

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

UN PORTRAIT PSYCHOLOGIQUE DE LA PRATIQUE DU VÉLO D'HIVER UTILITAIRE AU QUÉBEC

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ

COMME EXIGENCE PARTIELLE

MAÎTRISE EN SCIENCES DE L'ACTIVITÉ PHYSIQUE

PAR

JOANIE GERVAIS

FÉVRIER 2023

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.04-2020). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

Je voudrais tout d'abord remercier mon directeur de maîtrise, Pr. Paquito Bernard, qui a su me guider avec bienveillance au travers de cette maîtrise. En raison de la pandémie et d'un déménagement à mi-parcours, j'ai fait la totalité de ma maîtrise à distance. Mon professeur et les membres de son laboratoire seront vous dire que les rencontres virtuelles ne sont pas ma tasse de thé, mais mon directeur a été très patient. Son écoute, sa franchise, son ouverture et sa passion m'ont permis de passer au travers des moments plus difficiles. Je voudrais également remercier Célia Kinsbury et Josyane Lapointe pour être toujours là quand j'ai des questions, pour m'écouter et me motiver dans les moments de doutes, et pour être toujours partante pour embarquer dans toutes sortes de projets. Merci également à Samuel Saint-Amour et à Jean-Philippe Lachance, pour votre soutien, et surtout vos débats toujours intéressants qui m'ouvrent sur différents sujets et points de vue. Enfin, merci à Félix Lauzon, sur qui je peux toujours compter pour me soutenir et m'encourager, et qui est toujours au bout du téléphone quand j'en ai besoin.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS.....	ii
LISTE DES FIGURES.....	vi
LISTE DES TABLEAUX.....	vii
LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES.....	viii
LISTE DES SYMBOLES ET DES UNITÉS.....	ix
RÉSUMÉ.....	x
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE 1 L'UTILISATION DE L'AUTOMOBILE ET SON IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTÉ	3
1.1 État de l'utilisation de l'automobile au Québec.....	3
1.2 Concept de la dépendance à l'automobile.....	4
1.3 Impacts de l'utilisation de l'automobile sur l'environnement.....	5
1.3.1 Émissions de gaz à effets de serres de l'automobile.....	5
1.3.2 Pollution de l'air.....	5
1.4 Impacts de l'utilisation de l'automobile sur la santé en milieu urbain.....	6
1.4.1 Impact de l'utilisation de l'automobile sur la santé physique.....	6
1.4.2 Impact de l'utilisation de l'automobile sur la santé mentale.....	7
CHAPITRE 2 LE TRANSPORT ACTIF ET SES BÉNÉFICES POUR LA SANTÉ ET L'ENVIRONNEMENT.....	9
2.1 Définition du transport actif.....	9
2.2 Bénéfices du transport actif pour la santé.....	9
2.3 Bénéfices du transport actif pour la lutte aux changements climatiques.....	11
2.3.1 Diminution des gaz à effets de serre.....	12
2.3.2 Diminution de la concentration de particules fines.....	13
CHAPITRE 3 CADRE THÉORIQUE ET CONCEPTUEL.....	15
3.1 Théorie du comportement planifié.....	15
3.1.1 Construits de la théorie du comportement planifié.....	15
3.1.1.1 Attitudes.....	15
3.1.1.2 Contrôle perçu.....	16
3.1.1.3 Normes subjectives.....	16
3.1.1.4 Intention.....	16
3.1.2 Théorie du comportement planifié et transport actif.....	17
3.2 Construit d'habitude.....	18

3.2.1	Définition du construit d'habitude	19
3.2.2	Habitudes et transport actif.....	19
CHAPITRE 4	REVUE DE LITTÉRATURE.....	21
CHAPITRE 5	MÉTHODE DE RECHERCHE.....	28
5.1	Objectifs et hypothèses	28
5.2	Devis.....	29
5.3	Déroulement de l'étude.....	29
5.3.1	Recrutement	29
5.3.2	Questionnaires en ligne.....	29
5.4	Participants.....	30
5.4.1	Critères d'inclusion	30
5.4.2	Critères d'exclusions.....	30
5.5	Variables dépendantes	30
5.5.1	Fréquences de l'utilisation du vélo d'hiver.....	30
5.5.2	Construits de la théorie du comportement planifié	30
5.5.3	Niveau d'automatisme de l'utilisation de l'automobile	30
5.6	Variables indépendantes	31
5.6.1	Socio-démographiques.....	31
5.6.2	Valeurs environnementales.....	31
5.6.3	Orientation politique.....	31
5.6.4	Perception de l'environnement cyclable.....	31
5.7	Analyses statistiques	32
5.8	Résultats attendus.....	33
CHAPITRE 6	ARTICLE DE MAÎTRISE (EN ANGLAIS)	34
ABSTRACT.....		36
Study methods and procedures		40
Participants		40
Measures		41
<i>Questionnaire 1</i>		41
<i>Questionnaire 2</i>		42
Data analysis		42
Participants characteristics		43
Perception of environment		48
Psychological constructs		50
Impacts of the number of years of winter bicycle commuting		52
Perception of environment		54

CONCLUSION.....	63
ANNEXE A QUESTIONNAIRE 1.....	66
ANNEXE B QUESTIONNAIRE 2.....	72
RÉFÉRENCES.....	73

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 Répartition modale des déplacements domicile-travail pour l'ensemble du Québec. (Lavolette, 2020)	4
Figure 2.1 Les effets d'un transfert de l'utilisation de l'automobile au transport actif. * Les flèches vertes représentent un effet positif. ** Les flèches rouges représentent un effet négatif. *** L'épaisseur des flèches représente un effet plus ou moins grand.....	14
Figure 3.1 La théorie du comportement planifié (TCP) (adapté de Ajzen, 1991)	16
Figure 3.2: La relation entre les facteurs individuels et sociaux et le choix de mode de transport. (Adapté de Javard et al., 2020) * La grosseur des cercles représente l'importance des relations entre les facteurs et le mode de transport. ** « Beliefs » inclut le contrôle perçu. *** Les encadrés rouges représentent les construits de la TPC et les habitudes. **** Les boîtes vides représentent un manque de données.....	18

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 5.1 Résumé des mesures des questionnaires	32
---	----

LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES

TA : Transport actif

AP : Activité physique

GES : Gaz à effet de serres

GIEC : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

TPC : Théorie du comportement planifié

CO₂ : Dioxyde de carbone

PM_{2,5} : Particules fines égale ou plus petite que 2,5 µm

PM₁₀ : Particules fines égale ou plus petite que 10 µm

NO_x : Oxyde d'azote

LISTE DES SYMBOLES ET DES UNITÉS

μm : micromètre

km : kilomètre

% : pourcentage

$^{\circ}\text{C}$: Degré Celsius

RÉSUMÉ

Introduction. Le vélo d'hiver utilitaire est une pratique de plus en plus populaire au Québec et est associé à des avantages pour la santé publique et environnementale. À ce jour, la recherche n'a pas encore examiné les facteurs psychologiques associés à ce mode de transport. La théorie du comportement planifié (TCP) et le niveau d'automatisme ou d'habitude sont des facteurs psychologiques connus associés aux choix du mode de transport et aux déplacements actifs. **Objectifs.** Les objectifs de l'étude sont d'évaluer si les construits de la TCP et l'automatisme sont associés longitudinalement à l'utilisation du vélo d'hiver utilitaire et si le niveau d'automatisme aura un effet prédictif plus fort que l'intention sur les déplacements à vélo en hiver. **Méthodes.** Nous avons réalisé une étude prospective et longitudinale avec deux questionnaires en ligne. Le premier questionnaire évalue les variables sociodémographiques, les valeurs environnementales, l'orientation politique, la perception de l'environnement cyclable, les attitudes, les habitudes d'utilisation du vélo d'hiver utilitaire et l'utilisation de la voiture. Quatre semaines plus tard, le deuxième questionnaire recueille des données sur l'utilisation réelle du vélo d'hiver utilitaire au cours des sept derniers jours. **Résultats.** L'âge moyen était de 44 ans, 60 % des participants se sont identifiés comme des hommes. Nos résultats ont démontré que les construits de la TCP (à l'exception des normes subjectives) et l'automatisme influençaient significativement, positivement et longitudinalement l'utilisation du vélo d'hiver utilitaire. Le niveau d'automatisme est plus fortement associé aux déplacements à vélo d'hiver que l'intention. **Conclusion.** Cette étude fournit une base solide pour de futures recherches et les résultats peuvent aider à guider les décideurs politiques sur les mesures à mettre en place pour augmenter la part modale du vélo en hiver.

Mots clés : Transport actif, vélo, théorie du comportement planifié, habitude, longitudinal, changements climatiques,

INTRODUCTION

Le transport actif (TA) est un enjeu majeur dans la lutte aux changements climatique et pour l'amélioration de la santé humaine. Les constats sont très inquiétants, autant du côté du niveau d'activité physique (AP) des Québécois que de la lutte aux changements climatiques. Seulement 41 % de la population québécoise de 15 ans et plus atteignent les recommandations canadiennes en AP de 150 minutes d'activités d'intensité modérée à élevée par semaine et les efforts pour limiter le réchauffement climatique sous les 1,5 degré Celsius d'ici 2030 ne sont pas suffisants. La pratique du TA permet d'adresser ces deux problématiques simultanément. En effet, la pratique du TA entraîne une augmentation de l'activité physique (AP) et une amélioration de la santé cardiovasculaire. De plus, lorsqu'un déplacement en voiture est remplacé par un déplacement en TA, il y a une diminution des émissions de gaz à effets de serre associé à l'utilisation de l'automobile. Sachant que le secteur automobile est responsable de 30 % des émissions de GES total au Canada, diminuer l'utilisation de l'automobile est un des gestes individuels d'atténuation des gaz à effet de serre (GES) les plus efficaces. Dans l'optique de la santé planétaire, qui stipule que la santé humaine dépend de la santé des systèmes naturels de la planète et d'une gestion saine de ceux-ci, le TA est un domaine de la kinésiologie fort prometteur.

Plusieurs personnes choisissent le vélo comme moyen de transport alternatif, et ce, même l'hiver. Par exemple, entre 2015 et 2017, le nombre de cyclistes utilisant les quatre pistes cyclables les plus fréquentées sur l'île Montréal a augmenté de 159 % en janvier et février. Ce projet se concentre sur le vélo d'hiver utilitaire puisqu'il s'agit d'un enjeu spécifique aux zones géographiques dont l'hiver est marqué comme au Québec. Dans le but final d'aider à la promotion du vélo d'hiver utilitaire, il est essentiel de bien comprendre les facteurs psychologiques associés à sa pratique. À notre connaissance, aucune étude ne se penche spécifiquement sur cette question, ciblant uniquement le vélo d'hiver dans la province du Québec.

Dès lors, l'objectif est d'identifier les facteurs psychologiques associés à la pratique du vélo d'hiver utilitaire au Québec. Le présent document est composé de six sections. Le premier chapitre explique les impacts de l'utilisation de l'automobile sur la santé et l'environnement. Ce chapitre permet de mettre en perspective l'importance d'une diminution de l'utilisation de l'automobile dans les prochaines années. Le deuxième chapitre explique les avantages du TA sur la santé et pour la lutte aux changements climatiques. Ce chapitre cible les avantages du TA, car la littérature est plus large et complète que pour seulement le vélo d'hiver. Le troisième chapitre décrit le choix des théories sur lesquelles se basent le projet de

recherche, soit la théorie du comportement planifié et le construit d'habitude. Le quatrième chapitre présente une revue de la littérature sur les déterminants associés au vélo d'hiver. Ensuite, le cinquième chapitre décrit la méthode de recherche et les outils qui seront utilisés pour répondre à l'objectif du mémoire. Les résultats de l'étude et une analyse de ceux-ci seront présentés au sixième chapitre sous la forme d'un article scientifique. Pour terminer, une conclusion générale de l'étude et une discussion des forces et des limites du projet seront abordées.

CHAPITRE 1

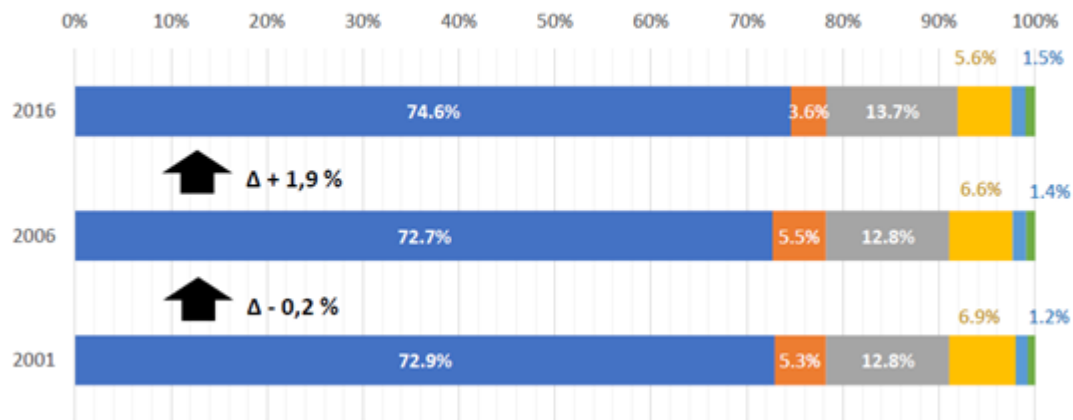
L'UTILISATION DE L'AUTOMOBILE ET SON IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTÉ

Pour commencer, il est essentiel d'aborder l'impact de l'automobile sur notre environnement et notre santé, car son utilisation est ancrée dans notre mode de vie depuis plusieurs décennies et entraîne des conséquences désastreuses sur l'environnement et sur notre santé. Ces impacts justifient le besoin urgent de modifier nos habitudes de transport vers des modes plus durables comme le TA. Le présent chapitre explore l'utilisation de l'automobile, les concepts de la dépendance à l'automobile et résume les impacts de l'automobile sur l'environnement et la santé.

1.1 État de l'utilisation de l'automobile au Québec

Depuis 1980, il y a de plus en plus de véhicules sur les routes du Québec. L'augmentation est plus rapide que l'augmentation de la population et que le nombre de permis de conduire émis pour les 16 ans et plus (Laviolette, 2020a). Plus précisément, entre 1990 et 2017, le nombre de véhicules à usage personnel a augmenté 2,5 fois plus rapidement que la croissance de la population. L'augmentation du taux de motorisation au Québec dans les dernières années (2000 à 2017) est plus élevée que la moyenne canadienne avec une augmentation de 19 % comparativement à 13 % (Statistique Canada, 2020). De plus, ce sont les camions légers (véhicules utilitaires sports ou VUS, pick-up et fourgonnettes) qui affichent la plus grande augmentation avec une croissance de 128 % entre 2000 et 2017, ce qui implique que 80 % des nouveaux véhicules sur les routes pendant cette période étaient des camions légers (Laviolette, 2020a). L'utilisation de l'automobile a également augmenté dans les dernières années. En effet, entre 2001 et 2016, il y a eu une augmentation de 15 % des déplacements entre les lieux de résidence et de travail, en raison notamment de la croissance de la population et de l'économie. Cette augmentation entraîne inévitablement une utilisation plus élevée de l'automobile, sachant que la part modale de l'utilisation de l'automobile est relativement stable (figure 2.1) (Statistique Canada, 2017a). En d'autres mots, il y a de plus en plus d'automobiles sur les routes, elles sont de plus en plus grosses, et nous les utilisons davantage.

Figure 1.1 Répartition modale des déplacements domicile-travail pour l'ensemble du Québec.
(Lavolette, 2020)



1.2 Concept de la dépendance à l'automobile

La dépendance à l'automobile est un concept qui a émergé dans les années 1990 et qui a fait l'objet d'un nombre croissant d'études. En 1999, Dupuy conclue que la dépendance à l'automobile va au-delà d'un attachement individuel et d'une dépendance à son utilisation, mais que la dépendance est également structurelle et sociétale (Dupuy, 1999). Par exemple, les infrastructures se développent de façon à avantager l'utilisation de l'automobile, ce qui augmente le nombre d'automobiles sur les routes et donc on investit davantage pour créer plus d'infrastructures et ainsi de suite. L'étalement urbain en est un bon exemple. Lorsqu'il y a de la congestion sur des axes routiers qui relient des villes importantes, la solution principalement adoptée est de construire plus de routes afin d'alléger la circulation. Toutefois, les effets d'allégement permettent à plus d'automobilistes d'utiliser ces routes ce qui, au final, a pour conséquence d'amplifier la congestion (Dupuy, 2011).

D'un point de vue individuel, l'automobile est maintenant considérée comme essentielle, permettant de combler des besoins humains, comme l'indépendance ou l'autonomie, et de participer à la vie sociale et économique (Lavolette, 2020a). Les publicités qui vantent les émotions positives reliées à la conduite, la symbolique forte et le mode de vie associé à l'automobile contribueraient au phénomène de dépendance à l'automobile (Stokes et Hallett, 1992). Enfin, la dépendance à l'automobile rend d'autant plus difficile les changements vers des modes de transports alternatifs, comme le TA, car les individus ne considèrent pas ces alternatives comme acceptables et réalisables.

1.3 Impacts de l'utilisation de l'automobile sur l'environnement

L'utilisation de l'automobile a des impacts négatifs majeurs sur l'environnement, notamment via l'émission de GES et la pollution de l'air. Au Québec, les émissions de GES reliés au secteur des transport continue d'augmenter et le nombre croissant de véhicules sur les routes contribue davantage à la pollution de l'air.

1.3.1 Émissions de gaz à effets de serre de l'automobile

Au Canada, le secteur des transports est le seul secteur qui continue à augmenter ces émissions de GES, avec une augmentation de 22 % depuis 1990, alors que les émissions des autres secteurs (industrie, agriculture, etc.) sont en baisse de 24 % depuis 1990 (Delisle *et al.*, 2018). En effet, les émissions sont passées de 130 mégatonnes en 2005 à 154 Mt en 2018, ce qui pourrait être expliqué par l'augmentation du nombre d'automobiles sur les routes et des déplacements. Au Québec, le transport des passagers représente 64 % des émissions du secteur des transports, selon les chiffres de l'année 2016, alors que pour le Canada, le transport des passagers représente 49 % des émissions totales du secteur des transports. Si l'on prend seulement le transport de passagers au Québec, celui-ci émet 22,2 % des émissions total de la province (Delisle *et al.*, 2018).

De plus, l'étalement urbain dû à l'utilisation croissante de l'automobile cause, entre autres, l'accaparement de terres agricoles, l'imperméabilisation des sols, la pollution de cours d'eau et la destruction d'habitats et d'écosystèmes (Laviolette, 2020a).

1.3.2 Pollution de l'air

Selon le rapport « *The Lancet Countdown on health and climate change : ensuring that the health of a child born today is not defined by a changing climate* », les voitures à essence rejettent plus de la moitié de l'oxyde d'azote émis sur la planète et une part importante de fines particules, ce qui contribue à la pollution de l'air et aux changements climatiques (Watts *et al.*, 2019). Au Québec, ce sont 85 % des émissions de NOx (oxyde d'azote) et 17 % des émissions de fines particules qui proviennent du secteur du transport, dû notamment au frottement des pneus et à la combustion du carburant (Lebel *et al.*, 2012). De plus, la grosseur des véhicules qui augmente, avec une part de plus en plus importante de camions légers, contribue à l'augmentation de la pollution de l'air, car les camions légers sont plus lourds et consomment davantage (Laviolette, 2020a).

1.3.3 Impact environnemental de l'automobile en hiver

L'impact environnemental de l'automobile est plus élevé en période hivernale. En effet, les températures froides sont associées à une consommation d'essence plus élevée. Par exemple, l'Agence pour la protection de l'environnement des États-Unis estime qu'une diminution de la température passant de 24 °C à 7 °C peut augmenter la consommation d'essence de 12 à 28 % dans les centres urbains. De plus, la neige et la glace augmentent les dérapages, ce qui accentue la consommation d'essence de 7 à 35 % (Ministère des ressources naturelles du Canada, 2014).

1.4 Impacts de l'utilisation de l'automobile sur la santé en milieu urbain

L'utilisation de l'automobile n'a pas seulement des impacts sur notre environnement, mais également sur notre santé. L'utilisation de l'automobile affecte autant la santé physique que mentale et son impact sur l'environnement cause également des effets indirects sur la santé.

1.4.1 Impact de l'utilisation de l'automobile sur la santé physique

L'utilisation de l'automobile au quotidien est considérée comme une activité sédentaire et est associée à une santé cardiovasculaire détériorée (Sugiyama *et al.*, 2020). Dans une revue systématique de McCormack et Virck, composée de 10 études longitudinales et transversales du Royaume-Uni, d'Espagne, de Colombie et du Canada, 80 % des études ont identifié une association positive et significative entre l'augmentation, en temps ou en distance, des habitudes de conduite et un risque plus élevé de prise de poids (McCormack et Virck, 2014). Selon une étude transversale réalisée à Atlanta (Georgie, É-U) avec plus de 10 800 participants âgés de 16 ans et plus, une augmentation d'une heure du temps de conduite par jour est associée à une hausse de 6 % des risques d'obésité (Frank *et al.*, 2004). La réduction de l'utilisation de l'automobile pourrait également avoir un effet indirect sur la santé de la population en réduisant le nombre de blessés de la route (Smargiassi *et al.*, 2020). La pollution de l'air due à l'utilisation de l'automobile entraîne aussi des risques pour la santé (Watts *et al.*, 2019). En effet, Bhalla et ses collègues ont évalué à 184 000 le nombre de morts associés la pollution de l'air causée par les automobiles (PM_{2,5}) en 2010, selon les données du « Global burden of Disease » de l'Organisation mondiale de la santé (Bhalla *et al.*, 2014).

Les recommandations canadiennes, émises par la Société Canadienne de physiologie de l'exercice, mentionnent que le remplacement d'un comportement sédentaire par une AP peut procurer des bienfaits

pour la santé (Ross *et al.*, 2020). Le remplacement des courts trajets normalement réalisés en automobile par une forme de TA permettrait de diminuer le temps passé dans une activité sédentaire au profit d'une AP plus importante. Une étude réalisée dans la région du grand Montréal explique que 8 % des déplacements motorisés quotidiens sont réalisés sur des distances inférieures à 1.6 km. Le passage d'un transport motorisé à un TA pour des courts trajets permettrait à 8,3 % de la population du grand Montréal d'augmenter son niveau quotidien d'AP d'environ 2400 pas quotidiens (Morency *et al.*, 2014).

