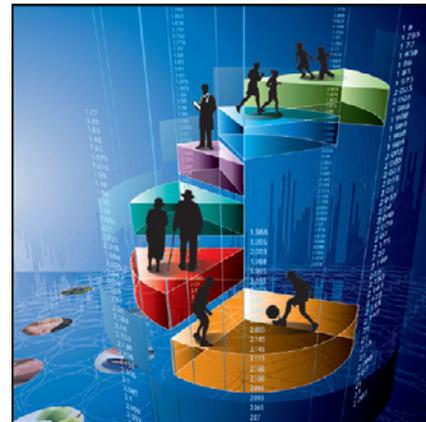


Rapports sur la santé

Système de mesures du confort et de la sécurité des voies cyclables canadiennes (Can-BICS) : mesures nationales de l'environnement cyclable aux fins d'utilisation dans la recherche et l'élaboration de politiques

par Meghan Winters, Jeneva Beairsto, Colin Ferster, Karen Laberee,
Kevin Manaugh et Trisalyn Nelson

Date de diffusion : le 19 octobre 2022



Comment obtenir d'autres renseignements

Pour toute demande de renseignements au sujet de ce produit ou sur l'ensemble des données et des services de Statistique Canada, visiter notre site Web à www.statcan.gc.ca.

Vous pouvez également communiquer avec nous par :

Courriel à infostats@statcan.gc.ca

Téléphone entre 8 h 30 et 16 h 30 du lundi au vendredi aux numéros suivants :

- | | |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------|
| • Service de renseignements statistiques | 1-800-263-1136 |
| • Service national d'appareils de télécommunications pour les malentendants | 1-800-363-7629 |
| • Télécopieur | 1-514-283-9350 |

Normes de service à la clientèle

Statistique Canada s'engage à fournir à ses clients des services rapides, fiables et courtois. À cet égard, notre organisme s'est doté de normes de service à la clientèle que les employés observent. Pour obtenir une copie de ces normes de service, veuillez communiquer avec Statistique Canada au numéro sans frais 1-800-263-1136. Les normes de service sont aussi publiées sur le site www.statcan.gc.ca sous « Contactez-nous » > « [Normes de service à la clientèle](#) ».

Note de reconnaissance

Le succès du système statistique du Canada repose sur un partenariat bien établi entre Statistique Canada et la population du Canada, les entreprises, les administrations et les autres organismes. Sans cette collaboration et cette bonne volonté, il serait impossible de produire des statistiques exactes et actuelles.

Publication autorisée par le ministre responsable de Statistique Canada

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre de l'Industrie 2022

Tous droits réservés. L'utilisation de la présente publication est assujettie aux modalités de l'[entente de licence ouverte](#) de Statistique Canada.

Une [version HTML](#) est aussi disponible.

This publication is also available in English.

Système de mesures du confort et de la sécurité des voies cyclables canadiennes (Can-BICS) : mesures nationales de l'environnement cyclable aux fins d'utilisation dans la recherche et l'élaboration de politiques

par Meghan Winters, Jeneva Beairsto, Colin Ferster, Karen Laberee, Kevin Manaugh et Trisalyn Nelson

DOI: <https://www.doi.org/10.25318/82-003-x202201000001-fra>

RÉSUMÉ

Contexte

L'absence de mesures cohérentes de l'environnement cyclable à l'échelle des collectivités entrave la recherche sur la pratique du vélo et l'élaboration de politiques. Notre objectif était de concevoir le premier ensemble de données nationales au Canada pour les mesures de l'environnement cyclable au niveau de l'aire de diffusion (AD), soit les mesures du confort et de la sécurité des voies cyclables canadiennes (Can-BICS).

Données et méthodologie

Les mesures du Can-BICS sont des mesures à l'échelle de la région fondées sur le volume d'infrastructure cyclable dans une zone tampon de 1 km du centroïde de l'AD pondéré en fonction de la population. Les données servant de base sont un ensemble de données national du réseau cyclable tiré d'OpenStreetMap (OSM) (extrait le 25 janvier 2022) et classé selon le confort de l'installation : très confortable, moyennement confortable ou peu confortable. Nous avons tiré et cartographié une mesure continue du Can-BICS (somme de l'infrastructure cyclable par kilomètre carré pondérée par la classe de confort) et une mesure catégorique du Can-BICS pour les 56 589 AD au Canada. Les mesures du Can-BICS ont été corrélées avec d'autres ensembles de données nationaux (données sur l'accessibilité à la vie active dans les milieux de vie au Canada [AVA-Can] de 2016 et données sur le déplacement domicile-travail tirées du Recensement de 2016) pour tester les associations entre ces mesures et des mesures connexes. De plus, du personnel municipal a été mobilisé pour fournir des commentaires sur les mesures pendant la phase d'élaboration.

Résultats

Le tiers (34 %) des quartiers au Canada ne possèdent pas d'infrastructure cyclable. Selon la mesure catégorique, 5 % des AD ont été classées dans la catégorie la plus élevée de Can-BICS (ce qui représente 6 % de la population) et se trouvaient presque toutes dans des régions métropolitaines. La mesure continue du Can-BICS présentait une faible corrélation avec les taux de navettage à vélo ($R = 0,29$) et était davantage corrélée avec les taux de navettage en transport durable ($R = 0,56$) et avec les mesures de l'AVA-Can ($R = 0,62$). Ces corrélations étaient variables d'une ville à l'autre.

Interprétation

Les mesures du Can-BICS fournissent des mesures nationales de l'infrastructure cyclable prêtes pour la recherche et la pratique. Elles complètent les mesures existantes relatives aux environnements pour la marche et le transport en commun (AVA-Can), fournissant collectivement un ensemble cohérent de mesures de l'accessibilité à la vie active. Les ensembles de données et le code sont accessibles au public, ce qui facilite leur mise à jour à mesure que de nouveaux éléments d'infrastructure sont construits.

Mots-clés

Infrastructure cyclable, transport actif, environnement bâti, mesures des quartiers, surveillance

AUTEURS

Meghan Winters (mwinters@sfu.ca), Jeneva Beairsto, Colin Ferster et Karen Laberee travaillent à la Faculté des sciences de la santé de l'Université Simon Fraser, à Burnaby (Colombie-Britannique). Kevin Manaugh travaille au Département de géographie de l'Université McGill, à Montréal (Québec). Trisalyn Nelson travaille au Département de géographie de l'Université de la Californie, à Santa Barbara.

Ce que l'on sait déjà sur le sujet

- Une infrastructure sécuritaire et confortable est essentielle pour accroître la pratique du vélo partout au Canada.
- On manque de données nationales cohérentes sur les infrastructures cyclables, ce qui nuit à la recherche sur la pratique du vélo et à l'élaboration de politiques.

Ce qu'apporte l'étude

- Les mesures du Can-BICS OSM, des mesures au niveau de l'AD de l'environnement cyclable au Canada, ont été élaborées à partir de données ouvertes (OSM) et catégorisées à l'aide du système de classification Can-BICS.
- Les mesures du Can-BICS OSM fournissent des mesures nationales de l'infrastructure cyclable prêtes pour la recherche et la pratique.
- Ces mesures de la pratique du vélo complètent les mesures existantes relatives aux environnements pour la marche et le transport en commun, et elles peuvent être mises à jour à mesure que de nouveaux éléments d'infrastructure sont construits.

