



Association des transports du Canada

Performance de sécurité des infrastructures cyclables au Canada

Mars 2022



AVIS DE NON-RESPONSABILITÉ

Le présent document n'a pas pour but de servir de fondement pour établir la responsabilité civile.

Le matériel qui y est présenté a fait l'objet d'une recherche attentive et d'une préparation minutieuse. Cependant, l'exactitude de son contenu ou des extraits de publication utilisés à des fins de référence ne peut être garantie de manière expresse ou implicite; de plus, le fait de diffuser ce document n'engage en rien la responsabilité de l'ATC, de ses chercheurs ou de ses collaborateurs en cas d'omissions, d'erreurs ou d'assertions inexactes éventuelles, susceptibles de résulter de l'utilisation ou de l'interprétation du contenu de ce document.

On peut tenir compte de l'information contenue dans le présent rapport dans le cadre de la législation, de la réglementation et des politiques locales.

Formulaire de documentation de rapport de l'ATC

Titre et sous-titre Performance de sécurité des infrastructures cyclables au Canada		
Date du rapport Mars 2022	Agence de coordination et adresse Association des transports du Canada 401-1111, promenade Prince of Wales Ottawa (Ontario) K2C 3T2	ITRD n°
Auteur(s) MORR Transportation Consulting Ltd. <ul style="list-style-type: none"> • Jeannette Montufar, Ph.D., ing., PTOE, RSP • Stephen Chapman, ing., RSP • Rob Poapst, M.Sc., ing. NAVIGATS Inc. <ul style="list-style-type: none"> • Geni Bahar, ing., P.E., RSP Peter Park, Ph.D., ing. (Université de York) Luis Miranda-Moreno, Ph.D., ing. (Université McGill)		Nom et adresse de l'agence d'exécution MORR Transportation Consulting Ltd. 202 – 1465 Buffalo Place Winnipeg (Manitoba) R3T 1L8
Résumé La popularité croissante que connaît le cyclisme comme mode de transport au Canada a entraîné le développement, par de nombreuses juridictions, de nouvelles infrastructures cyclables qui répondent mieux aux besoins de sécurité et de mobilité des cyclistes. Toutefois, il existe une incompréhension globale de la performance de sécurité des différents types d'infrastructures cyclables dans le contexte canadien. La présente étude caractérise la performance de sécurité de diverses infrastructures cyclables dans le but d'aider les spécialistes canadiens à évaluer la performance de sécurité potentielle de nouvelles infrastructures cyclables. Ce rapport, dont le but est de servir de document d'information, repose sur une analyse documentaire exhaustive, une enquête auprès des juridictions, une série d'études de cas locales et internationales et un sondage auprès des utilisateurs finaux. En outre, ce document comporte un organigramme de sélection des installations qui peut aider les spécialistes à mieux choisir des installations cyclables appropriées en mettant en évidence des points dont il faudra tenir compte dans le choix d'installations cyclables et d'aménagements aux carrefours. L'une des principales conclusions de cette étude est qu'il existe de vastes lacunes en matière de données et de connaissances quant à la performance de sécurité des infrastructures cyclables au Canada. Ces lacunes portent sur les collisions et autres données de substitution sur la sécurité, les données portant sur les débits de vélos et de piétons (données sur l'exposition), les débits de circulation par type de véhicule, l'information sur la performance des installations cyclables en hiver et autres sujets. De plus, il existe d'importantes lacunes en matière de connaissances sur les seuils associés à une meilleure performance de sécurité quant à différents facteurs qui influent sur la sécurité des infrastructures cyclables au Canada (par ex., le débit de circulation, le débit de vélos, la proportion de camions et d'autobus et la fréquence des points d'accès). On note également un manque de connaissances à l'étranger.		Mots-clés <ul style="list-style-type: none"> • Sécurité à vélo • Infrastructures cyclables • Bandes cyclables • Aménagements aux carrefours • Débits de vélos • Collisions impliquant des cyclistes

Remerciements

Partenaires financiers

- Ministère des Transports et de l'Infrastructure de la Colombie-Britannique
- Bunt & Associates Engineering Ltd.
- L'Institut canadien des ingénieurs en transport
- Ville de Calgary
- Ville de London
- Ville d'Ottawa
- Ville de Vancouver
- Ville de Winnipeg
- Insurance Corporation of British Columbia
- Infrastructure Manitoba
- Ministère des Transports et de l'Infrastructure du Nouveau-Brunswick
- Ministère des Transports de l'Ontario
- Région de Waterloo
- Municipalité d'Oakville
- TransLink
- Transports Canada
- Ville de Montréal

Consultants au projet

- Jeannette Montufar, MORR Transportation Consulting Ltd.
- Stephen Chapman, MORR Transportation Consulting Ltd.
- Rob Poapst, MORR Transportation Consulting Ltd.
- Geni Bahar, NAVIGATS INC.
- Peter Park, Université de York
- Luis Miranda-Moreno, Université McGill

Comité directeur de projet

- Walter Burdz (président), Infrastructure Manitoba
- Nancy Badeau, Ville de Montréal
- Paul Boase, Transports Canada
- Christina Bouchard, IBI Group (qui représente l'Institut canadien des ingénieurs en transport)
- Tony Churchill, Ville de Calgary
- Chris Clapham, Municipalité d'Oakville
- Colleen Flather, Ville de Winnipeg
- Margaret Gibbs, Insurance Corporation of British Columbia
- Geoffrey Keyworth, Région de Waterloo
- Doug MacRae, Ville de London
- Shawn McGuire, Ville d'Ottawa
- Diane Nash, Ministère des transports et de l'Infrastructure du Nouveau-Brunswick
- Dan Ross, Bunt & Associates Engineering Ltd.
- Joy Sengupta, Ministère des Transports et de l'Infrastructure de la Colombie-Britannique
- Paul Storer, Ville de Vancouver
- Katie Tremblay, Ville de Montréal
- Justin White, Ministère des Transports de l'Ontario
- Derek Yau, TransLink

Le projet a été géré par Luay Mustafa de l'Association des transports du Canada.

Table des matières

Sommaire	E-1
1. Introduction	1
1.1 Objectifs et étendue du projet	2
1.2 Méthodologie utilisée dans le cadre de l'étude	3
1.3 Public cible	6
1.4 Structure du rapport	6
1.5 Définitions des infrastructures cyclables.....	7
2. Mesurer la performance de sécurité	13
2.1 Highway Safety Manual.....	13
2.2 Méthodes servant à l'étude de la sécurité.....	15
2.3 Données requises pour mesurer la performance de sécurité.....	19
2.4 Mesures de la performance de sécurité.....	25
3. Sécurité observée et perçue des infrastructures cyclables	27
3.1 Installations cyclables.....	27
3.2 Aménagement aux carrefours.....	35
3.3 Facteurs qui influent sur la sécurité des cyclistes	43
4. Mise en œuvre d'infrastructures cyclables au Canada	49
4.1 Utilisation des guides de conception des infrastructures cyclables.....	51
4.2 Étendue de la mise en œuvre d'installations cyclables.....	52
4.3 Étendue de la mise en œuvre d'Aménagements pour cyclistes aux carrefours	55
4.4 Collecte et évaluation des données	55
4.5 Pratique de sélection des infrastructures cyclables.....	59
4.6 Sommaire des conclusions	63
5. Études de cas portant sur la sécurité des infrastructures cyclables	65
5.1 Installations canadiennes	65
5.2 Installations à l'étranger.....	72
5.3 Sommaire des conclusions	73
6. Organigramme de sélection des installations	77
6.1 Gabarit vitesse-débit	77
6.2 Modèles de domaines	80
6.3 Performance de sécurité	80
6.4 Sélection des aménagements aux carrefours	82

7. Analyse des lacunes et discussion.....	91
7.1 Lacunes dans les données	91
7.2 Lacunes dans les connaissances.....	95
7.3 Plan d’action pour assurer la sécurité des infrastructures cyclables.....	98
Bibliographie	103
Liste des annexes (dans un document distinct)	109

Liste des figures

Figure E-1 : Résultats du sondage réalisé auprès des utilisateurs finaux	E-5
Figure E-2 : Gabarit vitesse-débit	E-7
Figure E-3 : Organigramme du domaine B – Vitesse des véhicules faible et débit de circulation élevé	E-7
Figure 1-1 : Proportion de décès de cyclistes par rapport au nombre de décès total au Canada (2006-2015)	1
Figure 1-2 : Taux des décès de cyclistes enregistrés dans différentes villes membres de l’OCDE, 2011-2015	2
Figure 2-1 : Méthodes d’étude de la sécurité.....	19
Figure 3-1 : Perception qu’ont les cyclistes de la sécurité des installations cyclables	34
Figure 3-2 : Infrastructures préférées des enfants pour faire du vélo	35
Figure 3-3 : Perception qu’ont les cyclistes de la sécurité des aménagements pour cyclistes aux carrefours	39
Figure 3-4 : Configurations des installations cyclables protégées aux carrefours.....	40
Figure 3-5 : Perception des cyclistes face au franchissement sécuritaire à vélo des carrefours dotés d’installations cyclables protégées	41
Figure 3-6 : Perception de la sécurité aux carrefours importants dotés de feux de circulation	42
Figure 3-7 : Comportement des enfants selon le type de carrefour	42
Figure 3-8 : Rang relatif des facteurs qui influent sur la perception qu’ont les cyclistes de la sécurité.....	47
Figure 3-9 : Facteurs qui font sentir les enfants en sécurité lorsqu’ils roulent à vélo.....	48
Figure 4-1 : Emplacement des juridictions qui ont répondu	50
Figure 4-2 : Étendue de l’utilisation de lignes directrices de conception d’infrastructures cyclables courantes.....	52
Figure 4-3 : Juridictions qui ont développé des critères de justification ou des normes servant à choisir les infrastructures cyclables.....	59
Figure 4-4 : Variables d’entrée servant au choix d’une infrastructure cyclable – caractéristiques des routes.....	60
Figure 4-5 : Variables d’entrée servant au choix d’une infrastructure cyclable – facteurs à considérer en matière de sécurité.....	62
Figure 4-6 : Variables d’entrée servant au choix d’une infrastructure cyclable – caractéristiques du réseau cyclable	62
Figure 6-1 : Organigramme de sélection des installations cyclables	79
Figure 6-2 : Outil d’évaluation de la performance de sécurité	81
Figure 6-3 : Types d’aménagement aux carrefours selon l’exposition aux risques	82
Figure 7-1 : Processus de prise de décision – des données à la compréhension	91

Liste des tableaux

Tableau E-1 : Résultats en matière de sécurité par type d’installations cyclables	E-3
Tableau E-2 : Résultats en matière de sécurité par type d’aménagement pour cyclistes aux carrefours.....	E-4
Tableau 2-1 : Seuil minimal de déclaration des collisions par province (adapté de OWMA, 2014)	22
Tableau 2-2 : Méthodes d’estimation des collisions de l’ <i>Highway Safety Manual</i>	23
Tableau 2-3 : Mesures de performance par objectif de l’étude	26
Tableau 3-1 : Résultats de la documentation concernant la sécurité par type d’installations cyclables	32
Tableau 3-2 : Résultats en matière de sécurité pour les types d’aménagement pour cyclistes aux carrefours selon les études publiées.....	37
Tableau 3-3 : Résultats quant à la sécurité des facteurs de sécurité des cyclistes contenus dans la documentation	45
Tableau 4-1 : Juridictions qui ont répondu à l’enquête sur l’état de la pratique	49
Tableau 4-2 : Étendue de la mise en œuvre des différents types d’installations cyclables	54
Tableau 4-3 : Étendue de la mise en œuvre de différents types d’aménagements aux carrefours.....	55
Tableau 4-4 : Méthode de collecte des données sur les débits des vélos.....	56
Tableau 4-5 : Données sur la sécurité des cyclistes utilisées pour mesurer la performance de sécurité	58
Tableau 5-1 : Participants aux études de cas canadiennes et étrangères	66
Tableau 5-2 : Sommaire des résultats des études de cas sur la performance de sécurité des installations cyclables	74
Tableau 7-1 : Éléments de données requis dans l’utilisation de l’organigramme de sélection des installations.....	94
Tableau 7-2 : Méthodes d’estimation des collisions	98