1.4.2 Impact de l'utilisation de l'automobile sur la santé mentale

Une étude longitudinale réalisée en Australie a utilisé les réponses de plus de 13 000 individus au sondage « Household, Income, and Labour Dynamics in Australia survey » entre 2001 et 2013 afin d'évaluer si le temps passé en transport pour se rendre au travail a un impact sur la santé mentale. Les résultats démontrent que plus un individu a un temps de déplacement élevé, plus il risque de développer des problèmes de santé mentale. En fait, se déplacer plus de six heures par semaine est associée à une diminution de la santé mentale comparativement à se déplacer moins de deux heures par semaine (Milner *et al.*, 2017). Les résultats d'une étude transversale, réalisée dans 11 villes latines américaines (Argentine, Colombie, Caracas, Fortaleza, La Paz, Lima, Mexico City, Montevideo, Panama City, Quito et Sao Paulo) qui examinait les associations entre les habitudes de transport et la santé mentale, indiquent qu'une augmentation de 10 minutes du temps de déplacement par jour augmente de 0,5 % la probabilité de souffrir de dépression (Wang *et al.*, 2019). De plus, l'exposition à la pollution sonore est associée à une augmentation des risques de dépression et le temps passé dans la congestion cause une augmentation du niveau de stress (Laviolette, 2020a). En effet, dans l'étude de Wang et ses collègues (2019), une augmentation de 10 minutes de plus de congestion était associée à une probabilité 0,8 % plus élevée de souffrir d'une dépression.

Finalement, depuis les dernières années, il y a une augmentation de l'utilisation de l'automobile au Québec malgré le contexte d'urgence climatique et la connaissance des conséquences de l'utilisation de l'automobile sur la santé des humains. Cette réalité peut être expliquée en partie par le concept de la dépendance à l'automobile, qui associe l'automobile à des normes et des valeurs sociales positives, et qui sont ancrés dans notre société. Cet enjeu n'est pas à négliger dans les études qui visent les changements de comportement de l'automobile vers des modes de transport alternatifs. Ce chapitre met en perspective le but derrière ce projet de maîtrise qui est certes de promouvoir le transport à vélo l'hiver, mais

indirectement de permettre une diminution de la part modale des déplacements en automobile pour lutter contre les changements climatiques.

CHAPITRE 2

LE TRANSPORT ACTIF ET SES BÉNÉFICES POUR LA SANTÉ ET L'ENVIRONNEMENT

Le transport actif est au cœur de ce projet de maîtrise. Il est essentiel de bien le définir et de comprendre les bénéfices que peut engendrer sa pratique au niveau de la santé et sur le plan de la lutte au changement climatique. Ce chapitre traite du transport actif en général et non seulement du vélo d'hiver, car la littérature est plus complète sur ce sujet.

2.1 Définition du transport actif

Le TA représente « l'ensemble des moyens de déplacement ayant pour origine la force humaine » (Agence de la santé publique du Canada, 2012). Le vélo, la marche, la planche à roulettes et le patin à roues alignées en sont des exemples. Les activités de loisir ne sont pas considérées comme relevant du TA, car il n'y a pas de destination ou d'utilité ciblée au déplacement. Les déplacements en transport en commun sont à différencier du TA, bien qu'une certaine partie du trajet puisse être effectuée à pied ou à vélo. Selon le recensement de 2016 de statistique Canada, en moyenne 7,5 % des canadiens se déplacent quotidiennement en TA (vélo ou marche) pour aller au travail, lorsque le lieu de travail est fixe. Chez les 15 à 24 ans, le pourcentage grimpe à 11,5 %, et chez les 45 à 64 ans, le pourcentage diminue à 5,9%. Au Québec, pour la région de Montréal, le pourcentage est plus élevé avec 12,2 % des Montréalais qui se déplacent en TA. Chez les 15 à 24 ans, le pourcentage grimpe à 16,7 %, tandis qu'il diminue à 9,9 % pour les 45 ans et plus (Statistique Canada, 2017b).

2.2 Bénéfices du transport actif pour la santé

Les directives canadiennes en matière de mouvement recommandent 150 minutes d'activités d'intensité modérée à élevée par semaine afin d'optimiser les bénéfices pour la santé (Ross *et al.*, 2020). Au Québec, seulement 41 % de la population de 15 ans et plus atteint ces recommandations et 30 % sont inactifs, c'est-à-dire qui ne pratique aucune activité ou font moins d'une AP par semaine sur une période de quatre semaines (Institut de la statistique du Québec, 2018). Selon la Société canadienne de physiologie de l'exercice (SCPE), la marche rapide et le vélo sont de bons exemples d'exercices physiques d'intensité modérée et d'exercice à intensité élevée lorsque le cycliste ou le piéton grimpe une côte, par exemple. L'utilisation du TA permet d'intégrer l'AP à la routine quotidienne ce qui est un avantage non-négligeable

sachant qu'une des barrières associées à la pratique de l'AP est le manque de temps à y consacrer (Institut de la statistique du Québec, 2020).

La pratique du TA apporte de nombreux bénéfices à la santé. En effet, le TA permet d'augmenter le niveau d'AP et cette augmentation entraîne des bénéfices pour la santé (Rodrigues *et al.*, 2020). Saunders et ses collègues ont réalisé une revue systématique, comprenant 24 études interventionnelles, observationnelles et longitudinales qui proviennent de 12 pays du Nord-Ouest de l'Europe et de la Scandinavie, afin d'évaluer si le TA apporte des bénéfices significatifs à la santé (Saunders *et al.*, 2013). Tout d'abord, les études analysées sont consistantes et soutiennent les impacts positifs du TA sur la santé, soit la réduction des risques de mortalités toutes causes confondues, de l'hypertension et du diabète de type 2. Toutefois, ces impacts vont dépendre des caractéristiques du déplacement en TA, notamment la distance, la fréquence d'utilisation et les risques de blessures. Les auteurs ont également noté que la définition du TA varie d'une étude à l'autre, ce qui peut avoir un impact sur les résultats (Saunders *et al.*, 2013). Par exemple, une étude considérait le TA comme étant au moins 30 minutes de TA par jour et le transport inactif, moins de 30 minutes par jour, tandis que pour une autre étude, une journée de plus de 20 minutes de TA était considérée comme du TA. Une méta-analyse regroupant huit études longitudinales provenant de Finlande, France, Irlande, Suède et Japon, et totalisant 173 146 participants, associe l'utilisation du TA, soit marcher ou se déplacer à vélo au travail, à une réduction de 11 % des risques de maladies cardiovasculaires (Hamer et Chida, 2008). Les bénéfices semblent plus marqués chez les femmes (Hamer et Chida, 2008 ; Saunders *et al.*, 2013). Oja et ses collègues ont réalisé une revue systématique qui regroupe 16 études interventionnelles et observationnelles, afin d'évaluer les bénéfices de santé reliés à la pratique du vélo (Oja *et al.*, 2011). Les auteurs ont trouvé une relation positive et significative entre la quantité hebdomadaire de vélo pratiqué et une amélioration de la condition physique, une diminution du risque de mortalité toutes causes confondues, de maladies cardiovasculaires, de cancer du côlon et d'obésité (Oja *et al.*, 2011). De plus, une étude prospective réalisée en Angleterre avec des données de plus de 260 000 participants démontre que se déplacer à vélo ou à pied pour aller au travail diminue les risques de maladies cardiovasculaires, de mortalité toutes causes confondues et de cancer (Celis-Morales *et al.*, 2017). L'utilisation du TA est également un facteur protecteur de mortalité précoce (Kelly *et al.*, 2014).

Du côté de la santé mentale, une revue systématique qui évalue la relation entre le TA (la marche) et la dépression chez les adultes a trouvé des résultats inconsistants (Marques *et al.*, 2020). Cette revue

regroupe sept études transversales et longitudinales provenant des États-Unis, du Canada, du Japon, du Royaume-Uni et de l'Amérique Latine et Caraïbes (ALC). Deux études ont trouvé une relation positive. Un transfert de la voiture au TA diminue les risques de développer de nouveaux symptômes dépressifs. Cependant, cinq études n'ont pas trouvé de relation entre les deux (Marques *et al.*, 2020). Une seconde revue de la littérature réalisée par White et ses collègues analyse si la relation entre l'AP et la santé mentale est équivalente dans différents domaines de l'AP, dont l'AP relié au transport (14 % des articles) (White *et al.*, 2017). Les auteurs ont trouvé une association positive, mais faible et non-significative, entre la santé mentale et l'AP relié au transport avec comme modérateur de l'effet, le but du déplacement. En fait, le TA pour se rendre au travail a un effet positif plus grand sur la santé mentale que les déplacements qui impliquent d'autres buts (White *et al.*, 2017). Pour continuer, Singleton a réalisé un sondage sur 700 adultes de Portland en Oregon afin d'évaluer les déterminants du bien-être subjectif durant les déplacements selon différents modes de transport (Singleton, 2019). Les résultats suggèrent que la marche et le vélo ont des effets positifs sur le bien-être subjectif, mais que les utilisateurs du vélo ressentent davantage de détresse et de peur, et se sentent moins en sécurité que les automobilistes. En effet, la marche et le vélo ont obtenu des scores significativement plus élevés que l'auto (conducteur et passager) pour différentes mesures des déterminants du bien-être subjectif, notamment, la santé physique et mentale, la confiance, l'affect positif, le bien-être hédonique général et le plaisir (Singleton, 2019). Enfin, un sondage effectué sur le campus universitaire de Wisconsin-Milwaukee auprès de 2715 participants démontre que ceux qui ont changé d'un mode de transport motorisé à actif sont 2,5 fois plus susceptibles d'être satisfaits dans leurs déplacements. Cette satisfaction serait dû aux bénéfices de l'AP (réalisé pendant le TA) sur la santé physique et mentale, aux interactions sociales et au sentiment d'accomplissement relié aux valeurs pro-environnementales et à l'autonomie (Schneider et William, 2019).

En résumé, la pratique du TA permet d'intégrer efficacement l'AP dans la routine quotidienne et apporte des bénéfices à la santé comme la diminution des maladies cardiovasculaires, du risque de mortalité toutes causes confondues, de l'hypertension, de cancer et des risques de diabète de type 2. Une tendance semble indiquer un impact positif du TA sur le bien-être subjectif, mais les résultats ne sont pas consistants.

2.3 Bénéfices du transport actif pour la lutte aux changements climatiques

La substitution de courts trajets réalisés en automobile par un mode de TA entraîne également des répercussions positives sur l'environnement. L'impact le plus connu est la diminution des gaz à effets de

serre, mais il y a aussi la diminution de la concentration en particules fines dans l'air, indicateur principal de la pollution de l'air.

2.3.1 Diminution des gaz à effets de serre

Tout d'abord, les GES incluent la vapeur d'eau, le gaz carbonique, le méthane, les chlorofluorocarbones et le protoxyde d'azote, et ils créent un effet de serre en absorbant et en reflétant les rayons infrarouges émis par la Terre, ce qui permet de maintenir une température optimale pour la vie. Cependant, l'augmentation de la concentration des GES provoque un réchauffement supplémentaire qui affecte le climat sur la Terre (Taylor, 1991). Selon une revue systématique, la pratique du TA amène à une réduction de la concentration des GES (Bernard *et al.*, 2021). En effet, dans une étude expérimentale réalisée dans deux villes de la Nouvelle-Zélande, New Plymouth and Hastings, une diminution de 1 % des émissions de CO₂ a été démontrée au terme de la recherche. Ce chiffre peut sembler faible, mais il correspond aux émissions annuelles d'environ 1300 véhicules et si les résultats sont transposés à la grandeur de la Nouvelle-Zélande, alors ce serait une diminution de 0,23 million de tonnes de CO₂ qui pourrait être observée (Keall *et al.*, 2018). Au cours de l'étude, le taux d'utilisation du TA a augmenté de 30 %, mais le nombre de déplacements en véhicules motorisés a diminué de seulement 5,3 % (Keall *et al.*, 2018). Cet écart s'explique, entre autres, par le fait que ce sont les petits trajets (moins de 5 km) qui sont remplacés par le TA et ces trajets représentent seulement 13 % de la distance totale parcourue en véhicules motorisés. Dans le même sens, une étude observationnelle et longitudinale de Brand, réalisé auprès de 1849 participants dans 7 pays d'Europe (Belgique, Espagne, Royaume-Uni, Suède, Italie, Autriche et Suisse), indique que l'augmentation de la marche ou du vélo au détriment d'un mode de transport motorisé est associée significativement à une diminution des émissions de CO₂ du cycle de vie relié au transport (Brand *et al.*, 2020). Les émissions de CO₂ du cycle de vie incluent la fabrication, le fournisseur d'énergie (essence, humain, électricité, etc. ...) et l'utilisation associée au mode de transport. Plus précisément, pour chaque déplacement en automobile évité par jour et pour un déplacement de plus à vélo par jour, les émissions de CO₂ du cycle de vie associé au transport diminuent de 67 % par jour (Brand *et al.*, 2020). Une seconde étude observationnelle et longitudinale, réalisée au Royaume-Uni (Cardiff), a suivi 50 résidents pendant 14 jours afin d'évaluer le potentiel de réduction des GES en remplaçant de courts trajets en automobile (moins de 4,8 km) par du TA (Neves et Brand, 2019). Un total de 4,5 % de tous les trajets enregistrés avaient le potentiel d'être fait par TA, ce qui aurait permis de diminuer de 4,5 % le total des GES associés au transport enregistré lors de cette étude. Les auteurs ont également montré que les trajets déjà effectués par la marche ou le vélo avaient permis d'éviter 4,9 % des émissions de GES (Neves et Brand,

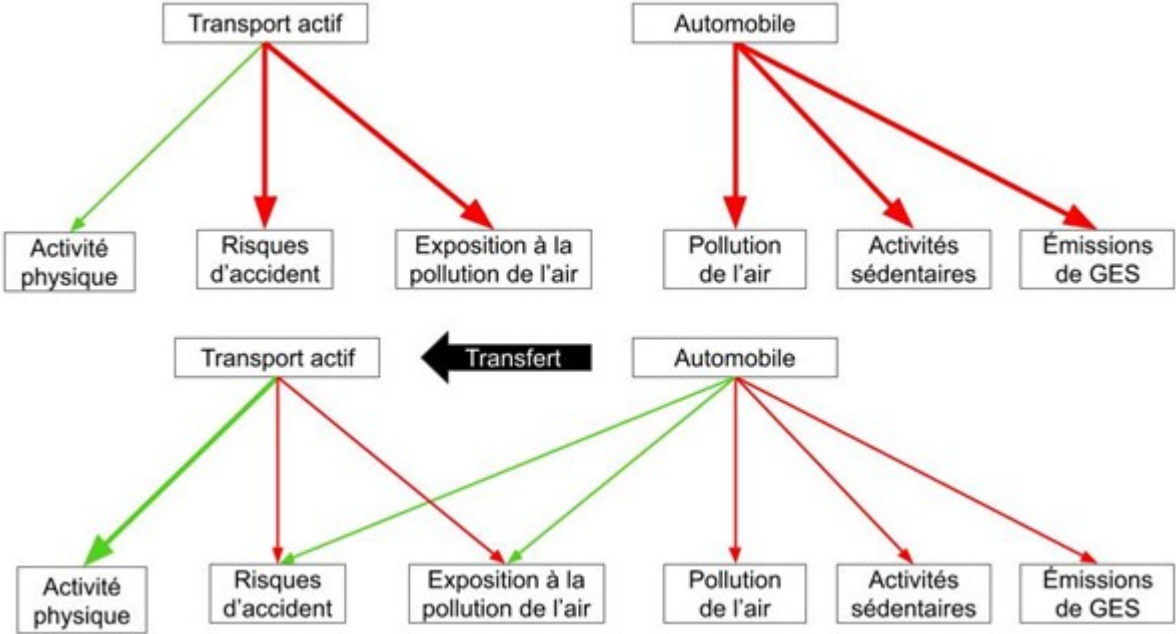
2019). De plus, une étude par modélisation australienne a examiné différents scénarios pour le TA (vélo) pour 2030 à Adélaïde, une ville de 1,4 million d'habitants. Si 5 % ou 10 % des utilisateurs de voitures changeaient leur mode de transport motorisé pour le vélo, il y aurait une diminution des émissions de CO₂ de 2,35 % et de 2,93 % respectivement, comparativement à la situation actuelle (Xia *et al.*, 2015).

2.3.2 Diminution de la concentration de particules fines

Un autre bénéfice du TA pour l'environnement est la réduction de la pollution de l'air, qui est due notamment à l'usure des pneus, des freins et de la chaussée, en plus des particules liées aux gaz d'échappement (Watts *et al.*, 2019). La pollution de l'air est mesurée en termes de concentration de particules fines présentes dans l'air. Les indicateurs la concentration des particules PM_{2,5}, (particules avec un diamètre plus petit ou égal à 2,5µm), et de particules PM₁₀, (particules avec un diamètre plus petit ou égale à 10µm) sont généralement utilisés dans les études. Les études de projections sur le transport réalisées en Australie, au Brésil et en Espagne (en milieu urbain) évaluent une baisse de la quantité de particules fines présentes dans l'atmosphère lorsque les scénarios s'appuient sur le développement du TA (Bernard *et al.*, 2021). Plus précisément, dans l'étude de Xia et ses collègues réalisée en Australie, le passage de 5 % ou de 10 % des utilisateurs de l'automobile vers l'utilisation du vélo en 2030 entraînerait une réduction de 8,5 % et 8,6 % respectivement des émissions totales de PM_{2,5} liées au trafic (Xia *et al.*, 2015).

En résumé, le changement de mode de transport de l'automobile au TA pour les courtes distances aurait un impact non-négligeable sur la diminution des émissions de GES et de la pollution de l'air. Le TA est un comportement qui, tout en aidant à améliorer la santé humaine, permet de diminuer l'impact environnemental de ceux-ci. Les deux premiers chapitres de ce mémoire soulignent les motivations derrière ce sujet et l'importance de ce projet d'étude, qui vise ultimement à aider à augmenter l'utilisation du TA (vélo) en hiver et de diminuer l'utilisation de l'automobile. Afin d'atteindre cet objectif, il faut tout d'abord mieux comprendre ce comportement, et donc connaître les facteurs psychologiques qui y sont associés.

Figure 2.1 Les effets d'un transfert de l'utilisation de l'automobile au transport actif. * Les flèches vertes représente un effet positif. ** Les flèches rouges représentent un effet négatif. *** L'épaisseur des flèches représente un effet plus ou moins grand.



CHAPITRE 3

CADRE THÉORIQUE ET CONCEPTUEL

Ce projet de maîtrise vise à déterminer les facteurs psychologiques associés à la pratique du vélo d'hiver utilitaire. Afin de bien comprendre le choix des modes de transport, la théorie du comportement planifié (TCP) et le construit d'habitude seront utilisés. Le présent chapitre expliquera ces concepts et justifiera le choix de leur utilisation.

3.1 Théorie du comportement planifié

La TCP est introduite en 1985 par le chercheur Ajzen. Il s'agit d'une extension de la théorie de l'action raisonnée, également créée par Ajzen quelques années auparavant (Ajzen, 1991). La TCP permet de prédire et d'expliquer un comportement dans un contexte donné (Ajzen, 1991). La théorie suppose que l'individu est rationnel et évalue les avantages et les conséquences de l'action avant d'agir. Il s'agit d'un modèle de référence de la psychologie sociale utilisé partout à travers le monde. La TCP est utilisée dans les recherches sur les attitudes dans plusieurs domaines comme la consommation, l'éducation, la santé, les transports et l'environnement (Cestac et Meyer, 2010). La TCP est la théorie la plus utilisée dans la littérature scientifique pour expliquer le choix des modes de transport (Havličková et Zámečník, 2020 ; Javaid *et al.*, 2020 ; Laviolette, 2020b).

3.1.1 Construits de la théorie du comportement planifié

La théorie est centrée sur l'intention, qui influence directement le comportement donné et l'intention est modulée par trois antécédents : les attitudes, les normes subjectives et le contrôle perçu (Voir figure 3.1) (Ajzen, 1991).

3.1.1.1 Attitudes

L'attitude fait référence à l'évaluation, favorable ou défavorable, d'une personne vis-à-vis du comportement ciblé. Par exemple, pour le présent projet, une personne pourra avoir une attitude défavorable face à l'utilisation du vélo l'hiver et une attitude favorable face à l'utilisation de la voiture.

3.1.1.2 Contrôle perçu

Le contrôle perçu rassemble les croyances selon lesquelles l'individu a accès aux ressources et aux opportunités pour exécuter le comportement adéquatement (Conner et Norman, 2007). Par exemple, un individu pourrait ne pas connaître l'emplacement des pistes cyclables dans son quartier et ainsi croire qu'il n'a pas accès aux infrastructures nécessaires. Le contrôle perçu s'appuie également sur l'auto-efficacité, qui englobe les croyances d'un individu face à ses propres capacités à réaliser le comportement. Ici, l'individu pourrait avoir peur de se perdre en chemin jusqu'à son travail. Le contrôle perçu peut-être un prédicteur à la fois de l'intention et du comportement lui-même.

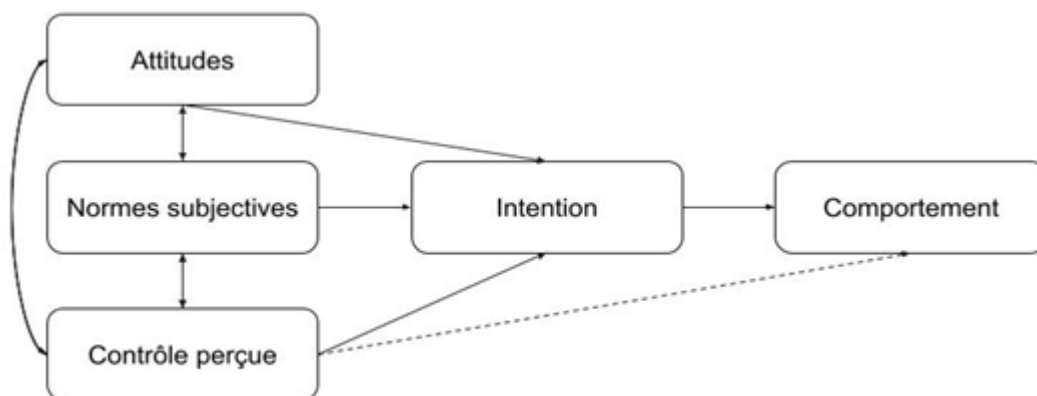
3.1.1.3 Normes subjectives

Les normes subjectives sont l'évaluation sociale du comportement, c'est-à-dire, l'opinion que les autres personnes ont par rapport à ce comportement, selon l'individu. Il s'agit le plus souvent de personnes proches de l'individu, car leur opinion aura une importance pour celui-ci (Ajzen, 1991). Par exemple, les collègues de travail et la famille d'un individu pourraient avoir une attitude négative face à la pratique du vélo d'hiver et une attitude positive face à l'utilisation de l'automobile.