Bien que de récents efforts aient été déployés pour élaborer des mesures nationales d'accessibilité à la vie active dans les milieux de vie par la marche et le transport en commun au Canada¹, il n'y a pas de mesures correspondantes pour les environnements cyclables. Par exemple, les mesures sur l'accessibilité à la vie active dans les milieux de vie au Canada (AVA-Can) incluent des composantes de densité des intersections, de densité des logements, de destinations et de transport en commun (dans la mesure propre au transport en commun), mais aucune donnée sur les installations cyclables¹. Le vélo est le mode de transport qui enregistre la croissance la plus rapide dans de nombreuses collectivités canadiennes² et a connu des hausses importantes pendant la pandémie de COVID-19³. Il est essentiel de disposer d'une infrastructure cyclable sécuritaire et confortable pour qu'un plus grand nombre de personnes utilisent le vélo, plus souvent et pour plus de déplacements⁴⁻⁶. Les décideurs et les chercheurs de tout le pays qui s'efforcent d'améliorer les conditions de pratique du vélo seront aidés par une carte complète de l'infrastructure cyclable et des mesures régionales correspondantes. Par exemple, ils peuvent cerner les régions dans lesquelles l'accès aux infrastructures cyclables est limité (p. ex. les lieux potentiels d'investissement) ou effectuer des comparaisons entre les villes ou dans le temps à l'aide de mesures normalisées prêtes pour la recherche. De plus, les mesures fondées sur des régions normalisées facilitent le couplage avec des ensembles de données sociodémographiques, sur les transports et sur la santé (p. ex. données du recensement, données tirées d'enquêtes régionales sur les déplacements et données d'enquêtes sur la santé). Les travaux précédents intégraient des mesures spatiales pour analyser les effets de l'infrastructure cyclable sur le comportement des cyclistes⁶⁻⁸, effectuer des comparaisons à l'échelle de la ville ou du quartier^{9,10} et évaluer les inégalités en matière d'accessibilité^{11,12}.

Un vaste éventail de mesures de l'infrastructure cyclable ont été utilisées dans les publications. Elles peuvent être classées en trois types : les mesures selon la région^{8,13} (p. ex. la densité de la longueur de l'infrastructure en kilomètres par kilomètre carré), les mesures selon la population⁶ (p. ex. la longueur des voies cyclables par 100 000 habitants) et les mesures selon le réseau routier¹⁰ (p. ex. le rapport entre la longueur des voies cyclables et la longueur totale du réseau routier). Les mesures spatiales varient grandement en ce qui concerne l'infrastructure cyclable incluse (p. ex. voies partagées¹³), le degré de stress de circulation¹⁴ et l'échelle (p. ex. zone tampon de 500 m⁸, secteurs de recensement⁷, quartiers¹⁴ ou villes¹²).

L'objectif de cette étude était d'élaborer des mesures régionales de l'environnement cyclable au Canada. L'ensemble de données de base utilisé était OpenStreetMap (OSM), le seul ensemble de données national disponible sur l'infrastructure cyclable¹⁵. Fait important, toutes les infrastructures cyclables ne sont pas égales sur le plan du confort et de la sécurité. Dans nos travaux antérieurs, les données OSM étaient classées selon une nomenclature normalisée — le système de classification Can-BICS — qui répartit l'infrastructure cyclable en trois niveaux (voies cyclables très, moyennement et peu confortables)¹⁶. Ce processus a permis d'établir un ensemble de données national sur l'infrastructure cyclable (Can-BICS OSM) doté d'une nomenclature cycliste uniforme selon le territoire¹⁷ (actuellement à l'étude). Les travaux en cours visent à produire des mesures à l'échelon de la région qui caractérisent l'étendue de l'infrastructure cyclable pour toutes les aires de diffusion (AD) au Canada. Cet article présente ces nouvelles mesures spatiales du Can-BICS et détaille l'élaboration des mesures, effectue des comparaisons et offre des résultats descriptifs.

Données et méthodologie

Plan d'étude

Pour toutes les AD au Canada, les mesures ont été établies en fonction du nombre d'éléments d'infrastructure cyclable peu, moyennement et très confortable. Toutes les analyses ont été effectuées à l'aide de R et les mesures spatiales ont été cartographiées à l'aide d'ArcGIS. Cette approche de l'élaboration de mesures était fondée sur l'indice de l'AVA-Can, une mesure récapitulative pancanadienne de la densité des intersections, de la densité des logements et de la densité des points d'intérêt à l'échelle de l'AD¹. Aux fins de l'élaboration d'une mesure comparable de l'infrastructure cyclable, un éventail de mesures possibles a été envisagé. Les décisions concernant le choix des mesures se sont appuyées sur un examen couvrant une gamme de contextes. Pour cela nous avons eu recours à des corrélations statistiques avec les mesures de l'AVA-Can, aux taux d'utilisation des moyens de transport durable du recensement à l'échelle de l'AD et à une consultation avec les municipalités pour confirmer les classifications de l'infrastructure et les décisions concernant le choix des mesures. Les mesures du Can-BICS ont été élaborées au moyen de premiers essais à Vancouver et à Montréal ainsi que de la cartographie et de l'évaluation dans sept autres municipalités de cinq provinces. Ces méthodes ont ensuite été appliquées à la production de mesures pour les 56 589 AD au Canada.

Données

Les mesures du Can-BICS ont été élaborées à partir de Can-BICS OSM, un réseau national de données sur les installations cyclables élaborées à partir d'OSM et classées selon les catégories de Can-BICS¹⁷. Les détails et les images à l'appui du schéma de classification Can-BICS se trouvent dans une publication connexe¹⁶ ou dans un rapport accessible sur le Web, ici : <https://chatrlab.ca/projects/the-canadian-bikeway-comfort-and-safety-can-bics-classification-system/can-bics-francais/>¹⁸. En vertu du schéma de classification Can-BICS, les installations très confortables sont considérées comme les moins stressantes et comprennent les pistes cyclables en site propre séparées, les pistes cyclables sur chaussée et les vélorues^{16,18}. Les voies cyclables moyennement confortables sont les sentiers polyvalents asphaltés (considérés comme confortables pour certaines personnes) et les voies cyclables peu confortables sont les bandes cyclables peintes au sol (des aménagements cyclables très stressants confortables pour peu de gens). Les installations non conformes, qui sont tous les autres types d'infrastructure qui n'offrent pas d'avantages en matière de sécurité et de confort ou qui ne satisfont pas aux normes et directives de conception (p. ex. voies partagées, sentiers polyvalents non asphaltés et autres routes locales à circulation mixte), sont également incluses dans Can-BICS OSM.

Nous avons utilisé l'ensemble de données Can-BICS OSM publié en janvier 2022 (disponible en format shapefile au

<https://arcg.is/0PyqOu> et basé sur un extrait d'OSM datant du 25 janvier 2022). Toutes les voies cyclables très, moyennement et peu confortables ont été incluses dans la mesure du Can-BICS et toutes les voies cyclables non conformes en ont été exclues, car elles ne satisfont pas aux critères de sécurité et de confort. Des analyses de corrélation avec divers résultats ont été utilisées pour tester les associations avec des mesures connexes. Les données nationales disponibles sur le recours au transport actif étaient les totaux relatifs au navetage en transport durable et au navetage à vélo provenant des données du Recensement de 2016 de Statistique Canada¹⁹. Le nombre de personnes utilisant le transport en commun, le vélo et la marche comme principal mode de transport pour la navette est représenté par le total de navetage en transport durable (question 43 a : Principal mode de transport pour la navette pour la population active occupée âgée de 15 ans et plus dans les ménages privés avec lieu habituel de travail ou sans adresse de travail fixe – Données-échantillon (25 %)). Les taux de navetage à vélo et les taux de navetage en transport durable ont été calculés pour chaque AD en divisant le nombre de navetteurs utilisant le vélo ou le transport durable (vélo, marche et transport en commun) par l'échantillon total de navetteurs figurant dans les données du recensement. Les données nationales disponibles sur l'accessibilité à la vie active dans les milieux de vie étaient les données de l'AVA-Can. L'analyse de corrélation a utilisé la mesure de l'indice sommaire de l'AVA-Can de 2016, disponible pour 56 089 AD au Canada^{1,20}. L'indice de l'AVA-Can pour une AD est la somme des scores z pour chaque caractéristique de l'accessibilité à la vie active dans les milieux de vie (densité d'intersections, densité de logements et densité de points d'intérêt).

Mesures du confort et de la sécurité des voies cyclables canadiennes

Les mesures du Can-BICS sont des mesures par région qui tiennent compte du volume d'infrastructure cyclable (élevé, moyen ou faible). L'unité spatiale d'analyse est une zone tampon circulaire de 1 km autour des centroïdes d'AD pondérés en fonction de la population. La mesure continue du Can-BICS est la somme pondérée des kilomètres très confortables ($\times 3$), des kilomètres moyennement confortables ($\times 2$) et des kilomètres peu confortables ($\times 1$) dans la zone tampon, normalisés selon la superficie des terres (kilomètres carrés) dans la zone tampon. L'approche de la zone tampon permet d'éviter le problème des infrastructures cyclables situées le long des limites de l'AD, dont les bords sont généralement alignés avec les grands axes routiers. Nous avons utilisé des centroïdes d'AD pondérés en fonction de la population (c.-à-d. des centroïdes pondérés en fonction des populations des îlots de diffusion) plutôt que des centroïdes d'AD géographiques parce que les centroïdes de population reposent sur la superficie des terres auxquelles la majorité de la population a accès.