Mention des sources

Page	Description de l'image	Source
couverture	Cyclistes qui attendent à un carrefour doté de feux de circulation à Toronto	MORR
7	Installations cyclables – Piste cyclable en site propre	MORR
8	Installations cyclables – Sentier polyvalent en site propre	MORR
8	Installations cyclables – Bande cyclable protégée	MORR
8	Installations cyclables – Bande cyclable avec zone tampon	Google Street View
8	Installations cyclables – Bande cyclable peinte	Google Street View
9	Installations cyclables – Accotement asphalté praticable à vélo	MORR
9	Installations cyclables – Voie partagée d'une rue principale	Eric Fischer
9	Installations cyclables – Vélorues	MORR
9	Installations cyclables – Bandes cyclables suggérées	Ali Kassim
10	Aménagements pour cyclistes aux carrefours – Carrefour protégé	Dylan Passmore
10	Aménagements pour cyclistes aux carrefours – Sas vélo	MORR
10	Aménagements pour cyclistes aux carrefours – Sas de virage	NACTO
10	Aménagements pour cyclistes aux carrefours – Marquages de passage aux carrefours	NACTO
10	Aménagements pour cyclistes aux carrefours – Passages pour cyclistes	MORR
11	Aménagements pour cyclistes aux carrefours – Approche d'un carrefour incurvée vers l'intérieur	FHWA
11	Aménagements pour cyclistes aux carrefours - Approche d'un carrefour incurvée vers l'extérieur	FHWA
11	Aménagements pour cyclistes aux carrefours – Phases protégées aux feux de circulation	MORR
11	Aménagements pour cyclistes aux carrefours – Barrières, clôtures et bollards	Google Street View

Sommaire

La popularité croissante que connaît le cyclisme comme mode de transport au Canada a entraîné l'aménagement intensif de nouvelles infrastructures cyclables dans de nombreuses juridictions canadiennes. Le but premier d'une infrastructure cyclable est de favoriser l'utilisation du vélo pour améliorer la santé publique d'une manière qui soit sécuritaire et équitable, tout en améliorant l'efficacité du réseau de transport pour tous les modes de transport.

Nombre des évaluations de la sécurité des infrastructures cyclables existantes (y compris les installations le long de tronçons de route et les aménagements aux carrefours) décrites dans la documentation ont surtout porté sur les États-Unis ou sur d'autres endroits dans le monde, et peuvent s'appliquer ou non au Canada. Il importe de comprendre la performance de sécurité concrète des différents types d'infrastructures cyclables et d'aménagements pour cyclistes aux carrefours dans le contexte canadien de sorte que les spécialistes canadiens puissent prendre des décisions plus éclairées en matière de types d'installations et d'aménagements à mettre en œuvre à divers endroits.

Le présent rapport caractérise la performance de sécurité de différentes installations cyclables dans le but d'aider les spécialistes canadiens à prendre de meilleures décisions lors du choix du type d'installation. Il repose sur une analyse exhaustive de la documentation, sur une enquête réalisée auprès des juridictions, sur une série d'études de cas locales et internationales et sur un sondage auprès des utilisateurs finaux. Le document comporte également un organigramme de sélection des installations susceptible d'aider les spécialistes à mieux documenter le choix d'une installation cyclable appropriée, en invoquant les enjeux de sécurité dont ils doivent tenir compte dans le choix des installations cyclables et des aménagements aux carrefours.

L'une des principales conclusions de ce projet est qu'il existe d'importantes lacunes au niveau des données et des connaissances en lien avec la performance de sécurité des infrastructures cyclables au Canada.

Types d'infrastructures cyclables et de facteurs de sécurité

Le projet a porté sur l'étude de la sécurité observée et perçue des installations cyclables le long des routes, des aménagements pour cyclistes aux carrefours et d'autres facteurs qui influent sur la sécurité des cyclistes, tels qu'ils figurent ci-dessous.

Installations cyclables le long des routes

Les installations cyclables examinées dans la présente étude sont les suivantes :

- Piste cyclable en site propre
- Sentier polyvalent en site propre
- Bande cyclable protégée ou piste cyclable sur rue



Piste cyclable en site propre

- Bande cyclable avec zone tampon
- Bande cyclable peinte
- Accotement asphalté praticable à vélo
- Voie partagée d'une rue principale
- Vélorue ou corridor vert de quartier
- Bande cyclable suggérée

Aménagements pour cyclistes aux carrefours

Les aménagements pour cyclistes aux carrefours examinés dans la présente étude sont les suivants :

- Carrefour protégé
- Sas vélo
- Sas de virage
- Marquages de passage aux carrefours
- Passages pour cyclistes
- Approche d'un carrefour incurvée vers l'intérieur
- Approche d'un carrefour incurvée vers l'extérieur
- Phase protégée aux feux de circulation
- Barrières, clôtures et bollards

Facteurs qui influent sur la sécurité à vélo

Les facteurs suivants ont été identifiés pour le rôle important qu'ils jouent dans la sécurité des cyclistes observée et perçue :

- Vitesse des véhicules
- Débit de circulation automobile
- Présence de camions et d'autobus
- Présence de stationnement pour véhicules

Base de connaissances qui a servi à l'étude

La base de connaissances sur laquelle repose le présent rapport inclut une analyse documentaire, un sondage auprès des utilisateurs finaux, une enquête effectuée auprès des différentes juridictions ainsi que des études de cas. Les rubriques qui suivent présentent des conclusions importantes concernant chacun des éléments de l'étude.

Analyse documentaire

Le but premier d'une analyse documentaire est de comprendre la performance de sécurité des infrastructures cyclables (y compris à la fois les installations cyclables le long des routes et les aménagements pour cyclistes aux carrefours) quant à la sécurité observée et à la sécurité perçue. Plus particulièrement, cette analyse a permis de mieux comprendre ce qui suit : (1) les pratiques exemplaires pour mesurer la performance de sécurité des installations cyclables, (2) les besoins de données s'y rapportant et les règles heuristiques en matière de performance de sécurité, (3) les tendances en matière de collisions impliquant des cyclistes, et (4) la performance de sécurité réelle et



Bande cyclable protégée



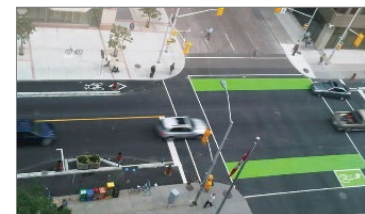
Bande cyclable peinte



Voie partagée d'une rue importante



Carrefour protégé



Sas de virage



Passages pour bicyclettes

perçue des infrastructures cyclables. Au total, 153 documents ont été examinés. Le Tableau E-1 et le Tableau E-2 résume les résultats quant aux risques de collision, à la gravité des collisions et à la sécurité perçue pour chaque type d'installations et pour chaque type d'aménagement aux carrefours respectivement, tels que recensés dans la documentation.

Tableau E-1 : Résultats en matière de sécurité par type d'installations cyclables

Type d'installations	Risque de collision	Gravité des collisions	Sécurité perçue
Installations cyclables en site propre	●	○	●
Sentier polyvalent en site propre	●	□	●
Bande cyclable protégée (sens unique)	●	□	●
Bande cyclable protégée (double sens)	○	□	●
Bande cyclable avec zone tampon			●
Bande cyclable peinte	○	□	○
Accotement asphalté praticable à vélo			
Voie partagée d'une rue principale	□	□	□
Vélorue	○	○	
Bandes cyclables suggérées			
<ul style="list-style-type: none"> ● résultats positifs bien étayés ○ résultats généralement positifs □ résultats négatifs généraux ■ résultats négatifs bien étayés △ résultats neutres <p><i>Les cellules vides indiquent que les recherches disponibles sont limitées</i></p>			

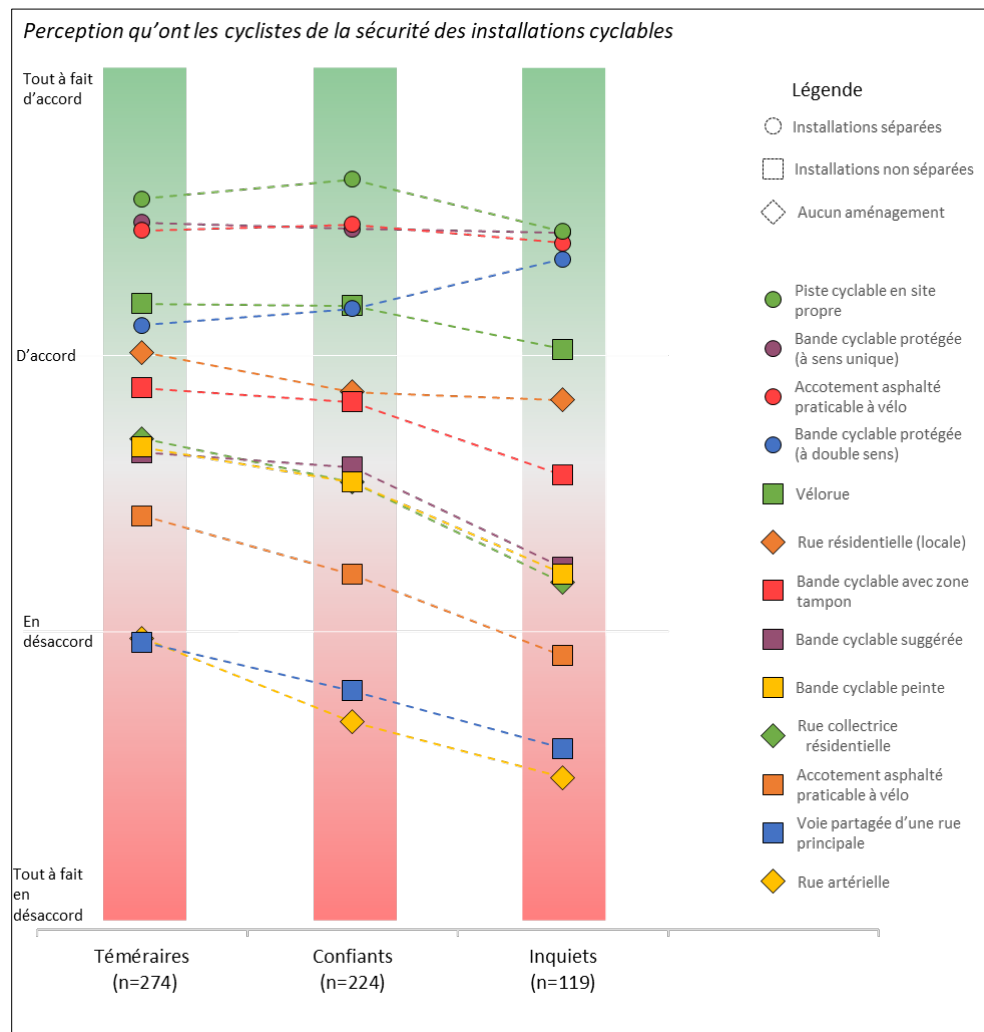
Tableau E-2 : Résultats en matière de sécurité par type d'aménagement pour cyclistes aux carrefours

Type d'aménagement aux carrefours	Risque de collision	Gravité des collisions	Sécurité perçue
Carrefour protégé		○	
Sas vélo	●		○
Sas de virage	○		○
Marquages de passage aux carrefours	○, □*		○
Passages pour cyclistes	○		
Approche d'un carrefour incurvée vers l'intérieur/l'extérieur			
Phase protégée aux feux de circulation	○		
Barrières, clôtures et bollards			
● résultats positifs bien étayés ○ résultats généralement positifs □ résultats négatifs généraux ■ résultats négatifs bien étayés * résultats neutres <i>Les cellules vides indiquent que les recherches disponibles sont limitées</i>			

Sondage auprès des utilisateurs finaux

Le sondage mené auprès des utilisateurs finaux a eu pour but de chercher à savoir comment la communauté des cyclistes (adultes et jeunes) perçoivent la performance de sécurité des différents types d'infrastructures cyclables. Selon les réponses de près de 700 cyclistes qui se sont identifiés comme téméraires, confiants, inquiets ou jeunes, le sondage permet de conclure que les installations séparées sont perçues comme sécuritaires, suivies des rues de classe inférieure dotées ou non d'installations, des rues à fort débit de circulation qui sont dotées ou non d'installations continues (comme des bandes cyclables peintes) et finalement, des rues de classe supérieure dotées d'installations intermittentes (voies partagées des rues principales). La Figure E-1 illustre le niveau de sécurité perçu par la communauté cycliste pour chacune des installations cyclables, dans le cadre de tous les types d'installations cyclables faisant l'objet de l'étude.

