2001, 2006, 2011 et 2016) correspondant aux années de recensement de Statistique Canada. Le réseau cyclable étant grandement limité avant 1991 et les archives rares, nous avons décidé de ne pas pousser antérieurement notre période d'étude. Lorsque c'était possible, deux sources cartographiques ont servi à valider les données sur le réseau cyclable. De plus, pour ces six années, nous avons répertorié sept types d'infrastructures (Figure 2) :

- 1 Piste en site propre hors rue (ex. Piste à deux sens dans un parc.)
- 2 Piste en site propre sur rue (ex. Piste à deux sens séparée de la circulation automobile par un terre-plein de béton.)
- 3 Piste sur rue (ex. Piste à deux sens sans séparation physique avec les automobiles.)

- 4 Bande cyclable (ex. Piste unidirectionnelle marquée au sol par deux bandes.)
- 5 Chaussée désignée (ex. Marquage au sol que les vélos partagent la route avec les automobiles.)
- 6 Voies mixtes (ex. Sentier multifonctionnel en dehors d'un parc, trottoir partagé avec piéton.)
- 7 Sentier de parc, traverse, ruelles.

I. Pistes cyclables à usage exclusif

Piste cyclable hors rue



Piste cyclable sur rue (avec protection)



Piste cyclable sur rue (sans protection)



II. Voies cyclables sur rue

Bande cyclable



Chaussée désignée



III. Pistes et sentiers multiusages hors rue

Sentier de parc



Piste multiusage



Crédits photos: Maxime Houde

Figure 2. Types de pistes et voies cyclables.

Pour les fins d'analyses, ces infrastructures ont été regroupées en trois catégories : pistes cyclables à usage exclusif, voies cyclables sur rue, pistes multiusages hors rue. Par exemple en 2011, les pistes cyclables à usage exclusif représentaient 64% du réseau étudié, les voies cyclables sur rue 25% et les pistes multiusages hors rue 11%. Étant donné que les informations concernant la typologie des infrastructures n'étaient pas disponibles pour Laval et Longueuil en 1991, elles ont été substituées par les données de 1993. Selon ce que nous avons pu observer, les cartes les plus détaillées sur l'emplacement et la typologie du réseau cyclable ont été réalisées en 1993 et publiées en 1994 dans le *Répertoire des voies cyclables*, soit la première édition de ce qui deviendra le guide VéloMag *Les voies cyclables* qui est rendu aujourd'hui à sa 11e édition. S'il y avait un doute quant à la localisation ou à la typologie d'un tronçon cyclable, nous avons contre-vérifié grâce aux informations photographiques disponibles sur GoogleMap et GoogleEarth. Afin de tenir compte de la continuité du réseau cyclable au-delà des intersections de rue et de réduire les erreurs de calcul pour les mesures de connectivité, l'extrémité des tronçons cyclables a été allongée de 12 mètres ce qui correspond à la largeur moyenne des intersections pour l'agglomération de Montréal (Morency et al. 2013) comme l'ont fait Schoner et Levinson (2014). Le réseau routier utilisé dans les SIG est celui d'Adresses Québec (AQ Directions). Afin de tenir compte du domaine cyclable, toutes les routes où le vélo est interdit ont été retirées des calculs. En général, il s'agit des autoroutes et de leurs accès.

2.2. Qualifier le réseau et son accessibilité

2.2.1. Mesurer l'expansion et la densité

Pour répondre à notre premier objectif qui est de caractériser l'évolution du réseau cyclable, l'expansion du réseau cyclable a été calculée pour chaque zone (Montréal, Laval, Longueuil) et pour chaque année d'étude. Cette expansion a été calculée en fonction de l'accroissement linéaire du réseau cyclable mesuré en kilomètre. À l'instar de plusieurs auteurs (Flanagan, Lachapelle et El-Geneidy 2016; Dill 2004; Tressider 2005), deux indices de densité ont été calculés : la longueur de réseau cyclable par km² de superficie pour les trois zones à l'étude; la proportion du réseau cyclable sur la longueur du réseau routier, en excluant les routes où la pratique du vélo est interdite (autoroute, accès aux autoroutes, ponts à circulation restreinte). Pour l'ensemble de ces calculs relatifs à la densité (réseau et km²), les données ont été exportées depuis la base de données construite dans

ArcGIS sous forme de tables puis elles ont été calculées à l'aide du logiciel R. L'aire de chaque zone a été calculée en km² à partir des données géographiques de 2011.

2.2.2. Mesurer la connectivité

La connectivité du réseau cyclable a été mesurée pour chaque zone. La connectivité est une mesure importante : un réseau très connecté permet de réduire les distances de déplacement et d'offrir plusieurs choix de trajets en fonction des préférences de l'utilisateur (Lowry et Loh 2017; Marqués et al. 2015; Schoner et Levinson 2014; Titze et al. 2008; Dill 2004). En soi, l'efficacité des déplacements est au rendez-vous lorsqu'un réseau a une grande connectivité, car il permet une vaste possibilité de trajets afin de relier les différentes destinations d'un même territoire. Plusieurs indicateurs de connectivité largement utilisés (Dill 2004; Tressider 2005; Chin et al. 2008; Chen, Claramunt et Ray 2014; Lowry et Loh 2017; Lowry, Furth et Hadden-Loh 2016) ont été calculés : l'indice beta, l'indice gamma, le ratio de nœuds connectés et la densité d'intersection. L'indice beta sert à caractériser la complexité du réseau (Derrible et Kennedy 2010) et représente le rapport entre le nombre de liens (e) et le nombre de nœuds (v) :

$$\beta = e / v$$

où un réseau très complexe aurait une valeur théorique de 2,5. Cette mesure est d'ailleurs fréquemment utilisée dans les études en transport actif; certains auteurs la nomment également le « link node ratio » (Tal et Handy 2012; Chin et al. 2008; Tressider 2005; Dill 2004).

L'indice gamma sert à mesurer le degré de connectivité, c'est-à-dire le nombre de liens présents dans le réseau en fonction du nombre théorique de liens maximums possibles (Derrible et Kennedy 2010; Chen, Claramunt et Ray 2014; Tressider 2005) :

$$Y = e / 3 (v - 2)$$

avec des valeurs qui varient de 0 à 1, soit d'un faible à un grand degré de connectivité.

Le ratio de nœuds connectés (*CNR*) est le nombre d'intersections (i) divisé par le nombre total de nœuds (v) dans le réseau :

$$CNR = i / v$$

où une grille parfaite obtiendrait un résultat de 1 (Dill 2004; Tressider 2005).

Finalement, la densité d'intersection (*Dj*) est calculée en fonction du nombre d'intersections par km² pour chaque zone d'étude (j) :

$$D_j = i / A_j$$

où plus la valeur est élevée, plus la connectivité est grande (Dill 2004).

Afin de procéder à ces calculs, le réseau cyclable a dû être simplifié. Le réseau initial est composé de différents tronçons cyclables discontinus. Ces tronçons sont souvent marqués par un changement de typologie, le croisement d'une rue ou par un ajout au réseau initial. D'abord, tous les liens (e) représentant ces tronçons ont été fusionnés sous une même entité afin d'éliminer les nœuds qui ne marquaient pas une véritable interruption du réseau. Ensuite, grâce à l'extension Network Analyst, le réseau cyclable a été transformé en *network dataset* ce qui a eu pour effet de redéfinir de nouveaux nœuds partout où le réseau se divisait ou s'entrecoupait. En exportant ce réseau sous une nouvelle couche et grâce à l'outil *Feature vertices to points*, les nœuds (v) ont pu être classés comme culs-de-sac ou intersections (i). En ce qui concerne la densité d'intersections par kilomètre, elle a été calculée directement dans ArcGIS grâce à l'outil *sélection par emplacement* qui permet de sélectionner précisément les nœuds ($v + i$) se situant à l'intérieur de chaque zone.

2.2.3. Évaluer la qualité du réseau selon la typologie

Il est possible aussi d'évaluer la qualité du réseau cyclable en tenant compte de sa typologie, car cette dernière a une influence sur l'appréciation du réseau par les cyclistes (Winters et Teschke 2010; Buehler et Dill 2015; Hopkinson et Wardman 1996; Krizek, El-Geneidy et Thompson 2007). Dans la situation qui nous intéresse, la croissance du nombre de kilomètres d'infrastructures est calculée pour trois catégories distinctes : les pistes à usage exclusif, les voies cyclables sur rue et les pistes multiusages hors rue. Ainsi, si on en croit la littérature, les cyclistes préféreraient les pistes cyclables exclusives et ségréguées de la circulation automobile (Buehler et Dill 2015; Winters et Teschke 2010; Tilahun, Levinson et Krizek 2007; Krizek, El-Geneidy et Thompson 2007; Moudon et al. 2005; Cervero et Duncan 2003), c'est pourquoi la proximité des pistes à usage exclusif est également l'une des distances utilisées pour mesurer l'accessibilité au réseau cyclable.

2.2.4. Mesures d'accessibilité au réseau cyclable

Afin de répondre à notre deuxième objectif de recherche qui est de vérifier si l'extension du réseau a réduit ou renforcé les iniquités en termes d'accessibilité pour les quatre groupes de populations à l'étude, l'accessibilité au réseau cyclable a été mesurée en fonction de sa proximité du centre des secteurs de recensement. Les mesures d'accessibilité ont été calculées dans ArcGIS 10.5 grâce à l'extension Network Analyst. Les réseaux cyclables urbains sont des réseaux perméables. Ils n'ont

pas, contrairement aux réseaux autoroutiers ou aux réseaux de métro (Chen, Claramunt et Ray 2014; Derrible et Kennedy 2010) de points d'accès bien définis. Ainsi, des points d'accès ont été créés à chaque intersection de rue que croise le réseau cyclable grâce à l'outil *intersect* dans ArcGIS. Deux mesures d'accessibilité sont utilisées : la distance réticulaire au réseau cyclable le plus près et la distance à la piste cyclable à usage exclusif la plus proche depuis le centroïde des différents secteurs de recensement (Handy et Niemeier 1997; Talen et Anselin 1998; Apparicio, Cloutier et Shearmur 2007; Apparicio et al. 2008). La distance au service le plus près est une des mesures d'accessibilité fréquemment utilisées (Apparicio et al. 2008; Sadler, Gilliland et Arku 2011). Elle définit l'accessibilité en fonction de la séparation spatiale entre deux points (Saghapour, Moridpour et Thompson 2016). Dans le cas qui nous intéresse, la distance au point d'accès au réseau cyclable le plus près a été calculée avec une distance réseau appelée également distance topologique réticulaire. Cela permet de tenir compte de la distance réelle de déplacement en fonction de la forme urbaine (Levinson 1998). À Montréal, le tracé de rue est généralement orthogonal, par contre dans les différentes banlieues résidentielles, le tracé est plus sinueux ce qui peut avoir une incidence significative sur la distance à parcourir vers une piste cyclable. Selon Batty (2003) dans Charron et Shearmur (2005), la distance topologique est mieux adaptée à l'analyse de l'espace métropolitain que la distance métrique euclidienne, car elle est « défini[e] davantage par les échanges qu'[elle] soutient que par sa superposition à un système de coordonnées arbitraire. » (Charron et Shearmur 2005, 170).

2.2.5. Échelle d'analyse

Nous avons décidé de réaliser notre analyse à l'échelle du secteur de recensement. Selon la définition de Statistique Canada, il s'agit d'une « petit région relativement stable. Les secteurs de recensement comptent habituellement une population de 2 500 à 8 000 habitants. Ils sont situés à l'intérieur de régions métropolitaines de recensement et d'agglomérations de recensement dont le noyau compte 50 000 habitants ou plus » (Statistique Canada 2011d). Cette unité géographique de recensement est celle généralement utilisée lors d'analyse à l'échelle métropolitaine au Canada et aux États-Unis (Pham et al. 2012). Bien que, dans certains cas, l'îlot de recensement permettrait une plus grande précision, au Canada les données socioéconomiques ne sont pas disponibles à cette échelle. Rappelons que la compatibilité entre l'échelle d'analyse et les données socioéconomiques est essentielle puisque notre analyse implique des mesures d'accessibilité en lien avec les caractéristiques de la population (Talen et Anselin 1998; Hewko, Smoyer-Tomic et Hodgson 2002). Il aurait aussi été possible de réaliser cette étude au niveau des aires de diffusion (en moyenne 500

habitants). Toutefois, cette entité géographique a été créée en 2001. Elle n'est donc pas disponible pour les années 1991 et 1996.

2.2.6. Régressions classique et logistique

Une fois les deux mesures d'accessibilité calculées au niveau des secteurs de recensement, plusieurs modèles de régression sont réalisés. Ils permettent de vérifier si, grâce à son extension, l'accessibilité au réseau cyclable s'est améliorée ou détériorée au fil du temps pour les groupes de population étudiés.

Deux types de régression sont réalisés : une régression linéaire multiple (MCO⁶) et une régression logistique. Pour les régressions MCO, les variables dépendantes sont la distance réticulaire au tronçon cyclable le plus près ainsi que la distance à la piste cyclable à usage exclusif la plus proche à partir du centre du secteur de recensement. Pour les régressions logistiques, les variables dépendantes sont l'accès au réseau cyclable dans un rayon de 500 mètres et l'accès à une piste cyclable à usage exclusif dans un rayon de 500 mètres depuis le centre théorique du secteur de recensement. Il est à noter que nous avons décidé ne pas reporter les résultats de régressions spatiales étant donné que les variables dépendantes sont des mesures d'accessibilité géographique. Cela signifie qu'un secteur a forcément un niveau d'accessibilité très comparable à ses voisins. Nous croyons que réaliser des régressions spatiales risquerait de poser un problème d'endogénéité spatiale : la variable spatialement décalée capterait ainsi la quasi-totalité de pouvoir explicatif du modèle qui serait alors fortement surestimé.

Quelques auteurs se sont penchés sur la distance qu'un cycliste est prêt à parcourir pour rejoindre un réseau cyclable en court de déplacement (Broach, Dill et Gliebe 2012; Krizek, El-Geneidy et Thompson 2007; Tilahun, Levinson et Krizek 2007; Stinson et Bhat 2003; Shafizadeh et Niemeier 1997). Toutefois, chaque contexte présente des résultats différents. Nous suggérons que 500 mètres est une distance raisonnable pour avoir accès au réseau cyclable rapidement. En général, les déplacements à vélo se font sur une distance moyenne de 5 km (Vélo Québec 2016; Damant-Sirois et El-Geneidy 2015). Le cycliste urbain se déplace en moyenne à une vitesse de 15 km/h (Thompson et al. 1997; Jensen et al. 2010). Pour ce dernier, rouler 500 mètres prend environ 2 minutes et représente 10% de la distance qu'il parcourra, ce qui rejoint les observations de Stinson et Bhat (2003). Pour les piétons, on calcule l'accessibilité avec des rayons allant jusqu'à 400 mètres (Vale,

⁶ Également appelé OLS (*ordinary least squares*).

Saraiva et Pereira 2015; Achuthan, Titheridge et Mackett 2010; Iacono, Krizek et El-Geneidy 2008). Ainsi, une distance de 500 mètres peut être perçue comme la distance minimale pour un déplacement cycliste utilitaire.

En nous basant sur la littérature dans les domaines de l'équité environnementale (Yuan, Xu et Wang 2017; Rigolon 2017; Carrier, Apparicio et Séguin 2016; Pham et al. 2012; Day 2010; Mulholland 2008; Talen et Anselin 1998) et du transport (Smart 2010; Pucher et Buehler 2009; Ekman et al. 2001; Fernández-Heredia, Jara-Díaz et Monzón 2014), les variables indépendantes suivantes ont été introduites dans les modèles : les pourcentages d'enfants de 5 à 14 ans, d'aînés (65 ans et plus), de population dans les ménages à faible revenu et d'immigrants récents.

Dans les modèles, plusieurs variables de contrôle sont utilisées : des variables muettes pour les zones (avec Montréal comme catégorie de référence) et la distance euclidienne entre les secteurs de recensement et le centre-ville, car selon la littérature, il y aurait une forte corrélation entre la distance au centre-ville et la présence de piste cyclable (Flanagan, Lachapelle et El-Geneidy 2016; Pucher, Buehler et Seinen 2011a). Les stations de métro intermodales Berri-UQAM, Longueuil et Montmorency ont été utilisées comme centre-ville pour chacune des zones étudiées, soit respectivement Montréal, Longueuil et Laval. Habituellement, la station de métro Berri-UQAM n'est pas utilisée comme centre-ville au sens de centre des affaires (central business district). Toutefois, comme l'agglomération de Longueuil et l'île de Laval n'ont pas réellement de centre des affaires aussi bien défini que celui de Montréal, ce sont les stations intermodales qui ont été désignées comme telles.

2.3. Conclusion

Ce chapitre nous a permis de présenter la méthodologie utilisée pour atteindre nos deux objectifs de recherche. Nous avons commencé par définir le territoire d'étude et les données utilisées. Par la suite, nous avons présenté les différents outils, méthodes et mesures mobilisés pour qualifier le réseau cyclable et son accessibilité. Dans le chapitre suivant, nous allons présenter nos résultats de recherche sous la forme d'un article scientifique soumis à la revue *Journal of Transport Geography*.

CHAPITRE 3 : RÉSULTATS

Formulaire d'inclusion d'un article au mémoire de maîtrise

1. Identification de l'étudiant

Nom, Prénom : Houde, Maxime

Code permanent :

2. Description de l'article

Titre :	(31/01/2018). A ride for whom: has cycling network expansion reduced inequities in accessibility in Montreal, Canada?
Nom des auteurs :	HOUDE Maxime, Philippe APPARICIO, et Anne-Marie SÉGUIN
Revue avec comité de lecture	<i>Journal of Transport Geography.</i>
État du cheminement :	<input type="checkbox"/> Publié date de publication : _____ <input checked="" type="checkbox"/> Sous presse <input type="checkbox"/> Accepté moyennant modifications <input type="checkbox"/> Soumis Note : L'article a été accepté pour publication le 20 février 2018.
Résumé*	Abstract It is widely agreed today that the existence of a network of bicycle paths fosters a feeling of safety as well as the use of the bicycle for both recreational and utilitarian purposes. Recent studies have found a link between the presence of cycling infrastructure and gentrification. Few studies have however examined the growth of the cycling networks from the perspective of environmental equity. The main objective of this study is to determine whether the extension of the cycling network in the urban areas of Montreal and Longueuil and the city of

	<p>Laval over a quarter of a century (1991 to 2016) has reduced or reinforced inequities in accessibility for low-income populations, recent immigrants, children, and older people.</p> <p>Archival maps were employed to reconstruct the cycling networks in the Montreal area in a GIS for six years (1991, 1996, 2001, 2006, 2011, 2016). Census data and spatial analysis methods were then used to measure whether or not inequities in the accessibility of the cycling network increased over the period in question.</p> <p>The results show that, in 25 years, the cycling network has more than doubled in size. It can however be seen that some areas are still very poorly served, and that the network lacks connectivity. Low-income individuals have generally enjoyed good accessibility over the entire period. A strong decrease in inaccessibility for recent immigrants and seniors is also observed. The most important result is clearly that there has been little or no improvement for children, who are found to be in a situation of inequity.</p>
--	---

A ride for whom: has cycling network expansion reduced inequities in accessibility in Montreal, Canada?

3.1. Introduction

In the last few years, we have seen a revival of bicycling in North America and elsewhere in the world. Some authors even speak of a “bicycle renaissance” (Pucher, Buehler, and Seinen 2011a). In order to facilitate bicycle travel over the territory and to increase cyclists’ safety, we have also seen the growth of cycling infrastructure in many North American cities. It is important to remember that bicycling, as a mode of active travel, has numerous benefits for people’s physical (Celis-Morales et al. 2017, Farrell et al. 2016, Fishman 2015, Buekers et al. 2015, Götschi, Garrard, and Giles-Corti 2015, Fuller et al. 2013b) and mental health (Zhao et al. 2017, Pucher and Dijkstra 2003). Moreover, in a context of combating climate change and reducing greenhouse gas emissions, the bicycle is considered to be one of the most promising means of alternative transportation (Pucher and Buehler 2005). In short, the bicycle is recognized in the literature as an effective means of short- and mid-range travel, as is the case for most trips in urban areas (Fishman 2015, Pucher, Dill, and Handy 2010).

Recent research in the United States (Portland and Chicago) and Brazil (Rio de Janeiro and Curitiba) has however shown that cycling infrastructure are not equitably distributed in cities, and that this leads to better access for some populations (Flanagan, Lachapelle, and El-Geneidy 2016, Tucker and Manaugh 2017). Is this observation true for the Montreal area? To answer that question, we decided to analyze the development of the cycling network from 1991 to 2016 in considering the spatial distribution of various population groups defined by age, income, and ethnicity. Have these populations had equitable access over time to the benefits associated with the existence of a cycling network?

3.2. Literature review

3.2.1. A cycling network, a sense of security, and the practice of bicycling

Studies have shown that the practice of bicycling is influenced by the presence of cycling infrastructure. Based on a sample of 43 big American cities, Dill and Carr (2003) found a positive correlation between the existence of cycling infrastructure and the level of utility cyclists. The

proximity of a bicycle path is said to be a significant environmental factor that has helped to increase the practice of bicycling (Moudon et al. 2005). Cycling infrastructure are determinant not only in the degree of use of the bicycle, but also in cyclists' sense of security (Fishman 2015, Reynolds et al. 2009). Pucher, Buehler, and Seinen (2011a) observed that the level of cyclists rose sharply in cities that had developed a wide range of infrastructure and programs to promote use of the bicycle and to increase users' sense of security.

In the Netherlands and Denmark, where there are major cycling networks, a study showed that, from 2004 to 2008, there were 3.5 to 5 times fewer cyclists killed per 100 million kilometres travelled than in the United States (Götschi, Garrard, and Giles-Corti 2015, 11). Teschke et al. (2012) found, among 14 route types, that cycling paths separated by bollards or medians were those with the lowest odds of injury: a risk that was up to one ninth of the risk incurred on a major traffic artery with parked cars and without a cycling infrastructure. Local streets were also seen to involve a very low risk.