Les mesures du Can-BICS comprennent une mesure continue (somme des kilomètres d'infrastructure cyclable par kilomètre

Tableau 1

Statistiques sommaires de la mesure continue du confort et de la sécurité des voies cyclables canadiennes*

Statistiques sommaires	Somme pondérée	Total	Moyennement		Peu confortables km/km ²
	totale des km ² /km ²	km/km ²	Très confortables km/km ²	confortables km/km ²	
Minimum	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25 ^e centile	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Médiane	0,9	0,6	0,0	0,0	0,0
Moyenne	1,8	1,0	0,2	0,4	0,4
75 ^e centile	2,7	1,5	0,2	0,5	0,5
Maximum	24,3	10,3	7,1	5,4	4,6

* Somme pondérée = km très confortables x 3, km moyennement confortables x 2 et km peu confortables x 1

Sources : Données sur l'infrastructure provenant des contributeurs d'OpenStreetMap (2022) et mesures du confort et de la sécurité des voies cyclables canadiennes (2022).

carré de terres pondérée en fonction de la catégorie de confort) et une mesure catégorique créée pour faciliter la visualisation et la comparaison. Les catégories ont été élaborées à l'aide de grappes de valeurs de la k-médiane; au nombre de cinq, elles répartissent les valeurs totales de kilomètres dans chaque zone tampon, la catégorie 1 représentant le niveau le plus bas d'infrastructure et la catégorie 5, le niveau le plus élevé. La k-médiane est un algorithme utilisé pour regrouper des unités (c.-à-d. les AD) afin que la somme des différences entre les unités de chaque grappe et sa valeur médiane soient réduites au minimum. Nous avons utilisé le regroupement k-médiane au lieu du regroupement k-moyenne en raison de l'asymétrie à droite de la répartition du nombre total de kilomètres de l'infrastructure cyclable découlant du fait que ce total est nul pour de nombreuses AD.

Analyse

Des analyses ont été effectuées sur l'ensemble complet de données des AD (n = 56 589 AD), les analyses de sensibilité n'étant réalisées que dans les AD des régions métropolitaines de recensement (RMR) ou seulement dans les AD de villes particulières. Les deux tiers (64 %) des 56 589 AD du Canada se trouvent dans des RMR et abritent 71 % de la population canadienne. L'analyse portait sur la répartition des AD et de leur population dans les catégories de Can-BICS et a été visualisée sur les cartes de certaines villes.

Pour les analyses de corrélation, il n'existe pas de meilleure façon de valider un ensemble de données national sur l'environnement cyclable étant donné que l'exhaustivité et la qualité des données ouvertes diffèrent radicalement d'une ville à l'autre²¹. En ce qui concerne l'ensemble de données nationales disponible, les mesures de l'environnement cyclable pourraient être corrélées avec les mesures du comportement relatif au transport actif ou à d'autres mesures des milieux de vie active. Par conséquent, nous avons calculé les coefficients de corrélation de Pearson entre la mesure continue du Can-BICS et les taux de navettage à vélo, les taux de navettage en transport durable et les indices de l'AVA-Can. Les résultats sont présentés à l'aide de la mesure continue du Can-BICS (c.-à-d. kilomètres pondérés par kilomètre carré) et pour chacune des sous-composantes de la mesure (kilomètres par kilomètre carré d'infrastructure cyclable très, moyennement et peu

confortable). Pour établir une corrélation avec la proportion de navettage à vélo, les AD ne présentant pas de navettage à vélo (c.-à-d. dont le taux de navettage à vélo est de 0 %) ont été exclues. Pour les corrélations, nous avons utilisé la mesure continue du Can-BICS (disponible pour n = 56 589 AD). Elle a été corrélée avec les mesures de l'AVA-Can (disponibles pour 56 089 AD), les données du recensement sur le navettage à vélo (disponibles pour les 13 879 AD pour lesquelles la valeur est non nulle) et les taux de navettage en transport durable (disponibles pour 54 950 AD). Nous avons effectué des analyses de sensibilité pour examiner les corrélations au sein des RMR et de villes particulières.

Élaboration des mesures

Les choix pour l'élaboration des mesures du Can-BICS ont été guidés par des publications passées et, plus précisément, par le travail de base effectué pour élaborer les mesures de l'AVA-Can¹. Les principes directeurs suivis étaient d'élaborer une mesure utile à l'échelle nationale (p. ex. dans différents contextes) et qui tenait explicitement compte des différences en matière de confort et de sécurité de l'infrastructure cyclable. La mise à l'essai initiale des mesures étudiait les options concernant la taille pertinente de la zone tampon, comparait les zones tampons de réseau par rapport aux zones tampons euclidiennes et se penchait sur l'inclusion de la superficie des terres seulement au dénominateur et sur la pondération des types d'infrastructure.

Nous avons tout d'abord comparé plusieurs rayons (de 1 à 5 km) pour déterminer la taille unitaire spatiale idéale. Les tampons de taille supérieure ou égale à 3 km ont permis d'établir la moyenne des valeurs des AD grâce à l'accroissement des chevauchements entre les zones, ce qui a produit une faible variation spatiale à l'intérieur des villes. La zone tampon circulaire de 1 km a été choisie comme unité d'analyse finale en raison de son aptitude à mettre en évidence les petites régions possédant plus d'installations cyclables, qui n'étaient pas illustrées avec la zone tampon de 2 km.

Nous avons également comparé les zones tampons circulaires avec les zones tampons du réseau routier pour les différentes tailles de zones tampons. L'approche fondée sur le réseau routier dépend de la connectivité et de la densité routières et, par conséquent, englobait une région plus petite que la zone tampon

Tableau 2
Statistiques sommaires des cinq catégories de confort et de sécurité des voies cyclables canadiennes, à l'échelle nationale, stratifiées par région métropolitaine de recensement et dans certaines villes

	Catégorie 1 (faible)	Catégorie 2	Catégorie 3	Catégorie 4	Catégorie 5 (élevé)
Toutes les AD (n = 56 589)					
Nombre d'AD	25 395	11 710	9 827	6 691	2 966
Pourcentage des AD	45,0	21,0	17,0	12,0	5,0
Pourcentage de la population canadienne	40,0	22,0	19,0	13,0	6,0
Taux de navettage à vélo					
Moyenne	0,6	1,1	1,7	2,6	5,9
Écart-type	2,0	2,6	3,4	4,3	5,9
Taux de navettage en transport durable					
Moyenne	10,4	17,8	23,1	29,1	48,2
Écart-type	11,7	14,1	23,1	29,1	21,2
AD au sein des RMR (n = 36 169)					
Nombre d'AD	9 046	9 147	8 764	6 276	2 936
Pourcentage des AD situées dans les RMR	25,0	25,3	24,2	17,4	8,1
Pourcentage de la population vivant dans les RMR	45,0	21,0	17,0	12,0	5,0
AD à l'extérieur des RMR (n = 20 420)					
Nombre d'AD	16 349	2 563	1 063	415	30
Pourcentage des AD situées à l'extérieur des RMR	80,1	12,6	5,2	2,0	0,1
Pourcentage de la population vivant à l'extérieur des RMR	77,1	14,3	6,0	2,4	0,2
Infrastructure cyclable (somme pondérée, km/km²)					
Écart					
Minimum	0,0	0,6	2,0	3,6	6,3
Maximum	0,6	2,0	3,6	6,3	24,3
Moyenne	0,1	1,3	2,7	4,6	9,1
Médiane	0,0	1,2	2,7	4,5	8,1
					pourcentage des AD
Sommaires par ville					
Grandes villes (plus de 500 000 habitants)					
Toronto (Ontario)	28,6	30,1	24,1	13,5	3,8
Montréal (Québec)	3,3	15,8	26,3	23,8	30,8
Calgary (Alberta)	3,6	13,6	30,9	35,6	16,3
Ottawa (Ontario)	14,4	18,4	24,8	27,0	15,5
Edmonton (Alberta)	7,8	18,4	28,8	33,0	12,0
Winnipeg (Manitoba)	22,2	37,7	24,7	12,3	3,1
Vancouver (Colombie-Britannique)	...	1,9	6,4	28,4	63,2
Québec (Québec)	13,0	25,8	31,0	22,2	7,9
Petites et moyennes villes (moins de 500 000 habitants)					
Halifax (Nouvelle-Écosse)	53,0	31,8	11,3	3,0	0,8
London (Ontario)	24,9	41,8	22,3	11,1	...
Saskatoon (Saskatchewan)	49,7	34,8	11,6	3,9	...
Régina (Saskatchewan)	27,2	29,6	19,7	23,2	0,3
St. John's (Terre-Neuve-et-Labrador)	72,4	20,0	7,6
Victoria (Colombie-Britannique)	4,8	16,6	26,2	42,8	9,7
Charlottetown (Île-du-Prince-Édouard)	13,8	23,1	53,8	9,2	...
Whitehorse (Yukon)	40,7	48,1	11,1