Figure E-1 : Résultats du sondage réalisé auprès des utilisateurs finaux



Enquête auprès des juridictions

Le sondage auprès des différentes juridictions a eu pour but de mieux comprendre l'état actuel de la pratique canadienne en matière de sécurité des infrastructures cyclables. Voici ce que nous avons appris du sondage :

- Il existe trois lignes directrices généralement utilisées par les juridictions canadiennes, qui servent de référence en matière de critères de sélection et de conception des infrastructures cyclables : (1) le *Guide canadien de conception géométrique des routes* (GCG) de l'ATC (2017), 4^e édition, (2) le *Guide canadien de signalisation des voies cyclables* de l'ATC (2012), 2^e édition et (3) l'*Urban Bikeway Design Guide* de la NACTO (2014), 2^e édition.
- Les installations cyclables les plus couramment mises en œuvre au Canada sont les sentiers polyvalents en site propre et les bandes cyclables peintes. Les accotements asphaltés praticables à vélo et les voies partagées des rues principales ont été identifiés par les juridictions qui ont répondu au sondage comme étant les troisièmes et quatrièmes installations cyclables les plus couramment aménagées. Les accotements asphaltés praticables à vélo sont particulièrement populaires au sein des juridictions provinciales et territoriales. Les bandes cyclables protégées et

les bandes cyclables avec zone tampon sont utilisées couramment par les grandes municipalités, mais moins couramment par les petites et par les provinces et par les territoires.

- Les aménagements aux carrefours les plus couramment utilisés par tous les répondants sont les barrières, les clôtures et les bollards. Les passages pour cyclistes viennent au deuxième rang quant aux aménagements aux carrefours les plus couramment utilisés par les grandes municipalités. D'autres aménagements aux carrefours courants dans les grandes municipalités sont les sas vélos, les marquages de passage aux carrefours et les approches des carrefours incurvées vers l'intérieur. Les marquages pour le passage des vélos aux carrefours et les approches de carrefours incurvées vers l'intérieur sont les aménagements aux carrefours les plus couramment utilisés par les petites municipalités et par les provinces et les territoires.

Études de cas

Les études de cas ont eu pour but de mieux comprendre la performance de sécurité des différents types d'installations cyclables selon l'expérience des juridictions canadiennes et internationales. Cette compréhension représente une part importante de l'information dont il a fallu tenir compte dans le développement de l'organigramme et dans l'analyse des lacunes de ce projet.

Les 13 études de cas ont révélé que les connaissances sur la performance de sécurité des différentes installations cyclables sont limitées au Canada, en partie en raison du peu d'évaluations formelles réalisées par les juridictions une fois les installations en place, ce qui a représenté un défi lorsque les études de cas reposaient sur des recherches secondaires.

L'un des défis associés à bon nombre des études de cas est l'absence de données ou d'information disponibles pour évaluer correctement la performance de sécurité des installations. Les défis suivants ont été rencontrés dans le cadre du travail effectué sur les recherches secondaires :

- Très peu d'évaluations formelles ont été rendues publiques ou étaient facilement accessibles.
- Il manquait de l'information importante dans certaines des évaluations disponibles, comme les débits de circulation, l'opinion publique et les données sur les collisions.
- Certaines des évaluations dataient de plusieurs années.
- Certaines des évaluations n'étaient pas assez rigoureuses.
- À moins qu'elle n'ait été spécifiquement analysée dans le cadre de l'étude, aucune information sur la performance de sécurité des installations sur des tronçons de routes par rapport à celle aux carrefours n'était disponible.

Lorsque l'étude de cas repose sur des recherches primaires, les enjeux suivants se présentent :

- L'absence d'une quantité importante de données de toutes sortes concernant les installations après leur mise en œuvre, y compris les installations de longue date.
- Dans certains cas, il n'existe aucune donnée avant ou après l'aménagement de l'installation.
- Dans certains cas, les juridictions ont cessé de recueillir des données après l'aménagement d'installations, et les seules données disponibles sont limitées et anciennes.
- Aucune information formelle n'existe sur l'opinion publique concernant les installations cyclables.

Organigramme de sélection des installations

L'un des objectifs de ce projet est l'élaboration d'un organigramme qui permet de mettre en valeur les principales étapes du processus de prise de décision lors du choix d'installations cyclables ou d'aménagements pour cyclistes aux carrefours du point de vue de la sécurité. Le développement de cet organigramme repose sur quatre principales sources d'information : (1) une analyse exhaustive de la documentation effectuée pour ce projet, (2) une enquête auprès des juridictions, (3) les leçons tirées des études de cas, et (4) un sondage auprès des utilisateurs finaux.

Cet organigramme reposant sur la performance de sécurité des installations et des aménagements, il importait de mettre l'accent sur des méthodes qui tiennent compte des risques d'exposition associés au processus de prise de décision de même que sur des concepts tirés du processus de gestion de la sécurité routière, en tenant compte tout particulièrement des cyclistes. Le concept de la performance de sécurité a été défini en fonction de la fréquence prévue des collisions et de la fréquence et de la gravité observées des collisions alors que la fréquence prévue des collisions est définie comme une fonction de l'exposition à la circulation et aux caractéristiques de la route à l'aide de fonctions de performance de sécurité (FPS). La fréquence et la gravité observées des collisions sont définies quant à elles comme le nombre de collisions enregistré par type et par gravité, par unité de temps, sur un tronçon de route donné ou à un carrefour donné.

Tel qu'illustré à la Figure E-2, un gabarit vitesse-débit a été développé et comprend sept environnements sécuritaires distincts pour les vélos (domaines) pour une vitesse au 85^e percentile et pour un débit de circulation.

D'après les facteurs jugés comme pouvant influencer sur la sécurité et sur le confort des cyclistes, une série d'organigrammes ont été développés en tenant compte de facteurs clés tels que ceux illustrés à la Figure E-3. D'autres facteurs ont été abordés dans une série de modèles fournie pour chacun des domaines de la Figure E-2.

Un outil d'évaluation de la performance de sécurité a été également développé pour évaluer la performance de sécurité pour tous les domaines.

Figure E-2 : Gabarit vitesse-débit

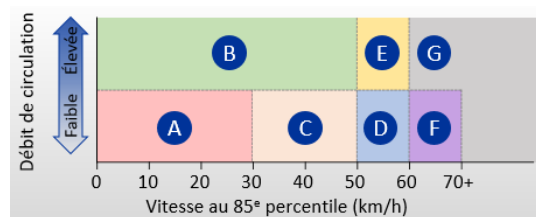
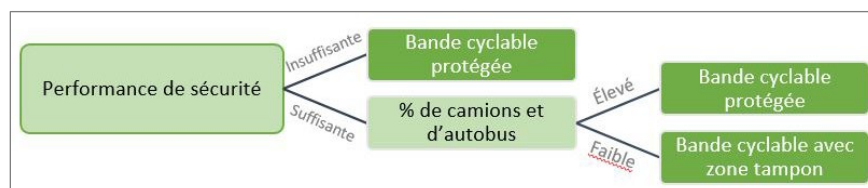


Figure E-3 : Organigramme du domaine B – Vitesse des véhicules faible et débit de circulation élevé

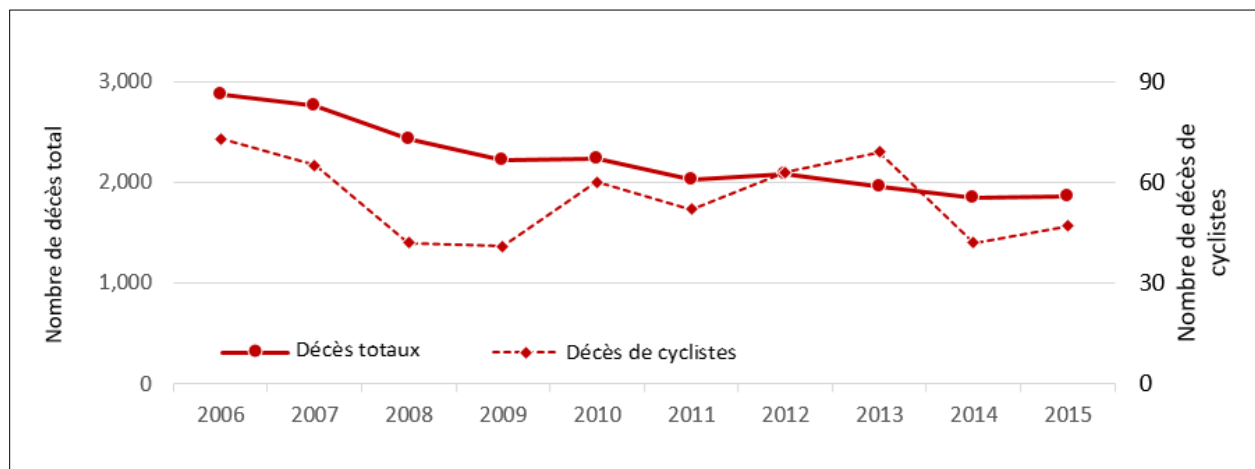


1. Introduction

Il a été démontré que l'utilisation du vélo réduit les risques d'un large éventail de maladies chroniques telles que les maladies cardiaques, le diabète et l'asthme, tout en améliorant la santé mentale. La popularité croissante du vélo comme mode de transport au Canada a donné lieu à un développement intensif de nouvelles infrastructures cyclables dans bon nombre de juridictions canadiennes. Le but premier d'une infrastructure cyclable est de favoriser l'utilisation du vélo en améliorant la santé publique d'une manière qui est sécuritaire et équitable, tout en améliorant l'efficacité du réseau de transport englobant tous les modes de transport.

Au cours des 20 dernières années, les différents gouvernements nord-américains se sont employés à favoriser l'utilisation du vélo comme mode de transport en vue d'améliorer la durabilité, donnant lieu ainsi à une croissance plus forte depuis 2010 (Buehler & Dill, 2016). Ces efforts ont entraîné un accroissement des infrastructures cyclables au Canada et en retour, à une hausse du nombre de cyclistes. Toutefois, malgré cette hausse du nombre de cyclistes et des risques de collision plus grands en raison d'une exposition accrue, la tendance globale du nombre de blessures et de décès entre 2004 et 2015 a diminué au Canada (Ramage-Morin, 2017). En outre, la proportion de décès de cyclistes par rapport au nombre total de décès est demeurée sensiblement la même sur une période de 10 ans, soit environ 2,5 % par année. La Figure 1-1 montre la proportion de décès de cyclistes par rapport au nombre total de décès au Canada entre 2006 et 2015.

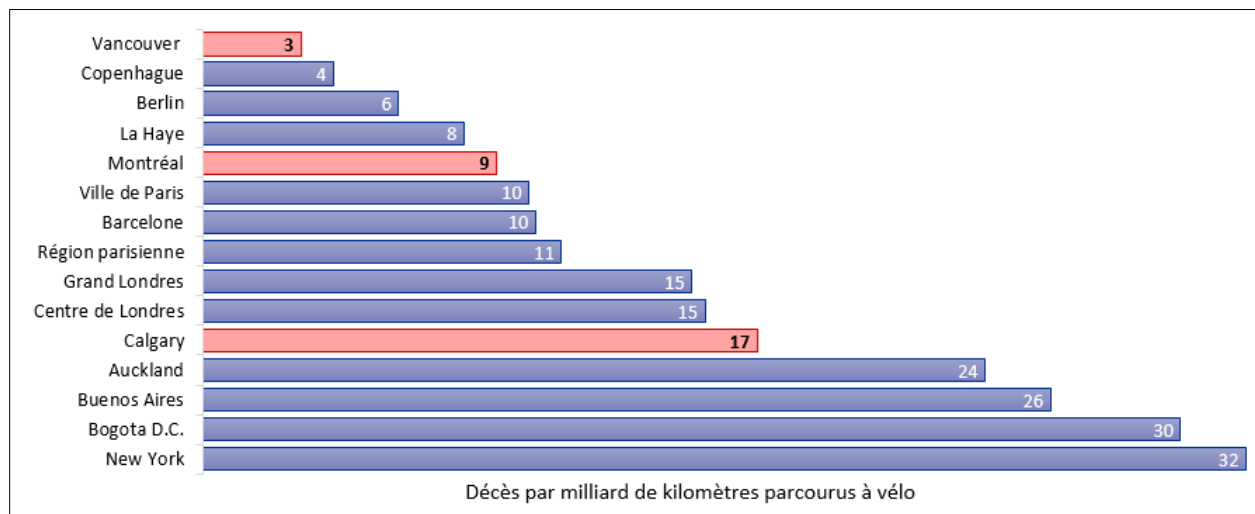
Figure 1-1 : Proportion de décès de cyclistes par rapport au nombre de décès total au Canada (2006-2015)
(Transports Canada, 2017)



Le Forum international des transports de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), dans le cadre de l'initiative Safer City Streets, a comparé la sécurité routière en milieu urbain des différentes villes participantes du monde entier afin d'aider les pays membres à procéder à une analyse comparative de la performance de sécurité de leurs voies urbaines. La Figure 1-2 présente la façon dont trois juridictions canadiennes (Vancouver, Montréal et Calgary) se comparaient à d'autres juridictions internationales quant au nombre de décès de cyclistes par milliard de kilomètres

parcourus à vélo (Santacreu, 2018). Il est à noter que bien que les décès par distance parcourue à vélo est la mesure à privilégier, la collecte de données sur les débits de vélos n'est pas nécessairement exhaustive et que par conséquent, les estimations très larges des distances parcourues à vélo à l'échelle du réseau peuvent manquer d'exactitude. En outre, les méthodes utilisées pour estimer les distances parcourues à vélo à l'échelle du réseau peuvent varier considérablement d'une ville à l'autre.