3.1.1.4 Intention

L'intention est le facteur central de la TCP qui représente l'intention ou non de performer un comportement précis (Ajzen, 1991). Plus l'intention sera grande, plus un individu mettra de l'effort pour accomplir la tâche et plus les chances de réellement passer à l'action seront élevées. L'intention est influencée par les construits décrits plus haut soit les attitudes, les normes subjectives et le contrôle perçu. La figure 3.1 représente les relations impliquées dans la TCP.

Figure 3.1 La théorie du comportement planifié (TCP) (adapté de Ajzen, 1991)



3.1.2 Théorie du comportement planifié et transport actif

L'association entre les construits de la TCP et l'utilisation du TA a été testée dans plusieurs études. Javaid, Creutzig et Bamberg ont réalisé une revue systématique de revues de la littérature afin d'analyser le niveau de preuve des relations entre les facteurs individuel, social et structurel associé avec le choix de mode de transport en milieu urbain (Javaid *et al.*, 2020). Dans leur étude, qui inclut 75 articles, les construits de la TCP, attitudes et contrôle perçu, font partie des facteurs individuels, tandis que les normes subjectives font partie des facteurs sociaux. Les résultats démontrent que l'attitude, le contrôle perçu et les normes subjectives sont corrélées modérément et positivement avec l'utilisation de modes de transport alternatifs (incluant le TA), avec un niveau de confiance moyen pour l'attitude et élevé pour le contrôle perçu et les normes subjectives (voir Figure 3.2) (Javaid *et al.*, 2020). De plus, une revue systématique avec méta-analyse basée sur 43 études rapporte que les corrélations les plus fortes pour l'utilisation de mode de transport alternatif (incluant le TA) sont les intentions, le contrôle perçu, les attitudes et les normes subjectives (Hoffmann *et al.*, 2017).

Aussi, une étude observationnelle de Bird et ses collègues a examiné si une version étendue de la TCP (ajout du construit de l'habitude et de la visibilité perçue des comportements de marche et de vélo dans le quartier) peut prédire un changement à la marche ou à vélo comme mode de transport ou loisirs (Bird, 2018). Les résultats indiquent que tous les construits de la TCP, sauf les normes subjectives, sont associé significativement à un changement dans le temps de marche ou de vélo par semaine. Les auteurs ont conclu que les interventions futures pour la promotion de la marche et du vélo par intervention individuelle devraient se concentrer, entre autres, sur le développement des attitudes positives, du contrôle perçu et des intentions (Bird, 2018). De plus, les résultats d'un sondage réalisé auprès de 794 Suédois indiquent que plus l'attitude des participants était négative envers le TA, moins grande était leur intention de modifier leur comportement (augmenter l'utilisation du TA) (Olsson *et al.*, 2018). Cette étude soutient la relation entre l'attitude envers un comportement et l'intention de modifier ce comportement de la TCP. En d'autres mots, les construits de la TCP sont des facteurs psychologiques importants dans l'explication du choix de mode de transport, particulièrement pour l'utilisation du TA.

Figure 3.2: La relation entre les facteurs individuels et sociaux et le choix de mode de transport. (Adapté de Javaid et al., 2020) *La grosseur des cercles représente l'importance des relations entre les facteurs et le mode de transport. ** « Beliefs » inclus le contrôle perçu. *** Les encadrés rouges représentent les construits de la TPC et les habitudes. *** Les boîtes vides représentent un manque de données.



3.2 Construit d'habitude

Bien que la TCP soit utilisée fréquemment pour expliquer les choix de mode de transport, son efficacité a été remise en question, notamment, car la théorie considère le choix du mode de transport comme un choix rationnel et réfléchi, en omettant les actions qui peuvent être régulées automatiquement (Javaid *et al.*, 2020). Pour pallier ce manque, l'habitude est un construit théorique qui a été ajouté dans plusieurs études comme complément à la TCP (Chng *et al.*, 2018 ; Hoffmann *et al.*, 2017). Selon Javaid (2020), il y a un consensus scientifique de plus en plus fort qui indique que les modèles de prédiction des modes de transport doivent inclure une mesure indépendante de l'habitude puisque l'utilisation d'un mode de transport peut devenir une habitude. Dans la revue de littérature de Hoffman et ses collègues (2017), les résultats démontrent une relation positive entre l'habitude et l'utilisation des modes de transport. En fait, selon une étude de Aarts et ses collègues, l'intention est significativement associée au choix d'un mode de transport (TCP) quand les habitudes pour le choix du mode de transport sont faibles (Aarts *et al.*, 1998). Si les habitudes sont fortes, la relation entre l'intention et le comportement est diminuée. Dans une étude transversale de De Bruijn, qui avait comme objectif d'évaluer l'utilisation du construit d'habitude dans le contexte de la TCP, l'ajout de l'habitude à la TCP a permis d'augmenter significativement l'explication de la variance dans le choix de faire ou non du TA à partir du modèle (de Bruijn *et al.*, 2009).

3.2.1 Définition du construit d'habitude

L'habitude peut être définie comme une propension basée sur la mémoire à répondre automatiquement à des signaux spécifiques, qui sont acquis par la répétition de ces comportements dans des contextes stables (Wood et Neal, 2007). Il s'agit d'une action qui demande peu de ressources cognitives pour être réalisée. L'habitude persiste et s'automatise davantage quand la réponse est satisfaisante pour l'individu et que le contexte n'est pas modifié (Cestac et Meyer, 2010). Lorsqu'il y a une habitude, le processus n'est pas dirigé par une intention quelconque, ainsi, l'individu ne fera pas attention au choix alternatif qui s'offre à lui (Verplanken et Orbell, 2019).

Dans le présent projet, une habitude pourrait être associée à l'utilisation de l'automobile. Par exemple, pour se rendre au travail le matin (stimulus), un individu se lève et se prépare, puis prend son automobile (réponse). Il fait cette routine tous les matins depuis plusieurs années (contexte stable). Le choix de prendre son automobile devient donc une habitude et l'individu ne prend pas en compte les autres options de mode de transport, comme le TA. Dans le même ordre d'idées, un individu pourrait également avoir développé une habitude de l'utilisation du TA et prendre son vélo méthodiquement tous les jours pour se rendre au travail.

3.2.2 Habitudes et transport actif

Lorsqu'un individu développe une habitude à se déplacer en TA, il a plus de chance de continuer à faire du TA que ceux qui n'en ont pas l'habitude. Willis et ses collègues ont analysé 24 études dans une revue systématique afin de résumer l'influence de différents facteurs psychologiques et sociaux sur le choix d'utiliser le vélo comme mode de transport (Willis *et al.*, 2015). Quatre études ont examiné l'effet des habitudes et concluent que les individus qui ont une habitude à faire du vélo sont plus susceptibles de faire du vélo dans le futur (Willis *et al.*, 2015). De plus, les résultats d'une étude transversale de De Bruijn et ses collègues indiquent que lorsque le niveau d'habitude d'utilisation du vélo est élevé, la relation entre l'intention d'utiliser le vélo et l'utilisation réelle du vélo (relation intention-comportement de la TCP) est faible et non significative (de Bruijn *et al.*, 2009). En effet, lorsqu'une habitude est formée pour un comportement donné, la décision de réaliser le comportement demande peu de ressources cognitives. Ceci vient affaiblir la relation intention-comportement de la TCP, qui se base essentiellement sur des processus cognitifs. À l'inverse, lorsque l'habitude d'utiliser le vélo est faible, la relation intention-comportement de la TCP devient plus grande et significative, car la décision de réaliser ou non le comportement passera par des processus cognitifs (de Bruijn *et al.*, 2009).

Plusieurs études considèrent seulement la fréquence d'un comportement comme indicateur du niveau d'habitude (Boiché *et al.*, 2016). En fait, une habitude est une action qui est réalisée parce qu'elle est initiée et entretenue automatiquement par un contexte donné. Donc, cette action ne sera pas nécessairement réalisée régulièrement, à moins que les signaux environnementaux spécifiques au contexte ne soient présents (Gardner, 2012). Pour ces raisons, le niveau d'automaticité du comportement sera utilisé comme indicateur du niveau d'habitude dans cette étude.

CHAPITRE 4

REVUE DE LITTÉRATURE

Les chapitres précédents présentaient les avantages que représente un transfert modal de l'automobile au TA ainsi que deux concepts théoriques associés au choix de mode de transport. Puisque le présent projet se concentre sur la pratique du vélo lors de l'hiver, dans le contexte météorologique du Québec, ce chapitre présente l'état des connaissances sur les facteurs associés à la pratique du vélo d'hiver dans les pays de l'hémisphère nord. Cette section a été publiée au sein de la revue *Le Climatoscope* (octobre 2021) sous la forme de l'article ci-dessous.

Enjeux de société

FAIRE D'UNE PIERRE TROIS COUPS AVEC LE VÉLO D'HIVER : PLAISIR, SANTÉ ET LUTTE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Joanie Gervais, Josyane Lapointe, Célia Kingsbury, Paquito Bernard

Département des sciences de l'Activité physique, Université du Québec à Montréal, Montréal, Québec
Centre de recherche, Institut Universitaire de Santé Mentale en Montréal, Montréal, Québec, Canada

Au Québec, entre 1990 et 2017, la croissance annuelle du nombre de nouvelles voitures a été 2,5 fois supérieure à celle de la population ainsi qu'au nombre de permis de conduire émis pour les plus de 16 ans (données de la société de l'assurance automobile du Québec et de l'institut de la statistique du Québec; Lavolette, 2020). De plus, ce sont les camions légers (véhicules utilitaires sport, camionnettes et fourgonnettes) qui affichent la plus forte augmentation avec une croissance de 128 % entre 2000 et 2017. En d'autres termes, 80 % des nouveaux véhicules sur les routes pendant cette période étaient des camions légers (Lavolette, 2020). Ajoutée à leur nombre grandissant sur les routes, l'utilisation de la voiture a également augmenté dans les dernières années. En effet, entre 2001 et 2016, il y a eu une augmentation de 15 % des déplacements entre les lieux de résidence et de travail, en raison notamment de la croissance de la population et de l'économie. L'utilisation de la voiture présente des impacts négatifs majeurs sur l'environnement et la santé, notamment par l'émission de gaz à effet de serre (GES), l'exposition à des particules fines dans l'air et une durée de sédentarité croissante. À titre d'exemple, une utilisation prolongée de la voiture est associée à des risques élevés de développer des maladies cardiovasculaires (Sugiyama et al., 2020). De plus, l'étalement urbain, qui a pour préalable l'utilisation de l'automobile, accélère l'accaparement de terres agricoles, l'imperméabilisation des sols, la pollution de cours d'eau et la destruction d'habitats et d'écosystèmes (Lavolette, 2020).

EN HIVER, C'EST PIRE!

L'impact environnemental de l'automobile est plus élevé en période hivernale. En effet, les températures froides sont associées à une consommation d'essence plus élevée. Par exemple, l'Agence pour la protection de l'environnement des États-Unis estime qu'une diminution de la température passant de 24 °C à 7 °C peut augmenter la consommation d'essence de 12 à 28 % dans les centres urbains. De plus, la neige et la glace augmentent les dérapages, ce qui accentue la consommation d'essence de 7 à 35 % [Ministère des ressources naturelles du Canada, 2014].

Du point de vue de la santé publique et de la santé environnementale, il est primordial de pallier cette problématique en réduisant l'utilisation de la voiture dans la population. À cet effet, de plus en plus de villes comprennent que la lutte aux changements climatiques passe par la promotion du transport actif au détriment de l'automobile et mettent en place des politiques publiques cohérentes avec cette réalité.

LE TRANSPORT ACTIF : UNE SOLUTION CONCRÈTE

Le transport actif est défini selon l'Agence de la Santé Publique du Canada comme « l'ensemble des moyens de déplacement ayant pour origine la force humaine » et participe au développement de la mobilité durable, qui représente la capacité des individus à se déplacer de façon efficace, sécuritaire, équitable et pérenne, tout en respectant les limites de l'environnement et des écosystèmes. Le vélo, la marche, la planche à roulettes et le patin à roues alignées en sont des exemples. Le transport actif est reconnu comme étant une solution à la réduction des émissions de GES (Bernard et al., 2021). À cet effet, une étude conclut que pour chaque déplacement quotidien en voiture évité et remplacé par un déplacement en vélo, les émissions de CO₂ (du cycle de vie) associé au transport diminuent de 67 % (Brand et al., 2021). Une étude de projection a examiné différents scénarios pour le transport actif (vélo) pour 2030 à Adélaïde, en Australie. Si 5 % ou 10 % des utilisateur.ri.c.e.s de voitures changeaient leur mode de transport motorisé pour le vélo, il y aurait une diminution des émissions de CO₂ de 2,35 % et de 2,93 % respectivement, comparativement à la situation actuelle (Xia et al., 2015). Globalement, la littérature stipule que même si la majeure partie des trajets en vélo se font sur de courtes distances (environ 5 km), le changement de mode de transport de la voiture au vélo pour ces trajets aurait un impact non négligeable sur la diminution des émissions de GES et de la pollution de l'air (Brand

et al., 2021). Cependant, malgré une augmentation de l'utilisation du vélo pour se déplacer, le nombre de déplacements en véhicules motorisés ne diminue pas de façon proportionnelle. En d'autres mots, les individus semblent augmenter leurs déplacements à vélo sans toutefois diminuer leurs déplacements en voiture.

QU'EN EST-IL DU VÉLO D'HIVER ?

Il est intéressant de constater que de plus en plus de personnes utilisent le vélo comme mode de déplacement l'hiver au Canada. En effet, le nombre de personnes à vélo l'hiver augmente sans cesse depuis les dernières années au Québec, la plus grande augmentation étant sur l'île de Montréal. Selon le bureau montréalais d'Éco-compteur, le nombre de personnes qui empruntent les pistes cyclables en hiver a bondi de 83 % en 2020 par rapport à la moyenne de 2015-2019. À l'intersection des rues Saint-Laurent et de l'Acadie, le nombre moyen de personnes à vélo par jour entre le 21 décembre 2019 et le 20 mars 2020 était de 560. Par contre, Vélo Québec précise que seulement 7 % des personnes à vélo effectuent un trajet au moins une fois entre décembre et mars, contrairement à 95 % durant les mois d'été (Poirier & Thériault, 2021).

Malgré le pourcentage en hausse de personnes à vélo l'hiver, peu d'informations sont disponibles sur la façon la plus optimale d'en faire la promotion au sein de la population. En ce sens, l'objectif de cet article est de dresser le portrait des utilisateur.ri.c.e.s du vélo d'hiver pour répondre à la question suivante : quels sont les facteurs individuels et environnementaux associés à une pratique du vélo d'hiver dans les pays de l'hémisphère nord ?

Nous avons mené une revue de la littérature narrative en interrogeant les bases de données suivantes : PSYCinfo, Scopus, SPORTDiscus et Pubmed, et en adaptant les équations de recherche avec les mots suivants : « *winter cycling* », « *modal shifts* », « *winter* », « *snow* », « *active transport* », « *bicycle* » et « *determinant* ». Les articles ont été sélectionnés selon les critères d'inclusion suivant : 1. Aborder la pratique du vélo d'hiver¹ de façon primaire ou secondaire; 2. Température moyenne pendant l'hiver sous 0 °C et une accumulation de neige au sol; 3. Analyse des habitudes des usager.ère.s; 4. Analyse des facteurs sociodémographiques, psychologiques ou environnementaux associés au vélo d'hiver. Les articles ont été exclus si leurs résultats ne prenaient pas en compte l'impact des conditions hivernales sur les habitudes des usager.ère.s. Ensuite, nous avons fait une analyse descriptive des articles, puis regroupé les facteurs analysés plus d'une fois.

1. Définition : Utilisation du vélo comme loisir ou comme transport au minimum 2 fois pendant la saison d'hiver

Le vélo d'hiver : Qui ? Pourquoi ? Comment ?

Treize études ont été incluses dans notre analyse. Elles proviennent du Canada (7), de la Norvège (5) et de la Suède (1) et consistent en des sondages ou des entrevues auprès de personnes qui pratiquent ou non le vélo d'hiver. Le Tableau 1 présente un résumé des caractéristiques de chaque étude.

QUI ? LE GENRE, L'ÂGE ET LES ATTITUDES PRO-ENVIRONNEMENTALES

Tout d'abord, les échantillons incluaient plus d'hommes que de femmes, ce qui peut laisser croire que les hommes sont plus intéressés que les femmes au vélo d'hiver. Effectivement, huit études incluaient 55 % à 85 % d'hommes et cinq études incluaient environ 50 % d'hommes. Ensuite, l'âge des utilisateur.rice.s de vélo d'hiver variait beaucoup entre les études, mais une tendance semble surgir. Les utilisateur.rice.s de vélo d'hiver sont âgé.e.s en moyenne entre 20 et 40 ans et leur probabilité de faire du vélo d'hiver augmente avec l'âge dans cet intervalle. Toutefois, trois études n'ont pas établi de relation entre l'âge et le fait de pratiquer le vélo d'hiver. Il faut donc prendre ces résultats avec précaution. Enfin, quatre études ont montré que les attitudes pro-environnementales étaient un facteur associé positivement à la pratique du vélo d'hiver.

Notamment, les résultats d'une étude réalisée sur le campus de l'université de McGill à Montréal, dont l'objectif était d'examiner les différents facteurs qui influencent la fréquence d'utilisation du vélo sur le campus, indiquent que, chez les personnes qui font du vélo « 4 saisons », les attitudes pro-environnementales sont associées positivement à la pratique du vélo d'hiver (Manaugh et al., 2017)

POURQUOI ? FAIRE DE L'EXERCICE PHYSIQUE ET SE RENDRE AU TRAVAIL

Trois études ont trouvé une association positive entre le fait de vouloir faire de l'exercice physique et la pratique du vélo d'hiver. Les résultats de deux études norvégiennes, réalisées au sein de campus universitaires, ont déterminé que la volonté d'avoir une meilleure forme physique était un facteur associé positivement à la pratique du vélo d'hiver. Dans les résultats d'une

étude réalisée en 2003 dans deux grandes entreprises suédoises, faire de l'activité physique a été identifié comme étant un des facteurs les plus importants associés à la pratique du vélo d'hiver (Bergström et Magnusson, 2003). De plus, cinq études ont trouvé une association positive entre la pratique du vélo d'hiver et le déplacement au travail. Plus précisément, la majorité des personnes pratiquant le vélo d'hiver se déplaçaient de leur domicile à leur lieu de travail.

COMMENT ? LES INFRASTRUCTURES, LA TEMPÉRATURE EXTÉRIEURE ET LA DISTANCE DE DÉPLACEMENT

D'abord, la densité des infrastructures est un facteur associé positivement à la pratique du vélo d'hiver, selon deux études qui indiquent que plus un environnement est perçu comme facilitateur, plus les utilisateur.rice.s du vélo d'hiver sont nombreux. La maintenance de ces infrastructures, c'est-à-dire le déneigement et le déglçage, est également un facteur associé à la pratique du vélo d'hiver. Les résultats d'une étude réalisée à Calgary indiquent que 61 % des personnes qui pratiquent le vélo d'hiver considèrent la glace sur les voies cyclables comme un frein majeur et 48 % considèrent le gravier et la neige comme un problème (Amiri et Sadeghpour, 2015). Dans le même ordre d'idées, l'analyse des résultats d'une étude à Ottawa et Montréal indique que la maintenance des pistes cyclables est un facteur associé positivement à la pratique du vélo d'hiver des participant.e.s. À cet effet, les résultats d'une étude à Edmonton montrent que le déneigement et la séparation des voies cyclables sont deux éléments associés positivement à la pratique du vélo d'hiver (Shirgaokar, 2016). De plus, les résultats d'une étude suédoise indiquent qu'une accumulation de neige diminue les chances d'utilisation du vélo et provoque un changement du mode de déplacement du vélo à la marche.

Il est très important de souligner que la température extérieure ne semble pas affecter les utilisateur.rice.s du vélo d'hiver. En effet, deux études rapportent que la température extérieure ne représente pas un frein à la pratique du vélo d'hiver. Une étude mentionne même que plus de 70 % des utilisateur.rice.s ne sont pas incommodés par des températures allant jusqu'à -20 °C. Également, trois études ont trouvé une association négative entre la distance de déplacement et la pratique du vélo d'hiver. En d'autres mots, plus une personne doit se déplacer longtemps, moins il y a de chance qu'elle choisisse le vélo d'hiver. Le Tableau 2 présente les résultats pour chacun des articles.

Tableau 1. Résumé des caractéristiques des études.