... n'ayant pas lieu de figurer

Notes : AD = aire de diffusion; RMR = région métropolitaine de recensement.

Sources : Données sur l'infrastructure provenant des contributeurs d'OpenStreetMap (2022), mesures du confort et de la sécurité des voies cyclables canadiennes (2022), et limites et populations de Statistique Canada (2016).

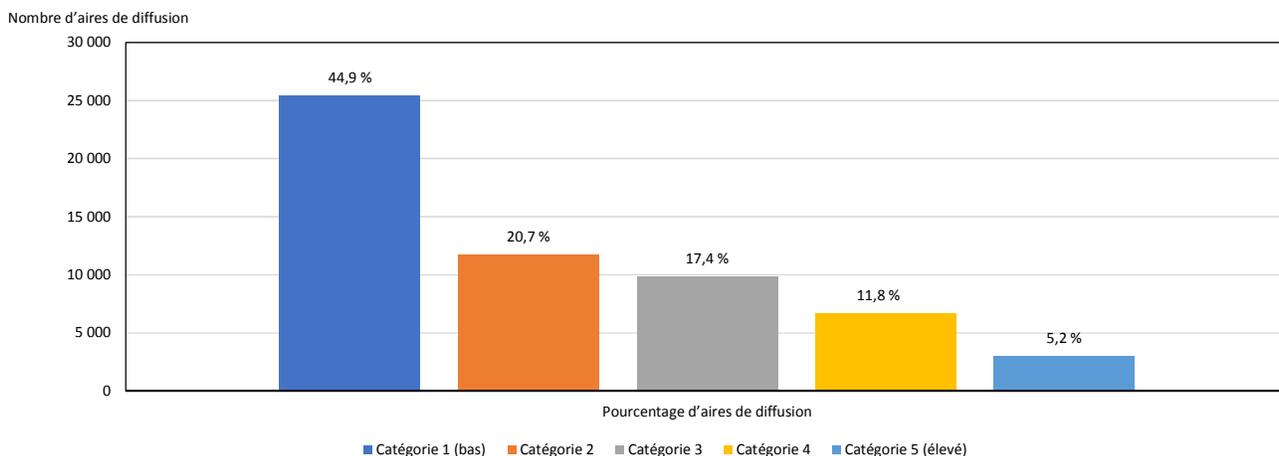
circulaire. Dans les sites d'essai (Vancouver), le réseau routier et les zones tampons circulaires présentaient des corrélations comparables avec les mesures de navettage à vélo et avec les mesures de l'AVA-Can. Par conséquent, nous avons décidé d'utiliser une zone tampon circulaire, car elle ne réclamait pas de compromis pour les ressources informatiques supplémentaires nécessaires à l'expansion de zone tampon de réseau routier à l'échelle nationale. La méthodologie AVA-Can utilise également des zones tampons circulaires²⁰.

Les mesures du Can-BICS utilisent la superficie des terres, plans d'eau exclus, comme dénominateur. Dans nos essais en Colombie-Britannique et au Québec, les mesures ayant un

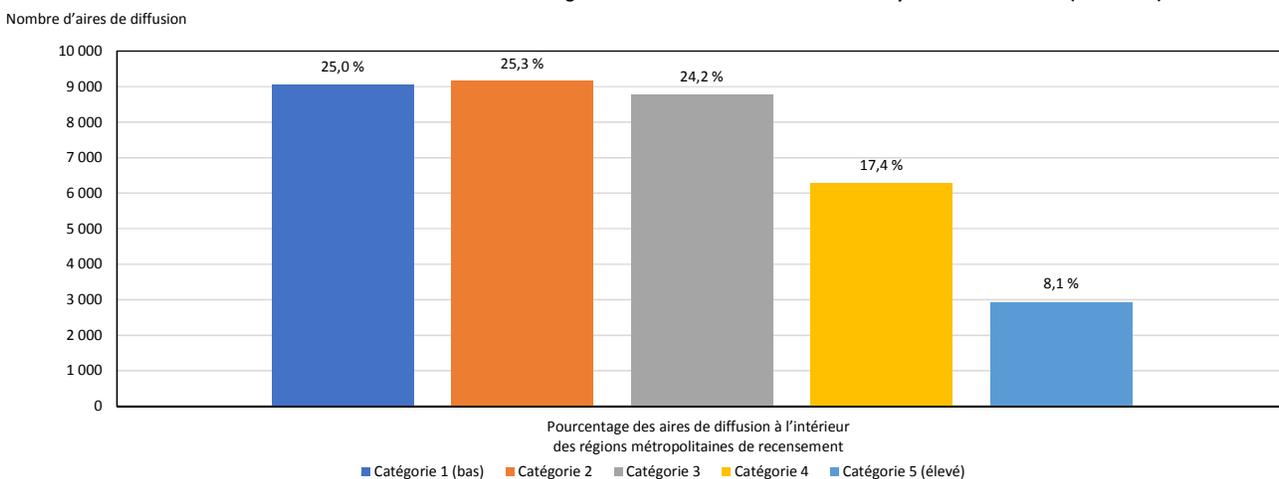
dénominateur qui n'utilisait que la superficie des terres de façon plus intuitive représentaient le niveau d'infrastructure par catégorie de Can-BICS. Cela était particulièrement évident pour les petites AD qui bordaient des plans d'eau. Un dénominateur de la superficie totale (plans d'eau compris) signifiait que les zones contenant de l'eau étaient affectées à une catégorie de Can-BICS inférieure par rapport aux AD intérieures ayant une infrastructure comparable. La solidité de la corrélation avec les taux de navettage à vélo, les taux de navettage en transport durable et les indices AVA-Can était aussi légèrement plus élevée lorsqu'on les normalisait selon la superficie des terres seulement.