In their respective reviews of the literature, Reynolds et al. (2009) and Fishman (2015) found that a better street layout helped to increase potential cyclists' sense of security and practicing of bicycling. A Vancouver study suggests that the majority of cyclists prefer off-road paths intended for bicycling only (Winters and Teschke 2010). In general, they don't like main streets with parked cars. Moreover, although the presence of a cycling network reduces cyclists' stress, experience plays a greater role in lowering the risks of road injury and the sense of insecurity on the road (Moudon et al. 2005, Fernández-Heredia, Jara-Díaz, and Monzón 2014). As with many sports, cycling skills improve with time and experience. In this vein, in Charlotte, North Carolina, Boyer (2017) found that experience acquired through recreational cycling helps individuals to gain enough skills to practice utility cycling.

3.2.2. Cycling and health

Macmillan et al. (2014) emphasize that every dollar invested in cycling infrastructure results in a ten times greater savings in public health services, especially in reducing mortality associated with the lack of physical activity. The greatest health benefits are seen for people who were previously inactive (Fishman 2015). Indeed, the bicycle has been recognized in the Netherlands as an important means of preventing health problems linked to a sedentary lifestyle (Fishman, Schepers, and Kamphuis 2015). As well, according to Hartog et al. (2010), the benefits of changing one's mode of travel from the car to the bicycle outweigh the risks incurred. They also maintain that the

benefits of physical activity over the lifetime are nine times greater than the risks connected with exposure to air pollutants. Although the air pollution risks in extreme air pollution concentrations may outweigh the benefits of physical activity, this applies to fewer than 1% of cities across the globe (Tainio et al. 2016). In a recent study, Celis-Morales et al. (2017) found that the practice of utility cycling was associated with low risks of having a stroke, cancer, or a series of other causes of mortality. It is worth noting that these health benefits may vary by sex and age. For example, Woodcock et al. (2014) found that the positive health impacts of the London cycle hire scheme are greater for men than for women and for older than for younger users.

3.2.3. Cycling and environmental equity

Studies in the United States (Lusk et al. 2017, Flanagan, Lachapelle, and El-Geneidy 2016, Lee, Sener, and Jones 2016, Stein 2011, Steinbach et al. 2011) and Brazil (Tucker and Manaugh 2017) have shown that the distribution of cycling networks is not uniform within cities, which raises issues of environmental equity (Walker 2009). In other words, we can hypothesize that some population groups defined by socioeconomic status, ethnocultural origin, or age do not have equitable access to the benefits of a cycling network.

Recently, Flanagan, Lachapelle, and El-Geneidy (2016) found that there were more cycling infrastructure in the “white” and gentrified neighbourhoods of Chicago and Portland. In New York, Stein (2011) observed that the planning of the cycling network reflected citywide transportation injustices. Some research shows that use of the bicycle and the presence of cycling infrastructure are sometimes employed as a lever for gentrification (Stehlin 2015, Hoffmann and Lugo 2014). Pucher, Buehler, and Seinen (2011a) found that the growth in use of the bicycle in North America had generally occurred in central cities and specifically in gentrified neighbourhoods near business districts and universities.

From a social justice perspective, Pucher and Buehler (2009) recognize that exposure to risks must be limited for all cyclists, and especially for children and seniors, who are more vulnerable. Fernández-Heredia, Jara-Díaz, and Monzón (2014) identified certain individual factors influencing bicycle travel. Some of the recurring and important individual characteristics that they found were age, income, gender, ethnic origin, possession and use of a motor vehicle, and possession of a bicycle. In their systematic review, Aldred et al. (2017) reported that sex and age also have an impact on preference for separated infrastructure. Moreover, factors related to norms and to

infrastructural and cultural barriers appear fundamental (Aldred, Woodcock, and Goodman 2016) and were said to have had a dissuasive effect on potential cyclists in the past (Aldred 2012).

3.2.4. Population groups studied

According to a number of studies, children (McDonald et al. 2016, Kaplan, Nielsen, and Prato 2016, Emond and Handy 2012, Pucher and Buehler 2009), older people (Ekman et al. 2001, Aldred, Woodcock, and Goodman 2016), low-income populations (Fernández-Heredia, Jara-Díaz, and Monzón 2014, Horton 2006, Bergeron 2014), and immigrants (Smart 2010, Fernández-Heredia, Jara-Díaz, and Monzón 2014) would profit from having better access to the cycling network because of the various associated benefits. The question of accessibility is especially important for children and older people due to their physiological vulnerability or more limited abilities to manoeuvre a bicycle (Kaplan, Nielsen, and Prato 2016, Armstrong 2013, cited in Aldred, Woodcock, and Goodman 2016, Pucher and Buehler 2009, Bulsink et al. 2016, Sakurai et al. 2016). In addition, because of their social vulnerability, in the United States and Spain (Madrid), low-income populations and immigrants often do not have a car and travel more by bicycle (Smart 2010, Fernández-Heredia, Jara-Díaz, and Monzón 2014) in central neighbourhoods, where they are exposed to denser traffic.

In this study, we will therefore concentrate on these population groups, which have, moreover, been selected in a number of studies on environmental equity; that is: children, older persons, people in low-income households, and recent immigrants (Lusk et al. 2017, Lee, Sener, and Jones 2016, Séguin and Apparicio 2013, Steinbach et al. 2011, Day 2010, Mulholland 2008, Talen and Anselin 1998).

3.2.5. Research objectives

This research has two objectives. We will first calculate various indicators in order to describe the development of the Montreal cycling network over a 25-year period (1991 to 2016) from the point of view of its expansion, densification and connectivity, in considering the type of bike paths for the first dimension. Our second objective is to determine whether the development of the network has led to a reduction or reinforcement of inequities in accessibility for the four population groups studied. One of the main contributions of the paper is thus to propose an analysis of the cycling

network and its accessibility from a longitudinal perspective, which has until now rarely been done, according to Fishman (2015) and Buehler and Dill (2015).

3.3. Data and methods

3.3.1. Study area

The study area comprises three parts of the Montreal census metropolitan area: the urban areas of Montreal and Longueuil, and the city of Laval (Figure 1). The bicycle path network was first developed in these three areas, and complete data for the entire study period were available. In 2016, the study area had a surface area of 1,030 km² and included 2.8 million inhabitants, representing 68% of the population of the census metropolitan area. This study area is especially interesting for examining bicycling, as it presents a range of different characteristics: a very developed cycling network, a bike-sharing system (BIXI), the practice of winter bicycling, etc. According to Pucher and Buehler (2005) study, at the start of the 2000s, Montreal was the Canadian city with the highest level of bike use for commuting to work, despite its winter being more snowy than in other Canadian metropolitan areas. Most of the Montreal studies looked at the impacts of the practice of bicycling on health and/or safety (Fuller et al. 2013b, Grenier et al. 2013, Hatzopoulou et al. 2013, Strauss, Miranda-Moreno, and Morency 2013, Apparicio et al. 2016). However, these studies did not analyze the distribution of the cycling network from an environmental equity perspective and from a longitudinal point of view.

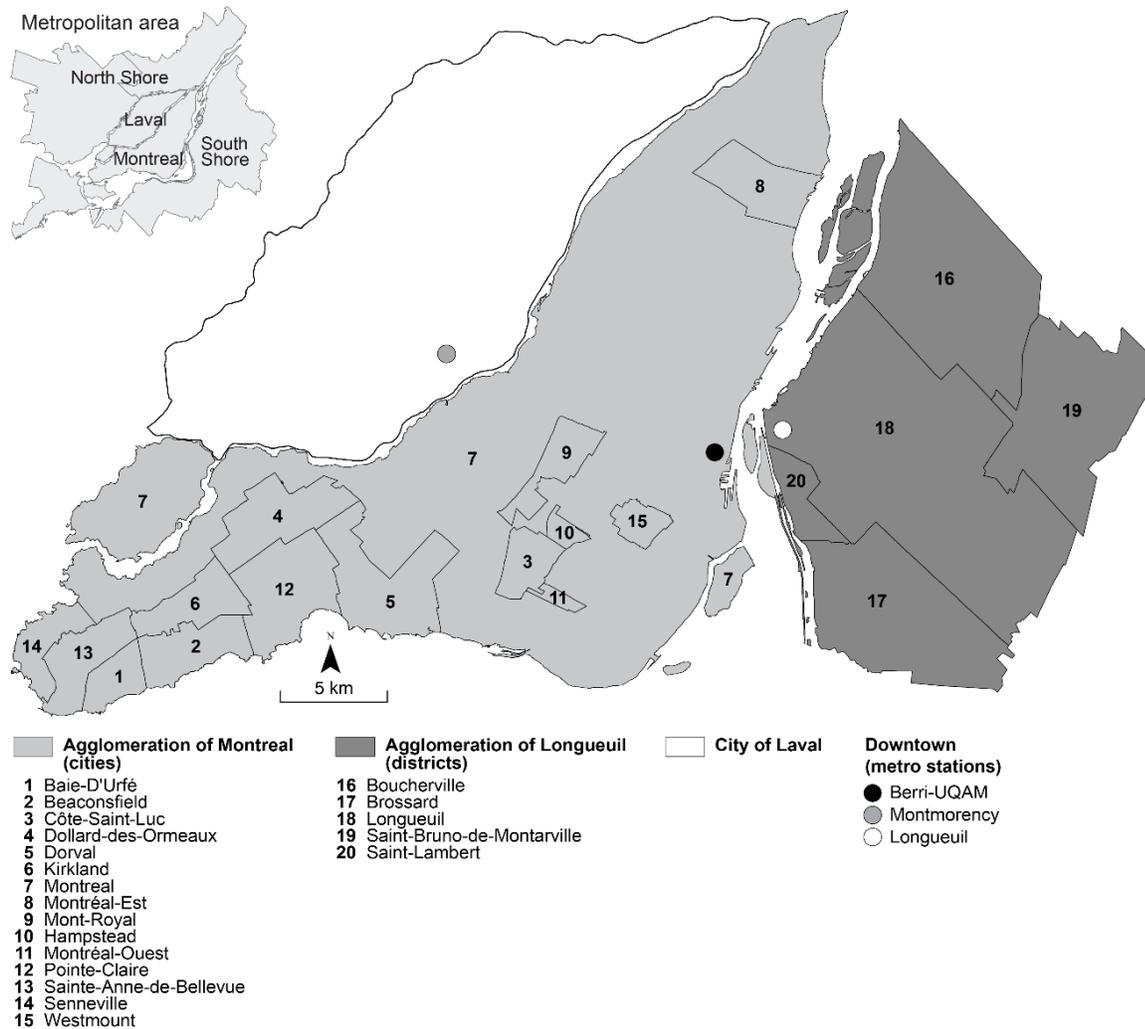


Figure 3. Study area.

3.3.2. Data collection

3.3.2.1. Population data

The socioeconomic and socio-demographic data for the period studied come from the Statistics Canada population censuses of 1991, 1996, 2001 and 2006, and from the 2011 National Household Survey. The files of the geographic boundaries of the census tracts also come from Statistics Canada. The data extracted from each of the population censuses and from the National Household Survey are the total population, the population aged 5 to 14, the population aged 65 and over, the population of immigrants who had arrived within less than 5 years, and the low-income (after income tax) population.

3.3.2.2. *The cycling and road networks*

The cycling network was constructed in ArcGIS using archival maps and open data from the different cities studied. The basic network used is the result of a merger of the various cycling networks in 2016, which are available in digital form for each of the areas: that is, the urban areas of Montreal and Longueuil, and the city of Laval. Next, according to their availability, archival maps from various sources—municipal services and Vélo Québec⁷ bike path guidebooks—had to be employed in order to reconstruct the cycling network for each of the six years (1991, 1996, 2001, 2006, 2011 and 2016) corresponding to the Statistics Canada census years. Whenever possible, two cartographical sources were used to validate the data on the cycling networks. For these six years, we listed seven types of infrastructure (Figure 2). For analytical purposes, these infrastructure were grouped into three categories: cyclist-only bike paths, on-street bike lanes, and multi-use off-street paths (e.g. walking, rollerblading, and skateboarding). For example, in 2016, cyclist-only bike paths represented 63% of the network studied, on-street bike lanes, 26%, and multi-use off-street paths, 11%. In order to take into account the continuity of the cycling network beyond street intersections and to reduce calculation errors in measuring connectivity, the ends of the sections of bike path were extended by 12 metres, which corresponds to the average width of Montreal-area intersections (Morency et al. 2013), as done by Schoner and Levinson (2014). The road network used in the GIS is that of Adresses Québec (AQ Directions) (Gouvernement du Québec 2015).

⁷ Vélo Québec is a key non-profit organization and the main Quebec cyclists' pressure group working to promote bicycling.

I. Cyclist-only bike paths

Off-street bicycle path



On-street bicycle path (with protection)



On-street bicycle path (without protection)



II. On-street bike lanes

Bike lane



Shared bike lane



III. Multi-use off-street paths

Park path



Multi-use trail and path



Photo credit: First author

Figure 4. Types of bicycle paths and bike lanes

3.3.3. Qualifying the network and its accessibility

3.3.3.1. Measuring expansion and density

In order to characterize the development of the cycling network –our first research objective–, its expansion was calculated for each area (Montreal, Laval, and Longueuil) and for each study year. This expansion was calculated based on the linear extension of the cycling network measured in kilometres. As had been done by several other authors (Flanagan, Lachapelle, and El-Genaidy 2016, Dill 2004, Tressider 2005), two density indices were calculated: the length of the cycling network per km² of surface area for the three areas studied; and the length of the cycling network

divided by the length of the road network, expressed as a percentage, excluding roads where bicycling is forbidden (highways, highway access roads, restricted-access bridges).

3.3.3.2. *Measuring connectivity*

The connectivity of the cycling network was measured for each area. Connectivity is an important measurement: a highly connected network allows users to reduce their travel distances and gives them several choices of routes, depending on their preferences (Lowry and Loh 2017, Marqués et al. 2015, Schoner and Levinson 2014, Titze et al. 2008, Dill 2004). Trips are more effective when a network has a high level of connectivity, as it allows a vast range of different routes to connect the various destinations in the same territory. Several widely used connectivity measures (Dill 2004, Tressider 2005, Chin et al. 2008, Chen, Claramunt, and Ray 2014, Lowry and Loh 2017, Lowry, Furth, and Hadden-Loh 2016) were calculated: the beta index, the gamma index, the connected nodes ratio, and the intersection density.

The beta index (β) is used to characterize the complexity of the network (Derrible and Kennedy 2010) and represents the relationship between the number of links (e) and the number of nodes (v):

$$\beta = e / v$$

where a perfect grid would have a theoretical value of 2.5 (Bejleri et al. 2010, Tressider 2005). This measure is, moreover, frequently used in studies on active transportation; some authors also call it the “link node ratio” (Tal and Handy 2012, Chin et al. 2008, Tressider 2005, Dill 2004).

The gamma index (Y) is used to measure the degree of connectivity, that is, the number of links existing in the network in relation to the theoretical number of maximum possible links (Derrible and Kennedy 2010, Chen, Claramunt, and Ray 2014, Tressider 2005):

$$Y = e / 3(v - 2)$$

with values ranging from 0 to 1, that is, from a low to a high degree of connectivity.

The connected nodes ratio (CNR) is the number of intersections (i) divided by the total number of nodes (v) in the network:

$$CNR = i / v$$

where a perfect grid would obtain a result of 1 (Dill 2004, Tressider 2005).

Finally, the intersection density (D_j) is the number of intersections per km² for each study area (A_j):

$$D_j = i / A_j$$

where the higher the value is, the greater is the connectivity (Dill 2004).

3.3.3.3. Evaluating the quality of the network in relation to the typology

One can also evaluate the quality of the cycling network in considering its typology (Winters and Teschke 2010). For example, the growth in the number of kilometres of infrastructure can be calculated for the three previously mentioned categories of infrastructure.

3.3.3.4. Measuring the accessibility of the cycling network

In order to measure the accessibility of the cycling network, in connection with our second research objective, the proximity of bike paths was used to measure the accessibility of the cycling network. The measures of accessibility were calculated using the Network Analyst extension in ArcMap 10.5. Urban cycling networks are permeable. Unlike highway networks or subway networks (Chen, Claramunt, and Ray 2014, Derrile and Kennedy 2010), they do not have well-defined access points. Access points were therefore created at each street intersection crossing the cycling network. Two measures of accessibility were used: network distance to the nearest section of the cycling network, and the distance to the nearest cyclist-only bike path from the centroid of the different census tracts (Handy and Niemeier 1997, Talen and Anselin 1998, Apparicio et al. 2008, Apparicio, Cloutier, and Shearmur 2007).

3.3.4. Classical and logistic regression

Once the two measures of accessibility had been calculated on the level of census tracts, several regression models were conducted for the six years (1991, 1996, 2001, 2006, 2011 and 2016). They allow one to determine whether, because of its extension, the accessibility of the cycling network has improved or deteriorated over time for the population groups studied. It should be noted that there were not the same number of census tracts every year. It was consequently not possible to apply panel regression.

Two types of regression were conducted: a classical regression (OLS) and a logistic regression. For the classical regression, the dependent variables were the network distance to the nearest section of the cycling network and the distance to the nearest cyclist-only bicycle path from the centroid of the census tract. For the logistic regression, the dependent variables were the access to the cycling network within a 500-metre radius and the access to a cyclist-only bike path within a 500-metre radius from the centroid of the census tract. It is true that access may vary by group

and a lower threshold could have been appropriate. However, with an average speed of 15km/h (Thompson et al. 1997, Jensen et al. 2010), an urban cyclist takes around 2 minutes to ride 500m. For pedestrians, accessibility is often measure with a 400m radius (Vale, Saraiva, and Pereira 2015, Achuthan, Titheridge, and Mackett 2010, Iacono, Krizek, and El-Geneidy 2008). In that respect, 500m was considered as a minimal distance for bicycle commuting.

Based on the literature in the fields of environmental equity (Yuan, Xu, and Wang 2017, Rigolon 2017, Carrier, Apparicio, and Séguin 2016, Pham et al. 2012, Day 2010, Mulholland 2008, Talen and Anselin 1998) and transportation (Smart 2010, Pucher and Buehler 2009, Ekman et al. 2001, Fernández-Heredia, Jara-Díaz, and Monzón 2014), the following independent variables were introduced into the models: the percentages of children aged 5 to 14, of seniors aged 65 and over, of people in low-income households, and of recent immigrants.

In the models, several control variables were used: dummy variables for the areas (with Montreal as the reference category) and Euclidean distance between the census tracts and respective downtown of each study area, since, according to the literature, there is a strong correlation between the distance to the downtown and the presence of cycling paths (Flanagan, Lachapelle, and El-Geneidy 2016, Pucher, Buehler, and Seinen 2011a). The intermodal metro stations Berri-UQAM, Longueuil and Montmorency were used as downtowns for each of the areas studied, that is, Montreal, Longueuil and Laval, respectively. Usually, Berri-UQAM metro is not used as “downtown” because it’s not located in the core of Montreal’s central business district (CDB). However, since the agglomeration of Longueuil and the city of Laval don’t really have a well-defined CDB, the intermodal metro stations were indicated as such.

3.4. Results

3.4.1. Major expansion of the cycling network from 1991 to 2011

Figure 3 illustrates the expansion of the cycling network from 1991 to 2016 over the entire territory. A growth rate of 162% is seen for the period studied. In the three areas under study, the density of the cycling network also showed a constant increase (Table 1, Figure 5). Nevertheless, in 2016, the cycling network only represented 13.3% of all potentially cyclable streets in the study area. This proportion, like the density of the kilometres of cycling network per km², did, however, double during the period. The area studied with the most marked expansion is the city of Laval, which has almost seen a four-fold increase of its network (3.91) in 25 years. In Montreal, Laval and

Longueuil, the length of the cycling network increased from 270 km to 732 km, from 50 km to 196 km, and from 174 km to 368 km respectively during the period studied.

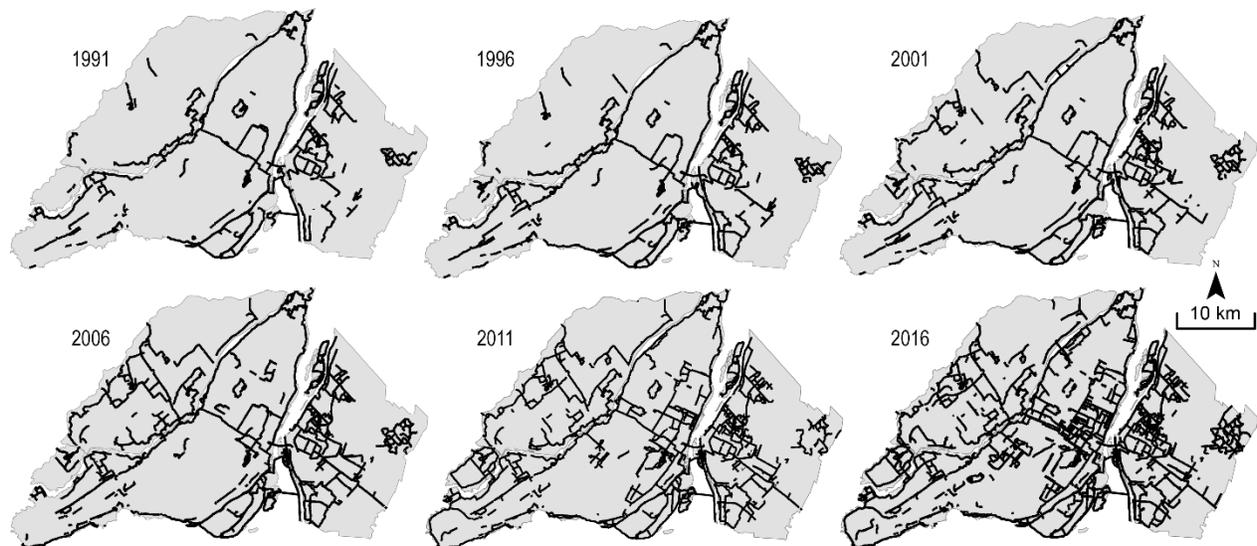


Figure 5. Greater Montreal cycling network expansion – 1991 to 2016.