Articles	An	Région	% ♂	Devis	Objectifs	Caractéristiques
Bergström, A et Magnusson, R	2003	Suède	83 % 1998 78 % 2000	Transversal Sondages N=433 en 1998 N= 415 en 2000	Examiner le potentiel d'augmentation de l'utilisation du vélo d'hiver en améliorant la maintenance des pistes cyclables.	Transport en vélo au travail Cyclistes hiver 23 % et 51 % de l'échantillon
Daman-Siroirs, G. et El-Geneidy, A.	2014	Montréal, Canada	60 %	Transversal Sondage en ligne N = 2004	Déterminer des types multidimensionnels de cyclistes selon 7 facteurs dérivés de 35 variables.	Cible les cyclistes (minimum 1 fois dans la dernière année)
Egset et Nordfjærn	2019	Trondheim, Norvège	47 %	Transversal Sondage dans 2 universités Dragvoll Gløshaugen N=441	Analyser les priorités de transport comme un prédicteur de l'usage du transport actif et du transport public pour se rendre à l'université pendant l'hiver.	35 % transport actif Dragvoll = rural Gløshaugen = en ville
Kummeneje et al.	2019	Trondheim, Norvège	65 %	Transversal Sondage en ligne sur un site de cycliste N = 291	Analyser l'association entre les risques perçus et le choix de faire du vélo durant les différentes saisons.	Âge : 20 à 77 ans
Liu et al.	2015	Suède	50,8 %	Transversal Utilisation de 4 bases de données qui regroupent des données de 1991 à 2011 181 814 transports	Analyser l'influence des conditions météorologiques sur le choix du mode de transport chez les suédois selon différentes régions et saisons.	10,6 % des transports sont en vélo
Manaugh et al.	2017	Montréal, Canada	75 %	Transversal Sondage en ligne distribué sur le campus de l'Université McGill N = 4944	Examiner différents facteurs qui influencent la fréquence d'utilisation du vélo ou non sur le campus.	Étudiants, employés, professeurs Vélo toute l'année 1,4 % de l'échantillon
Mehdizadeh et al.	2019	Trondheim, Norvège	-	Transversal Sondage auto passation étudiants Campus universitaire de Dragvoll and Gløshaugen 316 réponses	Examiner les effets des normes et croyances environnementales et des situations socio-économiques sur le choix des modes de transport pour se rendre à l'université en été et en hiver.	31 % des déplacements sont du transport actif en hiver
Miranda-Moreno et al.	2013	Ottawa et Montréal	70 %	Transversal Sondage en ligne N = 474 (Ottawa) et N = 373 (Montréal)	Analyser les déterminants du cyclisme d'hiver dans les villes froides d'Amérique du Nord.	80 % cyclistes d'hiver
Nahal et Mitra	2018	Toronto, Canada	51 %	Transversal 2 sondages envoyés de façon aléatoire aux étudiants et employés de l'université Ryerson N = 278	Comparer les comportements de ceux qui font du vélo durant toute l'année (incluant l'hiver) des comportements des cyclistes de l'automne et du printemps.	Âge moyen : 32 ans 27 % vélo durant toute l'année
Nordfjærn et al.	2019	Trondheim, Norvège	47 % Dragvoll 53 % Gløshaugen	Transversal Sondage N = 441 réponses Campus universitaire de Dragvoll et Gløshaugen	Analyser le rôle des normes des modes d'activation sur les priorités de transport et les contraintes sociales pour le choix du mode de transport.	31 % de l'échantillon font du transport actif en hiver
Shirgaokar et Habib	2018	Edmonton, Canada	48 %	Sondage réalisé par la ville d'Edmonton via « Edmonton Insight Community ». N = 646	Examiner les préférences sur l'inclination à faire du vélo chez les cyclistes qui roulent seulement dans des températures chaudes et ceux qui roulent toute l'année, incluant les hivers très froids.	10,2 % cyclistes durant l'année
Shirgaokar et Gillespie	2016	Edmonton, Canada	55 %	Entrevues avec des cyclistes d'hiver adultes et des fonctionnaires de la ville.	Déterminer les stratégies d'adaptations des cyclistes d'hiver.	-
Sadeghpour, Farnaz. Et al.	2015	Calgary, Canada	85 %	Entrevues avec des cyclistes N = 103	Identifier les variables qui affectent les habitudes des cyclistes dans les régions métropolitaines avec des climats très froids et d'analyser les relations entre ces variables.	-

Tableau 2. Résumé des résultats

Articles	Âge	♂	Faire de l'exercice	Attitude pro-environnement	Mauvaises conditions extérieures	Densité infrastructures cyclables	Amélioration maintenance des pistes cyclables	Distance et temps de déplacement élevé	Se déplacer au travail
Manaugh et al.	+	+		+		+			
Miranda-Moreno et al.	Entre 26 et 45 ans	+					+	-	
Collins et Mayer		+							+
Nahal et Mitra		+				+			
Shirgaokar et Habib	52% : 26 et 40 ans	+							
Shirgaokar et Gillespie							+		+
Sadeghpour, Farnaz. Et al.		+			∅		+		+
Bergström, A et Magnusson, R	Entre 20 et 64 ans		+	+			+	-	
Egset et Nordfjærn			+	+					
Kummeneje et al.	∅	+							
Liu et al.	∅				-				+
Mehdizadeh et al.		+							
Nordfjærn et al.	∅		+	+				-	+

* + signifie une relation positive, - signifie une relation négative et ∅ signifie qu'aucune relation n'a été trouvée.

La promotion du vélo d'hiver : un défi de taille

Il existe dans la littérature des études sur la pratique du vélo utilitaire et sur les façons de l'encourager (par exemple, une méta-analyse d'Arnott et al., [2014]), mais nous n'en avons identifié aucune ciblant spécifiquement le vélo d'hiver. Elles ciblent systématiquement le transport actif lors des saisons plus clémentes comme le printemps et l'été. La Figure 1 résume le profil de l'utilisateur.rice typique du vélo d'hiver que nous avons obtenu à la suite de notre étude. Ce profil permet de mieux cerner qui pratique le vélo pendant l'hiver et dans quel contexte, ce qui peut servir à mieux outiller les gouvernements et les organisations pour la promotion du transport actif en hiver.



Figure 1. Profil de l'utilisateur.rice typique du vélo d'hiver
*Les chiffres en parenthèse indiquent le nombre d'études qui supportent chaque élément.

Selon nos résultats, la promotion du vélo d'hiver devrait coupler des interventions dites « douces », qui visent à motiver la population à modifier un comportement de façon volontaire à l'aide d'informations, et « dures », qui ciblent plutôt la mise en place d'infrastructures et de mesures coercitives : (1) des campagnes d'éducation au vélo d'hiver ciblant en priorité les enfants, les femmes et les personnes âgées ; (2) la promotion des bénéfices associés à la santé, à l'environnement, mais aussi en termes de gain de temps liés à la pratique du vélo d'hiver ; (3) des interventions et des formations pour augmenter les offres d'infrastructures cyclables déneigées et déglacées en milieu (semi)urbain (sachant que la présence de glace et de neige sur les pistes est une grande préoccupation) ; (4) des mesures fiscales pour l'achat de pneus d'hiver et l'aménagement d'abris à vélo et de vestiaires, ainsi que de douches sur les lieux de travail.

D'un autre côté, notre étude met en lumière le manque d'études observationnelles longitudinales sur les actuels ou futurs pratiquants du vélo d'hiver, notamment en ce qui concerne les barrières perçues à la pratique du vélo d'hiver et le développement d'habitude. De plus, nous avons besoin d'identifier les techniques de changement de comportement les plus efficaces qui permettent un transfert d'un mode de transport motorisé vers un mode actif en hiver pour les courts trajets (Javaid, Creutzig et Bamberg, 2020). De futures recherches plus poussées seraient pertinentes pour approfondir nos connaissances sur le vélo d'hiver et mieux le promouvoir au Québec. Cependant, le vélo comme mode de déplacement est une option de choix pour lutter contre les changements climatiques et pour contribuer à avoir une santé de fer. Les conditions hivernales du Québec ne doivent pas être un frein aux choix durables pour notre planète et nous-mêmes !

RÉFÉRENCES

- Amiri, M., et Sadeghpour, F. (2015).** Cycling characteristics in cities with cold weather. *Sustainable Cities and Society*, 14 (1), 397-403. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2013.11.009>
- Arnott, B., Rehackova, L., Errington, L., Sniehotta, F. F., Roberts, J. et Araujo-Soares, V. (2014).** Efficacy of behavioural interventions for transport behaviour change : Systematic review, meta-analysis and intervention coding. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 11(1), 133. <https://doi.org/10.1186/s12966-014-0133-9>
- Bergström, A., & Magnusson, R. (2003).** Potential of transferring car trips to bicycle during winter. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 37(8), 649-666. Scopus. [https://doi.org/10.1016/S0965-8564\(03\)00012-0](https://doi.org/10.1016/S0965-8564(03)00012-0)
- Bernard, P., Chevance, G., Kingsbury, C., Baillot, A., Romain, A. J., Molinier, V., Gadais, T. et Dancause, K. N. (2021).** *Climate change, physical activity and sport : A systematic review* Sports Medicine. <https://doi.org/10.1007/s40279-02101439-4>
- Brand, C., Götschi, T., Dons, E., Gerike, R., Anaya-Boig, E., Avila-Palencia, I., de Nazelle, A., Gascon, M., Gaupp-Berghausen, M., Iacorossi, F., Kahlmeier, S., Int Panis, L., Racioppi, F., Rojas-Rueda, D., Standaert, A., Stigell, E., Sulikova, S., Wegener, S. et Nieuwenhuijsen, M. J. (2021).** The climate change mitigation impacts of active travel : Evidence from a longitudinal panel study in seven European cities. *Global Environmental Change*, 67, 102224. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102224>
- Javaid, A., Creutzig, F. et Bamberg, S. (2020).** Determinants of low-carbon transport mode adoption : Systematic review of reviews. *Environmental Research Letters*, 15(10), 103002. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aba032>
- Lavolette, J. (2020).** *L'état de l'automobile au Québec : Constats, tendances et conséquences*. Repéré à <https://fr.davidsuzuki.org/publication-scientifique/letat-de-lautomobile-au-quebec-constats-tendances-et-consequences/>
- Manaugh, K., Boisjoly, G., et El-Geneidy, A. (2017).** Overcoming barriers to cycling : Understanding frequency of cycling in a University setting and the factors preventing commuters from cycling on a regular basis. *Transportation*, 44(4), 871-884. <https://doi.org/10.1007/s11116-016-9682-x>
- Ministère des ressources naturelles du Canada. (2014).** *Learn the facts : Cold weather effects on fuel efficiency*. Repéré à https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/oeef/pdf/transportation/fuel-efficient-technologies/autosmart_factsheet_3_e.pdf
- Poirier, A., & Thériault, A. de J. (2021).** ÉTAT DE LA PRATIQUE DU VÉLO AU QUÉBEC EN 2020 (p. 179).
- Shirgaokar, M. (2016).** *Exploring User Perspectives to Increase Winter Bicycling Mode Share in Edmonton*. 16.
- Sugiyama, T., Chandrabose, M., Homer, A. R., Sugiyama, M., Dunstan, D. W., et Owen, N. (2020).** Car use and cardiovascular disease risk : Systematic review and implications for transport research. *Journal of Transport & Health*, 19, 100930. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2020.100930>
- Xia, T., Nitschke, M., Zhang, Y., Shah, P., Crabb, S., et Hansen, A. (2015).** Traffic-related air pollution and health co-benefits of alternative transport in Adelaide, South Australia. *Environment International*, 10.

CHAPITRE 5

MÉTHODE DE RECHERCHE

Ce chapitre décrit les objectifs et les hypothèses de recherche ainsi que la méthodologie et les outils utilisés pour mener à terme le projet.

5.1 Objectifs et hypothèses

Les objectifs de ce projet de maîtrise sont (1) de décrire les caractéristiques sociodémographiques et psychologiques des usagers du vélo d'hiver ainsi que les perceptions de l'environnement et (2) d'évaluer si la TCP et le niveau d'automatisme sont longitudinalement associés à l'utilisation du vélo en hiver. Nous avons également (3) exploré l'association univariée entre : (a) le nombre d'années de pratique des déplacements à vélo en hiver, le niveau d'habitude des déplacements à vélo en hiver et l'utilisation de l'automobile, et (b) la perception de l'environnement cyclable avec la fréquence des déplacements à vélo d'hiver. La composante physique associée à la pratique du vélo d'hiver utilitaire ne sera évaluée lors de ce projet.

Pour la présente étude, la définition du vélo d'hiver utilitaire a été fixée à : une utilisation d'un vélo durant la saison hivernale, de novembre à mars, à des fins de transport, par exemple : se rendre au travail, faire des courses, rendre visite à des amis, etc. (Agence de la santé publique du Canada, 2012). Voici les hypothèses émises concernant les résultats :

H1 : L'attitude, les normes subjectives et le contrôle perçu seront positivement associés à l'intention et l'intention sera positivement associée à la fréquence d'utilisation du vélo d'hiver utilitaire (TCP), évaluée un mois plus tard.

H2 : Le niveau d'automatisme de l'utilisation du vélo d'hiver utilitaire sera positivement et longitudinalement associé à la fréquence d'utilisation du vélo d'hiver utilitaire, évaluée un mois plus tard, et en contrôlant pour l'intention.

H3 : Le niveau d'automatisme sera positivement associé à l'intention d'utiliser le vélo d'hiver utilitaire.

H4 : Une corrélation positive sera identifiée entre le nombre d'années de pratique du vélo d'hiver utilitaire et le niveau d'automaticité de l'utilisation du vélo d'hiver utilitaire.

H5 : Une corrélation positive sera identifiée entre la perception de l'environnement cyclable et la fréquence d'utilisation du vélo d'hiver utilitaire.

H6 : Une corrélation positive sera identifiée entre le nombre d'années de pratique du vélo d'hiver utilitaire et une réduction de l'utilisation de l'automobile pour des courts déplacements (5 km et moins).

5.2 Devis

Le devis du présent projet sera une étude prospective en ligne longitudinale avec deux temps de mesures espacés de 4 semaines. Ce devis permettra de surmonter les limites des études précédentes, majoritairement transversales.

5.3 Déroulement de l'étude

Le déroulement de l'étude comprend le recrutement des participants et l'envoi des deux questionnaires en ligne.

5.3.1 Recrutement

Le recrutement des participants se fera en continu de février à avril 2022 par le biais d'affiches dans des boutiques de vélo au Québec (Quillicot, Véloman, UltraViolet, Gendron Vélo, etc. ...) de publications sur les médias sociaux, (Groupe Facebook Vélo d'hiver Montréal, Centres régionaux en environnement), d'annonces dans les journaux locaux (Journal de Montréal, La Presse, etc. ...) et de sollicitation d'étudiants dans les universités du Québec. Un code QR sera disponible pour diriger les personnes intéressées directement au premier questionnaire.

5.3.2 Questionnaires en ligne

Les questionnaires en ligne seront créés à partir du logiciel Lime Survey, et les données récoltées stockées sur les serveurs sécurisés de l'UQAM. Le logiciel permet d'anonymiser les réponses. Le premier questionnaire sera accessible au public via un adresse URL et un code QR. La première page du questionnaire 1 présentera le formulaire de consentement et expliquera en détails l'étude. Le deuxième

questionnaire sera envoyé automatiquement quatre semaines après qu'un participant est répondu au questionnaire 1. Un rappel sera envoyé après 1, 3 et 5 jours.

5.4 Participants

Sur la base de nos calculs basés sur les recommandations et d'une attrition d'environ 20 %, un échantillon de N = 500 devrait être suffisant pour ce projet (Fritz et MacKinnon, 2007). Chacun donnera son consentement éclairé et sera libre de quitter l'étude à n'importe quel moment.

5.4.1 Critères d'inclusion

1. Être âgé de 18 ans et plus
2. Pratiquer le vélo d'hiver utilitaire depuis minimum 1 an
3. Avoir la capacité de lire et de comprendre facilement le français ou l'anglais

5.4.2 Critères d'exclusions

1. Pratiquer le vélo d'hiver pour le loisir ou comme entraînement
2. Être dans une situation de mobilité réduite
3. Femmes enceintes

5.5 Variables dépendantes

5.5.1 Fréquences de l'utilisation du vélo d'hiver

Les items ont été adaptés du sondage sur la pratique du vélo au Québec, pour Vélo Québec, réalisé par la firme Léger (Poirier et Thériault, 2021). Ils permettent de quantifier l'utilisation du vélo d'hiver depuis les dernières quatre semaines, en nombre de fois par période de temps, en kilomètres et en temps par semaine (Annexe B).

5.5.2 Construits de la théorie du comportement planifié

Les quatre construits de la TCP (intention, contrôle perçu, normes subjectives et attitudes) seront mesurés à l'aide de deux items chacun (Annexe B). Les items ont été adaptés et traduits en français de l'étude de Bamberg et ses collègues « Choice of Travel Mode in the Theory of Planned Behavior: The Roles of Past Behavior, Habit, and Reasoned Action » (Bamberg *et al.*, 2003).

5.5.3 Niveau d'automatisme de l'utilisation de l'automobile

Afin d'évaluer le niveau d'habitude du participant, nous avons adapté la « *Generic Multifaceted Automaticity Scale (GMAS)* » qui évalue les propriétés automatiques des comportements habituels. Il y a

9 items avec une échelle à cinq réponses allant de 1 (Pas du tout d'accord) à 5 (Tout à fait d'accord). Nous avons utilisé la phrase « Faire la navette à vélo l'hiver, c'est quelque chose que je fais... » (Boiché *et al.*, 2016) (Annexe A).

5.6 Variables indépendantes

Les variables indépendantes sont les variables qui seront contrôlées lors de l'analyse des résultats.

5.6.1 Socio-démographiques

Les données sociodémographiques suivantes seront récoltées afin de décrire l'échantillon : âge, sexe, code postal de résidence, situation de télétravail, composition du ménage (conjoint, enfants), revenus annuels, nombre de voitures au foyer, abonnement à des systèmes d'auto-partage ou de vélo-partage et niveau d'éducation.

5.6.2 Valeurs environnementales

Pour mesurer l'importance des valeurs environnementales chez les participants, un item a été adapté de Tolppanen et Kang (2020) : les participants seront invités à noter sur une échelle de Likert en sept points (1 = opposé à mes valeurs, 7 = extrêmement important) l'item " Pour vous, protéger l'environnement et préserver la nature, c'est quelque chose... »

5.6.3 Orientation politique

Un item sera utilisé pour mesurer l'orientation politique des participants. Les participants seront invités à évaluer cet élément à l'aide d'une échelle de Likert en sept points (1 = gauche, 7 = droite) : « En politique, nous parlons parfois de « gauche » et de « droite ». Où vous placeriez-vous sur cette échelle ? » Cet article a été adapté de Bouman et ses collègues (2020).

5.6.4 Perception de l'environnement cyclable

Il y avait 9 items pour évaluer la perception de l'environnement cyclable. Ces items ont été adaptés de l'« *Active Commuting Route Environment Scale (ACRES)* » évaluant les perceptions et les appréciations des cyclistes (Wahlgren et Schantz, 2014). Les participants ont été invités à évaluer 8 items en fonction de ce qui convient le mieux à leur situation et à la façon dont ils perçoivent et apprécient leurs déplacements à vélo et leur environnement à l'aide d'une échelle de réponse en quinze points allant de 1 (très faible) à 15

(très élevé) avec 8 étant le choix neutre. Le 9e élément utilisait une échelle de réponse en 11 points allant de 0 (0 %) à 10 (100 %) (Annexe A).

Tableau 5.1 Résumé des mesures des questionnaires

Mesure	Outil	Items	Questionnaire
Variables indépendantes			
Données socio-démographiques	(Poirier & Thériault, 2021)	12	1
Perception de l'environnement cyclable	(Wahlgren & Schantz, 2014)	9	1
Valeurs environnementales	(Tolppanen et Kang, 2020)	1	1
Orientation politique	(Bouman <i>et al.</i> , 2020)	1	1
Théorie du comportement planifié			
Intention	Bamberg et al., 2003	2	1
Normes subjectives		2	1
Attitude		2	1
Contrôle perçu		2	1
Automaticité			
Habitude d'utilisation du vélo	GMAS (Boiché et al., 2016)	9	1
Fréquences d'utilisation du vélo d'hiver			
Fréquences d'utilisation du vélo d'hiver	Poirier & Thériault, 2021	5	2

5.7 Analyses statistiques

La fiabilité respective des mesures de la TCP et d'automaticité sera examinée avec des coefficients alpha et oméga (Flora, 2020). Pour tester nos hypothèses H1, H2 et H3, nous allons utiliser un modèle d'équation structurelle (MES) dans lequel les intentions de pratique du vélo d'hiver seront prédites par les normes subjectives, les niveaux d'attitudes, de contrôle perçu et d'automaticité. Le niveau d'intention, ainsi que celui de l'automaticité, prédiront l'utilisation du vélo d'hiver utilitaire (un mois plus tard). Ce modèle est basé sur l'étude précédente de Boiché (2019). Le MES utilisera une estimation via « full information maximum likelihood » afin de prendre en compte les données manquantes. Les indices d'ajustement de qualité du modèle seront les suivants : « *root mean square error of approximation* » (RMSEA), « *comparative fit index* » (CFI), et « *Tucker-Lewis index* » (TLI). Les hypothèses H4, H5 et H6 seront testées

à l'aide d'une corrélation univariée. Les analyses seront réalisées avec le logiciel R (version 4.2), en utilisant les librairies suivantes : lavaan (Rosseel, 2011), semPlot, ggmap (Kahle et Wickham, 2013), ggplot2, stargazer, dplyr et ggstatplot (Patil, 2021). Le script lavaan est basé sur l'initiative ShareSEM (Phipps, 2019).

5.8 Résultats attendus

Les construits de la TCP et le niveau d'automatisme seront positivement et longitudinalement associés à la pratique du vélo d'hiver auto-rapportée. Il y aura une corrélation positive entre le nombre d'années de pratique du vélo d'hiver et le niveau d'automatisme. La perception de l'environnement cyclable influencera positivement la fréquence d'utilisation du vélo d'hiver. Les résultats obtenus devraient montrer que la pratique du vélo d'hiver est associée à une réduction de l'utilisation auto-rapportée de l'automobile pour des courts trajets (moins de 5 km). Les résultats attendus permettront de mieux comprendre ce qui influence l'utilisation du vélo d'hiver utilitaire au Québec afin d'orienter de futures recherches ou campagnes de promotion provinciales.

CHAPITRE 6
ARTICLE DE MAÎTRISE (EN ANGLAIS)

It's snowing? Keep on rolling! Individual determinants of winter cycling in Québec

Gervais J¹, Kingsbury C^{2,3}, Lapointe J¹, Lanza K⁴, Boiché J⁵, Bernard P^{1,2}

¹Department of Physical Activity Sciences, University of Quebec in Montréal, Montréal, QC, Canada ²Research Center, Montreal University Institute of Mental Health, Montréal, QC, Canada

³School of Public Health of University of Montreal, QC, Canada

⁴University of Texas, Health School of Public Health in Austin, USA

⁵ EuroMov Digital Health in Motion, Univ Montpellier, IMT Mines Ales, Ville, France

ORCID:

CK <https://orcid.org/0000-0002-1348-8653>

JL <https://orcid.org/0000-0002-1904-6573>

JB <https://orcid.org/0000-0002-1676-0528>

PB <https://orcid.org/0000-0003-2180-9135>

KL <https://orcid.org/0000-0002-5259-6745>

Correspondance:

Paquito Bernard, Université du Québec à Montréal, Québec, Montréal

bernard.paquito@uqam.ca

@PaquitoBernard

ABSTRACT

Bicycle commuting during the winter is an increasingly popular practice in Quebec, Canada, that is associated with benefits for public and environmental health. Constructs of the Theory of Planned Behavior and habit are associated with modes of transport and active commuting. Researchers have not yet examined whether these psychological factors are associated with winter cycling. The aims of the study were to describe winter bicycle users' socio-demographic and psychological characteristics as well as perceptions of environment and assess whether the Theory of Planned Behavior and habit constructs are longitudinally associated with winter bicycle commuting. A longitudinal design with two online questionnaires was implemented between 2022 January and March. The first questionnaire assessed individual variables. Four weeks later, a second questionnaire collected data on the use of winter bicycle commuting in the last seven days. A structural equation model was performed to examine longitudinal associations between psychological constructs and weekly winter cycling. The study included 624, and 487 participants at baseline and follow-up, respectively. Participants mainly identified as men (60%) and mean age was 44 years old. Our results demonstrated that attitudes ($\beta = 0.21$; 95%CI [0.06, 0.36]), perceived control ($\beta = 0.92$; 95%CI [0.61, 1.12]), intention ($\beta = 0.53$; 95%CI [0.39, 0.66]), and habit ($\beta = 1.12$; 95%CI [0.60, 1.65]) exhibited significant positive associations with engaging in bicycle commuting during winter. The level of habit had a stronger association with behavior than intention. This study can help guide policymakers in selecting strategies that increase winter cycling modal share.