Figure 1-2 : Taux des décès de cyclistes enregistrés dans différentes villes membres de l'OCDE, 2011-2015 (Santacreu, 2018)



Compte tenu de ces tendances et vu les efforts constants déployés par les juridictions canadiennes pour prolonger leurs réseaux cyclables, on reconnaît qu'il existe un manque de connaissances quant à la performance de sécurité des installations cyclables. Nombre des évaluations de la sécurité des infrastructures cyclables déjà en place (y compris les installations situées le long des routes et les aménagements aux carrefours), qui sont facilement disponibles et qui sont comprises dans la documentation, portent surtout sur les États-Unis ou sur d'autres endroits à l'étranger et peuvent s'appliquer ou non au Canada. Par conséquent, il importe de bien comprendre la performance de sécurité des différents types d'installations cyclables et d'aménagement pour cyclistes aux carrefours dans le contexte canadien, de sorte que les spécialistes canadiens puissent prendre des décisions plus éclairées quant au type d'infrastructure à aménager dans différentes situations. Le fait de mieux comprendre la performance de sécurité de chaque type d'installations et de chaque type d'aménagement aux carrefours dans différentes circonstances permettra de mieux tenir compte de la sécurité dans le processus de sélection des infrastructures cyclables.

1.1 Objectifs et étendue du projet

Le projet caractérise la performance de sécurité des différentes infrastructures cyclables possibles au Canada afin d'aider les spécialistes à évaluer la performance de sécurité éventuelle de toute nouvelle infrastructure cyclable. Voici les objectifs précis du projet :

1. Identifier les méthodes, les mesures et les règles heuristiques appropriées afin de :
 - a. Quantifier objectivement la performance de sécurité réelle des différents types d'installations cyclables et d'aménagements aux carrefours.

- b. Évaluer la sécurité perçue des différents types d'installations cyclables et d'aménagements pour cyclistes aux carrefours.
2. Identifier les exigences en matière de données pour entreprendre ces types d'évaluation de sorte que les administrations routières canadiennes puissent :
 - a. Appliquer les méthodes et les mesures choisies pour déterminer la performance de sécurité réelle et la sécurité perçue des infrastructures cyclables et des aménagements pour cyclistes aux carrefour existants de leur juridiction respective.
 - b. Évaluer l'applicabilité et prédire la performance de sécurité d'autres installations/traitements éventuels pour vélos avant de les mettre en œuvre au Canada.
3. Identifier les principaux types de projets d'infrastructures cyclables qui ont été entrepris au cours des 10 dernières années dans :
 - a. Les villes canadiennes (soit les routes à faible vitesse qui peuvent accueillir de forts débits de personnes qui marchent ou qui se déplacent à vélo ou en véhicule automobile)
 - b. Les milieux suburbains et ruraux canadiens (soit les routes dotées de vitesses maximales réalisables, de débits éventuels moyens à modérés de personnes qui marchent et qui se déplacent à vélo et de débits de véhicules automobiles variables)
 - c. Les emprises des routes canadiennes (soit les routes à vitesse élevée où les débits des déplacements pour tous les usagers de la route peuvent correspondre à un contexte urbain, suburbain/exurbain ou rural).
4. Documenter et quantifier les résultats d'installations, qui englobent différents types d'améliorations apportées aux infrastructures cyclables au Canada et ailleurs quant à :
 - a. La sécurité réelle et la sécurité/le niveau de confort perçus des cyclistes
 - b. Le nombre de déplacements à vélo et d'usagers du vélo sur les infrastructures améliorées.
5. Développer une méthode pour examiner les « risques » (dans le contexte d'une exposition à ces derniers) dans le processus de prise de décision concernant le choix d'installations/d'un aménagement.

L'étendue de ce projet est propre aux infrastructures cyclables dont il est fait mention à la Section 1.5.

1.2 Méthodologie utilisée dans le cadre de l'étude

Le contenu du présent rapport repose sur ce qui suit :

- une analyse documentaire
- un sondage auprès des utilisateurs finaux
- une enquête auprès des juridictions
- des études de cas portant sur des installations cyclables canadiennes et internationales
- la mobilisation du milieu universitaire canadien

1.2.1 Analyse documentaire

L'objectif premier de l'analyse documentaire est de mieux comprendre la performance de sécurité des installations cyclables le long des routes et des aménagements pour cyclistes aux carrefours à la fois sur le plan de la sécurité réelle et sur le plan de la sécurité perçue. Plus particulièrement, l'analyse a permis de mieux comprendre ce qui suit : (1) les pratiques exemplaires servant à mesurer la performance de sécurité des installations cyclables, (2) les besoins de données connexes et les règles heuristiques quant à la performance de sécurité, (3) les tendances en matière de collisions impliquant des cyclistes, et (4) la performance de sécurité réelle et perçue des infrastructures cyclables.

L'analyse documentaire est axée sur les types d'infrastructures cyclables identifiés par l'équipe de projet et par le comité directeur, qui sont présentés et définis à la Section 1.5. De plus, d'autres facteurs influant sur la sécurité à vélo, comme la déclivité de la chaussée, ont été pris en compte, ceux-ci ayant un lien avec la performance de sécurité des infrastructures cyclables.

Nous avons eu recours à la Transportation Research Information Database (TRID) pour réaliser une analyse exhaustive de la documentation pertinente publiée dans le monde au cours des 10 dernières années. La TRID est une base de données sur les recherches et les études, qui comprend la base de données des Transportation Research Information Services (TRIS) ainsi que la base de données *International Transport Research Documentation* (ITRD) du Centre conjoint de recherche sur les transports de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). La TRID comporte plus d'un million de rapports d'étude sur les transports du monde entier. Les résultats de cette recherche nous ont permis d'identifier près de 438 documents à l'aide de vastes critères de recherche. Ces documents sont tirés : (1) de périodiques et de revues portant sur le génie et les sciences, (2) de travaux de congrès, et (3) de rapports gouvernementaux et de l'industrie facilement accessibles.

Les résumés des 438 documents ont été examinés pour en identifier la pertinence et 153 d'entre eux ont été sélectionnés pour un examen plus approfondi et pour les inclure dans le résumé de l'analyse documentaire figurant à l'Annexe A.

1.2.2 Sondage auprès des utilisateurs finaux

L'objectif du sondage auprès des utilisateurs finaux était de chercher à savoir comment la communauté cycliste et les différents types de cyclistes qui la compose (téméraires, confiants et inquiets) perçoivent la performance de sécurité des différents types d'infrastructures cyclables.

Le sondage auprès des utilisateurs finaux a été publié à l'aide du logiciel SurveyGizmo et a été distribué à 38 organisations de cyclistes de partout au Canada, qui ont été invitées à leur tour à distribuer le sondage à leurs membres. Nous avons reçu au total 625 réponses provenant de toutes les régions du Canada. Les résultats du sondage figurent à l'Annexe B.

Lors de l'analyse de ces réponses, il a été jugé bénéfique d'accroître l'information recueillie en sondant l'opinion des jeunes (élèves de 7e, 8e, et 9e année) sur ce qu'ils perçoivent comme sécuritaire et confortable lorsqu'ils roulent à vélo dans différents environnements. Aussi, un sondage auprès des jeunes comme utilisateurs finaux a été élaboré et distribué pour recueillir cette information. Ce sondage (figurant également à l'Annexe B) a été distribué à 360 écoles du Manitoba en janvier 2019. Ces écoles ont été identifiées comme accueillant des élèves de 7e, de 8e et de 9e année et dont les coordonnées étaient disponibles. Nous avons reçu un total de 86 réponses de ces jeunes du Manitoba.

L'une des limites de ce sondage auprès des jeunes est sa couverture géographique, celui-ci ayant été envoyé uniquement aux écoles du Manitoba. Toutefois, vu les limites de temps et de budget du projet, il a été convenu par le comité directeur que, bien que limité dans sa portée, les résultats qui en découlent peuvent tout de même offrir de l'information sur la perception qu'ont les enfants de ce groupe d'âge de la sécurité et du confort, notamment en l'absence remarquée de répondants jeunes dans le sondage auprès des utilisateurs finaux.

1.2.3 Enquête auprès des juridictions

L'enquête auprès des juridictions a eu pour but de comprendre l'état actuel des pratiques canadiennes à l'égard de la sécurité des infrastructures cyclables. Plus particulièrement, cette enquête a eu pour but de nous permettre de répondre aux questions suivantes :

- Quels sont les principaux types d'infrastructures cyclables mis en œuvre au Canada (y compris les installations le long des routes et les aménagements aux carrefours)?
- Quelles sont les sources des données recueillies par les juridictions canadiennes sur l'exposition et sur la sécurité des cyclistes?
- Quel type de données sur l'exposition et sur la sécurité des cyclistes ont été recueillies pour effectuer des évaluations de la sécurité des infrastructures cyclables?
- De quelle façon les juridictions canadiennes décident-elles du type d'infrastructures cyclable à installer et quelles sont les variables d'entrée qu'elles utilisent?

Une fois que le contenu de l'enquête auprès des juridictions fut finalisé, il a été publié à l'aide du logiciel de sondage en ligne SurveyGizmo, et un hyperlien vers le sondage a été envoyé aux répondants. L'enquête a été distribuée à près de 240 juridictions membres de l'ATC et à chacun des membres de l'Institut canadien des ingénieurs en transport (ICIT). Les questions de l'enquête figurent à l'Annexe C et le sommaire des conclusions figure au Chapitre 4 du présent rapport.

1.2.4 Études de cas sur les installations canadiennes et internationales

Cette partie de la méthodologie a eu pour but de réaliser 13 études de cas dans le but d'évaluer et de quantifier les performances de sécurité d'installations cyclables choisies au Canada et à l'étranger. Ces études de cas servent habituellement de mécanisme exploratoire pour mettre de l'avant de nouvelles connaissances ou pour confirmer les connaissances existantes sur des situations ou sur des problèmes qu'il serait autrement difficile à expliquer ou à comprendre si une population plus grande devait être analysée. De plus, aux fins du projet, les études de cas ont permis également de souligner les succès et autres expériences résultant de l'aménagement de différents types d'installations cyclables dans différents environnements.

Nous avons recouru à une combinaison de recherches primaires et secondaires pour réaliser ces études de cas. Quatre d'entre elles reposent sur des recherches primaires et les neuf autres, sur des recherches secondaires. Les études de cas figurent à l'Annexe D et leurs résultats sont résumés au Chapitre 5 du présent rapport.

1.2.5 Mobilisation du milieu universitaire canadien

Le milieu universitaire canadien a été mobilisé pour identifier les recherches pertinentes en cours ou à venir sur la sécurité à vélo en lien avec les infrastructures cyclables. Les connaissances obtenues à l'aide de cette démarche ont été utilisées pour :

- Élargir l'analyse documentaire
- Bonifier le questionnaire du sondage auprès des utilisateurs finaux
- Documenter les études de cas.