Table 1. Expansion and density of the cycling network.

Census year	Areas	Total length (km)	Network per km ²	Percentage of cycling network out of all roads
1991	Montreal	270	0.54	4.8
	Laval	50	0.20	2.8
	Longueuil	174	0.62	7.7
	All	495	0.48	5.1
1996	Montreal	323	0.65	5.7
	Laval	55	0.22	3.1
	Longueuil	206	0.73	9.1
	All	584	0.57	6.0
2001	Montreal	348	0.70	6.2
	Laval	107	0.43	6.0
	Longueuil	251	0.88	11.1
	All	705	0.68	7.3
2006	Montreal	391	0.78	6.9
	Laval	153	0.62	8.5
	Longueuil	276	0.97	12.2
	All	819	0.80	8.4
2011	Montreal	546	1.09	9.7
	Laval	178	0.72	9.9
	Longueuil	315	1.11	13.9
	All	1039	1.01	10.7
2016	Montreal	732	1.46	13.0
	Laval	196	0.80	10.9
	Longueuil	368	1.30	16.2
	All	1296	1.26	13.3

3.4.2. Little increase in connectivity

The results of the various measures of connectivity, which is an important aspect of the quality of a cycling network (Lowry and Loh 2017, Marqués et al. 2015, Schoner and Levinson 2014, Titze et al. 2008, Dill 2004, Oswald Beiler, McGoff, and McLaughlin 2017), show very little improvement in the network (Table 2). The connected nodes ratio for all of the study area only rose from 0.47 to 0.60 for the entire period. As for the beta index used to measure the complexity of the network, it only increased from 0.99 to 1.21 out of a maximum of 2.5, which indicates a poor improvement. Montreal and Laval nonetheless saw their respective networks become more complex than Longueuil did. The gamma index used to measure the degree of connectivity also grew very little, from 0.33 to 0.40 (out of 1) for the entire study area, as was the case in each urban area. It should, however, be noted that the intersection density rose from 0.37 of an intersection per km² in 1991 to 1.41 intersections per km² in 2016 which indicates a major gain. A portion of these results may perhaps be due to the efforts made by the cities of Montreal, Laval and Longueuil, which have been working for the past few years to improve network connectivity in order to link the various centres of activity, and to increase the possibilities of trips between the different destinations as well as the fluidity of the network.

Table 2. Connectivity of the cycling network.

Census year	Areas	Connected nodes ratio	Beta index	Gamma index	Intersection density
1991	Montreal	0.46	1.00	0.34	0.35
	Laval	0.31	0.83	0.28	0.09
	Longueuil	0.52	1.02	0.34	0.67
	All	0.47	0.99	0.33	0.37
1996	Montreal	0.49	1.09	0.36	0.48
	Laval	0.30	0.88	0.30	0.11
	Longueuil	0.55	1.05	0.35	0.80
	All	0.50	1.05	0.35	0.48
2001	Montreal	0.57	1.16	0.39	0.73
	Laval	0.35	0.87	0.29	0.24
	Longueuil	0.57	1.10	0.37	1.17
	All	0.54	1.10	0.37	0.73
2006	Montreal	0.53	1.12	0.37	0.67
	Laval	0.43	0.97	0.33	0.40
	Longueuil	0.56	1.09	0.36	1.21
	All	0.52	1.08	0.36	0.76
2011	Montreal	0.61	1.18	0.39	1.16
	Laval	0.45	1.00	0.34	0.58
	Longueuil	0.55	1.08	0.36	1.64
	All	0.56	1.11	0.37	1.15
2016	Montreal	0.64	1.31	0.44	1.62
	Laval	0.44	1.01	0.34	0.54
	Longueuil	0.59	1.13	0.38	1.79
	All	0.60	1.21	0.40	1.41

3.4.3. Improvement in the quality of the cycling network according to the typology

The cycling network in the region is made up of various types of bike paths (cyclist-only bike paths, on-street bike lanes, and multi-use off-street paths). A number of studies have shown that users prefer cyclist-only bike paths (Sahlqvist et al. 2015, Broach, Dill, and Gliebe 2012, Lusk et al. 2011, Winters and Teschke 2010, Tilahun, Levinson, and Krizek 2007). For all study areas, a major growth in cyclist-only bike paths is seen (Figure 6). So, in taking the typology into account, we find a constant increase in the quality of infrastructure, especially in terms of safety (Bagloee, Sarvi, and Wallace 2016, Broach, Dill, and Gliebe 2012, Lusk et al. 2011). It is interesting to observe that, for the city of Laval, there has been a phenomenon of transformation of on-street bike lanes into cyclist-only bike paths. It is only in Montreal that we still find a large increase in on-street bike lanes. In the last few years, some boroughs and the central city considerably developed the network in using that type of infrastructure, which represented more than half of the network in 2016. As for multi-use infrastructure, they remain a minority in the three areas studied.

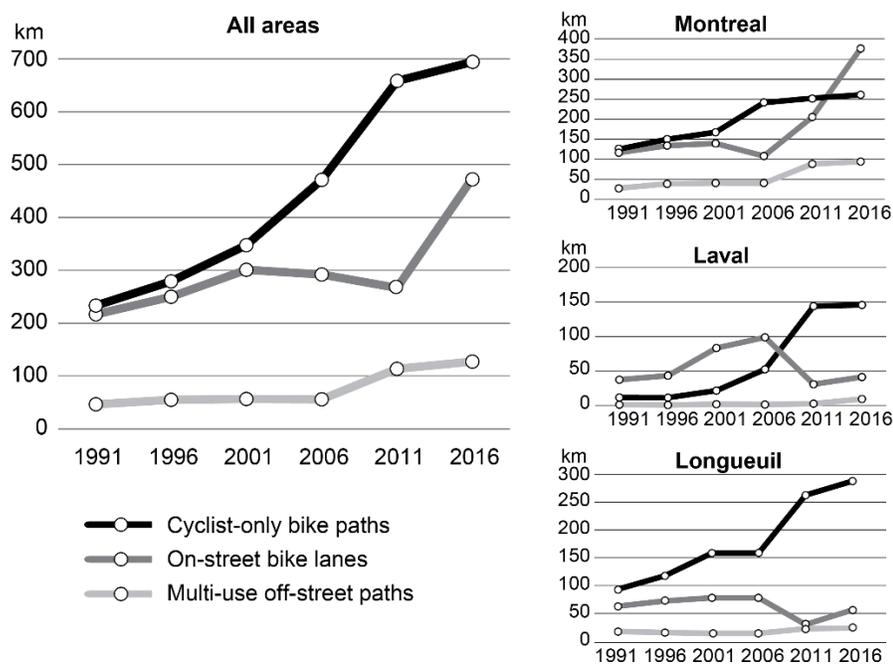


Figure 6. Expansion according to the typology of the cycling network.

3.4.4. Effect of cycle network expansion on equity in accessibility

The second objective of this study is to determine whether the extension of the cycling network reduced or reinforced inequities in accessibility for the four groups studied. To determine this, we calculated various models.

3.4.4.1. Distance to the nearest section of the cycling network: OLS regression

For the model where the dependent variable is the distance to the nearest section of cycling network (Table 3), the control variable, that is, the distance to the downtowns, is only not significant ($p > 0.05$) in 1991 and 2011. The dummy variables representing the study areas reflect what we found in our characterization of the network. Compared with the Montreal urban area, accessibility was lower in Laval in 1991, 1996 and 2016 (significant and positive coefficients), whereas it was greater than in Montreal in 2006 (significant and negative coefficients). For Longueuil, the accessibility was still greater there than in Montreal until 2006. However, the coefficients had decreased from 1991 to 2006, with fluctuations during the period, and end up being not significant in 2011 and 2016. Until 2011, the independent variables for the four groups are all significant at a threshold of 5%, except for the percentage of low-income people in 2011 (Table 3). In 2016, only the percentages of children aged 5 to 14 and 65 years old and over are significant. Of the socio-demographic measures, the percentage of children aged 5 to 14 is the independent variable with the most influence on the distance to the nearest cycling network. The more the percentage of children increases, the greater is the distance to the cycling network. For example, in 1991, for each additional percentage point of children per census tract, the distance to the cycling network increases by 86 metres, all other things being equal ($B = 86.05$, $p = 0.000$). This indicates that children are in a situation of inequity. However, one can see that improvements have been made so that the distance was in 2016 one-quarter of what it had been. Until 2016, the same finding applies for recent immigrants and older people, though with lower coefficients for the latter. Conversely, the percentage of low-income individuals is negatively correlated with the distance to the cycling network from 1991 to 2006, which indicates a favourable situation for this group. It should be noted that the R^2 values are relatively stable from 1991 to 2006, and then strongly decline in 2011. This indicates a decrease in the inequities at the end of the period.

Table 3. OLS regression: distance to the nearest section of the cycling network.

Year	1991			1996			2001		
	Coef.	T	Pr	Coef.	T	Pr	Coef.	T	Pr
Intercept	317.399	1.27	0.203	417.927	1.78	0.075	-12.02	-0.06	0.950
Distance to downtown	-19.076	-1.83	0.068	-21.046	-2.14	0.033	-18.23	-2.23	0.026
Montreal	Ref			Ref			Ref		
Laval	355.113	2.30	0.022	341.654	2.36	0.019	-228.26	-1.79	0.073
Longueuil	-382.112	-2.56	0.011	-287.737	-2.08	0.038	-298.93	-2.62	0.009
Low –income pop. (%)	-18.338	-4.89	0.000	-19.136	-5.93	0.000	-15.55	-4.91	0.000
Recent immigrants (%)	79.297	7.00	0.000	64.400	8.02	0.000	76.30	8.58	0.000
5-14 years old (%)	86.048	5.17	0.000	82.878	5.55	0.000	80.21	6.36	0.000
65 years old and over (%)	22.546	3.39	0.001	17.265	2.84	0.005	26.99	5.27	0.000
N	629			630			658		
R ²	0.169			0.188			0.175		
Pseudo-R ²	0.160			0.179			0.166		
AIC	10429			10389			10722		
Year	2006			2011			2016		
	Coef.	T	Pr	Coef.	T	Pr	Coef.	T	Pr
Intercept	-65.455	-0.35	0.726	31.054	0.27	0.784	-131.800	-1.27	0.206
Distance to downtown	-16.191	-2.12	0.035	1.040	0.22	0.830	0.017	4.13	0.000
Montreal	Ref			Ref			Ref		
Laval	-295.259	-2.50	0.013	-38.267	-0.50	0.618	140.800	2.49	0.013
Longueuil	-277.507	-2.64	0.008	-121.262	-1.78	0.076	21.510	0.42	0.674
Low income pop. (%)	-14.397	-4.19	0.000	-3.324	-1.25	0.212	1.189	0.43	0.666
Recent immigrants (%)	65.962	8.32	0.000	14.904	2.80	0.005	7.841	1.63	0.103
5-14 years old (%)	74.945	6.21	0.000	42.406	5.48	0.000	20.420	3.26	0.001
65 years old and over (%)	21.042	4.44	0.000	8.012	2.68	0.008	6.667	2.95	0.003
N	661			685			692		
R ²	0.174			0.091			0.113		
Pseudo-R ²	0.165			0.082			0.104		
AIC	10685			10551			10290		

For the model where the dependent variable is the distance to the nearest cyclist-only bike path, all the independent variables are significant except for the distance to the downtowns (1991-2011), the dummy variable for Longueuil in 2006, and the percentage of low-income population in 2016 (Table 4). As with the previous model, it is low-income people who benefit from better accessibility (negative and significant coefficients), but this difference disappears in 2016. For recent immigrants and seniors, we see a reduction in their low accessibility. Despite a decrease in their poor accessibility at the start of the 2000s, it is children that had the least access to a cyclist-only bike path network over all the period. The R² declines throughout the period studied, except in 1996, which indicates an overall decrease in inequities.

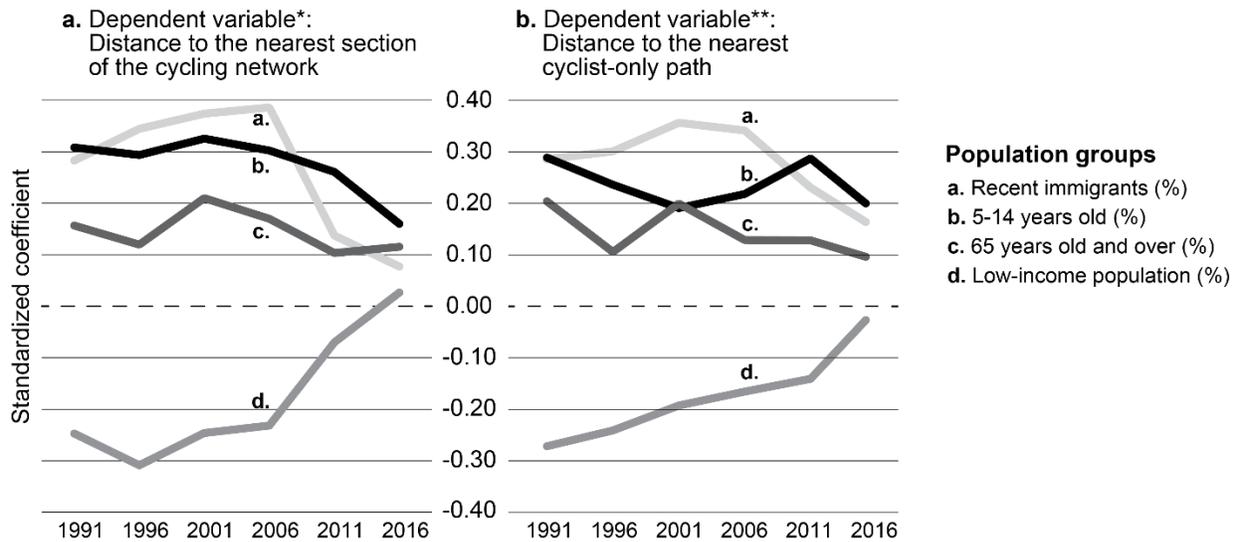
Table 4. OLS regression: the distance to the nearest cyclist-only path.

Year	1991			1996			2001		
	Coef.	T	Pr	Coef.	T	Pr	Coef.	T	Pr
Intercept	608.015	1.91	0.056	691.579	2.04	0.042	289.676	1.25	0.213
Distance to downtown	-20.537	-1.54	0.123	-0.942	-0.07	0.947	6.382	0.64	0.521
Montreal	Ref			Ref			Ref		
Laval	808.815	4.11	0.000	1076.668	5.13	0.000	389.882	2.52	0.012
Longueuil	-489.039	-2.57	0.010	-572.283	-2.85	0.005	-319.323	-2.30	0.022
Low –income pop. (%)	-26.462	-5.54	0.000	-22.094	-4.72	0.000	-14.850	-3.86	0.000
Recent immigrants (%)	103.575	7.17	0.000	81.928	7.04	0.000	87.226	8.08	0.000
5-14 years old (%)	104.261	4.91	0.000	96.814	4.48	0.000	56.167	3.67	0.000
65 years old and over (%)	37.876	4.47	0.000	21.919	2.49	0.013	30.613	4.92	0.000
N	629			630			658		
R ²	0.210			0.213			0.170		
Pseudo-R ²	0.201			0.204			0.161		
AIC	10734			10857			10977		
Year	2006			2011			2016		
	Coef.	T	Pr	Coef.	T	Pr	Coef.	T	Pr
Intercept	-49.129	-0.23	0.816	119.982	0.85	0.396	21.670	0.13	0.897
Distance to downtown	10.765	1.24	0.215	1.641	0.27	0.786	0.020	2.92	0.004
Montreal	Ref			Ref			Ref		
Laval	306.964	2.30	0.022	-353.670	-3.69	0.000	-220.300	-2.42	0.016
Longueuil	-59.077	-0.50	0.619	-376.868	-4.42	0.000	-364.700	-4.43	0.000
Low income pop. (%)	-11.624	-2.99	0.003	-8.814	-2.65	0.008	-2.090	-0.47	0.638
Recent immigrants (%)	64.766	7.21	0.000	32.144	4.83	0.000	26.920	3.48	0.001
5-14 years old (%)	59.876	4.38	0.000	60.166	6.22	0.000	41.190	4.08	0.000
65 years old and over (%)	17.516	3.26	0.001	12.694	3.40	0.001	8.877	2.43	0.015
N	661			685			692		
R ²	0.155			0.162			0.142		
Pseudo-R ²	0.145			0.153			0.133		
AIC	10849			10856			10951		

Thanks to the standardized coefficients in Figure 7, it is easy to compare the importance of each of the independent variables during the period for the two regression models: a positive standardized coefficient indicates a situation of inequity, and a negative coefficient indicates an advantageous situation, whereas a coefficient close to zero expresses that there are no inequities. If we look at the left part of Figure 7.a, we can advance several interesting observations as to the accessibility of the cycling network. First, we find a reduction in inequities for older people and recent immigrants, but with fluctuations between 1991 and 2016. Secondly, low-income populations that enjoyed an advantageous situation in 1991 saw this tendency decrease starting in 1996, with a standardized coefficient close to 0 from 2011. Thirdly, the curve for children remained relatively stable from 1991 to 2011, which shows that the situation of inequity of the

latter had barely improved in 20 years. However, the standardized coefficient suggest an improvement in the last five.

As for the curves in the second model (Figure 7.b), concerning cyclist-only bike paths, they are similar to those in the first model in terms of the accessibility for seniors and low-income populations. It is interesting to observe the parabolic form representing children’s accessibility. It seems to indicate that their accessibility increased up to 2001, and then subsequently deteriorated, except for 2016.



Note: * See Table 3. ** See Table 4.

Figure 7. Standardized coefficients for the OLS regression models.

3.4.4.2. Accessibility to the cycling network within 500 metres: logistic regressions

With the help of this regression, it is a matter of determining whether the probability of having access to the cycling network within a 500-metre radius for each of the four groups increased or decreased from 1991 to 2011 (Table 5 and Figure 8.a). We see that only low-income people had a greater probability of having access to the cycling network within a 500-metre radius, although this probability very slightly declined. Recent immigrants saw their probability of not having access to the network diminish over the years, but they still have more limited access, since the values of the odds ratios (OR) and the 95% confidence intervals of these ratios are still below 1 (ranging from 0.89 in 1991 to 0.94 in 2016). The situation is more of a concern for children (OR stable around 0.85), indicating that with each one percent increase in children aged 5 to 14 in a census tract, the probability of benefiting from a bike path within a 500-metre radius fell by 13 to 16%.

Table 5. Logistic regression: access to the cycling network within 500 metres.

Year	1991				1996				2001			
	Coef.	OR ^a	OR 95% ^b		Coef.	OR ^a	OR 95% ^b		Coef.	OR ^a	OR 95% ^b	
Intercept	-0.370	0.69	0.22	2.15	0.337	1.40	0.47	4.17	1.216	3.37	1.28	9.13
Distance to downtown	0.042	1.04	0.99	1.10	0.054	1.06	1.01	1.11	0.043	1.04	1.00	1.09
Montreal												
Laval	0.227	1.25	0.58	2.64	-0.016	0.98	0.47	2.01	0.516	1.68	0.88	3.20
Longueuil	1.227	3.41	1.74	6.76	1.004	2.73	1.44	5.21	0.776	2.17	1.23	3.86
Low –income pop. (%)	0.037	1.04	1.02	1.06	0.027	1.03	1.01	1.04	0.020	1.02	1.00	1.04
Recent immigrants (%)	-0.121	0.89	0.83	0.94	-0.072	0.93	0.89	0.97	-0.091	0.91	0.87	0.96
5-14 years old (%)	-0.136	0.87	0.80	0.94	-0.174	0.84	0.78	0.90	-0.170	0.84	0.79	0.90
65 years old and over (%)	-0.006	0.99	0.96	1.02	-0.015	0.99	0.96	1.01	-0.035	0.97	0.94	0.99
N	629				630				658			
Cox and Snell R ²	0.086				0.083				0.070			
Nagelkerke R ²	0.120				0.114				0.095			
AIC	758				792				850			
Year	2006				2011				2016			
	Coef.	OR ^a	OR 95% ^b		Coef.	OR ^a	OR 95% ^b		Coef.	OR ^a	OR 95% ^b	
Intercept	1.143	3.14	1.17	8.53	1.977	7.22	2.93	18.25	3.819	45.57	11.27	191.45
Distance to downtown	0.038	1.04	1.00	1.08	0.005	1.01	0.97	1.04	0.000	1.00	1.00	1.00
Montreal												
Laval	0.746	2.11	1.13	3.96	0.220	1.25	0.70	2.25	-0.506	0.60	0.34	1.09
Longueuil	0.823	2.28	1.31	4.00	0.730	2.08	1.21	3.64	0.080	1.08	0.62	1.93
Low income pop. (%)	0.029	1.03	1.01	1.05	0.019	1.02	1.00	1.04	0.028	1.03	0.99	1.07
Recent immigrants (%)	-0.087	0.92	0.88	0.96	-0.042	0.96	0.92	1.00	-0.062	0.94	0.89	0.99
5-14 years old (%)	-0.156	0.86	0.80	0.91	-0.153	0.86	0.81	0.91	-0.160	0.85	0.79	0.92
65 years old and over (%)	-0.035	0.97	0.94	0.99	-0.030	0.97	0.95	0.99	-0.043	0.96	0.93	0.98
N	661				685				692			
Cox and Snell R ²	0.077				0.077				0.123			
Nagelkerke R ²	0.104				0.103				0.177			
AIC	872				889				753			

^a Odds ratio. ^b 95% Wald confidence limits.