Key words: Active travel, bike, cycling; theory of planned behaviour; habit; commuting; snow; ice

Introduction

From a population health perspective, regularly engaging in active commuting is associated with major health benefits. Previous research has established that a higher volume of active commuting is associated with a lower risk of cardiovascular diseases, all-cause mortality, cancer and obesity (Hamer and Chida, 2008; Oja et al., 2011; Saunders et al., 2013; Celis-Morales et al., 2017). However, these benefits depend on the characteristics of active commuting, including distance, frequency of use and risk of injury (Saunders et al., 2013).

From an environmental health perspective, shifting from motor vehicle use to active commuting is associated with a reduction in greenhouse gas emissions (Bernard et al., 2021; Brand, 2021a) and air pollution (Watts et al., 2019). With reduction of greenhouse gas emissions from the transport sector a global priority (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021), active commuting acts as a promising sustainable transport mode. An observational and longitudinal study by Brand (2021b) conducted in seven European countries indicated that an increase in walking or cycling while reducing motorized travel was associated with a 67% reduction in life cycle carbon dioxide emissions related to transport per day.

In spite of those public and environmental health benefits, barriers exist for adoption of active commuting. Winter weather conditions (ice, snow) have been commonly reported in national surveys as a barrier to active commuting in North America (Amiri and Sadeghpour, 2015; Sadeghpour, Isaac and Amiri, 2015; Shirgaokar, 2016; Nahal and Mitra, 2018). Previous studies found that winter in North American cities was associated with a significant reduction of bicycle commuters (Flynn et al., 2012; Sears et al., 2012; Amiri and Sadeghpour, 2015). For example, the results of a cross-sectional study in Calgary, Alberta, that included a majority (72%) of avid cyclists (i.e., more than 10 times per week, year-round) showed a 33% decrease in cycling during the winter months (Amiri and Sadeghpour, 2015). In Montreal (Québec, Canada), the higher retention rate for cyclists in winter since 2012 was 13.6% for the 2020-2021 season (Poirier and Thériault, 2021). In semi-urban and rural areas of Québec, this percentage is even lower. Retention rates were 9.09%, 6.96% and 4.35% in Sherbrooke (semi-urban), Gatineau (semi-urban), Saguenay (rural), respectively (Vélo Québec, 2021). On the other hand, bicycle commuting during winter is an increasingly popular practice in Montréal (Poirier and Thériault, 2021). Because of this popularity in the last few years, there has been an increasing interest in identifying the factors associated with winter biking.

A literature review identified factors associated with winter cycling in Canada, Norway, and Sweden (Gervais et al., 2021). Study participants were mostly men ages 20-40, and their main goal was to go to work with short travel time. Their main concerns with winter cycling were maintenance of transportation infrastructure and perceived safety (Sadeghpour, Isaac and Amiri, 2015). Paradoxically, ‘extreme’ low temperatures (~ -10 to -20°C) were not a significant determinant for winter cycling weekly frequency among those winter bike riders (Miranda-Moreno and Nosal, 2011; Amiri and Sadeghpour, 2015). Qualitative investigations suggested that those who rode their bicycles during the winter showed a high level of pro-environmental attitudes, and chose to do so as a way to stay active on a weekly basis (Gervais et al., 2021). However, all included studies were limited by cross-sectional designs and were only performed in urban contexts. Furthermore, psychological factors associated with cycling during the winter were not examined.

Along with environmental factors (e.g., infrastructure, weather), psychological factors play a significant role in choice of transport mode (Bernard et al., 2022.) Systematic reviews have revealed that constructs of the Theory of Planned Behavior (TPB) and the habit level were associated with active commuting (Hoffmann et al., 2017; Javaid, Creutzig and Bamberg, 2020). The TPB postulates that the individual is rational and evaluates the benefits and consequences of action before acting. TPB mainly focuses on intention and perceived control as major drivers of human behavior (Ajzen, 1991). Intention is modulated by three antecedents: attitudes, subjective norms, and perceived control. Attitude refers to the favorable evaluation of a person regarding the targeted behavior. Perceived control is the belief of individuals that they have access to resources and opportunities to perform the behavior appropriately. Subjective norms correspond to the individual’s opinion about others in relation to this behavior (Conner and Norman, 2015). Habit is the memory-based propensity to automatically respond to specific cues, which is acquired through repetition of specific behaviors in stable contexts (Wood and Neal, 2007). Habit is an automated action that requires few cognitive resources to perform, therefore more rational processes, like those of the TPB, will become less important as the behavior takes on a more “habitual mode” (Wood and Neal, 2007).

The TPB is commonly applied to explain the choice of transport modes (Havličková and Zámečník, 2020; Javaid, Creutzig and Bamberg, 2020; Laviolette, 2020). Habit has been identified in several studies as a valuable complement to TPB (Boiché et al., 2016; Hoffmann et al., 2017; Chng et al., 2018). A meta-analysis based of 43 studies reported that the intentions, perceived

control, attitudes and subjective norms, and habit were psychological correlates positively related to modes of transport (including active commuting) (Hoffmann et al., 2017).

In a cross-sectional study, which aimed to assess the use of the habit construct in the context of TPB, the addition of habit to TPB significantly increased the explanation of the variance in the choice of whether to do active commuting based on the model (de Bruijn et al., 2009). In fact, according to a study by Arrts et al. (1998), intention is significantly associated with the choice of transport mode when habits for the choice of transport mode are weak. If habits are strong, the relationship between intention and behavior is diminished (Verplanken & Orbell, 2019). Research to date has not yet determined the relation between those psychological constructs and winter bicycle commuting in Canada (Bernard et al., 2022). More specifically, no study has yet determined the relation between psychological constructs and bicycle commuting during the winter in Canada (Bernard et al., 2022). In addition, most published studies are cross-sectional studies, mostly surveys or interviews, resulting in a lack of longitudinal studies. To address these gaps, we undertook a longitudinal study during winter 2021-2022 in the province of Quebec, Canada.

Aims of the study

The aim of the study was to (1) describe winter bicycle users' socio-demographic and psychological characteristics as well as perceptions of environment and (2) assess whether the Theory of Planned Behavior and habit constructs are longitudinally associated with winter bicycle commuting. We also (3) explored the univariate association between winter bicycle and habit, car reduction and perceived environment. More precisely, we performed a correlation between : (a) the number of years of practicing winter bicycle commuting, level of habit of winter bicycle commuting, and car use, and (b) perceived winter bicycle commuting environment with weekly frequency of winter bicycle commuting.

For the current study, the definition for winter bicycle commuting was set to: the use of a bicycle during the winter season, from November to March, for transportation purposes, for example: to get to work, to run errands, to visit friends (Nahal & Mitra, 2018). We hypothesized that:

H1: Attitude, subjective norms, and perceived control will be positively associated with intention, and intention will be positively associated with winter bicycle commuting (TPB relations), assessed one month later.

H2: The level of habit of winter bicycle commuting will be positively and longitudinally associated with winter bicycle commuting assessed one month later, and controlling for intention.

H3: The level of habit will be positively associated with the intention to perform winter bicycle commuting.

H4: A positive correlation will be identified between the number of years of practicing winter bicycle commuting and the level of habit of winter bicycle commuting.

H5: A positive correlation will be found between perception of the cycling environment items and winter bicycle weekly frequency.

H6: A positive correlation will be identified between the number of years of practicing winter bicycle commuting and the reduction in car use for short trips.

Methods

Study methods and procedures

This longitudinal study was conducted using online questionnaires over one month using two measurement points. Participants were recruited from a flyer posted on social media (Facebook, Twitter), in various Quebec newspapers, and in bike shops across the province. A QR code and a URL link were included on the poster so that interested persons could directly access the first questionnaire, in which participants identified themselves by birthdate and email address. Four weeks later, they received an email containing a link to a second questionnaire. Email reminders were automatically sent after one, three, and five days to encourage response.

Participants

The study took place between January and March 2022. Inclusion criteria were 1) being 18 years of age or older; 2) engaging in winter bicycle commuting for at least one year; and 3) having the ability to easily read and understand French. Exclusion criteria were 1) engaging in winter cycling only for leisure or for training; 2) being in a situation of reduced mobility; and 3) pregnant women. Each participant provided informed consent and those who completed both questionnaires were eligible for a random drawing of 10 prepaid gift cards, each valued at 40 Canadian dollars. This study was approved by the Ethics Committee of Université du Québec à Montréal (certificate number: 2022-4565).

Measures

Questionnaire 1

The first questionnaire included items on sociodemographic characteristics, personal environmental values, political orientation, perception of the cycling environment, TPB and habit constructs, winter bicycle commuting habits, and car use.

Sociodemographic items. The following socio-demographic data were collected to describe the sample: age, sex, postal code, annual income, subscription to car-sharing systems and level of education (More details are provided in Table 1)

Environmental values. To measure the importance of environmental values among participants, an item was adapted from Tolppanen and Kang (2020): participants were asked to rate on a seven-point Likert scale (1 = opposed to my values, 7 = supremely important) the item “For you, protecting the environment and preserving nature is something...”

Political orientation. An item was used to measure the political orientation among participants. Participants were asked to rate this item using a seven-point Likert scale (1 = Left, 7 = Right): “In politics, we sometimes speak of ‘left’ and ‘right’. Where would you place yourself on this scale?” This item was adapted from Bouman and his colleagues (2020).

Perception of the cycling environment. We used nine items to evaluate the perception of the cycling environment. Those items were adapted from the “Active Commuting Route Environment Scale” for winter bicycle (Wahlgren & Schantz, 2014) assessing cyclists’ perceptions and appraisals. Participants were asked to rate eight items depending on what best suits their situation and the way they perceive and enjoy their bike trips and their environment using a 15-point Likert scale (1 = very low, 15 = very high). The ninth item used an 11-point Likert scale (0 = 0%, 10 = 100%) (Items are available in supplementary file).

TPB items. Attitude toward using winter bicycle commuting in the next 30 days was assessed with the two semantic differentials, good to bad and pleasant to unpleasant, each using a seven-point Likert scale (1-7). Respondents indicated their agreement to two items assessing subjective norms (e.g., “Most of the people who are important to me think that I should take the bike to commute in the winter”); perceived behavior control (e.g., “If I wanted to cycle regularly to commute in the next 30 days, I would be able to”); and intention (e.g., “I plan to use winter bicycle to commute regularly in the next 30 days”). Items used a seven-point Likert scale (1 =

totally disagree, 7 = totally agree). These items were adapted from Bamberg and Schmidt (2003) (Items are presented in supplementary file).

Winter bicycle commuting automaticity as an index of habit. To assess the level of habit, we used the “Generic Multifaceted Automaticity Scale” to measure automaticity (Boiché et al., 2016). There were nine items on a five-point Likert scale (1 = not agree at all, 5 = totally agree). We used the sentence “Commuting by bike during winter is something I do...”. Generic Multifaceted Automaticity Scale total score has been previously associated with active commuting (Boiché et al., 2016; Marchant et al., 2020).

Questionnaire 2

One month after the first questionnaire, a second questionnaire collected data on the use of winter bicycle commuting in the last seven days. These items were adapted from a survey of Vélo Québec (Poirier et Thériault., 2021). There were two items to assess (1) frequency, i.e., how many times during the last seven days did the participants commute by bike, and (2) duration, i.e., how many hours did the participants commute by bike. These items were used as dependent variable in our longitudinal analysis.

Data analysis

The respective internal consistency of TPB and habit measures were examined with alpha and omega coefficients (Flora, 2020). To test our hypotheses, a structural equation model (SEM) in which intentions for winter bicycle were predicted by subjective norms, attitudes, perceived control and habit was examined (Figure 5). Intention, together with habit were hypothesised to predict winter bicycle (one month later). Full Information Maximum Likelihood estimation was used to handle missing values in the SEM. This approach uses all available information efficiently and is associated with more reliable results compared to conventional missing data techniques (Beaujean, 2014). Since all TPB data had a “positively skewed” distribution, the robust maximum likelihood was used as method of estimation in our SEM (Rhemtulla, Brosseau-Liard and Savalei, 2012). The overall model fit was characterized with the following fit indexes: chi-square test statistic, the Standardized Root Mean Square Residual (SRMR), the Tucker-Lewis Index (TLI), the Comparative Fit Index (CFI), and the Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA). TLI and CFI values ≥ 0.90 , SRMR values ≤ 0.08 , and RMSEA values ≤ 0.08 were interpreted as good fit of the model with the data (Bernard et al., 2014). Scatter plots and correlational matrix

were used to test hypotheses 4, 5 and 6. We analyzed the statistical significance of the correlation between the dependent variables and the independent numerical variables. The scatter plots and correlational matrices include the ρ (Spearman) scores and their respective p-values. Data, open materials and R scripts are available at OSF link (<https://osf.io/35ps7/>). This study’s design and its analysis were not pre-registered. The analyses were conducted with R software (4.2 version), using the following packages: lavaan (Rosseel, 2012), semPlot, ggmap (Kahle and Wickham, 2013), ggplot2, stargazer, dplyr, and ggstatplot (Patil, 2021). The lavaan script was based on the ShareSEM initiative (Phipps, 2019).

Results

Participants characteristics

Figure 1 described the number of participants with (in)complete data for both time points. Attrition rate was 22%. The mean age was 44 years old. Sixty percent of the participants identified as men, 38% as female and 1% as nonbinary. Sixty nine percent of the participants reported working part time, 10% as being a student and 8% as being retired. Most participants (93%) had a driver’s license, and 71% had access to a car. Sixty nine percent of participants did not have a shared car membership against 26% who had one, and 5% reported no car sharing service in their city. For participants using car sharing service, 53% used it less than once a month, 41% more than once a month, 14% one per week, and 6% more than once a week. When participants commuted by bike, 88% of them used a standard bike, 6% a fatbike and 5% an electric bike. For the follow-up winter bicycle commuting measure, 16% did not report a weekly travel and weekly distance cycled mean was 36.2 kilometers (see details in Supplementary file). Sample characteristics are presented in Table 1.

Table 1. Characteristics of respondents.

	Complete data (N=624) N (%)
Age (M, SD)	43.7 (13.1)
Sex	
Male	378 (60.6)
Female	237 (38.0)
Nonbinary	6 (1.0)
Prefer not to answer	3 (0.5)

Working status	
Full time	430 (68.9)
Part time	51 (8.2)
Unemployed	8 (1.3)
Student	64 (10.3)
At home	6 (1.0)
Retired	52 (8.3)
Parental leave	7 (1.1)
Prefer not to answer	6 (1.0)
Household income (\$ dollar)	
≤ 20 ,000	41 (6.6)
20,000 < 40,000	54 (8.7)
40,000 < 60,000	77 (12.3)
60,000 < 80,000	71 (11.4)
80,000 < 100,000	76 (12.2)
100,000 < 120,000	75 (12.0)
120,000 < 150,000	82 (13.1)
≥ 150,000	119 (19.1)
Prefer not to answer	29 (4.6)
Visible minority	
Yes	38 (6.1)
No	584 (93.6)
Prefer not to answer	2 (0.3)
Perception of health	
Excellent	152 (24.4)
Very good	309 (49.5)
Good	142 (22.8)
Acceptable	17 (2.7)
Bad	3 (0.5)
Very bad	1 (0.2)
Driver's license	
Yes	581 (93.1)
No	43 (6.9)
Access to a car	
Yes	448 (71.8)
No	176 (28.2)
Car sharing membership	
Yes	162 (26.0)
No	431 (69.1)
NA in my city	31 (5.0)

Frequency using car sharing	
Less than once a month	86 (53.1)
Once per week	24 (14.8)
More than once a month	41 (25.3)
More than once a week	11 (6.8)
Type of bike used to commute	
Standard bike	551 (88.3)
Electric bike	32 (5.1)
Fatbike	41 (6.6)

Notes. N = Number of participants; M = mean; NA = non available

In regard to the political orientation question, most participants (61,7%) answered 3 and lower on a scale of 1 ('left') to 7 ('right'). Participants self-reported a high level of environmental values (more details are available in Supplementary file).

There is a wide distribution of participants across different cities in the province of Quebec, from Saguenay (rural) to Gatineau (semi-urban), with a majority of respondents coming from the greater Montreal region (see Figure 2).

Figure 1. Flow chart of participants and response rates

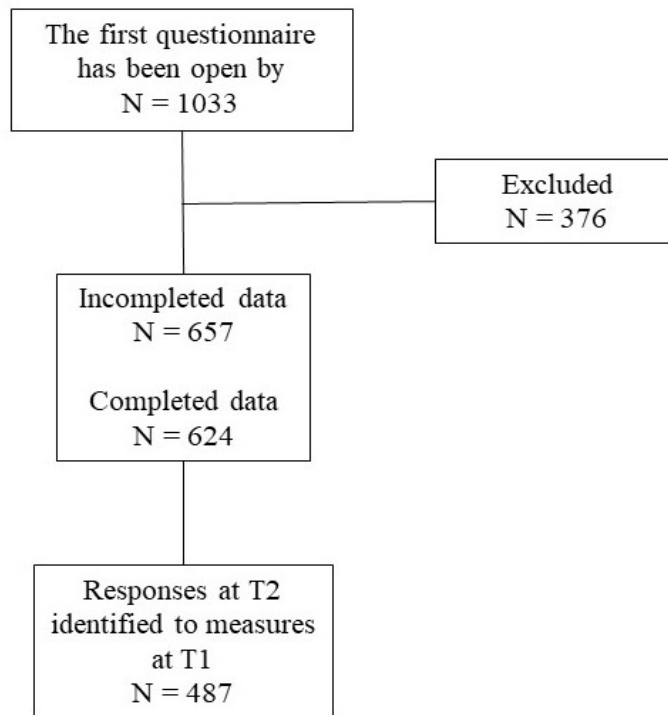
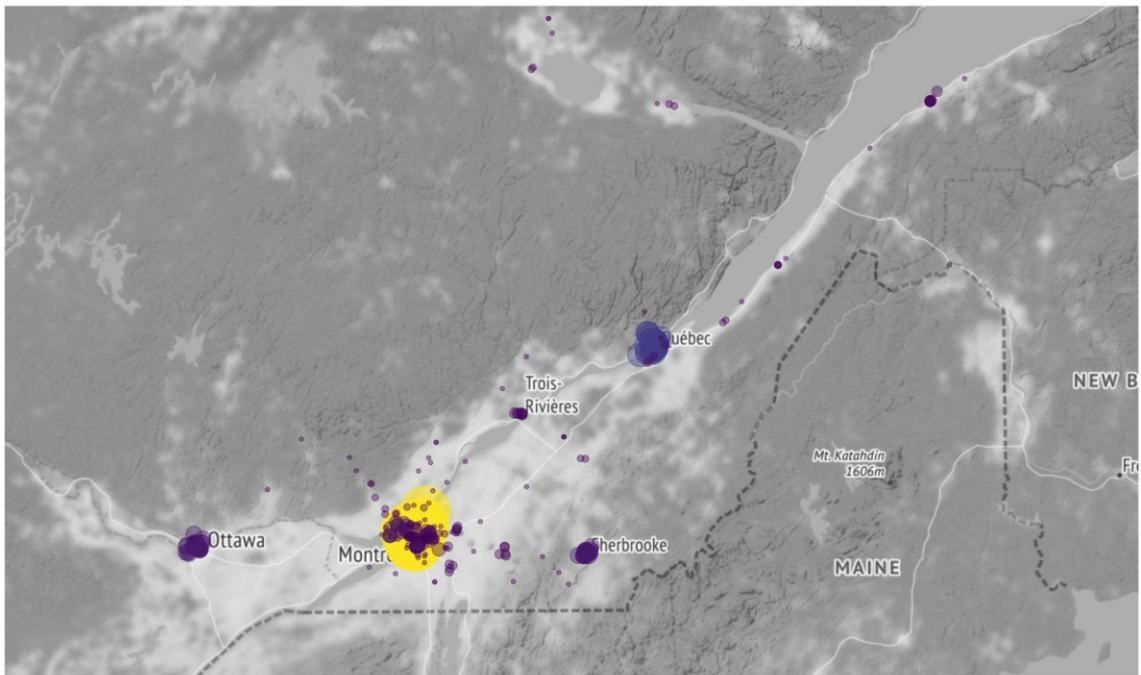
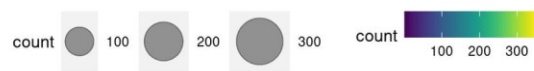
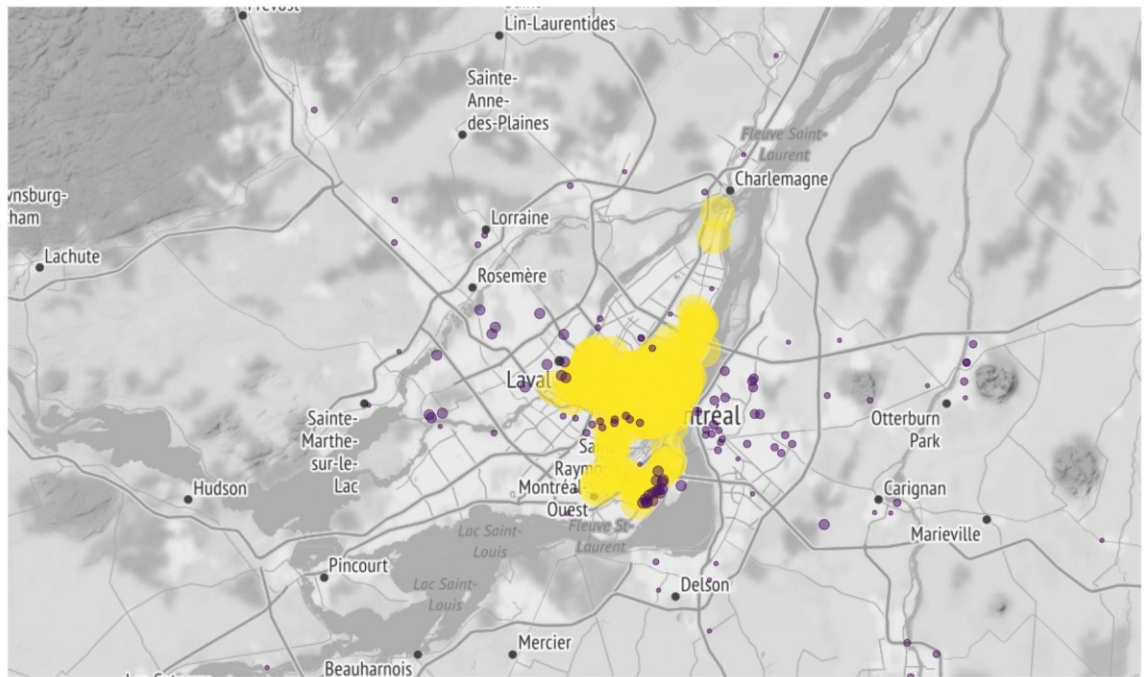