Au total, 51 professionnels universitaires ont été inclus dans le processus de mobilisation qui comportait les deux questions suivantes :

1. Avez-vous entrepris récemment (ou comptez-vous entreprendre bientôt) des recherches pour évaluer la performance de sécurité (perçue ou observée) des infrastructures cyclables? (par ex., les bandes peintes, les voies séparées, les installations à double sens, les aménagements aux carrefours, etc.). Dans l'affirmative, pouvez-vous fournir une brève description de ce que ces recherches comportent? (par ex., but, objectifs, portée, emplacement, durée du projet, résultats escomptés).
2. Savez-vous si des recherches sont actuellement en cours au Canada sur le sujet ci-dessus? Dans l'affirmative, pouvez-vous nous en dire plus sur ces recherches? (par ex., la décrire le mieux possible ou nous faire part de la personne-ressources à contacter ou comment en savoir plus).

Les conclusions de l'enquête figurent à l'Annexe E.

1.3 Public cible

Le présent rapport doit servir de document de référence pour les juridictions, les universités, les spécialistes canadiens et autres groupes concernés par des aménagements sécuritaires pour les cyclistes au sein du réseau de transport. Il repose sur une analyse exhaustive de la documentation, sur une enquête auprès des juridictions, sur une série d'études de cas locales et internationales et finalement, sur un sondage auprès des utilisateurs finaux. En outre, il contient un organigramme de sélection des installations susceptible d'aider les spécialistes à mieux choisir des installations cyclables appropriées. Bien que l'organigramme ne soit pas censé servir de ligne directrice, il aide à identifier les problèmes dont il faut tenir compte dans le choix d'installations cyclables et d'aménagements aux carrefours.

1.4 Structure du rapport

Le présent rapport comporte plusieurs chapitres.

Le **Chapitre 2** offre un aperçu du *Highway Safety Manual* (AASHTO, 2010), des différentes méthodes utilisées pour mesurer la performance de sécurité des infrastructures cyclables ainsi que des données requises pour effectuer ces évaluations.

Le **Chapitre 3** présente les principales conclusions d'une analyse exhaustive de la documentation portant sur la performance de sécurité observée et perçue des différentes installations cyclables et des différents aménagements pour cyclistes aux carrefours. Il présente également des conclusions

concernant le sondage mené auprès des utilisateurs finaux dans le cadre de ce projet, qui aborde la question de la sécurité perçue des différentes installations cyclables et des différents aménagements aux carrefours dont il est question dans la présente étude.

Le **Chapitre 4** présente les résultats d'une enquête réalisée auprès des différentes juridictions au sujet de l'état de la pratique au Canada quant aux lignes directrices couramment utilisées en matière de conception des infrastructures cyclables, à l'étendue de la mise en œuvre d'installations cyclables et d'aménagements pour cyclistes aux carrefours, à la collecte et à l'évaluation des données sur la sécurité à vélo, et aux pratiques de sélection des types d'infrastructures cyclables à mettre en œuvre.

Le **Chapitre 5** présente un résumé des conclusions de 13 études de cas réalisées dans le cadre de ce projet, dans le but d'évaluer et de quantifier la performance de sécurité d'infrastructures cyclables données au Canada et à l'étranger. Il identifie également les leçons dont il faut tenir compte dans l'élaboration d'un organigramme de sélection des installations cyclables.

Le **Chapitre 6** traite de l'élaboration et de l'application d'un organigramme susceptible d'aider les spécialistes à mieux choisir des installations cyclables appropriées.

Le **Chapitre 7** traite des conclusions de l'étude quant aux données, à l'information et aux lacunes en matière de connaissances concernant la sécurité des infrastructures cyclables. Il fournit également des renseignements sur les options susceptibles de combler ces lacunes.

Les **Annexes A à E** dont il est fait mention dans le présent rapport peuvent être téléchargées depuis la bibliothèque en ligne de l'ATC (disponibles seulement en anglais).

1.5 Définitions des infrastructures cyclables

Figurent ci-après les définitions utilisées tout au long de la présente étude et qui portent sur les installations cyclables le long des routes et sur les aménagements pour cyclistes aux carrefours. C'est ce que comprennent les infrastructures cyclables examinées dans le présent rapport.

1.5.1 Installations cyclables



Piste cyclable en site propre – Les pistes sont séparées physiquement des véhicules automobiles et offrent suffisamment de largeur et d'installations d'appoint pour être **réservées exclusivement aux vélos**. Ces pistes peuvent être recouvertes de béton, d'asphalte ou encore, de poussière de pierre, de calcaire à grain fin ou de gravier.



Sentier polyvalent en site propre – Les sentiers sont séparés physiquement des véhicules automobiles et offrent suffisamment de largeur et d’installations d’appoint pour être réservés aux cyclistes et aux piétons. Ces sentiers peuvent être recouverts de béton, d’asphalte ou encore, de poussière de pierre, de calcaire à grain fin ou de gravier.



Bandes cyclables protégées ou pistes cyclables sur rue – Les bandes cyclables protégées sont situées sur l’emprise d’une route, mais elles sont séparées physiquement des voies de circulation automobile par des bordures de béton, des jardinières, etc. Elles peuvent être conçues de manière à permettre une circulation uni ou bidirectionnelle. De plus, elles peuvent être séparées de la circulation par une voie de stationnement.



Bande cyclable avec zone tampon – Les bandes cyclables avec zone tampon offrent plus d’espace protégé pour les cyclistes que les bandes cyclables peintes, normalement grâce à une zone tampon peinte ou à une zone « en retrait » réservée aux cyclistes d’un côté ou des deux côtés de la chaussée. Des poteaux de plastique peuvent délimiter les voies. Celles-ci peuvent être davantage séparées de la circulation à l’aide d’une voie de stationnement.

Google Street View



Bande cyclable peinte – Les bandes cyclables peintes sont des voies séparées conçues exclusivement pour les déplacements à vélo et elles sont délimitées par des marques sur la chaussée.

Google Street View



Accotement asphalté praticable à vélo – Lorsqu'ils sont conçus pour accueillir les vélos et qu'ils sont d'une largeur suffisante, les accotements asphaltés sur le bord des routes peuvent servir d'espace fonctionnel pour les cyclistes en l'absence d'autres installations dotées d'une séparation ou d'une délimitation plus nette.



Voie partagée d'une rue principale – Les voies partagées offrent des trajets directs aux cyclistes expérimentés le long de la voie de circulation extérieure d'une chaussée. Malgré le fait que les cyclistes se mêlent à la circulation automobile, ils sont séparés des piétons qui empruntent le trottoir lorsque trottoir il y a. Les marques de chaussée partagée (vélo-chevrons) sont peintes sur la surface de la route afin de rappeler aux conducteurs qu'ils doivent partager la route avec les cyclistes et d'aider les usagers de la route à trouver leur place sur la route.



Vélorue ou corridor vert de quartier – Ces circuits aménagés dans des rues locales comprennent divers aménagements destinés à réduire les débits de circulation, à ralentir la circulation et à accroître la sécurité des piétons, des cyclistes et des automobilistes. Les aménagements des principaux carrefours le long de la voie sont un élément essentiel des vélorues. Ces aménagements consistent en une signalisation, des feux de circulation pour vélos, des marques sur la chaussée et des moyens divers pour modérer la circulation (dos d'âne allongés, carrefours giratoires, etc.).



Bandes cyclables suggérées – On utilise des bandes cyclables suggérées dans les rues à faible débit de circulation qui sont trop étroites pour aménager des voies cyclables conventionnelles et de voies de circulation de largeur normale pour les véhicules automobiles. Des voies cyclables sont délimitées à l'aide d'une ligne discontinue à l'extérieur de la chaussée, alors qu'une voie étroite à double sens pour les véhicules occupe le milieu de la chaussée. La ligne discontinue de la voie cyclable permet aux automobilistes de s'insérer dans la voie cyclable en l'absence de cyclistes pour laisser passer les véhicules qui roulent en sens inverse.

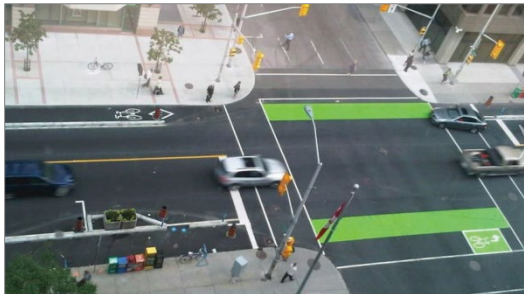
1.5.2 Aménagements pour cyclistes aux carrefours



Carrefour protégé – Les carrefours protégés assurent la protection de la voie cyclable jusqu’au croisement des rues et pendant la traversée du carrefour, réduisant ainsi les traversées et séparant physiquement l’espace réservé aux vélos qui continuent tout droit ou qui tournent en les obligeant à attendre dans une zone avancée. Les conflits avec des véhicules automobiles qui tournent sont généralement gérés à l’aide d’une phase distincte pour les vélos ou de traversées en retrait.



Sas vélo – Un sas vélo est un endroit désigné en tête d’une voie de circulation, à un carrefour doté de feux de circulation, qui fournit aux cyclistes une façon directe de dépasser la circulation en attente au feu rouge.



Sas de virage – Les sas de virage offrent aux cyclistes une façon sécuritaire d’effectuer un virage à gauche, aux carrefours à voies multiples dotés de feux de circulation, depuis une piste cyclable ou une bande cyclable située à droite de la chaussée ou d’effectuer un virage à droite depuis une piste cyclable ou une bande cyclable située à gauche de la chaussée.



Marquages de passage aux carrefours – Les marquages de passage aux carrefours indiquent le trajet prévu des cyclistes. Ils guident ces derniers dans un parcours sécuritaire et direct aux carrefours, y compris les entrées et les rampes. Ils offrent une délimitation nette entre la trajectoire des cyclistes en transit et celle des véhicules qui circulent tout droit ou qui traversent dans la voie adjacente.



Passages pour cyclistes – Les passages pour cyclistes sont des passages pour piétons adaptés aux cyclistes, qui permettent à ces derniers de demeurer sur leur vélo et de traverser de manière sûre les carrefours. Ces passages peuvent être séparés d’un passage pour piétons adjacent ou ils peuvent être combinés à celui-ci.



Approche d'un carrefour incurvée vers l'intérieur – Ce type d'approche est aménagé en déplaçant la bande cyclable le long de la voie de virage en bordure au carrefour afin de rendre les cyclistes plus visibles.



Approche d'un carrefour incurvée vers l'extérieur – Ce type d'approche est aménagé en déplaçant la bande cyclable loin du carrefour afin de créer un espace pour les véhicules qui tournent, ce qui leur permet d'attendre que les cyclistes traversent sans nuire aux autres véhicules.



Phase protégée aux feux de circulation – Une phase protégée aux feux de circulation est une phase qui n'entre pas en conflit avec d'autres phases, qui ne cède pas à un autre mouvement et qui peut être signalée par une flèche verte ou par un vélo.



Barrières, clôtures et bollards – L'utilisation d'obstacles verticaux ou horizontaux pour obliger les cyclistes à ralentir ou à descendre de vélo à l'approche d'un carrefour, d'un passage pour cyclistes en Section courante, d'un passage à niveau ou de toute autre traverse lorsque de grandes vitesses à vélo sont non souhaitables.

Google Street View

2. Mesurer la performance de sécurité

Les organismes publics sont chargés de développer des réseaux cyclables qui sont accessibles, pratiques et surtout sécuritaires. Ils doivent prendre des décisions en disposant de ressources limitées et souvent, sans connaissances spécifiques ou avec des connaissances limitées en matière de performance de sécurité des infrastructures cyclables ou de méthodes disponibles pour évaluer la sécurité à vélo. Dans le cas de la circulation automobile, la performance de sécurité a fait l'objet d'études exhaustives et des lignes directrices comme celles contenues dans le *Highway Safety Manual* (HSM) (AASHTO, 2010) ont été rédigées pour aider les spécialistes à mieux comprendre et à mieux évaluer l'incidence de la sécurité sur leurs décisions. Bien que l'HSM traite principalement de la circulation automobile, les méthodes pour évaluer la performance de sécurité des aménagements s'appliquent directement à la sécurité des infrastructures cyclables. Le présent chapitre offre un aperçu de l'HSM, des diverses méthodes utilisées pour étudier la performance de sécurité des installations cyclables et des données requises pour effectuer ces évaluations de la sécurité à vélo.