Figure 1
Répartition de la mesure catégorique du confort et de la sécurité des voies cyclables canadiennes entre les aires de diffusion à l'intérieur et à l'extérieur des régions métropolitaines de recensement

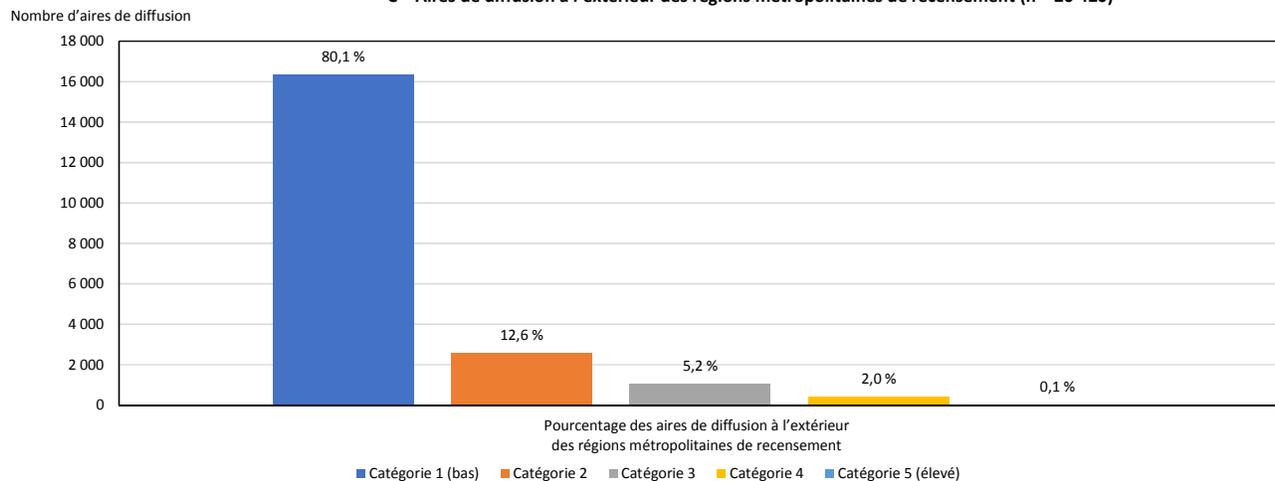
A – Répartition des aires de diffusion (n = 56 589) par catégorie de confort et de sécurité des voies cyclables canadiennes



B – Aires de diffusion dans la catégorie de confort et de sécurité des voies cyclables canadiennes (n = 36 169)



C – Aires de diffusion à l'extérieur des régions métropolitaines de recensement (n = 20 420)



Sources : Données sur l'infrastructure provenant des contributeurs d'OpenStreetMap (2022), mesures du confort et de la sécurité des voies cyclables canadiennes (2022) et limites de Statistique Canada (2016).

Enfin, des versions non pondérées (1:1:1 pour l'infrastructure très, moyennement et peu confortable) et pondérées (2:2:1 et 3:2:1) des mesures ont été prises en considération et examinées, la dernière étant la plus populaire au sein de l'équipe de recherche et du personnel municipal dans de nombreuses municipalités. Une mesure non pondérée a créé une situation problématique dans laquelle de nombreuses zones comptant de nombreux kilomètres d'installations cyclables peu confortables ont produit des scores Can-BICS égaux ou meilleurs que des zones comptant moins de kilomètres, mais une infrastructure plus confortable. Une pondération dans laquelle une infrastructure moyennement et très confortable s'est vu attribuer un poids égal (× 2) a entraîné un problème semblable.

Résultats

Mesure continue du confort et de la sécurité des voies cyclables canadiennes

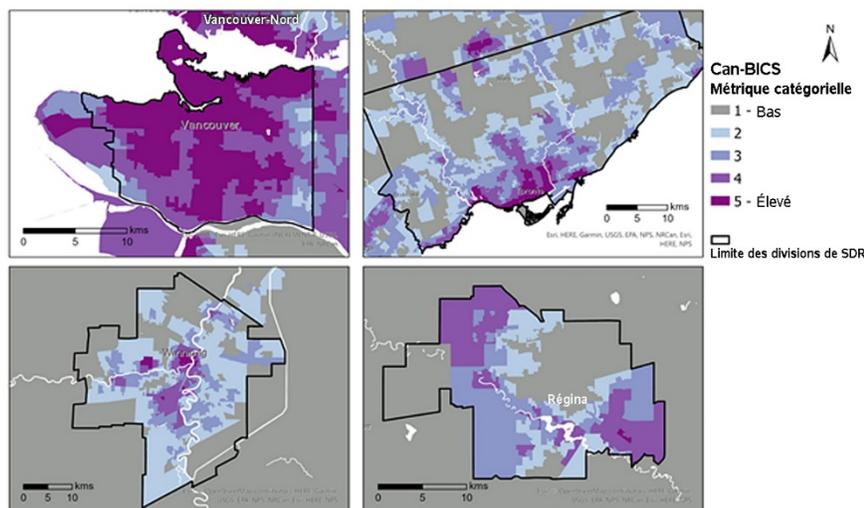
Dans les zones tampons de 1 km des AD, la longueur totale de l'infrastructure cyclable variait de 0 à 28,5 km, la valeur la plus élevée étant observée au centre-ville de Vancouver. À l'échelle nationale, la mesure continue moyenne du Can-BICS (kilomètres pondérés par kilomètre carré) était de 1,7 km/km², avec un maximum de 24,3 km/km² (tableau 1). Environ le tiers (34 %) des AD n'avaient aucune infrastructure cyclable (13 % pour le sous-ensemble des AD se trouvant dans les RMR). Globalement, 40 % des AD ne disposaient pas d'une infrastructure moyennement ou très confortable (19 % pour les AD dans les RMR).

Mesure catégorique du confort et de la sécurité des voies cyclables canadiennes

Le tableau 2 présente les statistiques récapitulatives de la mesure catégorique du Can-BICS et la figure 1 illustre la répartition relative globale (panel 1A) et la répartition stratifiée par AD à l'intérieur (panel 1B) et à l'extérieur (panel 1C) des RMR. Selon la mesure catégorique du Can-BICS, près de la moitié (45 %) des AD étaient classées dans la catégorie de Can-BICS la plus faible (catégorie 1) (tableau 2). À l'autre extrême, 5 % des AD, correspondant à 6 % de la population canadienne, se trouvaient dans la catégorie de Can-BICS la plus élevée (catégorie 5). Au sein des RMR, la répartition entre les catégories de Can-BICS était plus uniforme : le quart des AD se retrouvaient dans les catégories 1 à 3, tandis que les catégories 4 ou 5 accueilleraient le quart restant des AD (figure 1B).

Des cartes des mesures du Can-BICS de quatre villes exemples sont fournies à la figure 2 (les données pour toutes les villes sont accessibles au <https://arcg.is/1X9iem0>). Bien que les limites administratives (p. ex. les subdivisions de recensement) varient quant au nombre de zones environnantes moins développées qu'elles comprennent, les données indiquent une variabilité importante dans les environnements cyclables d'une ville à l'autre. Parmi les grandes villes (population de plus de 500 000 habitants), c'est Vancouver qui affichait la plus forte proportion d'AD dans des milieux favorables (63 % des AD étaient de catégorie 5), suivie de Montréal (31 % des AD étaient de catégorie 5) (tableau 3). De plus, Vancouver ne comptait aucune AD de catégorie 1 (figure 2). Bon nombre de petites et moyennes villes (London, Saskatoon, St. John's, Charlottetown et Whitehorse) ne comptaient aucune AD de catégorie 5. Les

Figure 2
Mesure catégorique du confort et de la sécurité des voies cyclables canadiennes dans quatre subdivisions de recensement urbaines



Sources : Données sur l'infrastructure provenant des contributeurs d'OpenStreetMap (2022), mesures du confort et de la sécurité des voies cyclables canadiennes (2022) et limites de Statistique Canada (2016).

Tableau 3

Corrélations de Pearson entre la mesure continue du Can-BICS, les composantes de la mesure, et les taux de navettage à vélo, les taux de navettage en transport durable et l'indice de l'AVA-Can (globalement et dans 16 SDR)[§]