Figure 2. Geographical distribution of participants

Québec map



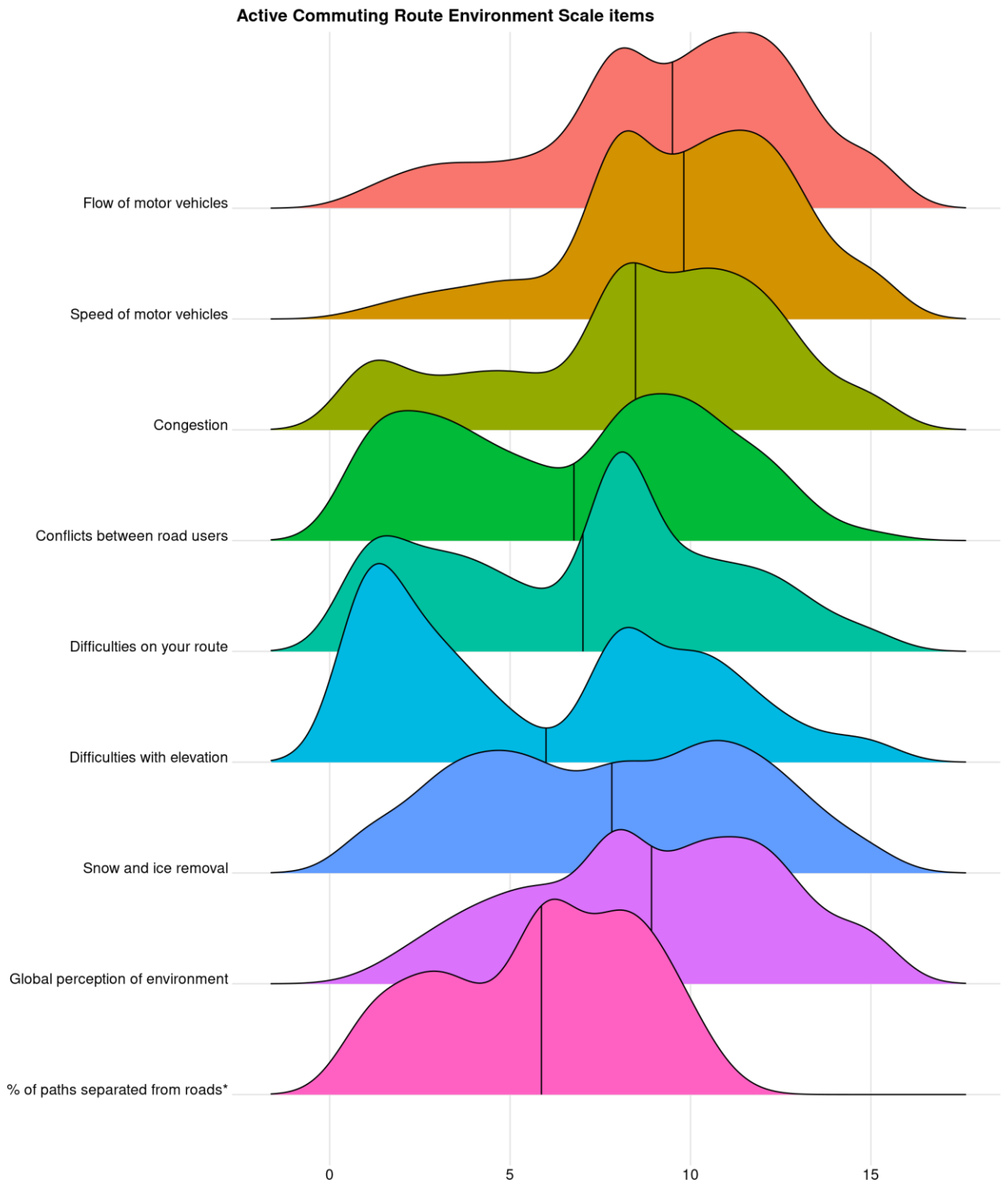
Greater Montréal



Perception of environment

The distribution and mean of each Active Commuting Route Environment Scale item is presented in Figure 3. The car related traffic characteristics had highest means. The conflicts frequency, route difficulties and elevation items had a bimodal distribution.

Figure 3. Results from the items of the Active Commuting Route Environment Scale



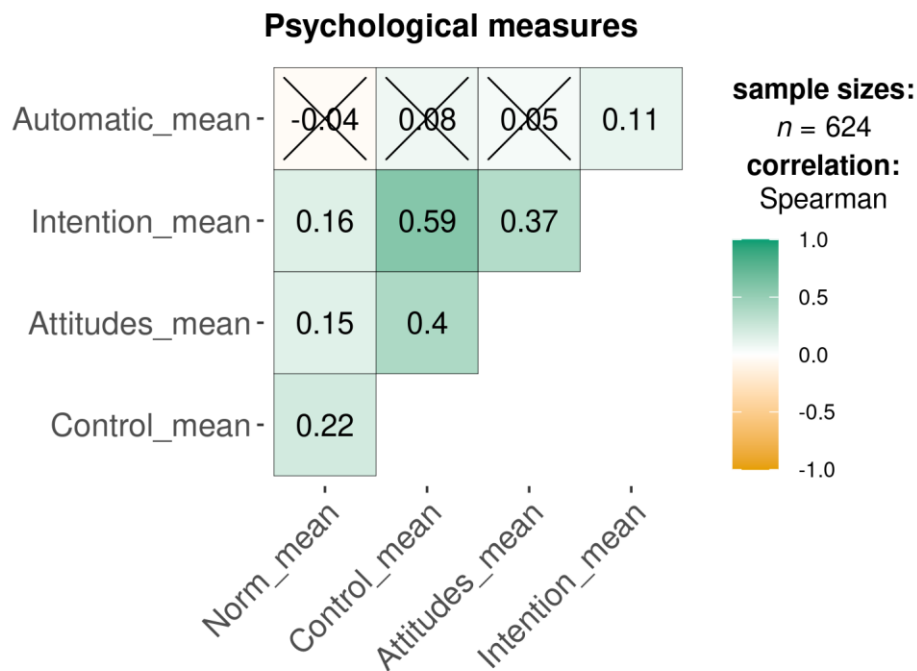
Notes. * = Likert scale was ranged from 0 to 11

Psychological constructs

First, the internal consistency of the TPB measures and habit was examined. The items assessing attitudes ($\alpha = 0.95$, $\Omega = 0.95$), perceived behavior control ($\alpha = 0.91$, $\Omega = 0.91$), intention ($\alpha = 0.91$, $\Omega = 0.91$) and habit ($\alpha = 0.87$, $\Omega = 0.90$) all showed good reliability. However, subjective norms had a weaker reliability ($\alpha = 0.68$, $\Omega = 0.68$). To address this problem, we used a single indicator rather than both. We retained the item which had the most consistent results with the results of the other TPB items, i.e., with a non-normal distribution. The excluded item had a normal distribution.

In order to test the correlation between psychological constructs, a series of spearman correlation coefficients were computed between their mean scores. A correlogram is presented in Figure 4.

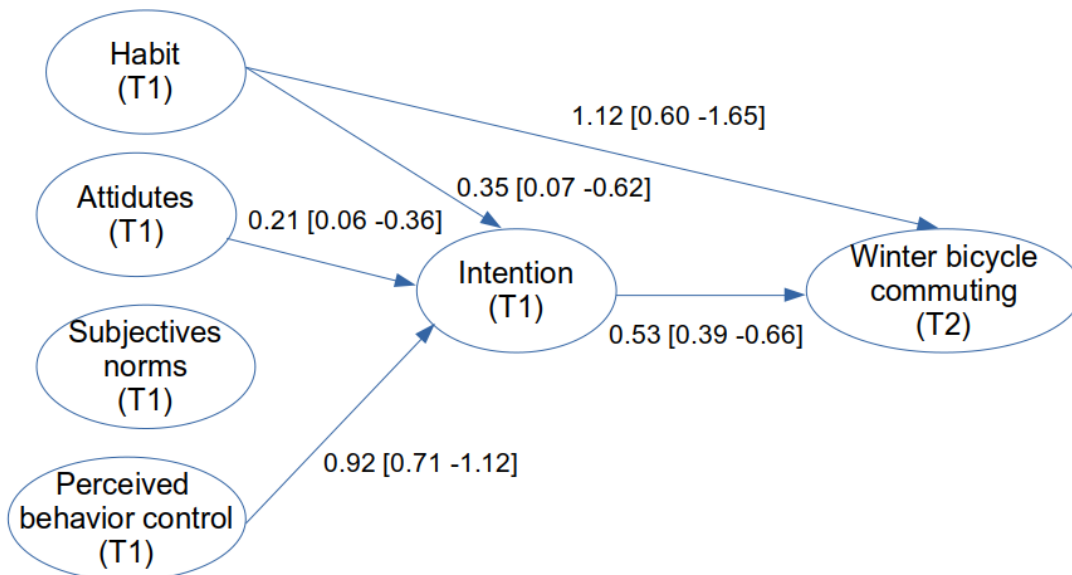
Figure 4. Results for the spearman correlations between the Theory of Planned Behaviors constructs and habit.



X = non-significant at $p < 0.05$ (Adjustment: Holm)

SEM was used to model patterns of associations between the TPB and habit constructs and winter bicycle (weekly frequency and duration). The fit indices indicated a moderate fit for our tested model with the data: CFI = 0.88, TLI = 0.85, RMSEA = 0,09 [95%CI .09 - .10], and SRMR = 0.07. The significant longitudinal associations between psychological constructs and winter bicycle are presented in Figure 5. More details about SEM findings are available in Supplementary file. The first hypothesis was partially verified: intentions were significantly predicted by attitude ($\beta = 0.21, p = 0.006$), perceived behavior control ($\beta = 0.92, p = 0.00$) and habit ($\beta = 0.35, p = 0.01$), but there was no relationship between subjective norms and intention. The results also demonstrate that winter bicycle commuting was significantly predicted by both intentions ($\beta = 0.53, p = 0.000$) and habit ($\beta = 1.12, p = 0.00$), confirming our second hypothesis. The results showed that habit had a stronger association with winter bicycle commuting than intention, even after controlling for the correlation between intention and habit, which confirmed our third hypothesis.

Figure 5. Results of the structural equation model for the prediction of winter bicycle commuting.



Impacts of the number of years of winter bicycle commuting

We had two hypotheses which stipulated that the number of years of winter bicycle commuting would have a positive association with the level of habit (H4) and the reduction of short-distance car trips (H6). Moreover, only one item from the Active Commuting Route Environment Scale was associated with the use of winter bicycle commuting: “How do you as a cyclist find the levels of traffic congestion, caused by all types of vehicles, along your route?” (H5). This result could mean that participants use their bikes more in winter when they perceive the level of congestion to be high. Neither hypothesis was supported since no significant relationship was found. Detailed findings are provided in supplementary file.

Discussion

The sample characteristics are in line with the general picture of winter cyclists previously identified in a review (Gervais et al., 2021) and Canadian qualitative investigations (Damant-Sirois, Grimsrud and El-Genedy, 2014; Shirgaokar and Habib, 2018). Indeed, our results show that there are more people identifying as men 60.6%, white people (93.6%), with high annual income (67.8% more than \$60,000/year) and an average age of 44 years. Most of them reported a high level of pro-environmental attitude and were politically left-oriented. These findings suggest that cycling during the winter may not be accessible women, people of color, and people with low income. A qualitative study conducted in Oregon, U.S., investigated barriers to utilitarian cycling among women and people of color (Lubitow, 2017). Results showed that although some barriers associated with the security of infrastructures have been raised, primary barriers were related to concerns or experiences associated with sexism and racism in public spaces. The authors suggest that changes must take place at the social and cultural level and not only at structural level (Lubitow, 2017). Also, cycling is considered an expensive activity among adults with low incomes (Roch, 2019).

Psychological constructs

This study is, to our knowledge, the first longitudinal study on psychological factors associated with winter bicycle commuting in the province of Quebec and in a Nordic climate. Our results demonstrated that the TPB constructs (except for subjective norms), and habit significantly, positively and longitudinally influenced winter bicycle commuting. Our results align with an observational study by Bird et al. (2018) which indicate that all TPB constructs, except subjective norms, are significantly associated with a change in walking or cycling for transport over time (not

specific to commuting by bicycle during the winter). Our results are also partially in line with Boiché et al.'s study, in which a significant and positive association between norms and active transport emerged. Furthermore, the level of associations was lower between habit and active transport in their work (Boiché et al. 2016). It is important to note that active transport was characterized as the proportion of transport during the last week and not specifically measured in winter or in the Nordic region. A qualitative study conducted in Montréal on the lived and perceived experiences of winter cyclists explained that a point frequently raised by participants in relation to the practice of winter cycling is "*that you gain confidence over time*" (Roch, 2019). Another element raised is that there is an adaptation of the equipment over the seasons, which increases the pleasure and the feeling of confidence. It is possible that perceived behavior control has a greater impact on winter bicycle commuting due to a learning effect associated with winter conditions (e.g., ice, snow). High levels and distributions of psychological constructs also suggested that our sample included mostly highly motivated cyclists, representing a strong personal engagement for this specific transport mode in Québec.

In our study, the level of habit showed a stronger association with winter bicycle commuting than intention. This result supports the conclusions of Javaid et al. (2020) concerning the addition of the habit construct in models for predicting modes of transport. This is also consistent with previous studies which states that habit development for a transport mode facilitated a long-term behavior change (Bruijn et al. 2019). It suggests that habit formation interventions may help to increase bicycle commuting during winter. Habit development is strengthened when environment where a behavior is performed is stable (Marchant., et al. 2020). Thus, maintenance and improving of 'summer' bicycle infrastructures during winter could avoid the seasonal shifting of transport mode (Kajosaari et al., 2022).

Impacts of the number of years of winter bicycle commuting

The number of years of commuting by bicycle during winter was not significantly associated with the level of habit nor the reduction in car use for short trips. Active commute habit level is conceptually based on an association between a repeated behavior and situational cues (e.g., snow, negative temperatures) (Wood and Neal, 2007). However, seasonal situational cues change every year, and could 'break' this habit. Particularly, if the bicycle trips made are different during other seasons (i.e., with a different contexts or travels). Also, this finding may be explained by possible quick and non-linear habit formation during the first winter of cycling (Lally et al., 2010).

No significant association with car use may be explained by a high-rate car sharing member (26%). Indeed, shared car use in urban context is generally prioritized for longer trips or bulky thing transport (Namazu et al., 2018).

Perception of environment

This result could mean that participants use their bikes more in winter when they perceive the level of congestion to be high. It can be seen in Figure 3 that the responses of the Active Commuting Route Environment Scale have a bimodal distribution, representing some duality in the responses. This type of response may explain why there is only one significant association with the use of winter bicycle commuting. The results clearly demonstrate differences in participants' perception of their routes. A study by Wahlgren and Schantz (2014) advocated the study of various types of environments because each presents different elements (Wahlgren and Schantz, 2014). It would therefore be appropriate to use Active Commuting Route Environment Scale separately in urban, semi-urban, and rural areas of the province of Quebec. Moreover, a validated tool assessing the perception of the winter cycling environment is needed which should take into account the realities of countries in the northern hemisphere (e.g., winter, snow, ice) and urban, semi-urban and rural areas.

Strengths and limits

Strengths of our study include our large sample size with wide geographic distribution across the province of Quebec. This permitted an overview of the commuters all around the province of Quebec with participants coming from urban, semi-urban, and rural areas. Previous research conducted in Canada focused only on urban areas (i.e., Toronto, Montreal, Ottawa, Calgary) (Damant-Sirois, Grimsrud and El-Geneidy, 2014; Damant-Sirois and El-Geneidy, 2015; Sadeghpour, Isaac and Amiri, 2015; Manaugh, Boisjoly and El-Geneidy, 2017; Nahal and Mitra, 2018). The largest number of respondents came from the Greater Montreal area, which may be due to the creation of an express bike network that increased of the number of bike paths separate from motor vehicle traffic.

A limitation of our study is the questionnaire on bicycle environmental perceptions, which should be improved and compared with an objective bikeability index (Winters et al., 2016). Cycling during winter was self-reported although passive and objective measures are more accurate to characterize individual transport modes (Klous et al., 2017). The impact of the covid-19 pandemic on the results must be considered. The travel of participants has been modified due to

teleworking measures, among other things. Several participants have written to us to inform us of these changes. The comments received all pointed to a decrease in the number of trips compared to before the pandemic.

Conclusion and future research

This study is the first longitudinal and quantitative study to characterize bicycle commuting during winter in Canada and identify the psychological determinants of this transport mode. Results include data on several cities in urban, semi-urban and rural areas. Altogether, this study helps to better understand who those winter cyclists are and why they choose to ride in winter. Further work needs to be done to prospectively examine environmental and psychological factors associated with winter bicycle adoption, and seasonal transport mode shifting among '2 or 3 seasons' bikers. Future experimentations should be developed and tested to make winter cycling more accessible to women, and support habit formation among first winter bicycle users.

Acknowledgements

The authors acknowledge Vélo Québec and the Vélo d'hiver group for sharing our online questionnaire.

Funding

Information

This research received no specific grant from any funding agency in the public, commercial, or not-for-profit sectors

Competing

interests

The authors have no competing interests to declare.

Authors' contributions

J Gervais and P Bernard served as lead authors for formal analysis, methodology and writing-review, editing and contributed equally to conceptualization and writing-original draft. C Kingsbury and J Lapointe contributed equally to conceptualization, statistical analyses, and writing-original draft as well as served in a supporting role for writing review and editing. J Boiché & K Lanza have a supporting role for formal analysis, writing-original draft, and writing-review and editing.

References

- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50 (2), 179–211. Available from [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T).
- Aarts, H., Verplanken, B. and Knippenberg, A. (1998). Predicting Behavior From Actions in the Past: Repeated Decision Making or a Matter of Habit? *Journal of Applied Social Psychology*, 28 (15), 1355–1374. Available from <https://doi.org/10.1111/j.1559-1816.1998.tb01681.x>.
- Amiri, M. and Sadeghpour, F. (2015). Cycling characteristics in cities with cold weather. *Sustainable Cities and Society*, 14, 397–403. Available from <https://doi.org/10.1016/j.scs.2013.11.009>.
- Bamberg, S., Ajzen, I. and Schmidt, P. (2003). Choice of Travel Mode in the Theory of Planned Behavior: The Roles of Past Behavior, Habit, and Reasoned Action. *Basic and Applied Social Psychology*, 25 (3), 175–187. Available from https://doi.org/10.1207/S15324834BASP2503_01.
- Beaujean, A.A. (2014). *Latent variable modeling using R: a step by step guide*. New York: Routledge/Taylor & Francis Group.
- Bernard, P. et al. (2014). Validation of the TTM Processes of Change Measure for Physical Activity in an Adult French Sample. *International Journal of Behavioral Medicine*, 21 (2), 402–410. Available from <https://doi.org/10.1007/s12529-013-9292-3>.
- Bernard, P. et al. (2021). Climate Change, Physical Activity and Sport: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 51 (5), 1041–1059. Available from <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01439-4>.
- Bernard, P. et al. (2022). Climate change: the next game changer for sport and exercise psychology. *German Journal of Exercise and Sport Research*. Available from <https://doi.org/10.1007/s12662-022-00819-w>.
- Bird, E.L. et al. (2018). Predicting walking and cycling behaviour change using an extended Theory of Planned Behaviour. *Journal of Transport & Health*, 10, 11–27. Available from <https://doi.org/10.1016/j.jth.2018.05.014>.
- Boiché, J. et al. (2016). Development of the Generic Multifaceted Automaticity Scale (GMAS) and preliminary validation for physical activity. *Psychology of Sport and Exercise*, 25, 60–67. Available from <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2016.03.003>.
- Boisjoly, G., Lachapelle, U. and El-Geneidy, A. (2020). Bicycle network performance: Assessing the directness of bicycle facilities through connectivity measures, a Montreal, Canada case

- study. *International Journal of Sustainable Transportation*, 14 (8), 620–634. Available from <https://doi.org/10.1080/15568318.2019.1595791>.
- Bouman, T. et al. (2020). When worry about climate change leads to climate action: How values, worry and personal responsibility relate to various climate actions. *Global Environmental Change*, 62, 102061. Available from <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102061>.
- Brand, C. (2021). Active Travel's Contribution to Climate Change Mitigation: Research Summary and Outlook. *Active Travel Studies*, 1 (1). Available from <https://doi.org/10.16997/ats.1036> [Accessed 20 October 2022].
- Brand, C. et al. (2021). The climate change mitigation impacts of active travel: Evidence from a longitudinal panel study in seven European cities. *Global Environmental Change*, 67, 102224. Available from <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102224>.
- Celis-Morales, C.A. et al. (2017). Association between active commuting and incident cardiovascular disease, cancer, and mortality: prospective cohort study. *BMJ*, j1456. Available from <https://doi.org/10.1136/bmj.j1456>.
- Chng, S. et al. (2018). Psychological theories of car use: An integrative review and conceptual framework. *Journal of Environmental Psychology*, 55, 23–33. Available from <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2017.10.009>.
- Conner, M. and Norman, P. (eds.). (2015). *Predicting and changing health behaviour: research and practice with social cognition models*, Third edition. Maidenhead, Berkshire: Open University Press.
- Damant-Sirois, G. and El-Geneidy, A.M. (2015). Who cycles more? Determining cycling frequency through a segmentation approach in Montreal, Canada. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 77, 113–125. Available from <https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.03.028>.
- Damant-Sirois, G., Grimsrud, M. and El-Geneidy, A.M. (2014). What's your type: a multidimensional cyclist typology. *Transportation*, 41 (6), 1153–1169. Available from <https://doi.org/10.1007/s11116-014-9523-8>.
- Flora, D.B. (2020). Your Coefficient Alpha Is Probably Wrong, but Which Coefficient Omega Is Right? A Tutorial on Using R to Obtain Better Reliability Estimates. *Advances in Methods and Practices in Psychological Science*, 3 (4), 484–501. Available from <https://doi.org/10.1177/2515245920951747>.
- Flynn, B.S. et al. (2012). Weather factor impacts on commuting to work by bicycle. *Preventive Medicine*, 54 (2), 122–124. Available from <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.11.002>.
- Gervais, J. et al. (2021). Faire d'une pierre trois coups avec le vélo d'hiver : Plaisir, santé et lutte aux changements climatiques. *Climatoscope*, 3.