2.1 Highway Safety Manual

Le *Highway Safety Manual* (HSM) est un recueil d'approches techniques axées sur la science, important pour l'industrie et conçu pour aider les ingénieurs et autres spécialistes à effectuer des analyses de sécurité appropriées. L'HSM leur fournit des conseils étape par étape pour évaluer quantitativement et pour mesurer la performance de sécurité des différents aménagements, à différents stades (par ex., la planification, la conception, l'exploitation, la construction et l'entretien).

La version actuelle de l'HSM offre les trois principaux outils suivants destinés à améliorer la prise de décision et les connaissances :

1. *Des méthodes servant à développer un programme de gestion efficace de la sécurité routière* : Ce programme est un processus global servant à identifier les sites qui présentent des possibilités d'amélioration de la sécurité, à diagnostiquer les conditions des sites en question et à les évaluer, à identifier les aménagements potentiels à ces sites, à prioriser et à programmer les aménagements et par la suite, à évaluer l'efficacité des aménagements programmés pour réduire les collisions.
2. *Une méthode prédictive servant à estimer la fréquence et la gravité des collisions* : Cette méthode peut être utilisée pour prendre des décisions éclairées tout au long du processus de développement du projet. Par exemple, on peut identifier les endroits où il est possible d'apporter des améliorations en fonction de la fréquence et de la gravité réelles des collisions plutôt que celles prévues pour un type de route spécifique et de choisir parmi diverses conceptions routières. Cette méthode prédictive repose sur l'utilisation de facteurs de performance de sécurité (FPS) pour estimer la fréquence moyenne des collisions pour un site donné et sur l'application des facteurs de modification des collisions (FMC) pour adapter la fréquence moyenne de collisions à d'autres aménagements.

3. Une collection de FMC pour une variété d'aménagements géométriques et opérationnels : De nombreux FMC contenus dans l'HSM ont été développés à l'aide d'études rigoureuses avant-après qui peuvent réduire le biais de la régression vers la moyenne.

Malheureusement, la version actuelle de l'HSM ne traite pas explicitement de la sécurité à vélo. DiGioia et al. (2017) rapporte qu'il existe un nombre limité d'études qui traitent de l'impact des infrastructures cyclables et la plupart de ces études ne génèrent pas de résultats suffisamment robustes pour tirer des conclusions concrètes et probantes. L'absence de données de qualité sur les collisions et sur l'exposition empêche le développement de FMC pour les installations cyclables dans l'HSM. Cependant, les auteurs de l'HSM procèdent actuellement au développement de FMC pour les vélos dans la seconde édition du manuel qui doit paraître en 2020 (NCHRP, 2018).

Les deux principaux éléments de l'HSM sont les fonctions de performance de sécurité (FPS) et les facteurs de modification des collisions (FMC).

Les **fonctions de performance de sécurité (FPS)** sont des modèles statistiques « de base » utilisés pour estimer la fréquence moyenne des collisions pour un type d'installations (par ex., les artères en milieu urbain et suburbain) dotées de conditions de base spécifiques (par ex., le profil en travers). Les FPS sont une fonction d'exposition qui correspond souvent au débit journalier moyen annuel (DJMA) et à la longueur des installations lorsqu'on procède à l'évaluation de tronçons de route. Voici un exemple d'équation modèle de FPS utilisée pour estimer la fréquence moyenne des collisions (N_{FPS}) :

$$N_{FPS} = DJMA \times 365 \text{ jours/an} \times 10^{-6} \times e^{-0.4865}$$

Le modèle statistique est une équation de régression fondée sur la distribution binomiale négative destinée à établir un modèle exact de la fluctuation naturelle des collisions. De plus amples renseignements sur les techniques statistiques utilisées pour développer les FPS sont fournis dans l'HSM (AASHTO, 2010).

Les **facteurs de modification des collisions (FMC)** sont des facteurs multiplicatifs utilisés pour estimer le nombre de collisions prévu après avoir mis en œuvre un aménagement donné aux endroits faisant l'objet d'une étude. Le FMC est multiplié par le nombre de collisions de base, comme suit :

$$N^{bre} \text{ de collisions prévu (performance de sécurité)} = n^{bre} \text{ de collisions de base (FPS)} \times (FMC)_1 \times \dots \times (FMC)_n$$

On utilise les FMC pour différentes raisons, dont notamment pour : (1) estimer l'impact sur la sécurité de différents aménagements, (2) comparer les avantages sur le plan de la sécurité de différentes options et de différents emplacements, (3) identifier des stratégies et des emplacements rentables quant à l'impact sur les collisions, (4) vérifier le caractère raisonnable des évaluations (par ex., comparer de nouvelles analyses avec les FMC existants, et (5) vérifier la validité des hypothèses des analyses coûts-avantages. (Gross et al., 2010).

Si un FMC est supérieur à 1,0, cela indique une hausse des collisions après l'installation d'un aménagement donné. Cependant, si un FMC est inférieur à 1,0, cela indique une réduction des collisions après la mise en œuvre d'un aménagement donné, ce qui est une situation souhaitable. Par exemple, un FMC de 0,8 pour un aménagement donné indique un avantage prévu sur le plan de la sécurité qui correspond à une réduction de 20 % des collisions après l'installation de cet aménagement. Un FMC de 1,2 pour un aménagement indique une hausse des collisions de 20 % après l'installation de ce dernier.

Pour développer ou appliquer des FMC, la méthode statistique préconisée dans l’HSM exige une grande quantité de données sur les collisions, sur l’exposition/les débits et sur les caractéristiques des routes. Ces trois catégories de données sont traitées plus avant à la Section 2.3.

2.2 Méthodes servant à l’étude de la sécurité

Lorsqu’il s’agit d’évaluer la performance, les études se répartissent en deux catégories :

- Des études expérimentales qui sont planifiées lorsque des sites sont choisis de manière aléatoire avant l’installation d’aménagements.
- Des études d’observation qui sont planifiées là où des sites ont été choisis à même le réseau routier existant pour y installer des aménagements.

Les études expérimentales sont rarement réalisables dans le cadre de recherches sur la sécurité routière, la décision d’installer des aménagements sécuritaires reposant sur l’historique des collisions à court terme ou sur d’autres priorités (par ex., le financement, la volonté politique, la pression publique) plutôt que sur l’expérimentation (AASHTO, 2010). En outre, il existe des préoccupations d’ordre éthique perçues lorsqu’il s’agit d’expérimentation en matière de sécurité routière (FHWA, 2010). Par conséquent, les études d’observation sont la principale source d’efficacité en matière de sécurité et sont ce sur quoi porte essentiellement la présente section.

Les études d’observation font référence à la classification globale d’un groupe d’études qui utilisent les données recueillies sur les aménagements qui ont été installés par des juridictions dans le cours normal d’actions fondées sur leurs priorités et leurs influences spécifiques, Les types d’études qui s’inscrivent dans la « catégorie d’études d’observation » sont des études avant-après et des études transversales.

En général, des études d’observation avant-après avec un groupe témoin plutôt qu’une simple étude d’observation avant-après (naïve) sont recommandées par l’HSM. Des méthodes statistiques comme la méthode empirique de Bayes peuvent être utilisées pour contrôler les changements dans les débits de circulation et les répercussions de la régression vers la moyenne présentes dans les données d’étude avant-après. Les études avant-après qui reposent sur l’approche entièrement bayésienne ou sur les méthodes empiriques de Bayes sont considérées comme les plus sûres quant à l’exactitude et à la fiabilité de leurs résultats et de leurs conclusions (DiGioia, Watkins, Xu, Rodgers, & Guensler, 2017). Une période d’adaptation adéquate est requise après la mise en œuvre d’un aménagement afin de permettre à la nouveauté de l’environnement modifié de se résorber et aux débits de circulation (y compris la circulation cycliste) de se stabiliser. La période d’adaptation est propre à chaque environnement.

Les études transversales s’avèrent utiles lorsque les données sont insuffisantes (ou la taille de l’échantillon) quant à l’avant ou à l’après de la mise en œuvre de l’aménagement pour réaliser ce type d’études. Elles reposent sur des données recueillies à des installations existantes, dotées d’aménagements légèrement différents (par ex., des routes artérielles dotées de bandes cyclables peintes par rapport à des routes artérielles dotées de bandes cyclables protégées). Il existe quatre types d’études transversales (DiGioia et al., 2017) :

- Les études transversales de régression reposent sur des modèles de régression pour comparer statistiquement les effets des différents emplacements.

- Les études transversales de non-régression comparent directement les effets des différents emplacements.
- Les études cas-témoin reposent sur des données d'études transversales, mais pour des sites d'étude donnés en fonction de l'état des collisions (par ex., collisions ou absence de collisions) plutôt que de la présence d'un aménagement; par conséquent, en l'absence de techniques de mise en correspondance, elles peuvent ne pas donner de résultats pour l'infrastructure ciblée.
- Les études de cohorte permettent quant à elles d'estimer le risque relatif, qui est une estimation directe des FMC; cependant, elles sont peu courantes en matière de sécurité routière et ne sont donc pas abordées dans la présente section.

Très peu d'études sur les infrastructures cyclables, comprises dans la documentation, reposent sur une approche empirique avant-après de Bayes – approche qui est recommandée dans l'HSM (AASHTO, 2010) pour développer des facteurs de modification des collisions. Des études de cas et autres analyses exploratoires qui ne reposent pas sur des méthodes d'étude rigoureuses de la sécurité constituent le type d'études le plus populaire, ce qui témoigne de la nature exploratoire des recherches actuelles sur la sécurité des infrastructures cyclables. En général, les études de cas donnent des résultats propres à des emplacements donnés, mais n'ont pas la rigueur statistique requise pour les appliquer à d'autres situations semblables. Parmi ces méthodes d'étude rigoureuses figurent les méthodes transversales de régression qui sont les plus courantes, probablement en raison du nombre insuffisant de sites pour les études avant-après avec des groupes témoins.

Les sections qui suivent traitent de chacune de ces méthodes d'étude et offrent plus de détails sur ce que dit la documentation sur leurs forces, leurs faiblesses et leur performance globale.

2.2.1 Étude avant-après simple (naïve)

L'étude avant-après simple (naïve) est la méthode la plus simple (ou peut-être la plus simpliste) utilisée pour évaluer les effets d'un aménagement. Cette méthode compare la fréquence des collisions avant l'installation de l'aménagement à la fréquence des collisions après la mise en œuvre de l'aménagement. Les changements dans la fréquence des collisions entre ces deux périodes sont présentés comme les effets de l'aménagement. Cette technique ne permet pas de distinguer les effets de l'aménagement des autres effets en raison du biais de la régression vers la moyenne possible et des changements dans les débits de circulation au cours de la période à l'étude. Bien que cette méthode exige le plus petit volume de données (elle requiert uniquement des données sur la fréquence des collisions durant la période à l'étude), elle n'est pas considérée comme une méthode rigoureuse pour évaluer les effets d'un aménagement et en exagère souvent les effets. Il en résulte que cette méthode n'est pas recommandée pour estimer la performance de sécurité d'un aménagement (ITE, 2009).

2.2.2 Étude avant-après à l'aide d'un groupe témoin

Ce type d'étude ressemble à l'étude avant-après simple. Cependant, pour ce type d'étude, on inclut un groupe témoin sans aménagement, doté de caractéristiques de site semblables à celles du groupe avec un aménagement pour tenir compte de changements dans les collisions qui ne sont probablement pas en lien avec l'aménagement (par ex., des changements dans les débits de circulation). Autrement dit, des changements dans le groupe témoin avant et après la mise en œuvre d'un aménagement peuvent être utilisés pour estimer le nombre prévu de collisions au sein du groupe avec un aménagement, si

aucun aménagement n'avait été installé. Cette méthode ne tient pas compte de la régression vers la moyenne à moins que la fréquence des collisions ne soit utilisée pour assortir les sites utilisés dans la comparaison aux sites dotés d'un aménagement. Elle n'est pas recommandée (FHWA, 2010).