As for the logistic model, where the dependent variable is access to a cyclist-only bike path within a 500-metre radius (Table 6 and Figure 8.b). The percentage of children was negatively significant from 2006 to 2016. This model shows that recent immigrants saw their probability of not having access to a cyclist-only bicycle path within a 500-metre radius decline until 2011, but that they were still in a situation of inequity even though this inequity was low (OR = 0.947, OR 95% = 0.906 - 0.989). In 2016, the value was no longer significant.

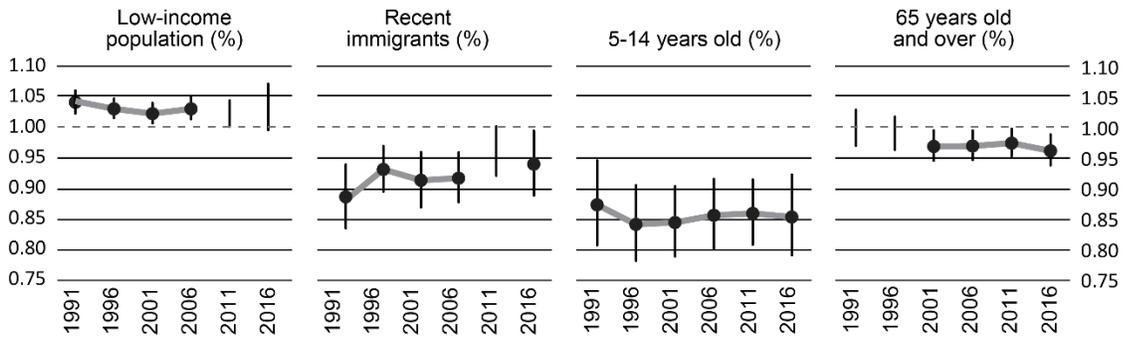
The graphic representation of the odds ratios in Figure 8 shows tendencies similar to the OLS models throughout the period: a reduction in inequities for recent immigrants, a stability in the inequities for children, and a slight decrease in the advantages for low-income people. It should, however, be noted that, in Figure 8.b, many odds ratios are not significant.

Table 6. Logistic regression: access to an exclusive bike path within 500 metres.

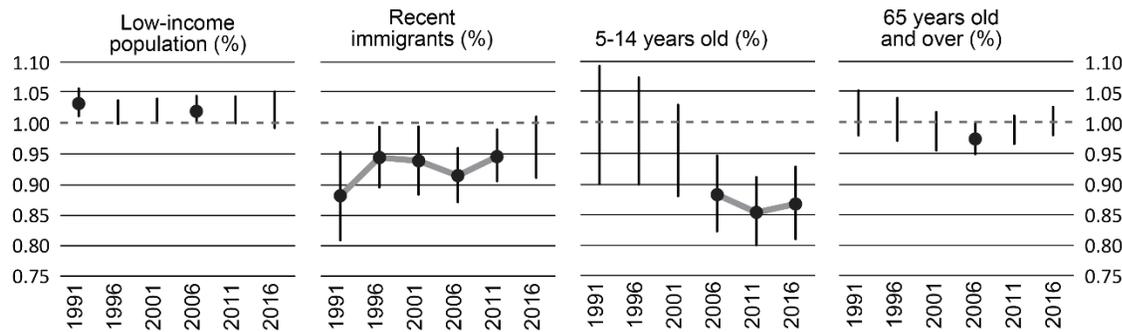
Year	1991				1996				2001			
	Coef.	OR ^a	OR 95% ^b		Coef.	OR ^a	OR 95% ^b		Coef.	OR ^a	OR 95% ^b	
Intercept	-2.416	0.09	0.02	0.36	-1.863	0.16	0.04	0.60	-1.212	0.30	0.09	0.93
Distance to downtown	0.026	1.03	0.97	1.09	0.020	1.02	0.96	1.08	0.036	1.04	0.99	1.09
Montreal	Ref.				Ref.				Ref.			
Laval	-0.595	0.55	0.17	1.52	-1.381	0.25	0.06	0.79	-0.553	0.58	0.21	1.39
Longueuil	0.441	1.55	0.67	3.46	0.591	1.81	0.86	3.74	0.562	1.75	0.91	3.33
Low income pop. (%)	0.031	1.03	1.01	1.05	0.016	1.02	1.00	1.04	0.018	1.02	1.00	1.04
Recent immigrants (%)	-0.124	0.88	0.81	0.95	-0.056	0.95	0.90	0.99	-0.063	0.94	0.88	0.99
5-14 years old (%)	-0.011	0.99	0.90	1.09	-0.019	0.98	0.90	1.07	-0.051	0.95	0.88	1.03
65 years old and over (%)	0.013	1.01	0.98	1.05	0.003	1.00	0.97	1.04	-0.017	0.98	0.95	1.01
N	629				630				658			
Cox and Snell R ²	0.035				0.030				0.023			
Nagelkerke R ²	0.060				0.051				0.037			
AIC	548				564				649			
Year	2006				2011				2016			
	Coef.	OR ^a	OR 95% ^b		Coef.	OR ^a	OR 95% ^b		Coef.	OR ^a	OR 95% ^b	
Intercept	1.006	2.74	0.99	7.69	1.002	2.73	1.13	6.69	0.935	2.55	0.89	7.50
Distance to downtown	-0.001	1.00	0.96	1.04	0.005	1.00	0.97	1.05	0.000	1.00	1.00	1.00
Montreal	Ref.				Ref.				Ref.			
Laval	-0.318	0.73	0.36	1.43	0.888	2.43	1.34	4.45	0.828	2.29	1.29	4.07
Longueuil	-0.015	0.99	0.55	1.75	1.236	3.44	2.02	5.96	1.211	3.36	2.00	5.71
Low income pop. (%)	0.019	1.02	1.00	1.04	0.020	1.02	1.00	1.04	0.020	1.02	0.99	1.05
Recent immigrants (%)	-0.089	0.92	0.87	0.96	-0.055	0.95	0.91	0.99	-0.042	0.96	0.91	1.01
5-14 years old (%)	-0.126	0.88	0.82	0.94	-0.158	0.85	0.80	0.91	-0.143	0.87	0.81	0.93
65 years old and over (%)	-0.029	0.97	0.95	1.00	-0.015	0.99	0.96	1.01	0.000	1.00	0.98	1.02
N	661				685				692			
Cox and Snell R ²	0.067				0.099				0.103			
Nagelkerke R ²	0.093				0.132				0.138			
AIC	807				880				887			

^a Odds ratio. ^b 95% Wald confidence limits.

a. Dependent variable*: Access to cycling network within 500 metres



b. Dependent variable**: Access to a cyclist-only bike path within within 500 metres



● Odds ratio (point) with its 95% confidence limits (line).
 If the odds ratio is not significant at 5%, the point is not represented.

Note: * See Table 5. ** See Table 6.

Figure 8. Odds ratios for the logistic regression models.

3.5. Discussion

Contrary to what studies conducted elsewhere in the world have suggested (Lusk et al. 2017, Tucker and Manaugh 2017), low-income people have good access to the cycling network in our study area. In the Montreal area, some of the oldest cycling paths were developed in disadvantaged neighbourhoods where space was available for this after transformation of the area in connection with industrial decline. In other cases, the bike paths resulted from demands by pro-cycling pressure groups. For example, the first bicycle path created on the territory of the Island of Montreal was the Lachine Canal linear park bike path, in a former industrial area where the nearby neighbourhoods had long housed impoverished, working-class populations. As well, in the 1970s, the activist group *le Monde à bicyclette* spoke out strongly for the rights of cyclists in urban settings. The group pushed for the development of a major north-south cycling route. The group was comprised of young cyclists and activists based in the central neighbourhoods of Milton Park,

Mile End and Plateau Mont-Royal, all neighbourhoods where one could then find inexpensive apartments (Ross 2015, Morissette 1994).

Over the period studied, we see increasingly-declining positive associations between the percentage of low-income people and the proximity of bike paths. We can offer two hypotheses to explain this. First, it can be said that the expansion of the cycling network reached, over time, areas with populations with more diversified income levels. Secondly, we can say, as other authors have observed in the United States (Flanagan, Lachapelle, and El-Geneidy 2016, Stehlin 2015, Stein 2011), that many disadvantaged sectors with access to the cycling network became more gentrified over the years.

Another important element is that the expansion of the cycling network has improved access to this network for recent immigrants. However, as with other groups, it is difficult to conclude whether or not this expansion allows them to reach their chosen destinations (job sites, shopping destinations, etc.).

Of all the results, the inequity affecting children is the most surprising. Since 1991, children have never benefited from good access to the cycling network, despite the advantages that this type of infrastructure offers, especially in the area of safety. Nevertheless, in 2015, children represented one quarter of all Québec cyclists, and two utility cyclists out of three were children (Vélo Québec 2016). What is astounding is that the expansion of the cycling network over the study area had no influence on its accessibility for children. On the one hand, this may be explained by the form that the extension of the network took, as it was largely developed over the years in central neighbourhoods in Montreal and in neighbourhoods with low proportions of children in Laval and Longueuil (Flanagan, Lachapelle, and El-Geneidy 2016, Pucher, Buehler, and Seinen 2011a).

On the other hand, due to the population aging affecting the entire territory, from 1991 to 2011, the proportion of the population under 15 years of age fell from 20% to 15% in the city of Laval and in the Longueuil urban area, whereas, during the same period, the proportion of the population aged 65 and over rose from about 9% to 15% (Emond, Tang, and Handy 2009). This phenomenon was also experienced in the Montreal urban area, but with much smaller variations. This population aging could also explain why the accessibility of the cycling network improved for seniors starting in 2001 (Figure 7).

Since access to property ownership is becoming increasingly expensive in the entire metropolitan area, we can hypothesize that families are moving ever further outside the study area or into new neighbourhoods where it was not considered appropriate to set up a cycling network.

Moreover, suburban streets may be deemed safe enough for cycling by local authorities, as is often assumed, but as mentioned by Aldred (2015, 104), “the combination of through motor traffic and parked cars restricting visibility and manoeuvring may prove hostile for children, in residential streets”. We can also suppose that it is a question of an issue of procedural equity. Children rarely have input into city planning, even though they make up the segment of the population with the highest level of cyclists: that is, nearly 90% (Vélo Québec 2016). This level falls with the onset of adulthood and continues to decline over the years (Vélo Québec 2016). It should be remembered that the modal share of cycling is currently only 2.5%, and that this share only rises very little from year to year. In a context of combating climate change, all efforts that foster an increase in this modal share will have beneficial effects on everyone’s quality of life. Improving the accessibility of the cycling network favours use of the bicycle by young people (Kaplan, Nielsen, and Prato 2016, Emond and Handy 2012), which encourages the continuation of the practice of cycling after childhood (Emond, Tang, and Handy 2009, Fernández-Heredia, Jara-Díaz, and Monzón 2014).

3.6. Conclusion

In conclusion, our longitudinal approach has enabled us to observe that the cycling network has more than doubled in size during the period under study. However, in looking at the spreading of the network over the study area, we see that certain areas are still very poorly served, and that they would benefit from better connectivity. In terms of accessibility, low-income individuals have generally had a good degree of accessibility, but one that slightly declined toward the end of the period. For their part, recent immigrants have seen their accessibility improve, so that in 2016, we can no longer point to any flagrant inequity. The most important result is clearly that there has been little or no improvement for children, who remain in a situation of inequity. The literature shows that children’s safety, mobility and health could benefit from better access to the cycling network (Kaplan, Nielsen, and Prato 2016, Fitch, Thigpen, and Handy 2016, McDonald et al. 2016, Emond and Handy 2012). Various levels of government are spending large sums of money to encourage physical activity among children in order to combat sedentarity. One sustainable contribution could be to give them access to a high-quality cycling network. It is all the more important to target children, as we also know that child cyclists have greater chances to understand the benefits associated with bicycling once adults (Aldred, Woodcock, and Goodman 2016, Kaplan, Nielsen, and Prato 2016, Fernández-Heredia, Jara-Díaz, and Monzón 2014).

CHAPITRE 4 : DISCUSSION

Ce projet de recherche avait pour objectifs de décrire l'évolution du réseau cyclable sur une période de 25 ans et de vérifier si l'évolution du réseau a réduit ou renforcé les iniquités en matière d'accessibilité pour certains groupes de population. Cette discussion propose une interprétation plus approfondie des résultats et conclusions présentés dans l'article. Elle évoque également les limites du projet de recherche.

4.1. Un réseau plus grand : un manque de cohésion et d'uniformité

Les résultats nous ont permis d'observer que les agglomérations de Montréal, de Longueuil et la Ville de Laval ont su faire croître de façon impressionnante leur réseau cyclable. Malgré les critiques et les manqués des différentes administrations à ne pas faire progresser assez rapidement le réseau cyclable selon certains groupes de cyclistes, il faut admettre que la situation est loin d'être catastrophique. Au cours des dernières années, notamment entre 2011 et 2016, l'accroissement du réseau cyclable a permis une légère amélioration de l'accessibilité pour l'ensemble des groupes à l'étude, à l'exception de la population à faible revenu qui a vu sa situation avantageuse s'amenuiser. Il est pour l'instant difficile de dire si la situation s'est détériorée pour la population à faible revenu ou si l'amélioration a été plus marquée chez les autres groupes. Toutefois, malgré cette amélioration de l'accessibilité, les enfants demeurent dans une situation préoccupante quant à leur accessibilité au réseau cyclable. De plus, si aujourd'hui on peut avoir l'impression qu'il y a des infrastructures cyclables sur toutes les rues dans certains quartiers, il existe encore de bonnes portions du territoire où le réseau est absent ce qui a un impact important sur sa connectivité (Figure 9).

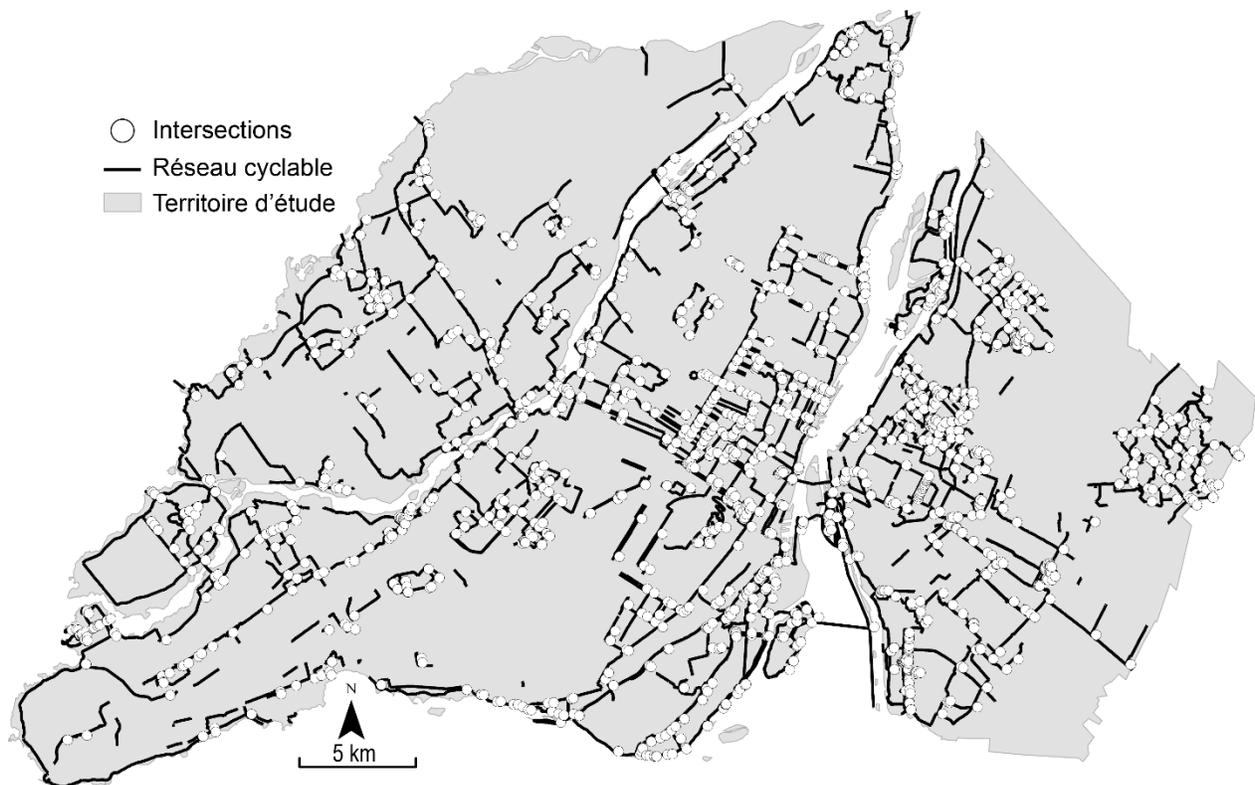


Figure 9. Localisation des intersections entre les différents tronçons du réseau cyclable en 2016.

À la lecture des figures 9 et 10, on constate que les zones mal desservies sont localisées dans le nord-est de la Ville de Laval et de l'agglomération de Montréal, près de l'aéroport Montréal-Trudeau et dans l'est de l'agglomération de Longueuil, à l'exception de la ville de Mont-Saint-Bruno et du corridor de la Route verte. Pour la ville de Montréal, l'aménagement du réseau cyclable a longtemps été une initiative des arrondissements, c'est pourquoi on observe fréquemment des ruptures de réseau entre ceux-ci. Ainsi, l'arrondissement Saint-Léonard possède un réseau cyclable depuis les années 1980, mais qui n'était toujours pas en 2017 raccordé au reste du réseau de l'agglomération. Quant aux municipalités de Côte-Saint-Luc et de Hampstead de l'agglomération de Montréal, elles n'avaient toujours pas de réseau cyclable sur leur territoire en 2011.

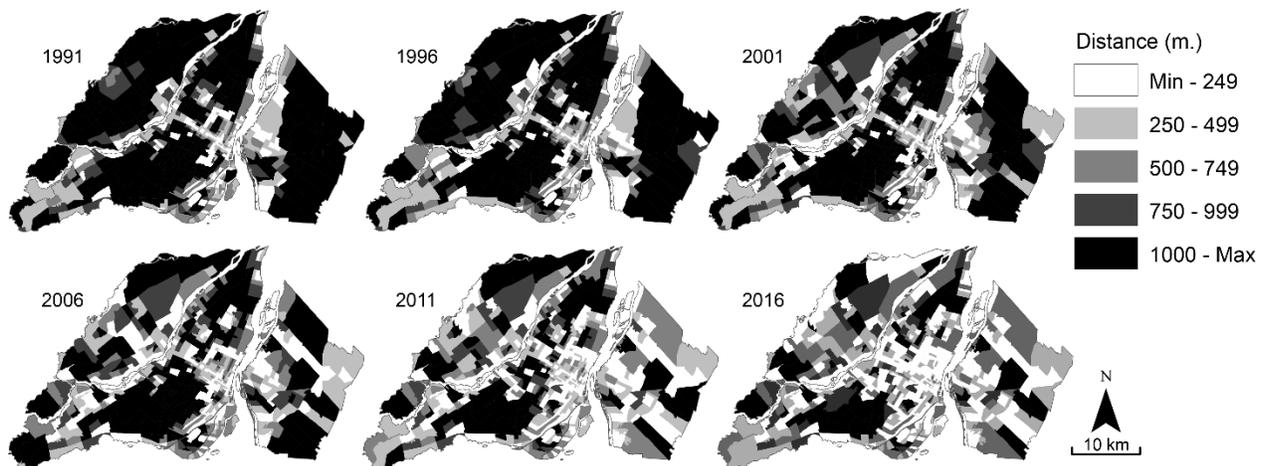


Figure 10. Distance réticulaire au tronçon cyclable le plus près.

Aussi, si lors de notre collecte sept types d'infrastructures ont été distingués (Figure 11), la réalité sur le terrain est toute autre. On trouve une multitude d'aménagements cyclables n'ayant d'égal que la créativité des services d'aménagement et de voiries à faire place ou non aux cyclistes sur la voie publique.

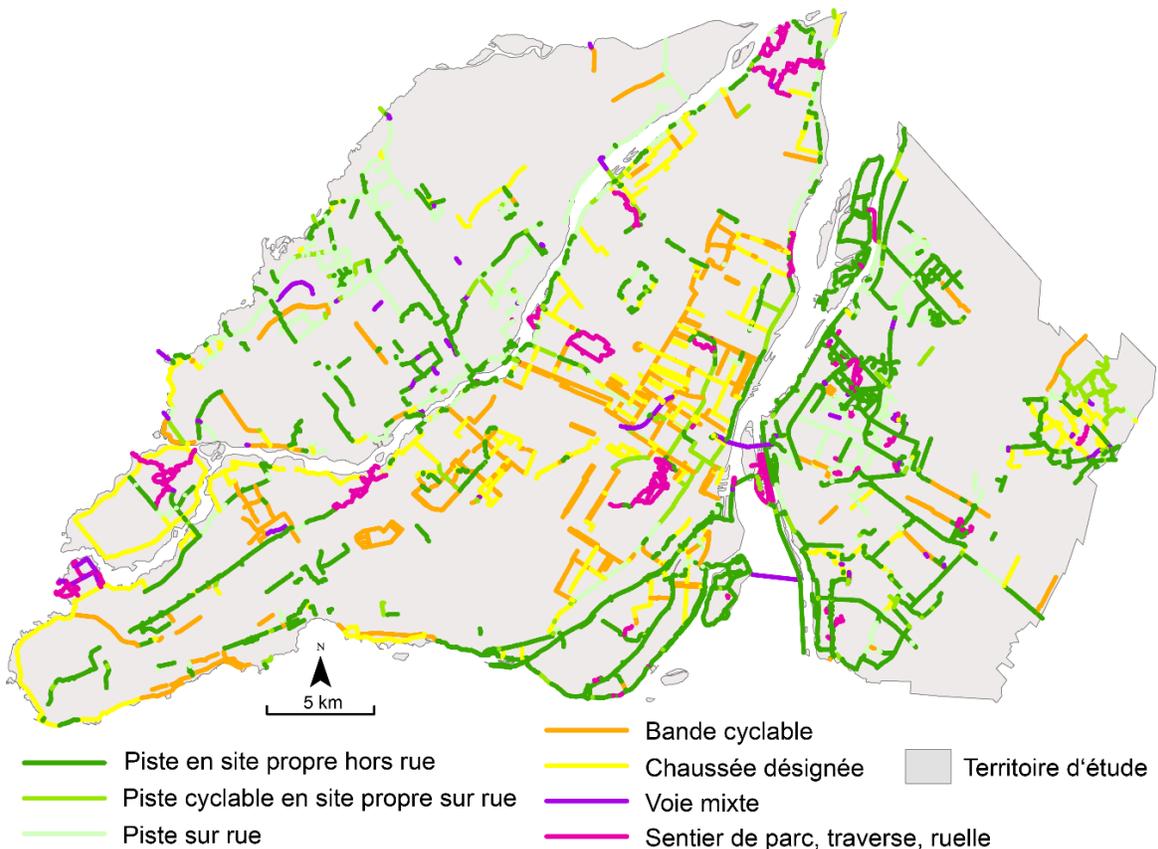


Figure 11. Réseau cyclable selon le type d'infrastructures, 2016.