- Hamer, M. and Chida, Y. (2008). Active commuting and cardiovascular risk: A meta-analytic review. *Preventive Medicine*, 46 (1), 9–13. Available from <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2007.03.006>.
- Havlíčková, D. and Zámečník, P. (2020). Considering Habit in Research on Travel Mode Choice: A Literature Review with a Two-Level Methodology. *Transactions on Transport Sciences*, 11 (1), 18–32. Available from <https://doi.org/10.5507/tots.2020.004>.
- Hoffmann, C. et al. (2017). What cognitive mechanisms predict travel mode choice? A systematic review with meta-analysis. *Transport Reviews*, 37 (5), 631–652. Available from <https://doi.org/10.1080/01441647.2017.1285819>.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2022). *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change*.
- Javaid, A., Creutzig, F. and Bamberg, S. (2020). Determinants of low-carbon transport mode adoption: systematic review of reviews. *Environmental Research Letters*, 15 (10), 103002. Available from <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aba032>.
- Kahle, D. and Wickham, H. (2013). ggmap: Spatial Visualization with ggplot2. *The R Journal*, 5 (1), 144–161.
- Kajosaari, A., Ramezani, S. and Rinne, T. (2022). Built environment and seasonal variation in active transportation: A longitudinal, mixed-method study in the Helsinki Metropolitan Area. *Journal of Transport & Health*, 27, 101511. Available from <https://doi.org/10.1016/j.jth.2022.101511>.
- Klous, G. et al. (2017). Mobility assessment of a rural population in the Netherlands using GPS measurements. *International Journal of Health Geographics*, 16 (1), 30. Available from <https://doi.org/10.1186/s12942-017-0103-y>.
- Lally, P. et al. (2010). How are habits formed: Modelling habit formation in the real world. *European Journal of Social Psychology*, 40 (6), 998–1009. Available from <https://doi.org/10.1002/ejsp.674>.
- Laviolette, L. (2020). *Mobilité et psychologie : comprendre et agir pour soutenir les changements de comportement*. Montréal.
- Lubitow, A. (2017). *Narratives of Marginalized Cyclists: Understanding Obstacles to Utilitarian Cycling Among Women and Minorities in Portland, OR*. Portland State University. Available from <https://doi.org/10.15760/trec.171>.
- Manaugh, K., Boisjoly, G. and El-Geneidy, A. (2017). Overcoming barriers to cycling: understanding frequency of cycling in a University setting and the factors preventing commuters from cycling on a regular basis. *Transportation*, 44 (4), 871–884. Available from <https://doi.org/10.1007/s11116-016-9682-x>.

- Marchant, G. et al. (2020). Automaticity facets applied to screen-time sedentary behaviours and active commuting measured by accelerometers. *Health Psychology and Behavioral Medicine*, 8 (1), 423–439. Available from <https://doi.org/10.1080/21642850.2020.1820342>.
- Miranda-Moreno, L.F. and Nosal, T. (2011). Weather or Not to Cycle: Temporal Trends and Impact of Weather on Cycling in an Urban Environment. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2247 (1), 42–52. Available from <https://doi.org/10.3141/2247-06>.
- Nahal, T. and Mitra, R. (2018). Facilitators and barriers to winter cycling: Case study of a downtown university in Toronto, Canada. *Journal of Transport & Health*, 10, 262–271. Available from <https://doi.org/10.1016/j.jth.2018.05.012>.
- Namazu, M. et al. (2018). Is carsharing for everyone? Understanding the diffusion of carsharing services. *Transport Policy*, 63, 189–199. Available from <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.12.012>.
- Oja, P. et al. (2011). Health benefits of cycling: a systematic review: Cycling and health. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21 (4), 496–509. Available from <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01299.x>.
- Patil, I. (2021). Visualizations with statistical details: The ‘ggstatsplot’ approach. *Journal of Open Source Software*, 6 (61), 3167. Available from <https://doi.org/10.21105/joss.03167>.
- Phipps, D.J. (2019). *ShareSEM: Example and Template R Scripts for SEM, Bayesian, and More*. PsyArXiv. Available from <https://doi.org/10.31234/osf.io/kws2g>.
- Poirier, A. and Thériault, A. (2021). *État de la pratique du vélo au Québec en 2020*. Montréal.
- Rhemtulla, M., Brosseau-Liard, P.É. and Savalei, V. (2012). When can categorical variables be treated as continuous? A comparison of robust continuous and categorical SEM estimation methods under suboptimal conditions. *Psychological Methods*, 17 (3), 354–373. Available from <https://doi.org/10.1037/a0029315>.
- Roch, M.-H. (2019). Vélo d’hiver à Montréal : expérience vécue, perçue et imaginée [masters]. Québec: Université du Québec, Institut national de la recherche scientifique. Available from <https://espace.inrs.ca/id/eprint/8443/> [Accessed 20 October 2022].
- Rosseel, Y. (2012). lavaan: An R Package for Structural Equation Modeling. *Journal of Statistical Software*, 48 (1), 1–36. Available from <https://doi.org/10.18637/jss.v048.i02>.
- Sadeghpour, F., Isaac, S. and Amiri, M. (2015). Winter cycling in very cold climate – a case study in Calgary. *Journal of Construction Project Management and Innovation*, 5 (2), 1238–1265. Available from <https://doi.org/10.36615/jcpmi.v5i2.90>.

- Saunders, L.E. et al. (2013). What Are the Health Benefits of Active Travel? A Systematic Review of Trials and Cohort Studies. *PLoS ONE*, 8 (8), e69912. Available from <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0069912>.
- Sears, J. et al. (2012). To Bike or Not to Bike: Seasonal Factors for Bicycle Commuting. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2314 (1), 105–111. Available from <https://doi.org/10.3141/2314-14>.
- Shirgaokar, M. and Gillespie, D. (2016). Exploring User Perspectives to Increase Winter Bicycling Mode Share in Edmonton, Canada. 2016. Available from <https://trid.trb.org/view/1392739> [Accessed 20 October 2022].
- Shirgaokar, M. and Nurul Habib, K. (2018). How does the inclination to bicycle sway the decision to ride in warm and winter seasons? *International Journal of Sustainable Transportation*, 12 (6), 397–406. Available from <https://doi.org/10.1080/15568318.2017.1378779>.
- Tolppanen, S. and Kang, J. (2021). The effect of values on carbon footprint and attitudes towards pro-environmental behavior. *Journal of Cleaner Production*, 282, 124524. Available from <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124524>.
- Verplanken, B. and Orbell, S. (2019). Habit and Behavior Change. In: Sassenberg, K. and Vliek, M.L.W. (eds.). *Social Psychology in Action*. Cham: Springer International Publishing, 65–78. Available from https://doi.org/10.1007/978-3-030-13788-5_5 [Accessed 20 October 2022].
- Wahlgren, L. and Schantz, P. (2014). Exploring Bikeability in a Suburban Metropolitan Area Using the Active Commuting Route Environment Scale (ACRES). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11 (8), 8276–8300. Available from <https://doi.org/10.3390/ijerph110808276>.
- Watts, N. et al. (2019). The 2019 report of The Lancet Countdown on health and climate change: ensuring that the health of a child born today is not defined by a changing climate. *The Lancet*, 0 (0). Available from [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)32596-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)32596-6) [Accessed 14 November 2019].
- Willis, D.P., Manaugh, K. and El-Geneidy, A. (2015). Cycling Under Influence: Summarizing the Influence of Perceptions, Attitudes, Habits, and Social Environments on Cycling for Transportation. *International Journal of Sustainable Transportation*, 9 (8), 565–579. Available from <https://doi.org/10.1080/15568318.2013.827285>.
- Winters, M. et al. (2016). Bike Score®: Associations between urban bikeability and cycling behavior in 24 cities. *International journal of behavioral nutrition and physical activity*, 13 (1), 1–10.

Wood, W. and Neal, D.T. (2007). A new look at habits and the habit-goal interface. *Psychological Review*, 114 (4), 843–863. Available from <https://doi.org/10.1037/0033-295X.114.4.843>.

CONCLUSION

Ce mémoire est, à notre connaissance, la première étude longitudinale sur les facteurs psychologiques associés aux déplacements à vélo en hiver au Québec et en climat nordique. Nos résultats ont démontré que les construits de la TCP (à l'exception des normes subjectives) et le niveau d'automatisme influençaient significativement, positivement et longitudinalement les déplacements à vélo en hiver. Nos résultats s'alignent avec les résultats d'une étude observationnelle de Bird (2018), qui indiquent que tous les construits de la TCP, à l'exception des normes subjectives, sont significativement associés à un changement de la marche ou du vélo pour le transport dans le temps (non-spécifique aux déplacements à vélo en hiver). De plus, il est possible que le contrôle perçu ait un impact plus important sur les déplacements à vélo en hiver en raison d'un effet d'apprentissage associé aux conditions hivernales (par exemple, la glace, la neige). Des niveaux et des distributions élevés de construits psychologiques suggèrent également que notre échantillon comprenait majoritairement des cyclistes très motivés, ce qui représente un fort engagement personnel pour ce mode de transport spécifique au Québec.

Ensuite, le niveau d'automatisme était plus fortement associé aux déplacements à vélo en hiver que l'intention. Ce résultat appuie les conclusions de Javaid et al. (2020) concernant l'ajout du construit d'habitude dans les modèles de prédiction des modes de transport. Ceci est également cohérent avec les études précédentes qui indiquent que le développement d'habitudes pour un mode de transport facilite un changement de comportement à long terme (Bruijn et al. 2019). Cela suggère que des interventions de formation d'habitudes pourraient aider à augmenter les déplacements à vélo pendant l'hiver. Le développement des habitudes est renforcé lorsque l'environnement dans lequel un comportement est effectué est stable (Marchant *et al.*, 2020). Ainsi, l'entretien et l'amélioration des infrastructures cyclables « d'été » pendant l'hiver pourraient éviter le décalage saisonnier du mode de transport (Kajosaari *et al.*, 2022).

Les résultats comprennent également un portrait socio-démographique des cyclistes d'hiver québécois. Les caractéristiques de l'échantillon sont conformes au portrait général des cyclistes hivernaux précédemment identifié dans une revue (Gervais *et al.*, 2021) et des enquêtes qualitatives canadiennes (Damant-Sirois, Grimsrud et El-Geneidy, 2014; Shirgaokar et Habib, 2018). En effet, nos résultats montrent qu'il y a plus de personnes s'identifiant comme des hommes (60,6%), des blancs (93,6%), avec des revenus annuels élevés (67,8% plus de 60 000 \$/an) et un âge moyen de 44 ans. La plupart d'entre eux ont fait

état d'un niveau élevé d'attitude pro-environnementale et étaient politiquement orientés à gauche. Ces résultats suggèrent que le vélo en hiver peut ne pas être accessible aux femmes, aux personnes de couleur et aux personnes à faible revenu. Une étude qualitative menée dans l'Oregon, aux États-Unis, a enquêté sur les obstacles au cyclisme utilitaire chez les femmes et les personnes de couleur (Lubitow, 2017). Les résultats ont montré que bien que certains obstacles associés à la sécurité des infrastructures aient été soulevés, les principaux obstacles étaient liés aux préoccupations ou aux expériences associées au sexisme et au racisme dans les espaces publics. Les auteurs suggèrent que les changements doivent avoir lieu au niveau social et culturel et non seulement au niveau structurel (Lubitow, 2017). Aussi, le vélo est considéré comme une activité coûteuse chez les adultes à faible revenu (Roch, 2019).

Les points forts de notre étude comprennent notre grande taille d'échantillon avec une large répartition géographique à travers la province de Québec. Cela a permis d'avoir un aperçu des cyclistes utilitaires partout dans la province, avec des participants provenant de régions urbaines, semi-urbaines et rurales. Les recherches antérieures menées au Canada portaient uniquement sur les zones urbaines (c. 2015 ; Manaugh, Boisjoly et El-Geneidy, 2017 ; Nahal et Mitra, 2018). Le plus grand nombre de répondants provenait de la région métropolitaine de Montréal, ce qui peut être dû à la création d'un réseau cyclable express (REV) qui a augmenté le nombre de pistes cyclables séparées de la circulation automobile. Une limite de notre étude est le questionnaire sur les perceptions environnementales du vélo, qui devrait être amélioré et comparé à un indice de « cyclabilité » objectif (Winters *et al.*, 2016). Les déplacements à vélo en hiver ont été auto-déclarés, bien que les mesures passives et objectives soient plus précises pour caractériser les modes de transport individuels (Klous *et al.*, 2017). L'impact de la pandémie de covid-19 sur les résultats doit être pris en compte. Les déplacements des participants ont été modifiés en raison, entre autres, des mesures de télétravail. Plusieurs participants nous ont écrits pour nous informer de ces changements. Les commentaires reçus pointent tous vers une diminution du nombre de déplacements par rapport à avant la pandémie.

Dans l'ensemble, cette étude aide à mieux comprendre qui sont les cyclistes d'hiver au Québec et pourquoi ils choisissent de rouler en hiver. Les résultats pourront aider à guider les décideurs politiques sur les mesures à mettre en place pour augmenter la part modale du vélo en hiver. Entre autres, les campagnes de promotion du vélo d'hiver devraient cibler en priorité les femmes et les minorités visibles, mais également les enfants et les personnes âgées. Des mesures fiscales pourraient être mises en place pour l'achat d'équipement d'hiver, qui peut s'avérer dispendieux pour la population à plus faible revenu. Au

niveau des infrastructures, les décideurs devraient travailler à augmenter l'offre de pistes cyclables séparées des routes, ce qui permettrait aux cyclistes d'éviter la congestion routière. La mise en place d'interventions psychologiques qui ciblent le développement d'habitude de l'utilisation du vélo d'hiver devrait être priorisée. Des interventions qui visent à créer une rupture dans les habitudes d'utilisation de l'automobile seraient aussi à mettre de l'avant, sachant que la dépendance à l'automobile peut nuire à l'adoption d'un mode de transport durable. De plus, cette étude fournit une base solide pour de futures recherches sur ce sujet. Par exemple, des recherches futures pourraient porter sur l'élaboration d'interventions visant à rendre le vélo d'hiver plus accessible aux femmes et aux minorités visibles. Les recherches futures pourraient également travailler sur le développement des habitudes pour augmenter les taux de rétention entre l'été et l'hiver. Il serait aussi pertinent d'étudier la perception de l'environnement cyclable spécifique au milieu urbain, semi-urbain et rural.

Pour terminer, les décideurs doivent garder en tête que l'augmentation de la part modale du TA au Québec est un choix gagnant autant pour la lutte au changement climatique que pour la santé humaine. La pratique du TA permet : (1) de réduire les émissions de GES lorsqu'il remplace un déplacement en voiture ; (2) de diminuer la pollution de l'air lorsqu'il remplace un déplacement en voiture ; (3) de diminuer les comportements sédentaires et (4) d'augmenter le niveau d'activité physique. Dans le contexte climatique du Québec, la promotion du TA ne doit pas se limiter aux saisons plus clémentes, au contraire, l'accent devrait être mis sur les saisons froides puisque les taux de rétention du TA sont très faibles.

Au départ, le sujet de mon mémoire était le TA en général et se voulait une intervention de comportement ayant comme objectif de créer un transfert modal de l'automobile au TA. Ma motivation première était de lutter contre les changements climatiques en diminuant les émissions de GES reliés au transport. Toutefois, en raison de plusieurs circonstances, mon sujet a dévié vers le transport à vélo l'hiver, et je ne pourrais pas être plus heureuse de ce changement. Tout d'abord, j'ai découvert cette pratique et j'ai eu la piqûre, notamment grâce à mon professeur et une collègue. Mais encore, j'ai découvert une communauté de fervents adeptes, désireux de faire connaître et avancer cette pratique au Québec. Au fil de mes recherches, nous avons constaté le manque d'informations sur le vélo d'hiver au Québec, notamment en ce qui concerne les facteurs psychologiques associés à ce mode de transport. C'est donc dans l'optique de développer les connaissances sur le vélo d'hiver que j'ai entrepris cette étude longitudinale. Ce travail est tout aussi essentiel pour créer un transfert modal de l'automobile au TA.

ANNEXE A
QUESTIONNAIRE 1

** Définition du vélo d'hiver utilitaire : Utilisation de vélo lors de la saison d'hiver, de novembre à mars, à des fins de transport, par exemple : pour se rendre à au travail, pour faire des commissions, pour aller chez des amis, etc... **

Données socio-démographiques

Quel est votre adresse courriel ?

Quelle est votre date de naissance ?

Quel est votre code postal ?

À quel genre identifiez-vous?

- Femme
- Homme
- Non-Binaire
- Autre
- Ne préfère pas répondre

Vous identifiez-vous comme une personne issue d'une minorité visible ?

- Oui
- Non
- Je préfère ne pas répondre

Quelle est votre statut actuel ?

- Travail à temps plein
- Travail à temps partiel
- Étudiant
- À la maison
- En congé parental
- À la retraite
- Sans emploi
- Je préfère ne pas répondre

Dans laquelle des catégories suivantes se situe le revenu annuel brut de votre ménage?

- Moins de 20,000\$
- 20,000\$-39,999\$
- 40,000\$-59,999\$
- 60,000\$-79,999\$
- 80,000\$-99,999\$
- 100,000\$-119,000\$
- 120,000\$-149,999\$
- 150,000\$ et plus

Avez-vous un permis de conduire?

- Oui
- Non

Possédez-vous ou avez-vous accès à une automobile pour vous déplacer ?

- Oui
- Non

Avez-vous un abonnement d'autopartage ?

- Oui
- Non

Ma région n'est pas desservie par un système d'autopartage

Si oui, à quelle fréquence l'utilisez-vous ?

Pour vous, protéger l'environnement et préserver la nature est quelque chose...

(1 = opposé à mes valeurs, 7 = d'une importance suprême)

En politique, on parle parfois de « gauche » et de « droite ». Où vous placeriez-vous sur cette échelle ?

(1 = Gauche, 7 = Droite)

Diriez-vous que votre santé est ...

- Excellente
- Très bonne
- Bonne
- Passable
- Mauvaise
- Très mauvaise
- Je préfère ne pas répondre

En quelle année avez-vous commencé à pratiquer le vélo d'hiver utilitaire ?

En vous référant à la période de novembre 2020 à avril 2021, de façon générale, avez-vous fait du vélo d'hiver utilitaire...

- Tous les jours
- 6 fois par semaine
- 5 fois par semaine
- 4 fois par semaine
- 3 fois par semaine
- 2 fois par semaine
- 1 fois par semaine
- 3 fois par mois
- 2 fois par mois
- 1 fois par mois
- Moins souvent
- Pas du tout
- Je ne sais pas

Pour vous déplacer l'hiver en vélo, vous utilisez un... ?

- Vélo standard
- Vélo électrique ou à assistance électrique
- Vélo à pneus surdimensionnés (Fatbike)

Combien d'heures de vélo d'hiver utilitaire faites-vous au cours d'une semaine typique ?

Combien de kilomètres en vélo d'hiver utilitaire parcourez-vous au cours d'une semaine typique ?

Depuis que vous pratiquez le vélo d'hiver utilitaire, avez-vous réduit votre utilisation de la voiture pour...

- De courts trajets (5km et moins) 1= Aucun trajet, 10 = Tous mes trajets
- De moyens trajets (entre 5km et 15km) 1= Aucun trajet, 10 = Tous mes trajets
- De longs trajets (15 km et plus) 1= Aucun trajet, 10 = Tous mes trajets

Perception de l'environnement cyclable

Veillez ne cocher qu'une seule case par item en fonction de ce qui correspond le mieux à votre situation et à la façon dont vous voyez percevez et appréciez vos déplacements en vélo et votre environnement.

Comment trouvez-vous le flux de véhicules à moteur (nombre de voitures) le long de votre itinéraire ?

- 1 (Très faible) 2 3 4 5 6 7 8 (Neutre) 9 10 11
12 13 14 15 (Très élevé)

Comment trouvez-vous les vitesses des véhicules à moteur (taxis, camions, voitures ordinaires, bus) le long de votre itinéraire ? 1 (Très faible) 2 3 4 5 6 7 8 (Neutre) 9
10 11 12 13 14 15 (Très élevé)

Comment, en tant que cycliste, trouvez-vous les niveaux de congestion du trafic, causés par tous les types de véhicules, le long de votre itinéraire ? 1 (Très faible) 2 3 4 5 6 7
8 (Neutre) 9 10 11 12 13 14 15 (Très élevé)

Comment trouvez-vous la survenance de conflits entre vous, en tant que cycliste, et les autres usagers de la route (y compris les piétons) le long de votre parcours ? 1 (Très faible) 2 3 4 5
6 7 8 (Neutre) 9 10 11 12 13 14 15 (Très élevé)

Dans quelle mesure pensez-vous que vos trajets à vélo sont rendus plus difficile par l'itinéraire que vous devez prendre ? 1 (Très faible) 2 3 4 5 6 7 8 (Neutre) 9
10 11 12 13 14 15 (Très élevé)

Dans quelle mesure pensez-vous que votre voyage à vélo est rendu plus difficile par le dénivelé ?
1 (Très faible) 2 3 4 5 6 7 8 (Neutre) 9 10 11
12 13 14 15 (Très élevé)

Comment trouvez-vous la qualité du déneigement ou du déglçage le long de vos parcours en vélo d'hiver ?
1 (Très faible) 2 3 4 5 6 7 8 (Neutre) 9 10 11
12 13 14 15 (Très élevé)

Pensez-vous que, dans l'ensemble, l'environnement dans lequel vous pédalez sti-mule/entrave vos déplacements ? 1 (Entrave) 2 3 4 5 6 7 8 (Neutre) 9
10 11 12 13 14 15 (Stimule)

Quelle est la part approximative de votre itinéraire constituée de pistes cyclables/voies cyclables/routes cyclables séparées de la circulation automobile ? 1 (0%) 2 3 4 5 6 (50%) 7
8 9 10 11 (100%)

Utilisation du vélo d'hiver utilitaire

Nous cherchons à mieux comprendre le contexte de vos déplacements en vélo l'hiver. Veuillez indiquer votre degré d'accord avec chaque proposition en sélectionnant une réponse entre 1 et 7.