2.2.3 Étude avant-après à l'aide de la méthode empirique de Bayes (EB)

Contrairement à l'étude avant-après simple, l'étude avant-après à l'aide de la méthode empirique de Bayes (EB) a pour but de tenir compte du biais de la régression vers la moyenne et des changements dans les débits de circulation qui s'opèrent durant la période à l'étude. Il en résulte que cette méthode donne habituellement lieu à des effets moindres des aménagements comparativement aux résultats d'études avant-après simples. L'étude avant-après à l'aide de la méthode EB repose sur le nombre prévu de collisions (la combinaison du nombre prévu de collisions tiré des fonctions de performance de sécurité (FPS) et du nombre observé de collisions pour le site faisant l'objet de l'étude) comme données pour estimer le nombre de collisions en l'absence de l'installation de l'aménagement (AASHTO, 2010). Cette valeur est ensuite comparée au nombre observé de collisions durant la période suivant la mise en œuvre de l'aménagement afin d'obtenir l'effet de l'aménagement. Le volume de données requises avec cette méthode est beaucoup plus grand que pour la méthode avant-après simple. En effet, la méthode EB avant-après exige les débits de circulation pour la période à l'étude de même les fonctions de performance de sécurité pertinentes qui peuvent être facilement disponibles ou non pour les sites faisant l'objet de l'étude (FHWA, 2010).

2.2.4 Étude de régression transversale

Les études transversales peuvent s'avérer utiles pour estimer les effets des aménagements, notamment si les emplacements où un aménagement a été mis en œuvre sont insuffisants pour réaliser une étude avant-après rigoureuse. Par exemple, il se peut qu'il y ait peu d'emplacements où la voie partagée d'une rue principale a été transformée en bande cyclable avec zone tampon, mais qu'il y ait de nombreux emplacements avec des vélo-chevrons ou avec une bande cyclable avec zone tampon. Le cas échéant, une étude avant-après rigoureuse censée produire des résultats crédibles n'est pas réalisable d'un point de vue pratique en raison du peu de sites avec un aménagement. Une analyse transversale reposant sur un modèle de régression pourrait être un pis-aller dans les circonstances. Avec l'hypothèse plutôt audacieuse qui veut que les modèles de régression développés puissent tenir compte de toutes les variables de données (ou du moins des variables clés) susceptibles d'influer sur la sécurité, les spécialistes utilisent les paramètres des modèles de régression pour estimer les changements dans les collisions, qui résultent d'une variation d'unité dans une variable donnée. La quantité de données requise peut être importante, le modèle de régression pouvant identifier de nombreuses variables clés qui doivent représenter adéquatement les sites avec un aménagement (FHWA, 2010).

2.2.5 Étude de non-régression transversale

Les études de non-régression transversale sont semblables aux études de régression transversale, sauf qu'elles ne reposent pas sur des modèles de régression pour tenir compte de toutes les variables qui influent sur la sécurité. On ne peut utiliser ces études pour comparer les effets dans les différents emplacements. On les utilise plutôt pour comparer directement les effets des études des emplacements (par ex., en comparant simplement le nombre de collisions) (DiGioia, Watkins, Xu, Rodgers et Guensler, 2017).

2.2.6 Études cas/témoins

Les études cas/témoins reposent sur des données transversales, mais il ne s'agit pas des études transversales décrites à la Section 2.2.4. Une étude transversale type choisit des sites d'étude en fonction de l'état (par ex., présence ou absence) de variables spécifiques (par ex., pavés ou non pavés) ou d'après des classes spéciales de routes (par ex., une artère, une autoroute) ou des types de carrefours (par ex., dotés de feux de circulation ou dépourvus de feux de circulation), peu importe le statut des collisions ou non. Elles choisissent des sites d'étude selon l'état des résultats (par ex., collisions ou absence de collisions), puis déterminent le statut avant l'aménagement (ou le facteur de risque) pour chaque groupe de résultats. Dans ce contexte, les sites cas représentent les sites avec un aménagement et les sites témoins représentent les sites sans aménagement. Les études cas/témoins déterminent si l'exposition à un aménagement éventuel est distribuée de manière disproportionnée entre les sites cas et les sites témoins, indiquant ainsi l'impact d'un aménagement sur la sécurité. Les données requises pour une étude cas/témoins pourraient éventuellement être moins nombreuses que pour une étude transversale de régression; cependant, les études cas/témoins nécessitent une quantité importante d'information, y compris le moment d'installer des aménagements qui peut être ou non disponible pour tous les sites (FHWA, 2010).

2.2.7 Méta-analyse

Alors que plusieurs études antérieures indiquent des effets estimés différents pour un même aménagement, il n'est pas toujours évident de choisir une seule valeur et de la présenter comme l'effet le plus approprié de l'aménagement. Il peut être approprié de combiner les estimations de toutes les études pertinentes pour un même aménagement afin d'obtenir l'effet représentatif de ce dernier. Une méta-analyse est une façon systématique de combiner les effets d'un aménagement décrits dans des études antérieures, tout en tenant compte de la qualité de chaque étude. Elvik (2005) offre un aperçu du processus de méta-analyse. Pour qu'une méta-analyse soit utile, toutes les études antérieures doivent être semblables quant aux mesures des résultats et aux méthodes d'étude. Il est également souhaitable que les études antérieures comportent l'erreur type associée aux effets estimés d'un aménagement. Elvik (2005) mentionne qu'en présence de nombreuses études, une méta-analyse peut accroître la puissance statistique en combinant les résultats individuels en un résultat global.

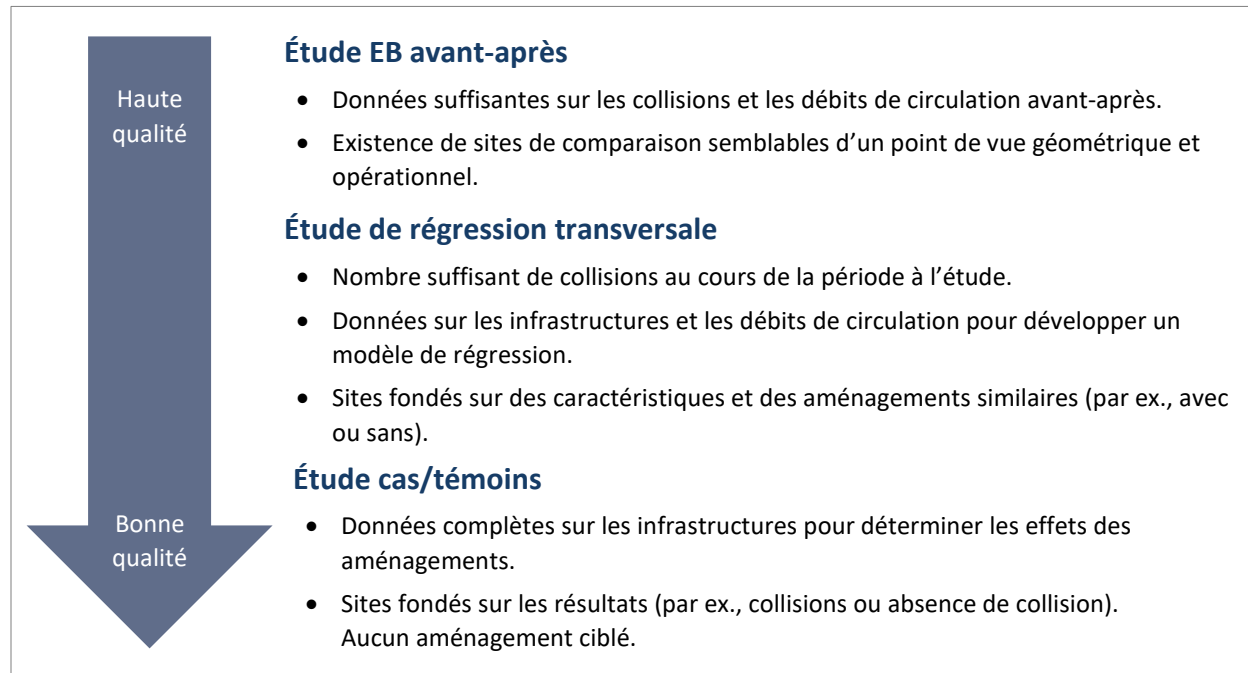
2.2.8 Méthodes d'étude à privilégier en matière de sécurité

Tel que mentionné dans les sections précédentes, l'HSM (AASHTO, 2010) recommande la méthode empirique de Bayes (EB) ou la méthode entièrement bayésienne (FB) avant-après pour effectuer des études d'observation sur la sécurité. Les méthodes EB et FB donnent les résultats les plus exacts et les plus fiables et permettent de défendre les décisions concernant la conception et l'exploitation des routes (DiGioia, Watkins, Xu, Rodgers, & Guensler, 2017). D'autres méthodes généralement utilisées pour des études avant-après ne sont pas recommandées car elles ne tiennent pas compte du biais de régression vers la moyenne et des changements dans les débits de circulation qui surviennent au cours de la période à l'étude.

Les études EB avant-après sont largement préférées aux études transversales pour développer des FMC. Toutefois, en l'absence de données de qualité sur une période suffisamment longue avant l'installation de l'aménagement, les études transversales peuvent servir de source alternative de connaissances. Les méthodes d'étude de régression transversale et les méthodes d'étude cas/témoins constituent deux

méthodes d'étude transversale possibles; les études de régression transversale choisissent des sites en fonction de l'aménagement et déterminent les résultats en matière de sécurité, alors que les études cas/témoins choisissent des sites en fonction de l'état des résultats (par ex., collisions ou absence de collisions), puis elles identifient les aménagements qui influent sur les résultats. La Figure 2-1 illustre la qualité relative et l'information requise pour ces trois méthodes.

Figure 2-1 : Méthodes d'étude de la sécurité



2.3 Données requises pour mesurer la performance de sécurité

Pour être en mesure d'évaluer l'impact des infrastructures cyclables sur la sécurité des cyclistes ou pour développer des facteurs de modification des collisions (FMC), on doit disposer de données exhaustives dans les trois catégories suivantes (AASHTO, 2010, pp. 3–8) :

- *Données sur les installations* – Elles incluent l'information sur les caractéristiques physiques du lieu de la collision. Il peut s'agir du type d'infrastructure cyclable, de la classe de la route, du nombre de voies, de la présence d'accotements, de la largeur des accotements, de la longueur du tronçon de route, de la configuration du carrefour, de la régulation de la circulation, de la limite de vitesse affichée et de la déclivité.
- *Données sur les collisions* – Elles incluent les données fournies dans le rapport de collision (qui s'appelle souvent « rapport d'accident de la route ») qui décrit les caractéristiques générales de la collision. Il peut s'agir du lieu, de la date et de l'heure et de la gravité de la collision, de la vitesse de déplacement, du type, des accusations ou des contraventions émises par la police, des conditions météorologiques au moment de la collision et des renseignements sur l'état de la chaussée et sur les personnes impliquées dans la collision.
- *Données sur les débits de circulation* – Elles incluent le débit journalier moyen annuel (DJMA) pour tous les modes qui sont évalués pour chaque année comprise dans la période à l'étude. Les

débites journaliers moyens (DJM) peuvent être adaptés aux estimations de DJMA. En outre, le nombre de kilomètres parcourus par les véhicules ou par les cyclistes (KPV ou KPC) peuvent être utilisés pour les tronçons de route. Le nombre total de véhicules qui entrent (TVE) ou le débit de circulation par mouvement de virage peut être souhaitable pour les carrefours lorsque l'aménagement cible certains mouvements de virage (par ex., la réduction du rayon de la bordure dans le but de ralentir les véhicules qui tournent à droite).

La présente Section traite des méthodes et des restrictions liées à la collecte des données sur les infrastructures cyclables, des données sur les collisions et des données sur les débits de circulation.