	Mesure continue du Can-BICS (somme pondérée de km par km ²)					
	Moyenne de navettage à vélo (pourcentage)	Corrélation avec les taux de navettage à vélo	Moyenne de navettage en transport durable (pourcentage)	Corrélation avec les taux de navettage en transport durable	Indice de l'AVA moyen	Corrélation avec l'indice de l'AVA
Somme pondérée totale km ¹¹ /km ²	...	0,29 [†]	...	0,56 [†]	...	0,62 [†]
km totaux/km ²	...	0,29 [†]	...	0,54 [†]	...	0,61 [†]
km très confortables/km ²	...	0,31 [†]	...	0,53 [†]	...	0,59 [†]
km moyennement confortables/km ²	...	0,00 [†]	...	0,18 [†]	...	0,22 [†]
km peu confortables/km ²	...	0,22 [†]	...	0,38 [†]	...	0,42 [†]
Corrélations par SDR avec la mesure						
Can-BICS continue (km pondérés/km²)						
Grandes villes (plus de 500 000 habitants)						
Toronto	3,0	0,21	44,8	0,53	3,96	0,65
Montréal	3,7	0,58	48,6	0,53	3,46	0,63
Calgary	2,0	0,28	22,7	0,53	1,12	0,55
Ottawa	3,0	0,30	31,1	0,57	1,20	0,66
Edmonton	1,5	0,19	21,3	0,49	0,27	0,65
Winnipeg	2,0	0,12	23,0	0,46	1,03	0,48
Vancouver	6,3	0,00	46,3	0,55	4,31	0,83
Québec	1,8	0,37	25,6	0,58	1,13	0,47
Petites et moyennes villes (moins de 500 000 habitants)						
Halifax	1,1	0,02	22,4	0,63	-0,16	0,70
London	1,3	-0,02	17,3	0,22	-0,11	0,36
Saskatoon	2,7	0,31	14,0	0,48	0,08	0,33
Régina	1,3	-0,29	12,3	-0,23	0,23	0,05
St. John's	0,3	-0,41	15,3	-0,01	0,08	-0,03
Victoria	11,3	-0,23	46,2	0,58	2,79	0,77
Charlottetown	0,9	0,10	17,7	0,64	0,61	0,65
Whitehorse	2,9	0,16	18,1	0,50	-1,52	0,58

... n'ayant pas lieu de figurer

[†] Corrélations significatives (p<0,05)

¹¹ Somme pondérée = km très confortables x 3 + km moyennement confortables x 2 + km peu confortables x 1

[§] Nombre d'AD incluses dans la corrélation : travail à vélo = 13 879 (valeurs non nulles), travail en transport durable = 54 950; Can-ALE = 56,08

Notes : AD = aire de diffusion; SDR = subdivision de recensement; Can-ALE = accessibilité à la vie active dans les milieux de vie au Canada.

Sources : Données sur l'infrastructure provenant des contributeurs d'OpenStreetMap (2022); mesures du Can-BICS (2022) et de l'AVA-Can (2016); et limites, populations et taux de navettage de Statistique Canada (2016).

taux de navettage à vélo et de navettage en transport durable ont augmenté de catégorie, l'augmentation étant beaucoup plus prononcée de la catégorie 4 à la catégorie 5.

Analyse de corrélation

Le tableau 3 présente des corrélations à l'échelle nationale et propre à la ville. La mesure continue du Can-BICS (volume d'infrastructure dans une zone tampon de 1 km pondéré par classe de confort) avait une faible corrélation avec les taux de navettage à vélo de l'AD (R = 0,29), mais était plus fortement corrélée avec les taux de navettage en transport durable (R = 0,56) et l'indice de l'AVA-Can (R = 0,62). Si l'on examine séparément les éléments de chacune des trois catégories de confort Can-BICS, ce sont les kilomètres d'infrastructure très confortable qui étaient les plus fortement associés aux taux de navettage à vélo (R = 0,31), aux taux de navettage en transport durable (R = 0,53) et à l'indice de l'AVA-Can (R = 0,59). Les voies moyennement confortables étaient peu ou pas corrélées avec les taux de navettage à vélo, les taux de navettage en transport durable et l'indice de l'AVA-Can (R = 0 à 0,21). L'analyse de sensibilité révèle que les corrélations entre les mesures du Can-BICS et les taux de navettage à vélo et de navettage en transport durable sont plus fortes pour les AD à l'intérieur des RMR que pour celles à l'extérieur des RMR

(tableau A.1 en annexe), ce qui porte à croire que les associations sont plus fortes dans les environnements urbains.

Les corrélations variaient également selon la ville (tableau 3). Par exemple, à Montréal, la corrélation de la mesure continue du Can-BICS était particulièrement élevée avec les taux de navettage à vélo (R = 0,58). Toutefois, Regina et St. John's présentaient des corrélations négatives avec les taux de navettage à vélo et une corrélation négative ou nulle avec l'indice de l'AVA-Can et les taux de navettage en transport durable (voir le tableau 3). À Victoria, la mesure du Can-BICS présentait également une corrélation négative avec les taux de navettage à vélo, mais avait des corrélations relativement élevées avec les taux de navettage en transport durable (R = 0,58) et l'indice de l'AVA-Can (R = 0,77). Parmi les grandes villes, seule Vancouver ne présentait pas de corrélation avec les taux de navettage à vélo. À Vancouver, le centre-ville possède une infrastructure cyclable très dense et la pratique du vélo peut être intense, mais les taux de navettage à vélo (qui sont géolocalisés à l'origine du déplacement) sont plus faibles pour les personnes vivant au cœur du centre-ville. Les corrélations des variables avec les taux de navettage à vélo peuvent avoir été fonction de la limitation aux AD pour lesquelles le taux de pratique du vélo n'est pas nul – 25 % (13 879 AD) affichaient un taux de navettage à vélo non nul et ont été incluses dans les

analyses de corrélation. La proportion variait selon la ville. La taille de la population et le nombre de kilomètres d'infrastructure à eux seuls n'expliquent pas la variation des corrélations.

Discussion

Cet article présente le processus d'élaboration et des données récapitulatives du premier ensemble national de mesures de l'infrastructure cyclable au Canada. Les mesures du Can-BICS tiennent compte des kilomètres d'infrastructure cyclable pondérés selon la classification du confort Can-BICS à trois niveaux. Les mesures du Can-BICS sont harmonisées avec l'approche appliquée à l'ensemble de données national AVA-Can et permettent donc l'intégration dans les recherches futures des mesures de l'AVA-Can, des données au niveau de l'AD du recensement, de l'Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes, des mesures de proximité de Statistique Canada et de diverses mesures environnementales (verdure, pollution atmosphérique, embourgeoisement, etc.) accessibles par l'entremise du Canadian Urban Environmental Health Research Consortium (CANUE). La mesure peut faciliter un éventail d'applications relatives à l'accessibilité, à l'équité et à l'évaluation des relations entre l'infrastructure cyclable et d'autres facteurs, comme la santé de la population, les comportements en matière de déplacement et la sécurité routière.

Il en ressort que de nombreuses régions du Canada ont une infrastructure cyclable insuffisante. Selon la mesure catégorique du Can-BICS, 5 % des AD, correspondant à 6 % de la population, ont été classées dans la catégorie la plus élevée d'environnement cyclable. Les taux de pratique du vélo et d'utilisation du transport durable dans les environnements les plus favorables (5,9 % des navetteurs utilisant le vélo et 48,2 % utilisant du transport durable dans les AD de catégorie 5) étaient considérablement plus élevés que ceux du niveau suivant (2,6 % des navetteurs utilisant le vélo et 29,1 % utilisant du transport durable dans les AD de catégorie 4). À l'inverse, près de la moitié (45 %) des AD au Canada étaient classées dans la catégorie de Can-BICS la plus faible (catégorie 1). Même dans les régions métropolitaines, le quart des AD ont été classées dans la catégorie la plus faible. Bon nombre des régions métropolitaines du Canada incluent des régions rurales, ce qui pourrait expliquer, en partie, la proportion relativement élevée d'AD dont le classement Can-BICS est faible. Dans la catégorie la plus faible, il y avait très peu de navettage à vélo (0,6 % des navetteurs, en moyenne) ou en transport durable (10,4 %).