Régulièrement = Plus de 2 fois par semaine

La plupart des gens qui sont importants pour moi soutiennent mon choix de prendre le vélo pour me déplacer l'hiver. 1 (Pas du tout d'accord) 2 3 4 5 6 7 (Tout à fait d'accord)

La plupart des gens qui sont importants pour moi pensent que je devrais prendre le vélo pour me déplacer l'hiver. 1 (Pas du tout d'accord) 2 3 4 5 6 7 (Tout à fait d'accord)

Si je voulais faire du vélo régulièrement pour me déplacer dans les 30 prochains jours, j'en aurais les capacités. 1 (Pas du tout d'accord) 2 3 4 5 6 7 (Tout à fait d'accord)

J'ai la capacité de faire du vélo pour me déplacer régulièrement dans les 30 prochains jours. 1 (Pas du tout d'accord) 2 3 4 5 6 7 (Tout à fait d'accord)

J'ai l'intention de faire du vélo pour me déplacer régulièrement dans les 30 prochains jours. 1 (Pas du tout d'accord) 2 3 4 5 6 7 (Tout à fait d'accord)

J'ai l'objectif de faire du vélo pour me déplacer régulièrement dans les 30 prochains jours. 1 (Pas du tout d'accord) 2 3 4 5 6 7 (Tout à fait d'accord)

Selon vous, le fait de faire du vélo pour vous déplacer régulièrement dans les 30 prochains jours serait : 1 (Déplaisant) 2 3 4 5 6 7 (Plaisant)

Selon vous, le fait de faire du vélo pour vous déplacer régulièrement dans les 30 prochains jours serait : 1 (Désagréable) 2 3 4 5 6

Habitudes d'utilisation du vélo d'hiver utilitaire

Se déplacer en vélo l'hiver est quelque chose ...

Que je fais d'instinct, pas besoin que ce soit noté sur mon agenda. 1 (Pas du tout d'accord) 2
3 4 5 (Tout en fait d'accord)

Sur lequel je n'ai pas besoin de me concentrer pour le faire correctement. 1 (Pas du tout d'accord)
2 3 4 5 (Tout en fait d'accord)

Que je trouverais difficile de ne pas faire. 1 (Pas du tout d'accord) 2 3 4 5
(Tout en fait d'accord)

À propos duquel je ne me pose pas la question de savoir si je vais le faire ou non, je le fais c'est tout.
1 (Pas du tout d'accord) 2 3 4 5 (Tout en fait d'accord)

Que je pourrais faire « les yeux fermés » une fois que j'ai commencé. 1 (Pas du tout d'accord) 2
3 4 5 (Tout en fait d'accord)

Qui me demanderait des efforts si je devais ne pas le faire. 1 (Pas du tout d'accord) 2 3
4 5 (Tout en fait d'accord)

Que je fais sans avoir à la planifier à l'avance. 1 (Pas du tout d'accord) 2 3 4 5
(Tout en fait d'accord)

Que je peux effectuer en « pilote automatique ». 1 (Pas du tout d'accord) 2 3 4
5 (Tout en fait d'accord)

Qui me fait me sentir bizarre si je ne le fais pas. 1 (Pas du tout d'accord) 2 3 4 5
(Tout en fait d'accord)

ANNEXE B
QUESTIONNAIRE 2

Nous vous demandons votre adresse courriel et votre date de naissance afin de pouvoir associer vos réponses au 1er questionnaire à vos réponses au 2e questionnaire.

Quel est votre adresse courriel ?

Quelle est votre date de naissance ?

Dans les 7 derniers jours, avez-vous fait du vélo d'hiver utilitaire...

- Tous les jours
- 6 fois par semaine
- 5 fois par semaine
- 4 fois par semaine
- 3 fois par semaine
- 2 fois par semaine
- 1 fois par semaine
- Pas du tout

Combien d'heures de vélo d'hiver utilitaire avez-vous fait dans les 7 derniers jours ?

Combien de kilomètres en vélo d'hiver utilitaire avez-vous parcouru dans les 7 derniers jours ?

Désirez-vous recevoir les résultats de l'étude à votre adresse courriel lorsque celle-ci sera terminée ?

RÉFÉRENCES

- Aarts, H., Verplanken, B. et van Knippenberg, A. (1998). Predicting Behavior From Actions in the Past: Repeated Decision Making or a Matter of Habit? *Journal of Applied Social Psychology*, 28(15), 1355-1374. <https://doi.org/10.1111/j.1559-1816.1998.tb01681.x>
- Agence de la santé publique du Canada. (2012, 12 janvier). *Le transport actif* [éducation et sensibilisation]. aem. <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/etre-actif/transport-actif.html>
- Ajzen. (1991). *The Theory of Planned Behavior* (p. 179-211). Academic Press. Inc.
- Bamberg, S., Ajzen, I. et Schmidt, P. (2003). Choice of Travel Mode in the Theory of Planned Behavior: The Roles of Past Behavior, Habit, and Reasoned Action. *Basic and Applied Social Psychology*, 25(3), 175-187. https://doi.org/10.1207/S15324834BASP2503_01
- Bernard, P., Chevance, G., Kingsbury, C., Baillot, A., Romain, A.-J., Molinier, V., Gadais, T. et Dancause, K. N. (2021). Climate Change, Physical Activity and Sport: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 51(5), 1041-1059. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01439-4>
- Bhalla, K., Shotten, M., Cohen, A., Brauer, M., Shahraz, S., Burnett, R., Leach-Kemon, K., Freedman, G. et Murray, C. J. (2014). *Transport for health: the global burden of disease from motorized road transport*. <https://trid.trb.org/view/1309586>
- Bird, E. L. (2018). *Predicting walking and cycling behaviour change using an extended Theory of Planned Behaviour*, 18.
- Boiché, J., Gourlan, M., Trouilloud, D. et Sarrazin, P. (2019). Development and validation of the 'Echelle de Motivation envers l'Activité Physique en contexte de Santé': A motivation scale towards health-oriented physical activity in French. *Journal of Health Psychology*, 24(3), 386-396. <https://doi.org/10.1177/1359105316676626>
- Boiché, J., Marchant, G., Nicaise, V. et Bison, A. (2016). Development of the Generic Multifaceted Automaticity Scale (GMAS) and preliminary validation for physical activity. *Psychology of Sport and Exercise*, 25, 60-67. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2016.03.003>
- Bouman, T., Verschoor, M., Albers, C. J., Böhm, G., Fisher, S. D., Poortinga, W., Whitmarsh, L. et Steg, L. (2020). When worry about climate change leads to climate action: How values, worry and personal responsibility relate to various climate actions. *Global Environmental Change*, 62(102061). <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102061>
- Brand, C., Dons, E., Anaya-Boig, E., Avila-Palencia, I., Clark, A., Nazelle, A. de, Gascon, M., Gaupp-Berghausen, M., Gerike, R., Gotschi, T., Iacorossi, F., Kahlmeier, S., Laeremans, M., Nieuwenhuijsen, M., Mendoza, J. O., Racioppi, F., Raser, E., Rueda, D. R., Standaert, A., ... Panis, L. I. (2020, 16 juillet). *The climate change mitigation effects of active travel* [preprint]. In Review. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-39219/v1>

- Celis-Morales, C. A., Lyall, D. M., Welsh, P., Anderson, J., Steell, L., Guo, Y., Maldonado, R., Mackay, D. F., Pell, J. P., Sattar, N. et Gill, J. M. R. (2017). Association between active commuting and incident cardiovascular disease, cancer, and mortality: prospective cohort study. *BMJ*, j1456. <https://doi.org/10.1136/bmj.j1456>
- Cestac, J. et Meyer, T. (2010). Des attitudes à la prédiction du comportement : le modèle du comportement planifié. Dans P. Morchain et A. Somat (dir.), *La psychologie sociale : applicabilité et applications* (p. 55-86). Presses universitaires de Rennes. <https://doi.org/10.4000/books.pur.60722>
- Chng, S., Abraham, C., White, M. P., Hoffmann, C. et Skippon, S. (2018). Psychological theories of car use: An integrative review and conceptual framework. *Journal of Environmental Psychology*, 55, 23-33. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2017.10.009>
- Conner, M. et Norman, P. (dir.). (2007). *Predicting health behaviour: research and practice with social cognition models* (2. ed., repr). Open Univ. Press.
- de Bruijn, G.-J., Kremers, S. P. J., Singh, A. et van Mechelen, W. (2009). Adult Active Transportation. *American Journal of Preventive Medicine*, 6.
- Delisle, F., Québec (Province), Ministère de l'environnement et de la lutte contre les changements climatiques et Direction générale de la réglementation carbone et des données d'émission. (2018). *Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2016 et leur évolution depuis 1990*. <http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/3641693>
- Dupuy, G. (1999). *La dépendance automobile. Symptômes, analyses, diagnostic, traitements*,. (n°614-615).
- Dupuy, G. (2011). Fracture et dépendance: l'enfer des réseaux? *Flux*, 83(1), 6-23. <https://doi.org/10.3917/flux.083.0006>
- Flora, D. B. (2020). Your Coefficient Alpha Is Probably Wrong, but Which Coefficient Omega Is Right? A Tutorial on Using R to Obtain Better Reliability Estimates. *Advances in Methods and Practices in Psychological Science*, 3(4), 484-501. <https://doi.org/10.1177/2515245920951747>
- Frank, L. D., Andresen, M. A. et Schmid, T. L. (2004). Obesity relationships with community design, physical activity, and time spent in cars. *American Journal of Preventive Medicine*, 27(2), 87-96. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2004.04.011>
- Fritz, M. S. et MacKinnon, D. P. (2007). Required Sample Size to Detect the Mediated Effect. *Psychological science*, 18(3), 233-239. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2007.01882.x>
- Gardner, B. (2012). *Habit as automaticity, not frequency: (544772013-003)*. American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/e544772013-003>
- Gervais, J., Lapointe, J., Kingsbury, C. et Bernard, P. (2021). Faire d'une pierre trois coups avec le vélo d'hiver: Plaisir, santé et lutte contre les changements climatiques. *Le Climatoscope*, (3), 136-141.

- Hamer, M. et Chida, Y. (2008). Active commuting and cardiovascular risk: A meta-analytic review. *Preventive Medicine*, 46(1), 9-13. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2007.03.006>
- Havlíčková, D. et Zámečník, P. (2020). Considering Habit in Research on Travel Mode Choice: A Literature Review with a Two-Level Methodology. *Transactions on Transport Sciences*, 11(1), 18-32. <https://doi.org/10.5507/tots.2020.004>
- Hoffmann, C., Abraham, C., White, M. P., Ball, S. et Skippon, S. M. (2017). What cognitive mechanisms predict travel mode choice? A systematic review with meta-analysis. *Transport Reviews*, 37(5), 631-652. <https://doi.org/10.1080/01441647.2017.1285819>
- Institut de la statistique du Québec. (2018). *L'activité physique en quelques chiffres - Flash Surveillance - Professionnels de la santé - MSSS*. <https://www.msss.gouv.qc.ca/professionnels/statistiques-donnees-sante-bien-etre/flash-surveillance/activite-physique-en-quelques-chiffres/>
- Institut de la statistique du Québec. (2020). *Enquête québécoise sur l'activité physique et le sport (EQAPS) 2018-2019*. Institut de la Statistique du Québec. <https://statistique.quebec.ca/fr/enquetes/realisees/enquete-quebecoise-sur-lactivite-physique-et-le-sport-eqaps-2018-2019>
- Javaid, A., Creutzig, F. et Bamberg, S. (2020). Determinants of low-carbon transport mode adoption: systematic review of reviews. *Environmental Research Letters*, 15(10), 103002. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aba032>
- Kahle, D. et Wickham, H. (2013). ggmap: Spatial Visualization with ggplot2. *The R Journal*, 5(1), 144-161.
- Kajosaari, A., Ramezani, S. et Rinne, T. (2022). Built environment and seasonal variation in active transportation: A longitudinal, mixed-method study in the Helsinki Metropolitan Area. *Journal of Transport & Health*, 27, 101511. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2022.101511>
- Keall, M. D., Shaw, C., Chapman, R. et Howden-Chapman, P. (2018). Reductions in carbon dioxide emissions from an intervention to promote cycling and walking: A case study from New Zealand. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 65, 687-696. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.10.004>
- Kelly, P., Kahlmeier, S., Götschi, T., Orsini, N., Richards, J., Roberts, N., Scarborough, P. et Foster, C. (2014). Systematic review and meta-analysis of reduction in all-cause mortality from walking and cycling and shape of dose response relationship. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 11(1), 132. <https://doi.org/10.1186/s12966-014-0132-x>
- Klous, G., Smit, L. A. M., Borlée, F., Coutinho, R. A., Kretzschmar, M. E. E., Heederik, D. J. J. et Huss, A. (2017). Mobility assessment of a rural population in the Netherlands using GPS measurements. *International Journal of Health Geographics*, 16(1), 30. <https://doi.org/10.1186/s12942-017-0103-y>
- Laviolette, J. (2020a). *L'état de l'automobile au Québec : constats, tendances et conséquences*. <https://fr.davidsuzuki.org/publication-scientifique/letat-de-lautomobile-au-quebec-constats-tendances-et-consequences/>

- Laviolette, J. (2020b, janvier). *Mobilité et psychologie : comprendre et agir pour soutenir les changements de comportement*. <https://fr.davidsuzuki.org/publication-scientifique/mobilite-et-psychologie-comprendre-et-agir-pour-soutenir-les-changements-de-comportement/>
- Lebel, G., Busque, D., Therrien, M., Paradis, J., Brault, M.-P., Canuel, M., Walsh, P., Québec (Province), Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs, Institut national de santé publique du Québec et Direction de la santé environnementale et de la toxicologie. (2012). *Bilan de la qualité de l'air au Québec en lien avec la santé, 1975-2009*. Institut national de santé publique du Québec.
- Lubitow, A. (2017, 1^{er} mai). *Narratives of marginalized cyclists : understanding obstacles to utilitarian cycling among women and minorities in Portland, OR : final report*. (NITC-SS-994). Portland State University. Department of Sociology. <https://rosap.nsl.bts.gov/view/dot/32299>
- Marchant, G., Servajean, P., Nicaise, V. et Boiché, J. (2020). Automaticity facets applied to screen-time sedentary behaviours and active commuting measured by accelerometers. *Health Psychology and Behavioral Medicine*, 8(1), 423-439. <https://doi.org/10.1080/21642850.2020.1820342>
- Marques, A., Peralta, M., Henriques-Neto, D., Frاسquilho, D., Rubio Gouveira, É. et Gomez-Baya, D. (2020). Active Commuting and Depression Symptoms in Adults: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(3), 1041. <https://doi.org/10.3390/ijerph17031041>
- McCormack, G. R. et Virk, J. S. (2014). Driving towards obesity: A systematized literature review on the association between motor vehicle travel time and distance and weight status in adults. *Preventive Medicine*, 66, 49-55. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2014.06.002>
- Milner, A., Badland, H., Kavanagh, A. et LaMontagne, A. D. (2017). Time Spent Commuting to Work and Mental Health: Evidence From 13 Waves of an Australian Cohort Study. *American Journal of Epidemiology*, 186(6), 659-667. <https://doi.org/10.1093/aje/kww243>
- Ministère des ressources naturelles du Canada. (2014). Learn the facts: Cold weather effects on fuel efficiency.
- Morency, C., Demers, M. et Poliquin, E. (2014). Shifting short motorized trips to walking: The potential of active transportation for physical activity in Montreal. *Journal of Transport & Health*, 1(2), 100-107. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2014.03.002>
- Neves, A. et Brand, C. (2019). Assessing the potential for carbon emissions savings from replacing short car trips with walking and cycling using a mixed GPS-travel diary approach. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 123, 130-146. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.08.022>
- Oja, P., Titze, S., Bauman, A., Geus, B. de, Krenn, P., Reger-Nash, B. et Kohlberger, T. (2011). Health benefits of cycling: a systematic review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(4), 496-509. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01299.x>
- Olsson, Jana Huck et Margareta Friman. (2018). Intention for Car Use Reduction: Applying a Stage -Based Model. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(2), 216. <https://doi.org/10.3390/ijerph15020216>

- Patil, I. (2021). Visualizations with statistical details: The « ggstatsplot » approach. *Journal of Open Source Software*, 6(61), 3167. <https://doi.org/10.21105/joss.03167>
- Phipps, D. J. (2019, 4 mai). *ShareSEM: Example and Template R Scripts for SEM, Bayesian, and More*. PsyArXiv. <https://doi.org/10.31234/osf.io/kws2g>
- Poirier, A. et Thériault, A. de J. (2021). *État de la pratique du vélo au Québec en 2020*.
- Roch, M.-H. (2019). *Vélo d'hiver à Montréal : Expérience vécue, perçue et imaginée*, 129.
- Rodrigues, P. F., Alvim-Ferraz, M. C. M., Martins, F. G., Saldiva, P., Sá, T. H. et Sousa, S. I. V. (2020). Health economic assessment of a shift to active transport. *Environmental Pollution*, 258, 113745. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113745>
- Ross, R., Chaput, J.-P., Giangregorio, L. M., Janssen, I., Saunders, T. J., Kho, M. E., Poitras, V. J., Tomasone, J. R., El-Kotob, R., McLaughlin, E. C., Duggan, M., Carrier, J., Carson, V., Chastin, S. F., Latimer-Cheung, A. E., Chulak-Bozzer, T., Faulkner, G., Flood, S. M., Gazendam, M. K., ... Tremblay, M. S. (2020). Canadian 24-Hour Movement Guidelines for Adults aged 18–64 years and Adults aged 65 years or older: an integration of physical activity, sedentary behaviour, and sleep. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 45(10 (Suppl. 2)), S57-S102. <https://doi.org/10.1139/apnm-2020-0467>
- Rosseel, Y. (2011). lavaan: An R Package for Structural Equation Modeling. *J Stat Softw*, 48. <https://doi.org/10.18637/jss.v048.i02>
- Saunders, L. E., Green, J. M., Petticrew, M. P., Steinbach, R. et Roberts, H. (2013). What Are the Health Benefits of Active Travel? A Systematic Review of Trials and Cohort Studies. *PLoS ONE*, 8(8), e69912. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0069912>
- Schneider, R. J. et William, J. L. (2019). *Move closer and get active: How to make urban university commutes more satisfying*, 12.
- Singleton, P. A. (2019). Walking (and cycling) to well-being: Modal and other determinants of subjective well-being during the commute. *Travel Behaviour and Society*, 16, 249-261. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2018.02.005>
- Smargiassi, A., Plante, C., Morency, P., Hatzopoulou, M., Morency, C., Eluru, N., Tétreault, L.-F., Goudreau, S., Bourbonnais, P. L., Bhowmik, T., Shekarrizfard, M., Chandra Iraganaboina, N. et Requia, W. (2020). Environmental and health impacts of transportation and land use scenarios in 2061. *Environmental Research*, 187, 109622. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109622>
- Statistique Canada. (2017a). *Principal mode de transport pour la navette*). <https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/dt-td/Rp-fra.cfm?LANG=F&APATH=3&DETAIL=0&DIM=0&FL=A&FREE=0&GC=0&GID=0&GK=0&GRP=1&PID=111334&PRID=10&PTYPE=109445&S=0&SHOWALL=0&SUB=0&Temporal=2017&THEME=125&VID=0&VNAMEE=&VNAMEF>
- Statistique Canada. (2017b, 29 novembre). *Destination du trajet domicile-travail (5), principal mode de transport pour la navette (10), sexe (3) et âge (5) pour la population active occupée âgée de 15*

- ans et plus ayant un lieu habituel de travail, dans les ménages privés du Canada, provinces et territoires, divisions de recensement et subdivisions de recensement, Recensement de 2016 - Données-échantillon (25 %). <https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/dt-td/Rp-fra.cfm?TABID=2&LANG=F&APATH=3&DETAIL=0&DIM=0&FL=A&FREE=0&GC=0&GK=0&GRP=1&PID=110716&PRID=10&PTYPE=109445&S=0&SHOWALL=0&SUB=0&Temporal=2017&THEME=125&VID=0&VNAMEE=&VNAMEF=>
- Statistique Canada. (2020). *Immatriculations de véhicules, par type de véhicule*. <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=2310006701>
- Stokes, G. et Hallett, S. (1992). The role of advertising and the car. *Transport Reviews*, 12(2), 171-183. <https://doi.org/10.1080/01441649208716812>
- Sugiyama, T., Chandrabose, M., Homer, A. R., Sugiyama, M., Dunstan, D. W. et Owen, N. (2020). Car use and cardiovascular disease risk: Systematic review and implications for transport research. *Journal of Transport & Health*, 19, 100930. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2020.100930>
- Taylor, F. W. (1991). The greenhouse effect and climate change. *Reports on Progress in Physics*, 54(6), 881-918. <https://doi.org/10.1088/0034-4885/54/6/002>
- Tolppanen, S. et Kang, J. (2020). The effect of values on carbon footprint and attitudes towards pro-environmental behavior. *Journal of Cleaner Production*, 282. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124524>
- Verplanken, B. et Orbell, S. (2019). Habit and Behavior Change. Dans K. Sassenberg et M. L. W. Vliek (dir.), *Social Psychology in Action* (p. 65-78). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-13788-5_5
- Wahlgren, L. et Schantz, P. (2014). Exploring Bikeability in a Suburban Metropolitan Area Using the Active Commuting Route Environment Scale (ACRES). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(8), 8276-8300. <https://doi.org/10.3390/ijerph110808276>
- Wang, X., Rodríguez, D. A., Sarmiento, O. L. et Guaje, O. (2019). Commute patterns and depression: Evidence from eleven Latin American cities. *Journal of Transport & Health*, 14, 100607. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2019.100607>
- Watts, N., Amann, M., Arnell, N., Ayeb-Karlsson, S., Belesova, K., Boykoff, M., Byass, P., Cai, W., Campbell-Lendrum, D., Capstick, S., Chambers, J., Dalin, C., Daly, M., Dasandi, N., Davies, M., Drummond, P., Dubrow, R., Ebi, K. L., Eckelman, M., ... Montgomery, H. (2019). The 2019 report of The Lancet Countdown on health and climate change: ensuring that the health of a child born today is not defined by a changing climate. *The Lancet*, 394(10211), 1836-1878. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)32596-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)32596-6)
- White, R. L., Babic, M. J., Parker, P. D., Lubans, D. R., Astell-Burt, T. et Lonsdale, C. (2017). Domain-Specific Physical Activity and Mental Health: A Meta-analysis. *American Journal of Preventive Medicine*, 52(5), 653-666. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2016.12.008>

- Willis, D. P., Manaugh, K. et El-Geneidy, A. (2015). Cycling Under Influence: Summarizing the Influence of Perceptions, Attitudes, Habits, and Social Environments on Cycling for Transportation. *International Journal of Sustainable Transportation*, 9(8), 565-579. <https://doi.org/10.1080/15568318.2013.827285>
- Winters, M., Teschke, K., Brauer, M. et Fuller, D. (2016). Bike Score®: Associations between urban bikeability and cycling behavior in 24 cities. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 13(1), 18. <https://doi.org/10.1186/s12966-016-0339-0>
- Wood, W. et Neal, D. (2007). A New Look at Habits and the Habit-Goal Interface. *Psychological review*, 114, 843-63. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.114.4.843>
- Xia, T., Nitschke, M., Zhang, Y., Shah, P., Crabb, S. et Hansen, A. (2015). Traffic-related air pollution and health co-benefits of alternative transport in Adelaide, South Australia. *Environment International*, 10.