Il semble exister peu d'uniformité dans les dénominations que prennent les infrastructures cyclables. Si cette observation existe sur le terrain, elle est également visible dans les documents cartographiques où sont représentés les aménagements. Par exemple, entre 2001 et 2006, il y a eu un changement de typologie et les bandes cyclables à deux sens sur rue sont devenues des pistes cyclables sur rue. Aussi, selon le Guide Vélo Mag, en 2011 beaucoup de voies partagées et bandes cyclables sont soudainement devenues des pistes cyclables sur rue. C'est ici sans doute l'une des plus grandes limites de notre projet de recherche qui sont détaillées au point 4.6

4.2. Les legs du passé

Contrairement à ce qu'on aurait pu présager, les personnes à faible revenu ont un bon accès au réseau cyclable montréalais. Dans la région de Montréal, certaines des plus vieilles pistes cyclables ont été réalisées dans des quartiers défavorisés où l'espace était disponible après la transformation du territoire reliée à la chute de la production industrielle ou encore où des groupes de pression ont pris forme. Par exemple, la première piste cyclable d'importance à être réalisée sur le territoire de l'île de Montréal est la piste du parc linéaire du canal de Lachine, un ancien secteur industriel dont les quartiers voisins ont longtemps abrité des populations ouvrières et pauvres. Aussi, dans les années 1970, le groupe militant *le Monde à bicyclette* a fortement revendiqué les droits des cyclistes en milieu urbain. Le groupe a milité pour le développement d'un grand axe cyclable nord-sud. Il était composé de jeunes cyclistes et militants basés dans les quartiers centraux de Milton Parc, le Mile-End et le Plateau Mont-Royal, tous des quartiers où l'on trouvait alors des appartements bon marché déjà visés par des promoteurs immobiliers (Ross 2015). Ceci étant dit, on peut entrevoir pourquoi l'utilisation du vélo a été associée pendant un bon nombre d'années et encore aujourd'hui à une certaine pauvreté ou à un phénomène lié à la gentrification des quartiers du centre-ville.

4.3. Des hypothèses sur les résultats

4.3.1. Les personnes à faible revenu

Au cours de la période étudiée, on constate que la corrélation positive entre le pourcentage de personnes à faible revenu et la proximité de pistes cyclables est de plus en plus faible. Deux

hypothèses pourraient l'expliquer. Premièrement, on peut croire que l'accroissement du réseau cyclable a permis de rendre ce dernier accessible à une population plus diversifiée sur le plan du revenu. Le réseau a continué de prendre de l'expansion, mais cette dernière a, pour ainsi dire, été réalisée dans d'autres quartiers. Comme nous l'avons relevé au chapitre 1, il n'existe pas de corrélation directe entre le niveau de revenu et l'utilisation du vélo. Or, comme cela a été observé aux ÉU, en Espagne et en Chine, les personnes à faible revenu sont plus susceptibles d'utiliser le vélo dans leurs déplacements quotidiens (Fernández-Heredia, Jara-Díaz et Monzón 2014; Golub et al. 2016; Hoffmann 2016; Yang et al. 2015). Malgré tout il a été observé aux États-Unis que ce sont souvent les communautés les plus aisées qui reçoivent la majorité du financement pour des infrastructures cyclables (Flanagan, Lachapelle et El-Geneidy 2016; Hoffmann 2016; Golub et al. 2016; Applebaum et al. 2011). Bien qu'aucune étude montréalaise n'ait été réalisée sur le sujet, l'article de Gauthier (2015) dans le Journal Metro suggère la même chose. Deuxièmement, on peut croire, comme l'ont observé d'autres auteurs à New York et à San Francisco (Stein 2011; Stehlin 2015) que les secteurs défavorisés où le réseau cyclable était accessible ont connu d'importantes vagues d'embourgeoisement ce qui a fait diminuer le pourcentage de personnes à faible revenu et permis d'accroître l'accès à une population moins homogène.

4.3.2. Les immigrants récents

Les immigrants récents n'ont eu, à aucun moment au cours des 25 dernières années, un bon accès au réseau cyclable. Les différents modèles de régression, tant en ce qui concerne la distance que l'accès au réseau cyclable ou à une piste à usage exclusif, présentent de fortes similitudes. Au début de la période étudiée, les immigrants récents étaient le groupe, en excluant les jeunes de 5 à 14 ans, qui avaient le moins bon accès au réseau cyclable. Toutefois, c'est le groupe de population à l'étude pour lequel on observe la plus grande amélioration d'accessibilité au réseau cyclable au cours de la période étudiée. Dans la région de Montréal, les immigrants récents habitent généralement dans les quartiers centraux, bien qu'avant 2001, on retrouvait des concentrations non négligeables dans l'ouest de l'île, notamment dans l'arrondissement Pierrefonds-Roxboro. Très peu de secteurs de recensement sur le territoire de Laval ou de l'agglomération de Longueuil comportent une forte concentration d'immigrants récents. À Laval, ils sont concentrés dans les limites des anciennes municipalités de Chomedey et de Laval-des-Rapides tandis qu'à Longueuil, on les retrouve sur le territoire de Brossard et près du Vieux-

Longueuil. En ce qui concerne l'accessibilité des immigrants récents au réseau cyclable, elle est fortement influencée par la situation de l'agglomération montréalaise. Comme le pourcentage d'immigrants récents et la quantité de voies et pistes cyclables y sont plus grands qu'à Laval et Longueuil, la situation de l'agglomération de Montréal a un impact non négligeable sur l'accessibilité des immigrants récents au réseau cyclable. Notons qu'à l'exception de quelques tracés, le réseau cyclable s'y est principalement développé en bordure du fleuve laissant le centre de l'île, et plus particulièrement le centre-ouest (Côte-des-Neiges-Notre-Dame-de-Grâce), très mal desservi jusque dans les années 2000. Notons également qu'en dehors de l'agglomération de Montréal, le réseau cyclable semble s'être moins développé dans les foyers d'immigration que dans d'autres secteurs comme Fabreville (Laval) ou Saint-Bruno-de-Montarville (Longueuil). Nous émettons l'hypothèse que certains ajouts bien localisés en 1996 et depuis 2011 dans les quartiers centraux et autres foyers d'immigration ont permis une amélioration de la situation sans toutefois permettre de renverser la tendance de faible accès au réseau cyclable.

4.3.3. Les aînés

En ce qui concerne les personnes âgées de 65 ans et plus, la situation est particulière. On constate peu de variation dans l'accessibilité que ce soit pour l'ensemble du réseau cyclable que pour les pistes à usage exclusif et cela malgré l'accroissement important du réseau cyclable lors des dernières années observées. Pour les régressions classiques, les coefficients standardisés ne varient que très peu⁸. Pour les régressions logistiques, lorsque les résultats sont significatifs, ce qui n'est jamais le cas avant 2001, les rapports de cote varient encore moins⁹. Les résultats obtenus pour les personnes âgées de plus de 65 ans ont parmi les plus faibles variations observé. Considérant l'accroissement important du réseau cyclable dans plusieurs secteurs, il est difficile d'expliquer cette très faible amélioration de l'accessibilité chez les 65 ans et plus qui demeurent en situation d'inaccessibilité au réseau cyclable, malgré que cette dernière soit très faible avec des coefficients standardisés près de 0 et des rapports de cote légèrement en dessous de 1. Le vieillissement de la population peut, en partie, expliquer ce phénomène. En effet, en raison du vieillissement qui affecte tout le territoire, de 1991 à 2011, la proportion de la population de moins de 15 ans a diminué en passant de 20% à 15% pour la Ville de Laval et l'agglomération de

⁸ Entre 0,103 et 0,210 pour la distance au réseau cyclable et entre 0,09 et 0,20 pour la distance aux pistes à usage exclusif.

⁹ Entre 0,96 et 0,97 pour l'accès au réseau cyclable à moins de 500m et ils ne varient pas pour l'accès à une piste cyclable exclusive à moins de 500m, car seul le résultat pour 2006 est significatif (0,97).

Longueuil tandis que, pour la même période, la proportion de la population âgée de 65 ans et plus a augmenté en passant d'environ 9% à 15% (Emond, Tang et Handy 2009; CMM 2012). Toutefois, pour la ville de Montréal, là où le réseau cyclable demeure le plus important, la part des 65 ans et plus dans la population totale n'a pratiquement pas changé entre 2001 et 2011 (+0,1 point de pourcentage) (CMM 2012). À la lumière de nos résultats, nous suggérons que sur l'ensemble du territoire, les secteurs de recensement où le vieillissement s'est fait le plus sentir (CMM 2012, 5) ne sont pas ceux où le réseau cyclable s'est le plus densifié (Figure 5). De surcroît, dans l'agglomération montréalaise, le faible vieillissement de la population (CMM 2012) aurait, pour ainsi dire, neutralisé les effets de l'accroissement du réseau cyclable sur l'accessibilité des 65 ans et plus. Cela étant, nous estimons que le vieillissement de la population ne peut pas expliquer à lui seul pourquoi l'accessibilité au réseau cyclable s'améliore pour les aînés à partir de 2001 (Figure 7 et Figure 8).

4.3.4. Les enfants

De tous les résultats, c'est l'iniquité qui touche les enfants qui est la plus surprenante. Les enfants n'ont jamais bénéficié depuis 1991 d'un bon accès au réseau cyclable malgré les avantages notamment en ce qui concerne la sécurité que cela leur confère. Pourtant, en 2015, les enfants constituaient le quart des cyclistes du Québec et deux cyclistes utilitaires sur trois étaient des enfants (Vélo Québec 2016). Il est étonnant de constater que la dispersion des enfants sur le territoire de l'agglomération, qui s'est diversifiée avec le temps – notamment à Laval et à

Longueuil (Figure 12) –, n'ait eu aucune influence sur l'accessibilité au réseau cyclable. Cela porte à croire que les familles s'établissent davantage où le réseau cyclable est peu accessible.

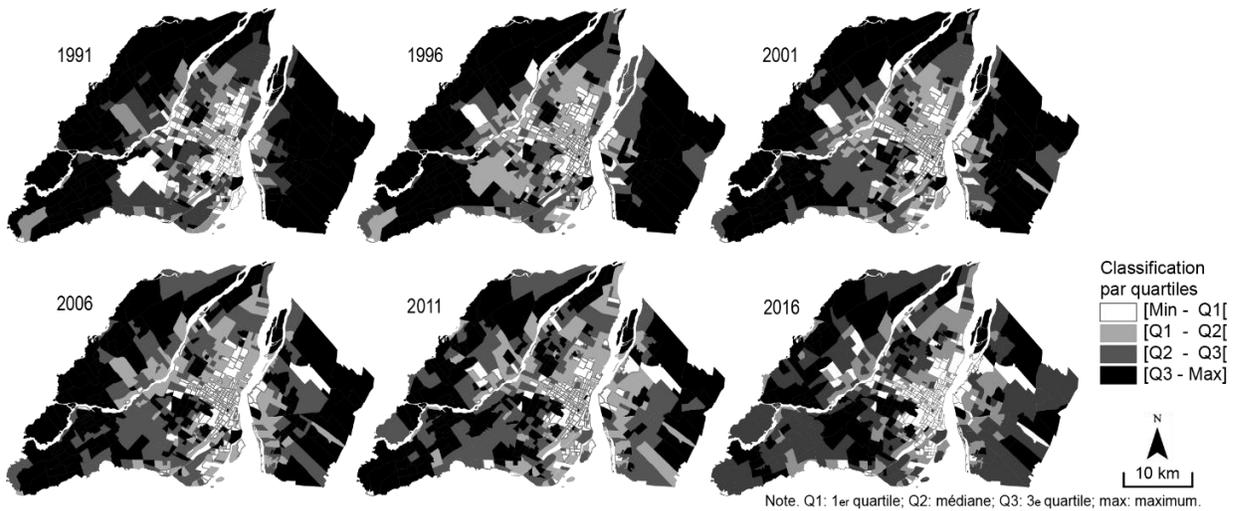


Figure 12. Pourcentage d'enfants par secteur de recensement.

Évidemment, l'accès à la propriété étant de plus en plus dispendieux, on peut émettre l'hypothèse que les familles s'établissent de plus en plus loin en périphérie dans de nouveaux quartiers allant au-delà du territoire d'étude ou dans des secteurs où on n'a pas cru bon de mettre en place un réseau cyclable. Les rues de banlieues sont peut-être jugées suffisamment sécuritaires par les autorités locales, comme c'est souvent le cas, pour la pratique du vélo malgré les obstacles à la visibilité et aux manœuvres que constituent les voitures stationnées (Aldred 2015). Les jeunes sont la tranche de population pour laquelle le taux de cyclistes est le plus élevé, soit près de 90% (Vélo Québec 2016). Malheureusement, ce taux chute dès l'arrivée à l'âge adulte et continue de chuter au fil des ans (Vélo Québec 2016). Rappelons que la part modale du vélo n'est actuellement que de 2,5% et qu'elle ne s'accroît que peu d'une année à l'autre. Dans un contexte de lutte aux changements climatiques, tous les efforts permettant d'accroître cette part modale auront des effets bénéfiques sur la qualité de vie de chacun. Au Québec, le programme *À pied, à vélo, ville active* promue auprès des municipalités par Vélo Québec encourage le transport actif en soutenant entre autres l'expansion du réseau cyclable et des mesures de modération de la circulation. Grâce à ce programme, le taux de cyclistes assidus chez les 6-17 ans serait passé de 59% à 65% entre 2010 et 2015 (Vélo Québec 2016). Cela souligne l'importance du réseau cyclable pour encourager la pratique du vélo chez les jeunes. À la lumière de nos observations, les résultats pourraient être encore meilleurs si l'on améliorait l'accessibilité au réseau cyclable chez les enfants qui sont toujours en situation d'iniquité.

4.4. Lecture des résultats à la lumière de l'équité procédurale et de l'équité compensatoire

Le choix d'utiliser la bicyclette par certains indique leur vulnérabilité sociale et économique davantage que leur préférence en matière de transport (Golub et al. 2016). Ainsi, on comprendra pourquoi il est important de veiller à la qualité et à la disponibilité de l'offre en infrastructures cyclables afin de faciliter les déplacements et que ceux-ci s'effectuent de façon sécuritaire. Également, selon plusieurs auteurs (Waygood et al. 2017; Lucas 2012; Huguenin-Richard 2010; Cloutier 2008; Guralnik et al. 1993), les iniquités en matière de mobilité en transport touchent particulièrement les populations dites vulnérables (Fontaine et Gourlet 1997) dont plusieurs sont le sujet du présent mémoire. Toutefois, à la lumière des résultats, on constate qu'au cours des 25 dernières années, certains groupes de population (ex. les immigrants récents) ont vu leur situation s'améliorer tandis que d'autres n'ont pas bénéficié de cette chance (ex. les enfants).

La situation laisse croire que l'accessibilité au réseau cyclable montréalais est également un enjeu d'équité procédurale. Dans *Delivering injustice* (Golub et al. 2016, 117), l'auteur DJ. Lee emploie les termes cyclistes *invisibles* pour caractériser les laissés-pour-compte de la planification et des investissements en matière d'aménagements cyclables. Parmi ces nombreux cyclistes invisibles, on retrouve plus particulièrement les individus à faibles revenus et les minorités visibles (Fuller et Beltran 2010). À New York, par exemple, l'accroissement rapide du réseau cyclable dans les quartiers gentrifiés aurait, par ailleurs, contribué à la vulnérabilité des cyclistes à faible revenu déjà mal desservis par le transport collectif (Applebaum et al. 2011). N'ayant pas accès à des infrastructures cyclables sécuritaires, ces cyclistes se retrouveraient plus exposés aux dangers de la route (Applebaum et al. 2011). Dans la région de Montréal, la fabrication de la ville cyclable a été fortement influencée, comme nous l'avons mentionné, par des revendications militantes. Cette construction est le résultat d'une importante dynamique d'acteurs publics, privés et communautaires (Houde 2016). Si la *Politique sur le vélo* veut « favoriser la concertation entre tous les intervenants gouvernementaux, régionaux, locaux et privés dans la mise en place d'infrastructures cyclables » (Gouvernement du Québec 2008, 25), certains acteurs locaux demeurent moins présents que d'autres dans la discussion. Par exemple, le quartier Parc-Extension n'avait aucune voie cyclable jusqu'à l'été 2015 parce que l'arrondissement ne jugeait pas la demande citoyenne suffisante (Gauthier, 2015). Rappelons qu'il s'agit ici du quartier le plus densément peuplé de Montréal, qu'il abrite une forte proportion de la population immigrante et que les revenus moyens individuels et familiaux sont presque à moitié moins élevés que dans l'ensemble de la ville (Ville de Montréal

2004; Statistique Canada 2011 a, 2011 b). Face à des enjeux quotidiens plus importants reliés à leur profil socioéconomique, nous comprendrons pourquoi la majorité des résidents du quartier n'ont pas réclamé de pistes cyclables. À l'opposé, l'explosion de la quantité de voies cyclables dans certains quartiers gentrifiés comme ceux du Plateau-Mont-Royal ne fait que soutenir notre hypothèse. Comme le soulignent Golub et al. (2016, 9), l'émancipation de la justice à vélo ne repose pas seulement sur la distribution spatiale des aménagements cyclables, mais également sur la représentativité et l'autonomisation. Pour cet auteur, le cyclisme doit devenir un bien public plus qu'un mode de vie pouvant être adopté par certains. Pour cela, il doit prendre en compte les particularités de tous les usagers potentiels afin de leur permettre une libre utilisation des infrastructures cyclables.

De plus, les cyclistes n'étant pas tous égaux devant le manque d'infrastructures cyclables sécuritaires, il serait peut-être plus adéquat de réfléchir en termes d'équité compensatoire, soit une distribution selon les besoins (Talen 1998; Apparicio et al. 2013) qu'en matière d'équité distributionnelle. Comme l'illustrent les précédents résultats, les faibles gains en accessibilité pour les enfants, les aînés et les immigrants récents, ainsi que la diminution de l'accessibilité au réseau cyclable pour les individus à faible revenu laisse croire que peu de mesures ont été mises en place pour favoriser ces groupes de population. Évidemment, des recherches plus approfondies seraient nécessaires pour élucider la question. Ceci étant, dans son récent plan-cadre *Montréal, ville cyclable* (Ville de Montréal 2017), la Ville de Montréal reste quasi muette en ce qui concerne les populations à l'étude dans ce mémoire. Dans une des dix orientations énoncées, on parle vaguement de projets visant les communautés culturelles et dans une autre on suggère le développement de parcours cyclable « enfants-écoles » (Ville de Montréal 2017, 31). En considérant la vulnérabilité de ces différents groupes lors du partage de la route (Cloutier 2008; Tournier, Dommes et Cavallo 2016; Eby et Molnar 2009) et leurs impératifs en matière de mobilité (Stanley et al. 2011; Waygood et al. 2017; Golub et al. 2016; Lucas 2012; Delbosc et Currie 2011; Guralnik et al. 1993), ils auraient dû bénéficier davantage des nouvelles infrastructures cyclables, ce qui n'est visiblement pas le cas. Les désavantages en transport peuvent agir en limitant l'accès à des activités sociales et économiques ce qui peut faire diminuer la qualité de vie et exacerber l'exclusion sociale (Delbosc et Currie 2011). Toutes ces observations rappellent que la justice en transport est un enjeu important de la justice environnementale et que la pratique du vélo en ville, un ingrédient central de la mobilité active, doit être accessible et sécuritaire pour tous et plus particulièrement pour les populations dites vulnérables.

4.5. L'importance du vélo pour la mobilité des enfants, des aînés, des immigrants récents et de la population à faible revenu

D'un point de vue plus large, le cyclisme urbain doit être considéré comme l'un des fers de lance de la mobilité. Une mauvaise mobilité peut vouloir dire un manque d'opportunité de travail, d'étude, d'interactions sociales et récréatives ce qui peut avoir un profond impact sur le bien-être des individus, des ménages et des communautés (Golub et al. 2016).

Aux États-Unis par exemple, les travailleurs à faible revenu sont moins susceptibles de se déplacer en automobile que les travailleurs plus fortunés (Hu et Schneider 2017; Chandra, Jimenez et Radhakrishnan 2017). Ils auraient également davantage tendance à travailler durant des quarts de nuit où la fréquence des transports en commun est moins grande (Chandra, Jimenez et Radhakrishnan 2017) ce qui fait du vélo une alternative importante. Le vélo a le potentiel d'accroître, à faible coût et avec une grande fluidité, la mobilité des individus à faible revenu (Golub et al. 2016, 28).