Bien qu'il n'existe pas de meilleure façon de valider les mesures de l'environnement cyclable, les mesures du Can-BICS étaient corrélées à un certain degré avec les mesures disponibles de l'accessibilité à la vie active dans les milieux de vie et des comportements en matière de transport durable. Les corrélations variaient d'une ville à l'autre. Par exemple, les

villes de Regina et de St. John's présentaient de faibles corrélations, ce qui peut s'expliquer par la rareté de l'infrastructure cyclable dans leur centre-ville. Les mesures de l'AVA-Can sont en grande partie des mesures de la densité (intersections, logements et points d'intérêt). On ne s'attend pas nécessairement à une très forte corrélation entre les mesures du Can-BICS et de l'AVA-Can, pour plusieurs raisons. Premièrement, certaines régions à forte densité de population peuvent avoir une infrastructure cyclable importante (c.-à-d. des voies cyclables protégées au cœur du centre-ville), alors que les résidents ne se rendent pas au travail à vélo. Ce phénomène a été observé à Vancouver, où la plus forte densité d'infrastructure se trouve dans le cœur du centre-ville — destinations et itinéraires communs —, mais les résidents du centre-ville se rendent de façon disproportionnée au travail à pied. Les données sur le navettage sont attribuées à l'emplacement du domicile et non à la destination ou à l'itinéraire utilisé. Cette tendance a été observée à Victoria, où les taux de navettage à vélo sont très élevés dans des régions comme Fairfield et Oak Bay, malgré le fait qu'elles ne disposent pas d'une infrastructure cyclable importante (il s'agit de secteurs où de nombreuses personnes peuvent choisir de prendre le vélo pour aller travailler selon la proximité de la destination et de la fourniture de l'infrastructure le long de leur itinéraire). Deuxièmement, partout au Canada, il y a des infrastructures cyclables dans de nombreuses régions rurales qui servent à relier les collectivités ou qui offrent des possibilités de tourisme et de loisirs. Les intervenants qui ont participé à l'élaboration des mesures ont souligné qu'il était important pour nous d'inclure les régions rurales, même là où les taux de navettage à vélo étaient faibles. Malheureusement, le recensement ne saisit pour le navettage que le principal mode de transport, ce qui ne reflète pas tous les comportements en matière de déplacement actif, les déplacements vers le travail représentant environ 30 % des déplacements à vélo²². De plus, ce sont les infrastructures moyennement confortables qui étaient les plus courantes à l'échelle nationale, et les sentiers polyvalents sont connus pour servir en grande partie aux déplacements récréatifs. Bien que des mégadonnées d'origine participative comme celles de Strava Metro ou de StreetLight peuvent servir à mesurer les volumes de cyclistes, elles ne sont pas facilement accessibles aux fins de recherche ou de surveillance à l'échelle nationale²³.

Outre les associations avec les mesures de l'AVA-Can et avec les taux du recensement, l'élaboration de la mesure continue a été guidée par des consultations avec le personnel de sept villes canadiennes. Des rencontres avec le personnel de planification municipale et de gestion du Système d'information géographique ont permis d'obtenir des renseignements précieux pour l'élaboration des mesures, y compris des commentaires cohérents sur la préférence pour une pondération selon le niveau de confort plutôt que selon une mesure non pondérée. Durant les consultations auprès de petites villes où le volume de piétons et de cyclistes est faible, les sentiers polyvalents (kilomètres

moyennement confortables avec un poids de 2) et les sentiers de gravier compacté dans les parcs (kilomètres non conformes, qui ont été omis) étaient également perçus comme offrant un confort relativement élevé aux cyclistes, malgré que les données probantes issues de la recherche indiquent que la sécurité le long des sentiers polyvalents peut être moindre que le long des pistes cyclables²⁴. Bien que la mesure continue du Can-BICS a finalement été pondérée, l'ensemble de données des mesures du Can-BICS comprend également des mesures continues du nombre de kilomètres d'infrastructure très, moyennement et peu confortable et non conforme. Ces données pourraient permettre aux utilisateurs de créer différentes pondérations selon les objectifs du projet ou d'analyser la façon dont les trois catégories de confort se comparent dans une étude propre à une ville.

Les mesures du Can-BICS ont été élaborées à l'aide de l'ensemble de données national Can-BICS OSM sur l'infrastructure cyclable, qui repose sur les données d'OSM, une initiative de cartographie communautaire. Notre évaluation antérieure de l'exactitude de l'infrastructure Can-BICS OSM dans 15 villes canadiennes a permis d'estimer l'exactitude de la classification OSM à $76 \pm 3\%$ en ce qui concerne la présence ou l'absence d'infrastructure et à $71 \pm 4\%$ en ce qui concerne la catégorie de confort et de déterminer qu'OSM offrait pour l'infrastructure une meilleure exactitude moyenne que les sources de données ouvertes en matière d'identification et de classification de l'infrastructure selon le type et le confort¹⁷. L'infrastructure très confortable était sous-estimée et l'infrastructure peu confortable était légèrement surestimée¹⁷. L'exactitude de la mesure s'améliorera avec les futures contributions des collectivités à OSM et, par la suite, à l'ensemble de données du réseau Can-BICS OSM. Le code de l'ensemble de données du réseau Can-BICS OSM et d'élaboration des mesures du Can-BICS est accessible au public (https://github.com/streckereck/osm_can_bics/tree/Metrics/code/metric). Cela peut faciliter les mises à jour futures de cet ensemble de données.

Ce projet de portée nationale visait à élaborer des mesures susceptibles d'être utilisées à cette même échelle. Toutefois, les décisions peuvent ne pas s'appliquer parfaitement à toutes les collectivités. Notre analyse de sensibilité a montré que les corrélations étaient plus fortes pour les AD au sein des RMR (plus urbaines) que pour celles à l'extérieur des RMR. Même à l'intérieur des AD urbaines, la solidité et l'orientation des corrélations entre les mesures du Can-BICS et des mesures connexes variaient d'une ville à l'autre. Il a été déterminé que l'approche de la zone tampon de 1 km permettait de bien saisir la variation dans la plupart des régions urbaines, où les AD sont petites. Toutefois, dans les régions rurales où les AD sont vastes, la zone tampon était souvent plus grande que l'AD. Pour compenser cela, nous avons utilisé des centroïdes pondérés en fonction de la population plutôt que des centroïdes géographiques. Dans d'autres AD qui bordent des plans d'eau, la zone tampon de 1 km pourrait inclure un élément d'infrastructure cyclable traversant une étendue difficile

d'accès. L'objectif de ces mesures n'est cependant pas de comparer les régions urbaines et rurales, étant donné la variation de la taille des AD entre ces types de régions et des différences de densité des réseaux routiers. D'autres mesures de l'infrastructure cyclable ont envisagé la normalisation selon la longueur totale du réseau routier^{10,12,25}. Ce procédé pourrait être mieux adapté aux études visant à comparer les régions rurales et urbaines. De même, la normalisation selon la population peut être avantageuse, car elle permet de saisir la relation entre l'offre d'une infrastructure cyclable confortable et la demande potentielle (c.-à-d. la densité des personnes vivant à proximité et pouvant y accéder). Les mesures du Can-BICS visent à évaluer les conditions environnementales sans tenir explicitement compte de la population sous-jacente (bien que la population des AD varie de 400 à 700 personnes). D'autres travaux pourraient porter sur la saisie des volets de connectivité ou d'accessibilité de l'environnement cyclable.

Conclusion

Cet article présente l'élaboration et la mise à l'essai de mesures du Can-BICS, de nouvelles mesures du volume d'infrastructure cyclable pour toutes les collectivités au Canada, à l'échelle des quartiers. Les mesures du Can-BICS et les données sous-jacentes peuvent être explorées sur une carte interactive (<https://tinyurl.com/ytdk5eth>), qui s'accompagne de renseignements supplémentaires sur le projet. Comme il s'agit d'un projet de science ouverte, le code est accessible au public pour faciliter la mise à jour du calcul des mesures du Can-BICS à mesure que de nouveaux investissements dans l'infrastructure seront effectués ou que de nouvelles cartes OSM seront accessibles.

Remerciements

Merci au personnel des administrations municipales et régionales qui a contribué à l'élaboration et à l'amélioration des mesures du confort et de la sécurité des voies cyclables canadiennes (Can-BICS), à Nancy Ross pour ses observations sur l'accessibilité à la vie active dans les milieux de vie au Canada (AVA-Can) et à Moreno Zanotto pour son appui au projet Can-BICS. L'indice de l'AVA-Can a été fourni par le CANUE. Les auteurs sont également reconnaissants des commentaires reçus d'examineurs anonymes sur une version antérieure de ce manuscrit. Ce travail a été financé grâce à des subventions des Instituts de recherche en santé du Canada et de l'Agence de la santé publique du Canada [2021-HQ-000086]. La Michael Smith Foundation for Health Research a fourni un soutien supplémentaire.