Chez les immigrants, la mobilité en transport est fortement associée aux opportunités d'accès au marché du travail (Newbold, Scott et Burke 2015). De plus, tel qu'observé aux États-Unis, il existe une forte corrélation entre le fait d'habiter dans un quartier d'immigration et l'utilisation de moyens de transport comme la marche, le vélo et les transports en commun (Smart 2014) qui sont alternatifs à l'automobile à laquelle ils ont un accès limité (Smart 2014; Blumenberg et Smart 2013; Newbold, Scott et Burke 2015).

Chez les aînés, la capacité à rester mobile est fondamentale pour le fonctionnement général et l'indépendance (Guralnik et al. 1993; Webber, Porter et Menec 2010). Dans la conclusion de leurs recherches menées au Japon, Sakurai et al. (2016) suggèrent que chez les aînées ayant des problèmes physiques de mobilité (ex. monter des escaliers), la capacité et l'opportunité de rouler à bicyclette pourraient contribuer au maintien des capacités de fonctionnement. C'est pourquoi les auteurs soulignent, comme le suggère ce mémoire, qu'il est important de développer un environnement sécuritaire pour la pratique du vélo.

Chez les enfants, la mobilité est un enjeu important d'épanouissement, de santé et de sécurité (Huguenin-Richard 2010). En 2013, l'Enquête Origine-Destination permettait d'observer une augmentation du nombre de déplacements réalisés en voiture par les enfants dans la région de

Montréal (MTQ 2013). Ces déplacements se font principalement entre la maison et l'école. Or, selon la revue de littérature effectuée par Pang, Kubacki et Rundle-Thiele (2017), les déplacements actifs vers l'école sont une importante source d'activité physique chez les enfants. Ils contribuent à la réduction de problèmes liés à l'obésité, à l'amélioration des performances scolaires et à la réduction de l'impact de l'utilisation de l'automobile sur l'environnement en plus d'être une activité physique peu coûteuse. Puisqu'elle est associée aux notions de liberté et d'indépendance, la mobilité est une valeur centrale de la société moderne, c'est pourquoi on accorde une grande importance au développement des capacités à se mouvoir de manière autonome, et cela, dès l'enfance (Montulet et Kaufmann 2004). Par exemple, l'apprentissage du vélo est selon Montulet et Kaufmann (2004) l'une des premières compétences acquises dans l'usage des différents moyens de transport, un usage qui est désormais une norme « voir même une obligation sociale » (Montulet et Kaufmann 2004, 77). De plus, il a été observé par plusieurs chercheurs que le manque de pistes cyclables figure parmi les principales barrières environnementales à l'utilisation du vélo vers l'école chez les jeunes (Mandic et al. 2017; Curtis, Babb et Olaru 2015; Pont et al. 2009; Carver, Timperio et Crawford 2015).

4.6. Limites des données et de la méthode

Comme il a été mentionné précédemment, malgré la rigueur du travail effectué dans le cadre de ce projet de recherche, il est important d'en mentionner les limites. Premièrement, la majorité des données permettant de constituer les réseaux cyclables dans les SIG ont été collectées par Vélo Québec et par les services d'urbanisme et d'aménagement du territoire des villes et agglomérations à l'étude. Il est difficile de certifier l'exactitude quant à l'emplacement et à la typologie des différents tronçons cyclables. Puisque la majorité des données proviennent de documents d'archives, la vérification sur le terrain, en temps réel ou par photos satellites, via Google Map ou Google Earth par exemple, est limitée voire impossible. Dans le cas où deux sources se contredisaient et où une vérification par photo satellite était impossible, l'attribution typologique s'est faite en continuité avec la typologie des années précédentes et suivantes. En ce qui concerne les appellations typologiques, il semble qu'il y ait eu un changement de terminologie au cours du temps. Par exemple, entre 2001 et 2006, les bandes cyclables à deux sens sont devenues des pistes cyclables sur rue. Aussi, avant 2011, il n'y avait qu'un type de voie cyclable par tronçon de rue. Depuis 2011, mais surtout en 2016, on observe que certains tronçons de rue ont à la fois une bande cyclable à sens inverse de la circulation et une chaussée désignée dans le sens de la circulation. Ce double marquage, surtout observé à Montréal, fait

théoriquement augmenter la quantité et l'accessibilité des infrastructures cyclables, ce qui n'est pas réellement le cas. Il faut également noter que les sept types d'infrastructures répertoriés ont des désignations qui n'ont pas toujours été utilisées dans le passé. Par exemple, la première édition du *Répertoire des voies cyclables* au Québec comptait seulement quatre types de voies, dont les pistes cyclables en gravier, une distinction que l'on fait rarement aujourd'hui. Le regroupement des différents types en trois catégories (pistes cyclables à usage exclusif, voies cyclables sur rue, pistes multiusages hors rue) permet de régler partiellement la question.

Deuxièmement, afin d'effectuer les mesures d'accessibilité, des accès au réseau cyclable ont été générés lorsque celui-ci croise le réseau routier. Cette méthode ne tient pas compte des accès informels que peuvent parfois emprunter les cyclistes. Il semble que cela puisse être le cas quand il s'agit d'accéder à des pistes en site propre situées dans des parcs. Toutefois, considérant le grand nombre d'accès formels utilisés lors des calculs et leur proximité, ces accès informels n'auraient qu'un très faible impact sur les résultats.

Troisièmement, les modèles de régression pourraient être améliorés en intégrant les dimensions spatiale et temporelle. Des régressions par panel, spatiale et spatiotemporelles pourraient ainsi être réalisées.

Quatrièmement, il faut noter l'influence non négligeable de l'agglomération de Montréal et des politiques de la Ville de Montréal en matière de vélo sur l'ensemble des résultats. En effet, puisque c'est dans l'agglomération de Montréal qu'on retrouve le réseau cyclable le plus développé et la plus grande densité de population, il est possible que cela ait eu une influence sur l'ensemble des résultats. Nous suggérons que c'est particulièrement le cas quand il s'agit de l'accessibilité au réseau cyclable pour les immigrants récents qui sont davantage présents sur le territoire de Montréal. Une lecture de l'accessibilité pour chacun des territoires indépendamment (Montréal, Laval et Longueuil) permettrait d'avoir un diagnostic plus précis. Ce diagnostic pourrait même être affiné à l'échelle des arrondissements. Malgré les limites énoncées ci-haut, la correction d'erreurs de collecte et d'analyse en cours de processus a permis de valider la qualité des résultats présentés. En effet, après correction de certaines erreurs de calcul, les résultats n'ont pas ou peu connu de variation, ce qui traduit la robustesse de notre diagnostic général.

CONCLUSION

Dans ce mémoire, nous avons pour principal objectif d'effectuer un diagnostic d'équité environnementale en ce qui concerne l'accessibilité au réseau cyclable, soit un exercice qui à ce jour n'avait jamais été réalisé. Nous nous sommes attardés en premier lieu à l'évolution du réseau cyclable sur une période de 25 ans afin d'observer s'il a gagné en efficacité grâce à une densification et un accroissement du potentiel de connectivité. Nos résultats démontrent que le réseau cyclable couvrant les agglomérations de Montréal, de Longueuil et la Ville de Laval a plus que doublé au cours des 25 dernières années. Toutefois, cet accroissement n'a eu qu'un faible effet sur la connectivité du réseau qui demeure morcelé. Dans un second temps, nous avons vérifié si l'extension du réseau a réduit ou renforcé les iniquités en termes d'accessibilité pour quatre groupes de populations habituellement retenues dans les études en équité environnementale : les personnes à faible revenu, les immigrants récents, et les enfants et les personnes âgées. En recourant à une approche longitudinale, nous avons observé d'intéressantes tendances. Grâce aux résultats obtenus, nous pouvons affirmer qu'en 25 ans l'accroissement du réseau cyclable a permis une réduction des iniquités d'accès au réseau pour trois des quatre groupes de populations à l'étude et plus particulièrement pour les immigrants récents. Si jusqu'en 2011, la situation des enfants n'avait que peu évolué plaçant ces derniers en situation d'iniquité, elle s'est grandement améliorée dans les cinq dernières années. Malgré cela, ils ne bénéficient pas pour autant d'une bonne accessibilité au réseau cyclable et aux bénéfices en matière de sécurité et de mobilité que cela confère. Quant à la situation des aînés, on constate peu de variation dans l'accessibilité au réseau cyclable pour la période étudiée. Une autre tendance observée est la réduction de la bonne accessibilité dont bénéficiait la population à faible revenu. Si en 1991, la situation des personnes à faible revenu était enviable, notamment grâce aux legs du passé, ils sont les laissés-pour-compte des récents aménagements. En 25 ans, leur situation avantageuse s'est détériorée. Bien qu'elles ne soient pas actuellement en situation d'iniquité, il faudra veiller à ce que cela ne se produise pas dans les années à venir.

Le diagnostic effectué repose sur des mesures d'accessibilité permettant d'avoir un premier portrait global de la situation. Maintenant que ce premier diagnostic a été établi et grâce aux données déjà récoltées, il pourrait être raffiné à l'aide d'autres méthodes plus élaborées afin d'approfondir les résultats que nous avons obtenus. Par exemple, en sollicitant des méthodes d'analyse réseau, d'autres travaux pourraient évaluer la sécurité des déplacements à vélo des enfants vers leurs principales destinations (école, maison, parc et établissement de loisirs). Un

exercice similaire pourrait être effectué pour les autres groupes à l'étude en tenant compte de leurs destinations de prédilection afin de déterminer si elles sont accessibles par le réseau cyclable actuel. Il serait également possible de vérifier la disponibilité des infrastructures cyclables à proximité des écoles de la région de Montréal ayant un fort indice de défavorisation. De plus, il serait possible d'étendre ce diagnostic d'équité à l'ensemble du territoire de la Communauté métropolitaine de Montréal, mais également à d'autres villes canadiennes où l'utilisation du vélo est en croissance et où elle demeure une alternative intéressante à la voiture. Si l'on en croit ce que rapporte Wurmman (2017), il existe des iniquités en matière d'accès au réseau cyclable à Ottawa où, comme à Montréal (Houde 2016), ni le revenu ni aucun autre facteur de vulnérabilité sociale n'est considéré lors du développement de nouvelles infrastructures cyclables.

Évidemment, les résultats de ce mémoire doivent être interprétés en tenant compte de différentes limites. En premier lieu, compte tenu de la pluralité des sources utilisées pour constituer le réseau cyclable pour l'ensemble de la période étudiée, il est difficile de certifier avec exactitude l'emplacement et la typologie de tous les tronçons cyclables. Toutefois, en raison des différentes observations et mises à jour effectuées en cours de recherche, nous estimons que nos résultats sont robustes. En deuxième lieu, la méthode employée ne tient pas compte des accès informels au réseau cyclable que peuvent parfois emprunter les cyclistes (ex. passer où il n'y a pas de sentier). Néanmoins, nous estimons que ces accès informels auraient un très faible impact sur les résultats étant donné le grand nombre d'accès formels utilisés lors des calculs et leur proximité. En troisième lieu, les conditions favorables à l'utilisation du vélo à Montréal, reconnue parfois comme capitale du vélo en Amérique du Nord, peuvent avoir influencé certains résultats. La Ville de Montréalais, en tant que métropole du Québec, a inévitablement une influence sur sa périphérie comme c'est le cas également dans d'autres domaines (emploi, immigration, congestion).

En conclusion, il est important de souligner les contributions de ce projet de recherche à l'avancement des connaissances. D'un point de vue technique, le projet aura permis de créer une base de données numérique répertoriant les infrastructures cyclables des agglomérations de Montréal, de Longueuil et de la Ville de Laval sur une période de 25 ans ce qui n'avait été réalisé par aucune des villes partenaires de cette étude ni Vélo Québec. Il aura également permis d'observer l'évolution de ce réseau dans le temps et l'espace en tenant compte de sa typologie. D'un point de vue scientifique, la contribution de ce mémoire à l'avancement des connaissances

comporte quatre éléments primordiaux. D'abord, c'est l'un des rares projets de recherche où est calculée l'accessibilité au réseau cyclable, c'est-à-dire où il est considéré comme une destination. Dans la littérature, plusieurs auteurs ont observé l'accès à des points d'intérêt particulier (commerces, parcs, écoles, édifices publics, etc.) ou mesuré la distance séparant ces points du lieu de résidence en tenant compte du réseau cyclable (Tucker et Manaugh 2017; Saghapour, Moridpour et Thompson 2016; Fitch, Thigpen et Handy 2016; McNeil 2011; Iacono, Krizek et El-Geneidy 2010; Tal et Handy 2008). Considérant que le réseau cyclable est un aménagement favorisant une plus grande fluidité et sécurité des déplacements à vélo, il apparaît justifié de le considérer comme destination. Ensuite, il s'agit d'une des seules études longitudinales réalisées à ce jour sur l'accroissement d'un réseau cyclable couvrant deux décennies et en ayant plus de deux années de références dans le temps (Flanagan, Lachapelle et El-Geneidy 2016). De surcroît, le présent projet tient compte non seulement de la longueur et de la densité du réseau, mais également de sa propre connectivité, ce que peu d'études ont fait préalablement. Rappelons que c'est une mesure importante, car elle permet de réduire les distances de déplacement et d'offrir plusieurs choix de trajets aux cyclistes en fonction de leurs préférences (Lowry et Loh 2017; Marqués et al. 2015; Schoner et Levinson 2014; Titze et al. 2008; Dill 2004). Finalement, ce projet constitue le 1^{er} diagnostic d'équité environnementale en matière d'accessibilité au réseau cyclable se situant dans la métropole montréalaise. Il comble ainsi une dimension très peu explorée dans la littérature scientifique portant sur le vélo dans la région de Montréal.

BIBLIOGRAPHIE

- Achuthan, K., H. Titheridge et R. L. Mackett. 2010. *Mapping accessibility differences for the whole journey and for socially excluded groups of people*. Article.
- Aldred, Rachel. 2012. « Governing transport from welfare state to hollow state: The case of cycling in the UK. » *Transport Policy* 23: 95-102. doi: 10.1016/j.tranpol.2012.05.012.
- . 2015. « Adults' attitudes towards child cycling: A study of the impact of infrastructure. » *European Journal of Transport and Infrastructure Research* 15 (2): 92-115. Article.
- Aldred, Rachel, Bridget Elliott, James Woodcock et Anna Goodman. 2017. « Cycling provision separated from motor traffic: a systematic review exploring whether stated preferences vary by gender and age. » *Transport reviews* 37 (1): 29-55.
- Aldred, Rachel, J. Woodcock et A. Goodman. 2016. « Does More Cycling Mean More Diversity in Cycling? » *Transport Reviews* 36 (1): 28-44. Article. doi: 10.1080/01441647.2015.1014451.
- Antonakos, Cathy L. 1994. « Environmental and travel preferences of cyclists. » *Transportation Research Record* (1438): 25-33.
- Apparicio, P., M. Abdelmajid, M. Riva et R. Shearmur. 2008. « Comparing alternative approaches to measuring the geographical accessibility of urban health services: Distance types and aggregation-error issues. » *International Journal of Health Geographics* 7. Article. doi: 10.1186/1476-072X-7-7.
- Apparicio, P., Mathieu Carrier, Jérémy Gelb, Anne-Marie Séguin et Simon Kingham. 2016. « Cyclists' exposure to air pollution and road traffic noise in central city neighbourhoods of Montreal. » *Journal of Transport Geography* 57: 63-69. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2016.09.014.
- Apparicio, P., M. S. Cloutier et R. Shearmur. 2007. « The case of Montréal's missing food deserts: Evaluation of accessibility to food supermarkets. » *International Journal of Health Geographics* 6. Article. doi: 10.1186/1476-072X-6-4.
- Apparicio, Philippe, Thi-Thanh-Hiên Pham, Anne-Marie Séguin et Shawn M. Landry. 2013. « Équité environnementale et distribution spatiale de la végétation à l'intérieur et autour des îlots résidentiels à Montréal : une double iniquité ? » *Cahiers de géographie du Québec* 57 (161): 215. doi: 10.7202/1024902ar.
- Applebaum, M., A. Camp, C. Conor, J. Delia, J. Harris-Hernandez, S. Park, B. Paul, S. Stein, M. Wallach et S-H. Yoo. 2011. « Beyond the backlash: Equity and Participation in bicycle

- Planning. » Departement of Urban Affairs and Planning., Hunter College.
<http://www.streetsblog.org/wp-content/uploads/2011/05/BeyondBacklash2011.pdf>.
- Bagloee, Saeed Asadi, Majid Sarvi et Mark Wallace. 2016. « Bicycle lane priority: Promoting bicycle as a green mode even in congested urban area. » *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 87: 102-121. doi: 10.1016/j.tra.2016.03.004.
- Baltes, M.R. 1996. « Factors influencing nondiscretionary work trip by bicycle. » *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* (1538): 96-101.
- BCI. 2016. *Bureau de Coopération Interuniversitaire*.
<http://ivt.crepuq.qc.ca/recensements/recensements.html>.
- Bejleri, Ilir, Ruth L. Steiner, Allison Fischman et Jeffrey M. Schmucker. 2010. « Using GIS to analyze the role of barriers and facilitators to walking in children's travel to school. » *Urban Design International* 16 (1): 51-62. doi: 10.1057/udi.2010.18.
- Béland, Daniel. 2014. « Developing sustainable urban transportation. » *International Journal of Sociology and Social Policy* 34 (7/8): 545-558. doi: 10.1108/ijssp-07-2013-0072.
- Béland, Gabriel. 2011. « Montréal, première ville cyclable d'Amérique. » *LaPresse*, 22 septembre 2011, A14.
- Bélangier, Hélène. 2010. « Pour qui et à qui ce parc ? Gentrification et appropriation de l'espace public dans l'arrondissement du Sud-Ouest de Montréal (Canada). » *Lien social et Politiques* (63): 143. doi: 10.7202/044156ar.
- Bergeron, Ulysse. 2014. « Vélo, métro, boulot: combien ça coûte? » *LaPresse Affaire*.
<http://affaires.lapresse.ca/financespersonnelles/consommation/201408/19/01-4792885-velo-metro-boulot-combien-ca-coute.php>.
- Bernatchez, Annie C., Lise Gauvin, Daniel Fuller, Anne Sophie Dubé et Louis Drouin. 2015. « Knowing about a public bicycle share program in Montreal, Canada: Are diffusion of innovation and proximity enough for equitable awareness? » *Journal of Transport & Health* 2 (3): 360-368. doi: 10.1016/j.jth.2015.04.005.
- Bernhoft, Inger Marie et Gitte Carstensen. 2008. « Preferences and behaviour of pedestrians and cyclists by age and gender. » *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 11 (2): 83-95. doi: 10.1016/j.trf.2007.08.004.
- Bigazzi, Alexander Y. et Miguel A. Figliozzi. 2014. « Review of Urban Bicyclists' Intake and Uptake of Traffic-Related Air Pollution. » *Transport Reviews* 34 (2): 221-245. Article. doi: 10.1080/01441647.2014.897772.

- Blumenberg, Evelyn et Michael Smart. 2013. « Brother can you Spare a Ride? Carpooling in Immigrant Neighbourhoods. » *Urban Studies* 51 (9): 1871-1890. doi: 10.1177/0042098013502825.
- Böcker, Lars, Patrick van Amen et Marco Helbich. 2016. « Elderly travel frequencies and transport mode choices in Greater Rotterdam, the Netherlands. » *Transportation*. doi: 10.1007/s11116-016-9680-z.
- Boer, J Tom, Manuel Pastor, James L Sadd et Lori D Snyder. 1997. « Is there environmental racism? The demographics of hazardous waste in Los Angeles County. » *Social Science Quarterly* 78 (4): 793-810.
- Boyer, Robert. 2017. « Recreational bicycling as a “gateway” to utility bicycling: The case of Charlotte, NC. » *International Journal of Sustainable Transportation*: 1-9. doi: 10.1080/15568318.2017.1382622.
- Brainard, J. S., A. P. Jones, I. J. Bateman et A. A. Lovett. 2004. « Exposure to environmental urban noise pollution in Birmingham, UK. » *Urban Studies* 41 (13): 2581-2600. Article. doi: 10.1080/0042098042000294574.
- Broach, Joseph, Jennifer Dill et John Gliebe. 2012. « Where do cyclists ride? A route choice model developed with revealed preference GPS data. » *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 46 (10): 1730-1740. doi: 10.1016/j.tra.2012.07.005.
- Buehler, Ralph et Jennifer Dill. 2015. « Bikeway Networks: A Review of Effects on Cycling. » *Transport Reviews* 36 (1): 9-27. doi: 10.1080/01441647.2015.1069908.
- Buehler, Ralph et John Pucher. 2011. « Cycling to work in 90 large American cities: new evidence on the role of bike paths and lanes. » *Transportation* 39 (2): 409-432. doi: 10.1007/s11116-011-9355-8.
- Buekers, Jurgen, Evi Dons, Bart Elen et Luc Int Panis. 2015. « Health impact model for modal shift from car use to cycling or walking in Flanders: application to two bicycle highways. » *Journal of Transport & Health* 2 (4): 549-562. doi: 10.1016/j.jth.2015.08.003.
- Bulsink, V. E., H. Kiewiet, D. van de Belt, G. M. Bonnema et B. Koopman. 2016. « Cycling strategies of young and older cyclists. » *Hum Mov Sci* 46: 184-95. doi: 10.1016/j.humov.2016.01.005.
- CAA Québec. 2013. *Coût d'utilisation des véhicules*. Association Canadienne des Automobilistes. <https://www.caaquebec.com/fr/sur-la-route/conseils/outils-et-references/couts-dutilisation-des-vehicules/>.
- Carrier, M., P. Apparicio, Yan Kestens, Anne-Marie Séguin, Hien Pham, Dan Crouse et Jack Siemiatycki. 2016. « Application of a Global Environmental Equity Index in Montreal:

- Diagnostic and Further Implications. » *Annals of the American Association of Geographers* 1-18. doi: 10.1080/24694452.2016.1197766.
- Carrier, M., P. Apparicio et A. M. Séguin. 2016. « Road traffic noise in Montreal and environmental equity: What is the situation for the most vulnerable population groups? » *Journal of Transport Geography* 51: 1-8. Article. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2015.10.020.
- Carrier, M., P. Apparicio, A. M. Séguin et D. Crouse. 2014. « The application of three methods to measure the statistical association between different social groups and the concentration of air pollutants in Montreal: A case of environmental equity. » *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 30: 38-52. Article. doi: 10.1016/j.trd.2014.05.001.
- Carver, A., A. F. Timperio et D. A. Crawford. 2015. « Bicycles gathering dust rather than raising dust--Prevalence and predictors of cycling among Australian schoolchildren. » *J Sci Med Sport* 18 (5): 540-4. doi: 10.1016/j.jsams.2014.07.004.
- Castillo-Manzano, José I. et Antonio Sánchez-Braza. 2013. « Can anyone hate the bicycle? The hunt for an optimal local transportation policy to encourage bicycle usage. » *Environmental Politics* 22 (6): 1010-1028. doi: 10.1080/09644016.2012.740936.
- Caudeville, J. et S. Rican. 2016. « Socio-environmental inequality in France: Spatial associations between social deprivation and proximity to potentially hazardous sites. » *Environnement, Risques et Sante* 15 (1): 39-47. Article. doi: 10.1684/ers.2015.0828.
- Celis-Morales, C. A., D. M. Lyall, P. Welsh, J. Anderson, L. Steell, Y. Guo, R. Maldonado, D. F. Mackay, J. P. Pell, N. Sattar et J. M. R. Gill. 2017. « Association between active commuting and incident cardiovascular disease, cancer, and mortality: prospective cohort study. » *BMJ* 357: j1456. doi: 10.1136/bmj.j1456.
- Cervero, Robert et M. Duncan. 2003. « Walking, Bicycling, and Urban Landscapes: Evidence from the San Francisco Bay Area. » *American Journal of Public Health* 93 (9): 1478-1483.
- Chandra, Shailesh, Jose Jimenez et Ramalingam Radhakrishnan. 2017. « Accessibility evaluations for nighttime walking and bicycling for low-income shift workers. » *Journal of Transport Geography* 64: 97-108. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2017.08.010.
- Charron, Mathieu et Richard Shearmur. 2005. « Distances, interactions et analyse spatiale de la ville : le cas de Montréal. » *Revue d'Économie Régionale & Urbaine* avril (2): 163. doi: 10.3917/ru.052.0163.
- Chen, S., C. Claramunt et C. Ray. 2014. « A spatio-temporal modelling approach for the study of the connectivity and accessibility of the Guangzhou metropolitan network. » *Journal of Transport Geography* 36: 12-23. Article. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2014.02.006.

- Chin, Gary K. W., Kimberly P. Van Niel, Billie Giles-Corti et Mathew Knuiman. 2008. « Accessibility and connectivity in physical activity studies: The impact of missing pedestrian data. » *Preventive Medicine* 46 (1): 41-45. doi: <http://doi.org/10.1016/j.ypmed.2007.08.004>.
- Cintia, P., L. Pappalardo et D. Pedreschi. 2013. 'Engine matters': A first large scale data driven study on cyclists' performance. In *Proceedings - IEEE 13th International Conference on Data Mining Workshops, ICDMW 2013*.
- Cloutier, Marie-Soleil. 2008. « Les accidents de la route impliquant des enfants piétons: analyse spatiale des risques potentiels et des risques perçus pour une meilleure prévention. » Faculté des études supérieures, Université de Montréal.
- CMM. 2012. *Sociodémographie - Perspective Grand Montréal - Le vieillissement de la population à la lumière du recensement 2011*: Communauté Métropolitaine de Montréal. http://cmm.qc.ca/fileadmin/user_upload/periodique/21_Perspective.pdf.
- Colak, S., A. Lima et M. C. Gonzalez. 2016. « Understanding congested travel in urban areas. » *Nature Communications* 7: 10793. doi: 10.1038/ncomms10793.
- Copenhagenize. 2017. *The Copenhagenize Index 2017*. Copenhagenize Design Company. Consulté le 18 octobre. <http://copenhagenize.eu/index/index.html>.
- Coughlin, S. S. 1996. « Environmental justice: The role of epidemiology in protecting unempowered communities from environmental hazards. » *Science of the Total Environment* 184 (1-2): 67-76. Conference Paper. doi: 10.1016/0048-9697(95)04990-8.
- Curtis, Carey, Courtney Babb et Doina Olaru. 2015. « Built environment and children's travel to school. » *Transport Policy* 42: 21-33. doi: 10.1016/j.tranpol.2015.04.003.
- Damant-Sirois, Gabriel et Ahmed M. El-Geneidy. 2015. « Who cycles more? Determining cycling frequency through a segmentation approach in Montreal, Canada. » *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 77: 113-125. doi: 10.1016/j.tra.2015.03.028.
- Damant-Sirois, Gabriel, Michael Grimsrud et Ahmed M. El-Geneidy. 2014. « What's your type: a multidimensional cyclist typology. » *Transportation* 41 (6): 1153-1169. doi: 10.1007/s11116-014-9523-8.
- Darnton, Phillip. 2015. « Why do cyclists just talk to themselves? » *Transport Reviews* 36 (1): 163-166. doi: 10.1080/01441647.2015.1114270.
- Day, Rosie. 2010. « Environmental Justice and Older Age: Consideration of a Qualitative Neighbourhood-based Study. » *Environment and Planning A* 42 (11): 2658-2673. doi: 10.1068/a43109.

- de Hartog, J.J., H. Boogaard, H. Nijland et G. Hoek. 2010. « Do the health benefits of cycling outweigh the risks? » *Environ Health Perspect* 118 (8): 1109-16. doi: 10.1289/ehp.0901747.
- Delbosc, Alexa et Graham Currie. 2011. « The spatial context of transport disadvantage, social exclusion and well-being. » *Journal of Transport Geography* 19 (6): 1130-1137. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2011.04.005.
- Derrible, S. et C. Kennedy. 2010. « Characterizing metro networks: state, form, and structure. » *Transportation* 37: 275-297.
- Dill, J. 2004. Measuring network connectivity for bicycling and walking. In *83rd Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, DC*.
- Dill, J. et T. Carr. 2003. « Bicycle commuting and facilities in major U.S. cities: If you build them, commuters will use them. » *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* (1828): 116-123.
- Eby, D. W. et L. J. Molnar. 2009. « Older adult safety and mobility: Issues and research needs. » *Public Works Management and Policy* 13 (4): 288-300. Article. doi: 10.1177/1087724X09334494.
- Ekman, R., G. Welander, L. Svanstrom, L. Schelp et P. Santesson. 2001. « Bicycle-related injuries among the elderly--a new epidemic? » *Public Health* 115 (1): 38-43. doi: 10.1038/sj.ph.1900713.
- Elkouri, Rima. 2011. « Papa Amadou et le vélo immigrant. » *La Presse*, 11 juillet, A8.
- Emond, Catherine R. et Susan L. Handy. 2012. « Factors associated with bicycling to high school: insights from Davis, CA. » *Journal of Transport Geography* 20 (1): 71-79. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2011.07.008.
- Emond, Catherine R., W. Tang et S. L. Handy. 2009. Explaining gender difference in bicycling behavior. In *Transportation Research Record*.
- Ewing, Reid et Robert Cervero. 2010. « Travel and the Built Environment. » *Journal of the American Planning Association* 76 (3): 265-294. doi: 10.1080/01944361003766766.
- Faghih-Imani, Ahmadreza, Naveen Eluru, Ahmed M. El-Geneidy, Michael Rabbat et Usama Haq. 2014. « How land-use and urban form impact bicycle flows: evidence from the bicycle-sharing system (BIXI) in Montreal. » *Journal of Transport Geography* 41: 306-314. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.01.013>.

- Fagnant, D. J. et K. Kockelman. 2015. « A direct-demand model for bicycle counts: the impacts of level of service and other factors. » *Environment and Planning B: Planning and Design* 43 (1): 93-107. doi: 10.1177/0265813515602568.
- Farrell, W., S. Weichenthal, M. Goldberg, M. F. Valois, M. Shekarrizfard et M. Hatzopoulou. 2016. « Near roadway air pollution across a spatially extensive road and cycling network. » *Environ Pollut* 212: 498-507. doi: 10.1016/j.envpol.2016.02.041.
- Fernández-Heredia, Álvaro, Sergio Jara-Díaz et Andrés Monzón. 2014. « Modelling bicycle use intention: the role of perceptions. » *Transportation* 43 (1): 1-23. doi: 10.1007/s11116-014-9559-9.
- Fishman, E. 2015. « Cycling as transport. » *Transport Reviews* 36 (1): 1-8. doi: 10.1080/01441647.2015.1114271.
- Fishman, E., P. Schepers et C. B. Kamphuis. 2015. « Dutch Cycling: Quantifying the Health and Related Economic Benefits. » *American Journal of Public Health* 105 (8): e13-5. doi: 10.2105/AJPH.2015.302724.
- Fitch, Dillon T., Calvin G. Thigpen et Susan L. Handy. 2016. « Traffic stress and bicycling to elementary and junior high school: Evidence from Davis, California. » *Journal of Transport & Health*. doi: 10.1016/j.jth.2016.01.007.
- Flanagan, Elizabeth, Ugo Lachapelle et Ahmed El-Geneidy. 2016. Riding Tandem: Does Cycling Infrastructure Investment Mirror Gentrification and Privilege in Portland, Oregon, and Chicago, Illinois? In *Transportation Research Board 95th Annual Meeting*.
- Fontaine, H. et Y. Gourlet. 1997. « Fatal pedestrian accidents in France: A typological analysis. » *Accident Analysis and Prevention* 29 (3): 303-312. Article. doi: 10.1016/S0001-4575(96)00084-X.
- Fraser, Nancy. 1997. *Justice interruptus: Critical reflections on the "postsocialist" condition*. Cambridge Univ Press.
- Fuller, D., L. Gauvin, Y. Kestens, M. Daniel, M. Fournier, P. Morency et L. Drouin. 2013a. « Impact evaluation of a public bicycle share program on cycling: a case example of BIXI in Montreal, Quebec. » *American Journal of Public Health* 103 (3): e85-92. doi: 10.2105/AJPH.2012.300917.
- Fuller, Daniel, Lise Gauvin, Yan Kestens, Patrick Morency et Louis Drouin. 2013b. « The potential modal shift and health benefits of implementing a public bicycle share program in Montreal, Canada. » *International Journal of Behavioral Nutrition & Physical Activity* 10: 66-71. Article. doi: 10.1186/1479-5868-10-66.
- Fuller, O. et E. Beltran. 2010. The invisible cyclists of Los Angeles. In *Planners Network* <http://www.plannersnetwork.org/2010/07/the-invisible-cyclists-of-los-angeles/>.

- Gauthier, Audrey. 2015. « Enfin des voies cyclables dans Parc-Extension. » *Progrès Villeray, Saint-Michel, Parc-Extension*, 19 mai 2015. <http://journalmetro.com/local/villeray-st-michel-parc-extension/actualites/779412/enfin-des-voies-cyclables-dans-parc-extension/>.
- Gobert, Julie. 2013. « Mobilité et lutte contre la pollution atmosphérique. » *Cahiers de géographie du Québec* 57 (161): 277. doi: 10.7202/1024905ar.
- Golub, Aaron, Melody Hoffmann, L., Adonia E. Lugo et Gerardo F. Sandival. 2016. *Bicycle justice and urban transformation. Biking for all?*, Routledge.
- Götschi, T., J. Garrard et B. Giles-Corti. 2015. « Cycling as a Part of Daily Life: A Review of Health Perspectives. » *Transport Reviews* 36 (1): 45-71. Article. doi: 10.1080/01441647.2015.1057877.
- Gouvernement du Québec. 2008. Politique sur le vélo. Édition révisée. sous la dir. de de la mobilité durable et de l'électrification des transports Ministère des transports.
- . 2015. Adresses Québec: Guide de l'utilisateur. Québec (Québec): Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Direction de la cartographie topographique.
- Grenier, T., D. L. Deckelbaum, K. Boulva, L. Drudi, M. Feyz, N. Rodrigue, N. Tze, P. Fata, K. Khwaja, T. Chughtai et T. Razek. 2013. « A descriptive study of bicycle helmet use in Montreal, 2011. » *Canadian Journal of Public Health* 104 (5): e400-e404. Article.
- Guralnik, J. M., A. Z. Lacroix, R. D. Abbott, L. F. Berkman, S. Satterfield, D. A. Evans et R. B. Wallace. 1993. « Maintaining mobility in late life. I. Demographic characteristics and chronic conditions. » *American Journal of Epidemiology* 137 (8): 845-857. Article.
- Handy, Susan L. et D. A. Niemeier. 1997. « Measuring accessibility: An exploration of issues and alternatives. » *Environment and Planning A* 29 (7): 1175-1194. Article.
- Handy, Susan L., Yan Xing et Theodore J. Buehler. 2010. « Factors associated with bicycle ownership and use: a study of six small U.S. cities. » *Transportation* 37 (6): 967-985. doi: 10.1007/s11116-010-9269-x.
- Hartig, T., R. Mitchell, S. de Vries et H. Frumkin. 2014. « Nature and health. » *Annu Rev Public Health* 35: 207-28. Research Support, Non-U.S. Gov't Review. doi: 10.1146/annurev-publhealth-032013-182443.
- Hatzopoulou, M., S. Weichenthal, H. Dugum, G. Pickett, L. Miranda-Moreno, R. Kulka, R. Andersen et M. Goldberg. 2013. « The impact of traffic volume, composition, and road geometry on personal air pollution exposures among cyclists in Montreal, Canada. » *J Expo Sci Environ Epidemiol* 23 (1): 46-51. doi: 10.1038/jes.2012.85.

- Havard, S., B. J. Reich, K. Bean et B. Chaix. 2011. « Social inequalities in residential exposure to road traffic noise: an environmental justice analysis based on the RECORD Cohort Study. » *Occup Environ Med* 68 (5): 366-74. doi: 10.1136/oem.2010.060640.
- Hewko, J., K. E. Smoyer-Tomic et M. J. Hodgson. 2002. « Measuring neighbourhood spatial accessibility to urban amenities: Does aggregation error matter? » *Environment and Planning A* 34 (7): 1185-1206. Article. doi: 10.1068/a34171.
- Hoffmann, Melody, L. 2016. *Bike lanes are white lanes. Bicycle advocacy and urban planning.* University of Nebraska Press.
- Hoffmann, Melody Lynn et Adonia Lugo. 2014. « Who is 'world class'? Transportation justice and bicycle policy. » *Urbanities* 4 (1): 45-61.
- Holifield, Ryan, Michael Porter et Gordon Walker. 2009. « Introduction Spaces of Environmental Justice: Frameworks for Critical Engagement. » *Antipode* 41 (4): 591-612. doi: 10.1111/j.1467-8330.2009.00690.x.
- Honneth, A. 2001. « Recognition or redistribution? Changing perspectives on the moral order of society. » *Theory, Culture and Society* 18 (2-3): 43-55. Review. doi: 10.1177/02632760122051779.
- Hopkinson, P. et M. Wardman. 1996. « Evaluating the demand for new cycle facilities. » *Transport Policy* 3 (4): 241-249.
- Horton, Dave. 2006. « Environmentalism and the bicycle. » *Environmental Politics* 15 (1): 41-58. doi: 10.1080/09644010500418712.
- Houde, Maxime. 2016. Les mains sur le guidon. L'expansion du réseau cyclable montréalais comme enjeu de gouvernance. In *EUR8452 - Gouvernance urbaine et développement de la ville*, sous la dir. de Florence Paulhiac et Nico Muambi: UQAM - INRS.
- Hu, Lingqian et Robert J. Schneider. 2017. « Different ways to get to the same workplace: How does workplace location relate to commuting by different income groups? » *Transport Policy* 59 (Supplement C): 106-115. doi: 10.1016/j.tranpol.2017.07.009.
- Huguenin-Richard, Florence. 2010. « La mobilité des enfants à l'épreuve de la rue. » *Enfances, Familles, Générations* (12): 66. doi: 10.7202/044393ar.
- Hunold, Christian et Iris Marion Young. 1998. « Justice, democracy, and hazardous siting. » *Political Studies* 46 (1): 82. Article.
- Hunt, J. D. et J. E. Abraham. 2007. « Influences on bicycle use. » *Transportation* 34 (4): 453-470. Article. doi: 10.1007/s11116-006-9109-1.

- Iacono, Michael, Kevin Krizek et Ahmed M El-Geneidy. 2008. *Access to destinations: how close is close enough? Estimating accurate distance decay functions for multiple modes and different purposes.*
- Iacono, Michael, Kevin J. Krizek et Ahmed El-Geneidy. 2010. « Measuring non-motorized accessibility: issues, alternatives, and execution. » *Journal of Transport Geography* 18 (1): 133-140. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2009.02.002.
- INSPQ. 2012. *Étude des blessures subies au cours de la pratique d'activités récréatives et sportives au Québec en 2009-2010*: Institut national de santé publique du Québec. https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/1507_etudeblessuresactrecreasportqc2009-2010.pdf.
- Jensen, Pablo, Jean-Baptiste Rouquier, Nicolas Ovtracht et Céline Robardet. 2010. « Characterizing the speed and paths of shared bicycle use in Lyon. » *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 15 (8): 522-524. doi: 10.1016/j.trd.2010.07.002.
- Kaplan, Sigal, Thomas Alexander Sick Nielsen et Carlo Giacomo Prato. 2016. « Walking, cycling and the urban form: A Heckman selection model of active travel mode and distance by young adolescents. » *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 44: 55-65. doi: 10.1016/j.trd.2016.02.011.
- Kemperman, Astrid et Harry Timmermans. 2014. « Green spaces in the direct living environment and social contacts of the aging population. » *Landscape and Urban Planning* 129: 44-54. doi: 10.1016/j.landurbplan.2014.05.003.
- Klinger, Thomas et Martin Lanzendorf. 2015. « Moving between mobility cultures: what affects the travel behavior of new residents? » *Transportation* 43 (2): 243-271. doi: 10.1007/s11116-014-9574-x.
- Krizek, Kevin J., Ahmed El-Geneidy et Kristin Thompson. 2007. « A detailed analysis of how an urban trail system affects cyclists' travel. » *Transportation* 34 (5): 611-624. doi: 10.1007/s11116-007-9130-z.
- Kuehn, Robert R. 1997. « An analysis of the compatibility of quantitative risk assessment with the principles of environmental justice in the United States. » *Risk Decision and Policy* 2 (3): 259-276.
- Labrecque, Julie. 2014. « Stratégie de promotion intégrée pour une culture du vélo durable à Montréal: leçons de Munich. », Université de Sherbrooke.
- Lee, Richard J., Ipek N. Sener et S. Nathan Jones. 2016. « Understanding the role of equity in active transportation planning in the United States. » *Transport Reviews* 37 (2): 211-226. doi: 10.1080/01441647.2016.1239660.

- Levinson, D. 1998. « Accessibility and the Journey to Work. » *Journal of Transport Geography* 6 (1): 11-21.
- Lindsay, G., A. Macmillan et A. Woodward. 2011. « Moving urban trips from cars to bicycles: impact on health and emissions. » *Australian and New Zealand Journal of Public Health* 35 (1): 54-60. doi: 10.1111/j.1753-6405.2010.00621.x.
- Low, S., D. Taplin et S. Scheld. 2005. *Rethinking Urban Parks: Public space and cultural diversity*. University of Texas Press. Book.
- Lowry, M. B., Peter Furth et Tracy Hadden-Loh. 2016. « Prioritizing new bicycle facilities to improve low-stress network connectivity. » *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 86: 124-140. doi: 10.1016/j.tra.2016.02.003.
- Lowry, M. B. et T. H. Loh. 2017. « Quantifying bicycle network connectivity. » *Preventive Medicine* 95 Suppl: S134-S140. doi: 10.1016/j.ypmed.2016.12.007.
- Lubitow, Amy et Thaddeus R. Miller. 2013. « Contesting Sustainability: Bikes, Race, and Politics in Portlandia. » *Environmental Justice* 6 (4): 121-126. doi: 10.1089/env.2013.0018.
- Lucas, Karen. 2012. « Transport and social exclusion: Where are we now? » *Transport Policy* 20: 105-113. doi: 10.1016/j.tranpol.2012.01.013.
- Lusk, A.C., A. Anastasio, N. Shaffer, J. Wu et Y. Li. 2017. « Biking practices and preferences in a lower income, primarily minority neighborhood: Learning what residents want. » *Preventive Medicine Rep* 7: 232-238. doi: 10.1016/j.pmedr.2017.01.006.
- Lusk, A.C., P.G. Furth, P. Morency, W.C. Willett et J.T. Dennerlein. 2011. « Risk of injury for bicycling on cycle tracks versus in the street. » *Injury prevention* 17 (2): 131-135.
- Macmillan, A., J. Connor, K. Witten, R. Kearns, D. Rees et A. Woodward. 2014. « The societal costs and benefits of commuter bicycling: simulating the effects of specific policies using system dynamics modeling. » *Environ Health Perspect* 122 (4): 335-44. doi: 10.1289/ehp.1307250.
- Mandic, Sandra, Debbie Hopkins, Enrique García Bengoechea, Charlotte Flaherty, John Williams, Leiana Sloane, Antoni Moore et John C. Spence. 2017. « Adolescents' perceptions of cycling versus walking to school: Understanding the New Zealand context. » *Journal of Transport & Health* 4: 294-304. doi: 10.1016/j.jth.2016.10.007.
- Marqués, R., V. Hernández-Herrador, M. Calvo-Salazar et J. A. García-Cebrián. 2015. « How infrastructure can promote cycling in cities: Lessons from Seville. » *Research in Transportation Economics* 53: 31-44. doi: 10.1016/j.retrec.2015.10.017.