Annexe – Tableau A.1

Corrélations de Pearson entre la mesure continue du confort et de la sécurité des voies cyclables canadiennes, les composantes de la mesure, et les taux de navettage à vélo et de navettage en transport durable, pour les aires de diffusion à l'intérieur et à l'extérieur des régions métropolitaines de recensement

	Mesure continue du Can-BICS (somme pondérée de km ⁴ /km ²)		
	Corrélation avec les taux de navettage à vélo	Corrélation avec les taux de navettage en transport durable	Corrélation avec l'indice de l'AVA
À l'intérieur des RMR (n = 36 169 AD)			
Somme pondérée totale de km ⁴ /km ²	0,32	0,51	0,54
Total de km/km ²	0,32	0,49	0,51
km très confortables/km ²	0,34	0,51	0,55
km moyennement confortables/km ²	-0,07	0,06	0,07
km peu confortables/km ²	0,25	0,31	0,32
À l'extérieur des RMR (n = 20 420 AD)			
Somme pondérée totale de km ⁴ /km ²	0,07	0,19	0,58
Total de km/km ²	0,05	0,18	0,58
km très confortables/km ²	0,06	0,15	0,36
km moyennement confortables/km ²	0,07	0,15	0,45
km peu confortables/km ²	-0,01	0,10	0,39

⁴ Somme pondérée = km très confortables x 3, km moyennement confortables x 2 et km peu confortables x 1.

Notes : AD = aire de diffusion; RMR = région métropolitaine de recensement; AVA = accessibilité à la vie active dans les milieux de vie; Can-BICS = confort et sécurité des voies cyclables canadiennes.

Sources : Données sur l'infrastructure provenant des contributeurs d'OpenStreetMap (2022), mesures du Can-BICS (2022), et limites et populations de Statistique Canada (2016).

Références

1. Hermann, T., W. Gleckner, R. A. Wasfi, B. Thierry, Y. Kestens et N. A. Ross. (2019, 15 mai). « Une mesure pancanadienne fondée sur les données ouvertes de l'accessibilité à la vie active dans les milieux de vie », *Rapports sur la santé*, vol. 30, n° 5, p. 17 à 27. DOI : 10.25318/82-003-x201900500002-fra
2. Verlinden, Y., K. Manaugh, B. Savan, Lea N. Smith, R. Tomalty et M. Winters. (2019). *Increasing cycling in Canada: A guide to what works*. Disponible au lien suivant : <https://www.tcat.ca/wp-content/uploads/2019/09/Increasing-Cycling-in-Canada-A-Guide-to-What-Works-2019-09-25.pdf>
3. Buehler, R. et J. Pucher. (2021). « COVID-19 Impacts on cycling, 2019–2020 », *Transport Reviews*, vol. 41, n° 4, p. 393 à 400. doi.org/10.1080/01441647.2021.1914900
4. Pucher, J., J. Dill et S. Handy. (2010, janvier). « Infrastructure, programs, and policies to increase bicycling: An international review », *Preventive Medicine (Baltimore)*, vol. 50, S106 à S125.
5. Winters, M. et K. Teschke. (2010). « Route preferences among adults in the near market for bicycling: Findings of the Cycling in Cities Study », *American Journal of Health Promotion*, vol. 25, n° 1, p. 40 à 47.
6. Buehler, R. et J. Pucher. (2011, juillet). « Cycling to work in 90 large American cities: New evidence on the role of bike paths and lanes », *Transportation*, vol. 39, n° 2, p. 409 à 432.
7. Winters, M., K. Teschke, M. Brauer et D. Fuller. (2016, février). « Bike Score®: Associations between urban bikeability and cycling behavior in 24 cities », *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, vol. 13, n° 1, p. 18.
8. Zahabi, S. A. H., A. Chang, L. F. Miranda-Moreno et Z. Patterson. (2016, août). « Exploring the link between the neighborhood typologies, bicycle infrastructure and commuting cycling over time and the potential impact on commuter GHG emissions », *Transportation Research Part D Transport and Environment*, vol. 47, p. 89 à 103.
9. Vijayakumar, N. et C. Burda. (2015). *Cycle cities: Supporting cycling in Canadian cities*. Pembina Institute. <https://www.pembina.org/reports/cycle-cities-full-report-rev.pdf>
10. Feuillet, T., H. Charreire, C. Roda, M. Ben Rebah, J. D. Mackenbach, S. Compemolle et coll. (2016, janvier). « Neighbourhood typology based on virtual audit of environmental obesogenic characteristics », *Obesity Reviews*, vol. 17, p. 19 à 30.
11. Winters, M., J. Fischer, T. Nelson, D. Fuller et D. G. T. Whitehurst (2018, 12 décembre). « Equity in spatial access to bicycling infrastructure in mid-sized Canadian cities », *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board*, vol. 2672, n° 36, p. 24 à 32. <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0361198118791630>
12. Houde, M., P. Apparicio et A. M. Séguin. (2018, janvier). « A ride for whom: Has cycling network expansion reduced inequities in accessibility in Montreal, Canada? », *Journal of Transport Geography*, vol. 68, p. 9 à 21. doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.02.005
13. Marshall, W. E. et N. Ferenchak (2019, juin). « Why cities with high bicycling rates are safer for all road users », *Journal of Transport & Health*, vol. 13, 100539. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2019.03.004>
14. Tucker, B. et K. Manaugh. (2017). « Bicycle equity in Brazil: Access to safe cycling routes across neighborhoods in Rio de Janeiro and Curitiba », *International Journal of Sustainable Transportation*, vol. 12, p. 29 à 38.
15. Contributeurs d'OpenStreetMap. (2022). <https://www.openstreetmap.org/> et <http://download.geofabrik.de/> (données extraites le 25 janvier 2022).
16. Winters, M., M. Zanotto et G. Butler. (2020). « Système de classification du confort et de la sécurité des voies cyclables canadiennes (Can-BICS) : convention d'appellation commune des aménagements cyclables », *Promotion de la santé et prévention des maladies chroniques au Canada*, vol. 40, n° 9, p. 319 à 324.
17. Ferster, C., T. Nelson, K. Manaugh, J. Beirsto, K. Laberee et M. Winters. (2022). « Developing a national dataset of bicycle infrastructure for Canada using open data sources », *Transportation*.
18. Winters, M. et M. Zanotto. (2019). *The Canadian Bikeway Comfort and Safety (Can-BICS) Classification System: A Proposal for Developing Common Naming Conventions for Cycling Infrastructure*. <https://tinyurl.com/29b4jpk3>
19. Statistique Canada. (2016). Profil du recensement, Recensement de 2016. <https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/prof/index.cfm?Lang=F> et <https://censusmapper.ca/> (données obtenues le 4 février 2022).
20. Groupe de recherche des données AVA-Can – déterminants géosociaux de la santé. <https://nancyrossresearchgroup.ca/research/can-ale/>. L'ensemble de données de 2016 a été obtenu à l'adresse <https://canue.ca/data/>.
21. Ferster, C., J. Fischer, K. Manaugh, T. Nelson et M. Winters. (2019). « Using OpenStreetMap to inventory bicycle infrastructure: A comparison with open data from cities », *International Journal of Sustainable Transportation*, vol. 14, n° 1, p. 64 à 73. <https://doi.org/10.1080/15568318.2018.1519746>
22. Translink. (2013). *2011 Metro Vancouver Regional Trip Diary Survey - Analysis Report*. <https://www.translink.ca/-/media/translink/documents/about-translink/customer-service/trip-diary/2011-metro-vancouver-regional-trip-diary--analysis-report.pdf>

23. Nelson, T., C. Ferster, K. Laberee, D. Fuller et M. Winters. (2021). « Crowdsourced data for bicycling research and practice », *Transport Reviews*, vol. 41, n° 1, p. 97 à 114.
<https://doi.org/10.1080/01441647.2020.1806943>
24. Teschke, K., M. A. Harris, C. C. O. Reynolds, M. Winters, S. Babul, M. Chipman et coll. (2012). « Route infrastructure and the risk of injuries to bicyclists: A case-crossover study », *American Journal of Public Health*, vol. 102, n° 12.
25. Braun, L. M., D. A. Rodriguez et P. Gordon-Larsen. (2019, juin). « Social (in)equity in access to cycling infrastructure: Cross-sectional associations between bike lanes and area-level sociodemographic characteristics in 22 large U.S. cities », *Journal of Transport Geography*, vol. 80, 102544.
<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2019.102544>