- Martin, Adrian, Nicole Gross-Camp, Bereket Kebede, Shawn McGuire et Joseph Munyarukaza. 2014. « Whose environmental justice? Exploring local and global perspectives in a payments for ecosystem services scheme in Rwanda. » *Geoforum* 54: 167-177. doi: 10.1016/j.geoforum.2013.02.006.
- Martin, Leslie. 2007. « Fighting for Control: Political Displacement in Atlanta's Gentrifying Neighborhoods. » *Urban Affairs Review* 42 (5): 603-628. doi: 10.1177/1078087406296604.
- McDonald, Noreen C., Ruth L. Steiner, W. Mathew Palmer, Allison N. Bullock, Virginia P. Sisiopiku et Benjamin F. Lytle. 2016. « Costs of school transportation: quantifying the fiscal impacts of encouraging walking and bicycling for school travel. » *Transportation* 43 (1): 159-175. doi: 10.1007/s11116-014-9569-7.
- McNeil, Nathan. 2011. « Bikeability and the 20-min neighborhood: How infrastructure and destinations influence bicycle accessibility. » *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* (2247): 53-63.
- Miranda-Moreno, L. et T. Nosal. 2011. Weather or not to cycle: Temporal trends and impact of weather on cycling in an urban environment. In *Transportation Research Record*.
- Miranda-Moreno, L., T. Nosal, R. Schneider et F. Proulx. 2013. Classification of bicycle traffic patterns in five North American cities. In *Transportation Research Record*.
- Montulet, Bertrand et Vincent Kaufmann. 2004. *Mobilités, fluidités... libertés?*
- Morency, P., J. Archambault, M-S. Cloutier, M. Tremblay, C. Plante et A. S. Dubé. 2013. *Sécurité des piétons en milieu urbain: enquête sur les aménagements routiers aux intersections*: Agence de la santé et des services sociaux de Montréal.
- Morissette, Claire. 1994. *Deux roues, un avenir: le vélo en ville*. Montréal, Canada.
- Moudon, Anne Vernez, Chanam Lee, Allen D. Cheadle, Cheza W. Collier, Donna Johnson, Thomas L. Schmid et Robert D. Weather. 2005. « Cycling and the built environment, a US perspective. » *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 10 (3): 245-261. doi: 10.1016/j.trd.2005.04.001.
- MTQ. 1995. Politique sur le vélo – Ministère des Transports du Québec et Société de l'Assurance automobile du Québec. www.bv.transports.gouv.qc.ca/mono/0936179.pdf.
- . 2008. Politique sur le vélo – Ministère des Transports du Québec. Du loisir à l'utilitaire : Le vélo, un moyen de transport à part entière. Édition révisé. . www.mtq.gouv.qc.ca.
- . 2013. *Enquête origine-destination - Mobilité des personnes dans la région de Montréal. Faits saillants*.

- Mulholland, E. K. 2008. « Equity and child-survival strategies. » *Bulletin of the World Health Organization* 86 (5): 399-407. doi: 10.2471/blt.07.044545.
- Nabavi Niaki, Martin S., Nicolas Saunier et L. Miranda-Moreno. 2016. A methodology to quantify discontinuities in a cycling network - Case study in Montréal Boroughs95th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington DC.
- Nelson, Arthur et David Allen. 1997. « If you build them, commuters will use them: association between bicycle facilities and bicycle commuting. » *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* (1578): 79-83.
- Newbold, K. Bruce, Darren M. Scott et Charles Burke. 2015. « Immigrant status and commute distance: an exploratory study based on the greater Golden Horseshoe. » *Transportation* 44 (1): 181-198. doi: 10.1007/s11116-015-9633-y.
- O'Neill, Marie S., Michael Jerrett, Ichiro Kawachi, Jonathan I. Levy, Aaron J. Cohen, Nelson Gouveia, Paul Wilkinson, Tony Fletcher, Luis Cifuentes et Joel Schwartz. 2003. « Health, Wealth, and Air Pollution: Advancing Theory and Methods. » *Environmental Health Perspectives* 111 (16): 1861-1870. Article.
- Oja, P., S. Titze, A. Bauman, B. de Geus, P. Krenn, B. Reger-Nash et T. Kohlberger. 2011. « Health benefits of cycling: a systematic review. » *Scand J Med Sci Sports* 21 (4): 496-509. doi: 10.1111/j.1600-0838.2011.01299.x.
- Oswald Beiler, Michelle, Rachel McGoff et Shawn McLaughlin. 2017. « Trail Network Accessibility: Analyzing Collector Pathways to Support Pedestrian and Cycling Mobility. » *Journal of Urban Planning and Development* 143 (1): 04016024. doi: 10.1061/(asce)up.1943-5444.0000351.
- Pang, B., K. Kubacki et S. Rundle-Thiele. 2017. « Promoting active travel to school: a systematic review (2010-2016). » *BMC Public Health* 17 (1): 638. doi: 10.1186/s12889-017-4648-2.
- Parkin, J. 2004. « Determination and measurement of factors which influence propensity to cycle to work. » Institute for Transport Studies University of Leeds.
- Parkin, J., T. Ryley et T. Jones. 2007b. « Barriers to cycling: an exploration of quantitative analyses. » *Cycling and society*: 67-82.
- Parkin, J., M. Wardman et M. Page. 2007a. « Models of perceived cycling risk and route acceptability. » *Accid Anal Prev* 39 (2): 364-71. doi: 10.1016/j.aap.2006.08.007.
- Pham, Thi-Thanh-Hien, P. Apparicio, Anne-Marie Séguin, Shawn Landry et Martin Gagnon. 2012. « Spatial distribution of vegetation in Montreal: An uneven distribution or environmental inequity? » *Landscape and Urban Planning* 107 (3): 214-224. doi: 10.1016/j.landurbplan.2012.06.002.

- Pinault, L., D. Crouse, M. Jerrett, M. Brauer et M. Tjepkema. 2016. « Spatial associations between socioeconomic groups and NO₂ air pollution exposure within three large Canadian cities. » *Environ Res* 147: 373-82. doi: 10.1016/j.envres.2016.02.033.
- Pont, K., J. Ziviani, D. Wadley, S. Bennett et R. Abbott. 2009. « Environmental correlates of children's active transportation: a systematic literature review. » *Health Place* 15 (3): 827-40. doi: 10.1016/j.healthplace.2009.02.002.
- Pooley, Colin G. et Jean Turnbull. 2000. « Modal choice and modal change: the journey to work in Britain since 1890. » *Journal of Transport Geography* 8 (1): 11-24. doi: 10.1016/S0966-6923(99)00031-9.
- Pucher, John et R. Buehler. 2006. « Sustainable transport in Canadian cities: Cycling trends and policies. » *Berkeley Planning Journal* (19): 97-123.
- Pucher, John, R. Buehler, D. Merom et A. Bauman. 2011b. « Walking and cycling in the United States, 2001-2009: evidence from the National Household Travel Surveys. » *American Journal of Public Health* 101 Suppl 1: S310-7. doi: 10.2105/AJPH.2010.300067.
- Pucher, John et Ralph Buehler. 2005. « Cycling trends & policies in Canadian cities. » *World Transport Policy & Practice* 11 (1): 43-61.
- . 2006. « Why Canadians cycle more than Americans: A comparative analysis of bicycling trends and policies. » *Transport Policy* 13 (3): 265-279. doi: 10.1016/j.tranpol.2005.11.001.
- . 2009. « Cycling for a few or for everyone: The importance of social justice in cycling policy. » *World Transport Policy & Practice* 15 (1).
- Pucher, John, Ralph Buehler et Mark Seinen. 2011a. « Bicycling renaissance in North America? An update and re-appraisal of cycling trends and policies. » *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 45 (6): 451-475. doi: 10.1016/j.tra.2011.03.001.
- Pucher, John et Lewis Dijkstra. 2003. « Promoting safe walking and cycling to improve public health: lessons from The Netherlands and Germany. » *American Journal of Public Health* 93 (9): 1509-1516.
- Pucher, John, J. Dill et S. Handy. 2010. « Infrastructure, programs, and policies to increase bicycling: an international review. » *Preventive Medicine* 50 Suppl 1: S106-25. doi: 10.1016/j.ypmed.2009.07.028.
- Reynolds, C. C., M. A. Harris, K. Teschke, P. A. Cripton et M. Winters. 2009. « The impact of transportation infrastructure on bicycling injuries and crashes: a review of the literature. » *Environ Health* 8: 47. doi: 10.1186/1476-069X-8-47.

- Rigolon, Alessandro. 2017. « Parks and young people: An environmental justice study of park proximity, acreage, and quality in Denver, Colorado. » *Landscape and Urban Planning* 165: 73-83. doi: 10.1016/j.landurbplan.2017.05.007.
- Rissel, C., C. Bonfiglioli, A. Emilsen et B. J. Smith. 2010. « Representations of cycling in metropolitan newspapers - Changes over time and differences between Sydney and Melbourne, Australia. » *BMC Public Health* 10. Article. doi: 10.1186/1471-2458-10-371.
- Romanillos, Gustavo, Martin Zaltz Austwick, Dick Ettema et Joost De Kruijf. 2015. « Big Data and Cycling. » *Transport Reviews* 36 (1): 114-133. doi: 10.1080/01441647.2015.1084067.
- Ross, Daniel. 2015. « "Vive la vélorution!": Le Monde à bicyclette et les origines du mouvement cycliste à Montréal, 1975-1980. » *Bulletin d'histoire politique* 23 (2): 92-112.
- SAAQ. 2016. *Bilan routier 2016*: Société de l'assurance automobile du Québec. <https://saaq.gouv.qc.ca/fileadmin/documents/publications/bilan-routier-2016.pdf>.
- Sadler, R. C., J. A. Gilliland et G. Arku. 2011. « An application of the edge effect in measuring accessibility to multiple food retailer types in Southwestern Ontario, Canada. » *International Journal of Health Geographics* 10. Article. doi: 10.1186/1476-072X-10-34.
- Saghapour, Tayebbeh, Sara Moridpour et Russell G. Thompson. 2016. « Measuring cycling accessibility in metropolitan areas. » *International Journal of Sustainable Transportation* 11 (5): 381-394. doi: 10.1080/15568318.2016.1262927.
- Sahlqvist, S., A. Goodman, T. Jones, J. Powell, Y. Song, D. Ogilvie et consortium iConnect. 2015. « Mechanisms underpinning use of new walking and cycling infrastructure in different contexts: mixed-method analysis. » *Int J Behav Nutr Phys Act* 12: 24. doi: 10.1186/s12966-015-0185-5.
- Sakurai, R., H. Kawai, H. Yoshida, T. Fukaya, H. Suzuki, H. Kim, H. Hirano, K. Ihara, S. Obuchi et Y. Fujiwara. 2016. « Can you ride a bicycle? The ability to ride a bicycle prevents reduced social function in older adults with mobility limitation. » *Journal of Epidemiology* 26 (6): 307-314. Article. doi: 10.2188/jea.JE20150017.
- Salmond, K., P. Howden-Chapman, A. Woodward et C. Salmond. 1999. « Setting our sights on justice: Contaminated sites and socio-economic deprivation in New Zealand. » *International Journal of Environmental Health Research* 9 (1): 19-29. Article. doi: 10.1080/09603129973326.
- Schepers, Paul, Elliot Fishman, Rob Beelen, Eva Heinen, Wim Wijnen et John Parkin. 2015. « The mortality impact of bicycle paths and lanes related to physical activity, air pollution exposure and road safety. » *Journal of Transport & Health* 2 (4): 460-473. doi: 10.1016/j.jth.2015.09.004.

- Schlosberg, David. 2013. « Theorising environmental justice: the expanding sphere of a discourse. » *Environmental Politics* 22 (1): 37-55. doi: 10.1080/09644016.2013.755387.
- Schoner, Jessica E. et David M. Levinson. 2014. « The missing link: bicycle infrastructure networks and ridership in 74 US cities. » *Transportation* 41 (6): 1187-1204. doi: 10.1007/s11116-014-9538-1.
- Schwanen, T., M. Dijst et F. M. Dieleman. 2001. « Leisure trips of senior citizens: Determinants of modal choice. » *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie* 92 (3): 347-360.
- Séguin, Anne-Marie et Philippe Apparicio. 2013. « Justice environnementale. » *Cahiers de géographie du Québec* 57 (161): 211-214.
- Shafizadeh, K. et D. Niemeier. 1997. Bicycle journey-to-work: Travel behavior characteristics and spatial attributes. In *Transportation Research Record*.
- Smart, Michael J. 2010. « US immigrants and bicycling: Two-wheeled in Autopia. » *Transport Policy* 17 (3): 153-159. doi: 10.1016/j.tranpol.2010.01.002.
- . 2014. « A nationwide look at the immigrant neighborhood effect on travel mode choice. » *Transportation* 42 (1): 189-209. doi: 10.1007/s11116-014-9543-4.
- Stanley, John K., David A. Hensher, Janet R. Stanley et Dianne Vella-Brodrick. 2011. « Mobility, social exclusion and well-being: Exploring the links. » *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 45 (8): 789-801. doi: 10.1016/j.tra.2011.06.007.
- Statistique Canada. 2011 a. Enquête nationale auprès des ménages 2011. <http://ivt.crepuq.qc.ca/enm/enm.html>.
- . 2011 b. Recensement de la population 2011. <http://ivt.crepuq.qc.ca/recensements/recensement2011/recensPop2011.html>.
- . 2011d. *Dictionnaire du recensement*. Consulté le 8 septembre. <http://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2011/ref/dict/geo013-fra.cfm>.
- Stehlin, John. 2015. « Cycles of investment: bicycle infrastructure, gentrification, and the restructuring of the San Francisco Bay Area. » *Environment and Planning A* 47 (1): 121-137. doi: 10.1068/a130098p.
- Stein, Samuel. 2011. « Bike Lanes and Gentrification: New York City's Shades of Green. » *Planners Network* 7: 2014.
- Steinbach, R., J. Green, J. Datta et P. Edwards. 2011. « Cycling and the city: a case study of how gendered, ethnic and class identities can shape healthy transport choices. » *Soc Sci Med* 72 (7): 1123-30. doi: 10.1016/j.socscimed.2011.01.033.

- Stinson, M. A. et C. R. Bhat. 2003. Commuter Bicyclist Route Choice: Analysis Using a Stated Preference Survey. In *Transportation Research Record*.
- Strauss, J., L. F. Miranda-Moreno et P. Morency. 2013. « Cyclist activity and injury risk analysis at signalized intersections: a Bayesian modelling approach. » *Accid Anal Prev* 59: 9-17. doi: 10.1016/j.aap.2013.04.037.
- Tainio, M., A. J. de Nazelle, T. Gotschi, S. Kahlmeier, D. Rojas-Rueda, M. J. Nieuwenhuijsen, T. H. de Sa, P. Kelly et J. Woodcock. 2016. « Can air pollution negate the health benefits of cycling and walking? » *Preventive Medicine* 87: 233-236. doi: 10.1016/j.ypmed.2016.02.002.
- Tal, Gil et S. Handy. 2012. « Measuring nonmotorized accessibility and connectivity in a robust pedestrian network. » *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* (2299): 48-56. doi: DOI: 10.3141/2299-06.
- Tal, Gil et Susan Handy. 2008. « Children's Biking for Nonschool Purposes: Getting to Soccer Games in Davis, California. » *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 2074: 40-45. doi: 10.3141/2074-05.
- Talen, E. 1998. « Visualizing fairness: Equity maps for planners. » *Journal of the American Planning Association* 64 (1): 22-38. Article.
- Talen, E. et L. Anselin. 1998. « Assessing spatial equity: An evaluation of measures of accessibility to public playgrounds. » *Environment and Planning A* 30 (4): 595-613. Article.
- Teschke, K., M. A. Harris, C. C. Reynolds, M. Winters, S. Babul, M. Chipman, M. D. Cusimano, J. R. Brubacher, G. Hunte, S. M. Friedman, M. Monroe, H. Shen, L. Vernich et P. A. Cipton. 2012. « Route infrastructure and the risk of injuries to bicyclists: a case-crossover study. » *American Journal of Public Health* 102 (12): 2336-43. doi: 10.2105/AJPH.2012.300762.
- Thomas, B. et M. DeRobertis. 2013. « The safety of urban cycle tracks: a review of the literature. » *Accid Anal Prev* 52: 219-27. doi: 10.1016/j.aap.2012.12.017.
- Thompson, D. C., V. Rebolledo, R. S. Thompson, A. Kaufman et F. P. Rivara. 1997. « Bike speed measurements in a recreational population: Validity of self reported speed. » *Injury Prevention* 3 (1): 43-45. Article. doi: 10.1136/ip.3.1.43.
- Tilahun, Nebiyu Y., David M. Levinson et Kevin J. Krizek. 2007. « Trails, lanes, or traffic: Valuing bicycle facilities with an adaptive stated preference survey. » *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 41 (4): 287-301. doi: 10.1016/j.tra.2006.09.007.
- Titze, Sylvia, Willibald J. Stronegger, Susanne Janschitz et Pekka Oja. 2008. « Association of built-environment, social-environment and personal factors with bicycling as a mode of

- transportation among Austrian city dwellers. » *Preventive Medicine* 47 (3): 252-259. doi: 10.1016/j.ypmed.2008.02.019.
- Tournier, I., A. Dommès et V. Cavallo. 2016. « Review of safety and mobility issues among older pedestrians. » *Accid Anal Prev* 91: 24-35. doi: 10.1016/j.aap.2016.02.031.
- Tressider, Mike. 2005. Using GIS to measure connectivity: An exploration of issues. In *School of Urban Studies and Planning*: Portland State University.
- Trottier, Marie-Christine. 2016. « Voies cyclables: Le Sud-Ouest encore isolé du centre-ville. » *Journal de Montréal*.
- Tucker, Bronwen et Kevin Manaugh. 2017. « Bicycle equity in Brazil: Access to safe cycling routes across neighborhoods in Rio de Janeiro and Curitiba. » *International Journal of Sustainable Transportation*: 1-10. doi: 10.1080/15568318.2017.1324585.
- Vale, David S., Miguel Saraiva et Mauro Pereira. 2015. « Active accessibility: A review of operational measures of walking and cycling accessibility. » *Journal of Transport and Land Use*. doi: 10.5198/jtlu.2015.593.
- Vélo Québec. 2011. *État du vélo 2010.*: Bibliothèque et Archives nationales du Québec. www.velo.qc.ca.
- . 2016. *État du vélo 2015.*: Bibliothèque et Archives nationales du Québec. www.velo.qc.ca.
- Ville de Montréal. 2004. *Portrait du quartier Parc-Extension*. http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/TRANSPORT_V2_FR/MEDIA/DOCUMENTS/Programmation-2011-2012-voies-cyclables-2011-05-12.pdf.
- . 2017. Montréal, ville cyclable. Plan-cadre vélo: sécurité, efficience, audace. http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/page/transports_fr/media/documents/doc_plan_cadre_velo_v8_lr.pdf.
- Walker, Gordon. 2009. « Beyond Distribution and Proximity: Exploring the Multiple Spatialities of Environmental Justice. » *Antipode* 41 (4): 614-636. doi: 10.1111/j.1467-8330.2009.00691.x.
- Waygood, E. O. D., Margareta Friman, Lars E. Olsson et Ayako Taniguchi. 2017. « Transport and child well-being: An integrative review. » *International Journal of Environmental Research and Public Health* 9: 32-49. doi: 10.1016/j.tbs.2017.04.005.
- Waygood, E. O., Y. Sun et L. Letarte. 2015. « Active Travel by Built Environment and Lifecycle Stage: Case Study of Osaka Metropolitan Area. » *Int J Environ Res Public Health* 12 (12): 15900-24. Comparative Study. doi: 10.3390/ijerph121215027.

- Webber, S. C., M. M. Porter et V. H. Menec. 2010. « Mobility in older adults: a comprehensive framework. » *Gerontologist* 50 (4): 443-50. doi: 10.1093/geront/gnq013.
- Winters, M. et K. Teschke. 2010. « Route preferences among adults in the near market for bicycling: findings of the cycling in cities study. » *Am J Health Promot* 25 (1): 40-7. doi: 10.4278/ajhp.081006-QUAN-236.
- Woodcock, J., M. Tainio, J. Cheshire, O. O'Brien et A. Goodman. 2014. « Health effects of the London bicycle sharing system: health impact modelling study. » *BMJ* 348: g425. doi: 10.1136/bmj.g425.
- Wurmann, Isaac. 2017. The missing links. Are Ottawa's bike lanes reaching the people who need them? In *Ottawa Magazine*. Ottawa. <https://ottawamagazine.com/people-and-places/81500/>
- Yang, Jiawen, Junxian Chen, Meng Zhou et Zhenmin Wang. 2015. « Major issues for biking revival in urban China. » *Habitat International* 47: 176-182. doi: 10.1016/j.habitatint.2015.01.022.
- Yuan, Yanhua, Jiangang Xu et Zhenbo Wang. 2017. « Spatial Equity Measure on Urban Ecological Space Layout Based on Accessibility of Socially Vulnerable Groups—A Case Study of Changting, China. » *Sustainability* 9 (9): 1552. doi: 10.3390/su9091552.
- Zahran, Sammy, Samuel D. Brody, Praveen Maghelal, Andrew Prelog et Michael Lacy. 2008. « Cycling and walking: Explaining the spatial distribution of healthy modes of transportation in the United States. » *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 13 (7): 462-470. doi: 10.1016/j.trd.2008.08.001.
- Zhao, C., H. Ma, L. Yang et Y. Xiao. 2017. « Long-term bicycle riding ameliorates the depression of the patients undergoing hemodialysis by affecting the levels of interleukin-6 and interleukin-18. » *Neuropsychiatr Dis Treat* 13: 91-100. doi: 10.2147/NDT.S124630.