2.3.1 Données sur les infrastructures cyclables

Les données sur les infrastructures cyclables consistent en de l'information sur les caractéristiques physiques du lieu où des collisions sont survenues. Certains de ces renseignements proviennent des rapports sur les collisions, mais ils peuvent également provenir de la base de données sur l'inventaire des routes d'une juridiction, qui peut être reliée sur le plan géospatial à la base de données sur les collisions à l'aide du lieu où des collisions sont survenues. Actuellement, les installations cyclables ne sont pas bien représentées dans les données d'inventaire des routes, ce qui rend difficile l'étude des causes des collisions et de la performance de sécurité des infrastructures cyclables. Aussi, les chercheurs doivent recueillir leurs propres données sur installations. Voici une liste de données sur les installations recueillies dans le cadre de certaines études sur la sécurité des infrastructures cyclables menées au Canada :

- classification fonctionnelle d'une rue ou d'un sentier
- au carrefour ou sur un tronçon
- le long d'un tronçon en ligne droite ou d'une courbe
- longueur du tronçon de route
- nombre de voies pour véhicules et pour vélos
- largeur des voies
- largeur de la voie de circulation la plus à droite
- largeur de la voie cyclable sur rue (le cas échéant)
- largeur du terre-plein central
- type de terre-plein central
- type de stationnement
- limite de vitesse affichée
- présence d'entrées ou de voies de service
- éclairage routier
- voies de tramway ou de train
- pente de la surface (déclivité)
- distance de visibilité des conducteurs
- présence et largeur d'un accotement

2.3.2 Données sur les collisions

La plupart des juridictions disposent de bases de données sur les collisions bien établies qui contiennent de l'information de base sur les collisions, comme les date/heure, lieu, type de collisions et classification des blessures. Ces données proviennent généralement des rapports sur les accidents/collisions contenus dans les dossiers de police et peuvent être complétées par les dossiers des hôpitaux et des compagnies d'assurance. Les rapports sur les collisions comportent souvent d'autres détails de la collision, notamment sur les causes, qu'on utilise pour évaluer la sécurité routière. Cependant, ces données sur les causes portent souvent essentiellement sur les usagers motorisés et sont moins pertinentes pour les usagers non motorisés (Karsch, Hedlund, Tison et Leaf, 2012). Par exemple, le mouvement de virage des automobilistes est une indication importante des causes de collision aux carrefours et est couramment

indiqué dans le rapport sur la collision, alors que le mouvement de virage du cycliste est aussi important, mais rarement indiqué. Pour compenser l'absence de données sur les causes, certaines études reposent sur des entretiens avec des cyclistes hospitalisés pour mieux comprendre la performance de sécurité des infrastructures cyclables (Cripton et al., 2015; Harris et al., 2013a; Teschke et al., 2012; Wall et al., 2016).

La documentation mentionne que peu importe les données sur les causes des collisions qui ont été recueillies, observées ou enregistrées, les données sur les collisions sont limitées en raison des facteurs suivants : (1) problèmes quant à la déclaration des collisions, (2) la variation naturelle et le caractère aléatoire des collisions, (3) les caractéristiques changeantes de la chaussée et (4) les méthodes d'estimation des collisions (AASHTO, 2010). Ces facteurs sont traités ci-après.

Problèmes quant à la déclaration des collisions

La sous-déclaration des collisions impliquant des cyclistes constitue un problème important en matière de données sur ce type de collisions (DiGioia et al., 2017). Globalement, une étude réalisée auprès de 17 pays (excluant le Canada et les États-Unis) a révélé qu'en moyenne près de 10 % seulement de toutes les collisions impliquant des cyclistes sont rapportées à la police (Shinar, 2018). En outre, l'indétermination fréquence-gravité des collisions et l'utilisation de seuils minimaux de déclaration des collisions constituent actuellement d'autres problèmes quant à la déclaration des collisions.

Des études ont révélé que la probabilité que des collisions impliquant des cyclistes soient déclarées est fonction de la gravité des blessures qui résultent de la collision, les blessures graves étant beaucoup plus rapportées que les blessures légères (AASHTO, 2010). Ce problème, connu sous le nom d'indétermination fréquence-gravité, représente la difficulté de déterminer si un aménagement a modifié la fréquence des collisions ou s'il a juste réduit le nombre de blessures graves, ce qui entraîne un nombre plus faible de collisions déclarées. Il importe de tenir compte du risque de l'indétermination fréquence-gravité d'influer sur les résultats de performance de sécurité des infrastructures cyclables.

Les juridictions ont établi un seuil minimal de déclaration des collisions à respecter pour qu'une collision soit déclarée. Les juridictions canadiennes définissent habituellement ce seuil minimal comme une quantité spécifique de dommages matériels ou comme le besoin de remorquer un véhicule du lieu de l'incident. Il importe de noter qu'il est obligatoire de déclarer toute collision avec blessures ou toute collision fatale impliquant un véhicule; le seuil minimal de déclaration de collisions s'applique aux collisions sans blessures ou qui ne sont pas fatales. Figurent au Table 2-1 les différents seuils minimaux de déclaration des collisions pour les provinces et pour les territoires canadiens. Selon le tableau, les seuils minimaux de déclaration des collisions varient au Canada selon les régions, ce qui rend difficile la comparaison des taux de collisions entre les juridictions et sur la durée, les seuils étant différents. De plus, la valeur d'une collision impliquant un cycliste peut être inférieure au seuil simplement parce que le vélo vaut moins de 1000 \$ ou de 2000 \$ et que les dommages au véhicule sont minimes.

Le fait qu'il soit nécessaire qu'un véhicule soit impliqué dans une collision pour que celle-ci soit déclarée contribue aux lacunes dans les bases de données sur les collisions, notamment quant aux collisions impliquant uniquement des cyclistes et aux collisions de cyclistes avec d'autres cyclistes ou avec des piétons. Les collisions impliquant uniquement un cycliste sont causées par un cycliste qui entre en collision avec une infrastructure, qui perd le contrôle ou par un mauvais fonctionnement de son vélo. Aux Pays-Bas, des études indiquent qu'une proportion importante des collisions impliquant des cyclistes sont des collisions impliquant uniquement le cycliste (de l'ordre de 75 % des admissions à l'hôpital) (SWOV, 2014). Au Canada, la sous-déclaration des collisions impliquant des cyclistes et aucun véhicule peut représenter une lacune importante dans les données sur les collisions impliquant des cyclistes. Les

résultats du sondage auprès des utilisateurs finaux indiquent que 69 % des cyclistes qui ont été impliqués dans au moins une collision alors qu'ils étaient à vélo, sont entrés en collision avec un élément de la chaussée (par ex., une bordure ou un nid-de-poule).

Variation naturelle et caractère aléatoire des collisions

Les collisions sont des événements aléatoires qui fluctuent naturellement au fil du temps, ce qui indique que les fréquences des collisions à court terme ne sont pas une représentation fiable des tendances à long terme en matière de collisions dans un lieu donné. Par conséquent, il est difficile de savoir si une fréquence de collisions sur trois ans représente la fréquence moyenne de collisions dans un lieu ou si elle est due aux fluctuations naturelles des collisions.

Outre les fluctuations naturelles, il est probable d'un point de vue statistique qu'une période de fréquence élevée de collisions soit suivie d'une période de fréquence faible de collisions et inversement. Cette tendance s'appelle la régression vers la moyenne et peut biaiser les études qui reposent sur les fréquences de collisions à court terme. Par exemple, si un aménagement est installé à la suite d'une année où la fréquence des collisions a été naturellement faible, la probabilité que l'année suivant la mise en œuvre de l'aménagement soit une année où la fréquence des collisions est naturellement élevée est accrue et peut masquer la réduction des collisions due à l'aménagement et inversement. Cela souligne l'importance de bien connaître les fréquences de collisions à long terme ou escomptées de même que l'incertitude quant à l'ampleur de la mise en œuvre d'un nouveau type d'installations ou d'aménagement sans bien connaître l'effet réel envisagé sur la sécurité et la performance de sécurité « escompté » réel passé des installations.

Tableau 2-1 : Seuil minimal de déclaration des collisions par province (adapté de OWMA, 2014)

Province ou territoire	Loi applicable	Seuil minimal de déclaration de collisions ¹	Depuis
Colombie-Britannique	Motor Vehicle Act (249 (1) b)	1000 \$	2008
Alberta	Traffic Safety Act (70)	2000 \$	2010
Saskatchewan	Traffic Safety Act (253 (4) d)	Remorquage	
Manitoba	Highway Traffic Act (155 (4))	Aucune déclaration de dommages matériels	2011 ²
Ontario	Code de la route (199 (1))	2000 \$	2015
Québec	Code de la sécurité routière (176)	2000 \$	2010
Nouveau-Brunswick	Loi sur les véhicules moteurs (130 (1))	1000 \$	
Île-du-Prince-Édouard	Highway Traffic Act (3 b)	2000 \$	2012
Nouvelle-Écosse	Motor Vehicle Act (98 (1))	2000 \$	2013
Terre-Neuve	Highway Traffic Act (170 (1))	2000 \$	2013
Yukon	Motor Vehicles Act (95 (1))	1000 \$	
Territoires du Nord-Ouest	Motor Vehicles Act (261)	2000 \$	2011
Nunavut	Motor Vehicles Act (262)	1000 \$	

1. représente le seuil minimal de déclaration des collisions (excluant les blessures/décès).
 2. précise l'année de mise en œuvre selon le projet de loi 37 de l'Highway Traffic Act du Manitoba

Variation des caractéristiques de la route

Les données à long terme sur les collisions sont essentielles pour effectuer des évaluations exactes de la performance de sécurité. Toutefois, les données à long terme sur les collisions qui représentent des installations cyclables homogènes le long d'une route ou à carrefour sont difficiles à obtenir, les éléments des installations et les caractéristiques opérationnelles étant appelées à changer au fil du temps. Bien que les données sur les collisions puissent être disponibles pendant 10 ans avant qu'un aménagement ne soit installé, les débits de circulation et l'utilisation du sol adjacent aux installations cyclables peuvent avoir changé durant cette période. L'HSM présente une méthode statistique prédictive pour estimer la fréquence des collisions pour toutes les années de l'étude, qui repose sur les fonctions de performance de sécurité pour aborder le problème de même que le problème de régression vers la moyenne dont il est fait mention ci-dessus. Cette méthode exige un ensemble solide de données sur les caractéristiques des installations, sur les collisions et sur les débits de circulation.

Méthodes d'estimation des collisions

L'état actuel de la recherche sur la sécurité des infrastructures cyclables dépend surtout de la fréquence des collisions observée pendant de courtes périodes et des mesures de sécurité de substitution (par ex., l'empiètement des véhicules et la perception de la sécurité par les cyclistes), dont la relation avec les collisions n'est pas bien comprise. Le Tableau 2-2 traite des divers avantages et restrictions des méthodes servant à estimer les fréquences des collisions, telles que décrites dans l'HSM (AASHTO, 2010).

Tableau 2-2 : Méthodes d'estimation des collisions de l'*Highway Safety Manual*

Méthodes d'estimation des collisions	Avantages	Restrictions
Fréquence des collisions et taux des collisions observés – il s'agit des données historiques sur les collisions, qui sont souvent utilisées pour estimer les collisions et pour évaluer l'efficacité d'un aménagement.	<ul style="list-style-type: none"> • Bien comprise par les spécialistes et par une grande partie du public. • Il est admis que les tendances historiques vont se poursuivre dans le futur. • La plupart des juridictions tiennent à jour une base de données sur l'historique des collisions. 	<ul style="list-style-type: none"> • Les collisions impliquant des cyclistes sont peu fréquentes, sous-déclarées et peuvent exiger une longue période de conditions homogènes qui peuvent ne pas être disponibles ou faciles à obtenir vu la nouveauté que représente l'aménagement de nombreuses installations cyclables au Canada.
Mesures de sécurité de substitution – ces mesures peuvent être utilisées comme mesures indirectes des collisions observées. Elles reposent sur les événements qui ont précédé une collision (par ex., des études sur les conflits qui quantifient les quasi-collisions (collisions évitées de justesse) ou sur un lien causal avec les collisions (par ex., l'âge et les capacités de la population cycliste).	<ul style="list-style-type: none"> • Des données peuvent être recueillies sans devoir attendre l'occurrence de collisions. Aussi, cette méthode se veut davantage proactive. • Elles peuvent ne pas exiger une période de collecte de données à long terme et par conséquent, elles peuvent être utilisées pour des installations relativement nouvelles. 	<ul style="list-style-type: none"> • La relation entre les collisions et les méthodes de sécurité de substitution est souvent non avérée et peut introduire une autre source d'imprécision.
Méthodes statistiques – elles ont été développées à l'aide d'une analyse de régression pour éliminer le biais de	<ul style="list-style-type: none"> • Elles peuvent être utilisées pour estimer la fréquence des collisions moyenne escomptée pour de 	<ul style="list-style-type: none"> • Elles sont complexes à développer d'un point de vue statistique.

Méthodes d'estimation des collisions	Avantages	Restrictions
<p>régression vers la moyenne et estimer de manière fiable la fréquence des collisions moyenne prévue pour les routes existantes, pour les modifications futures à des routes existantes ou pour de nouvelles conceptions routières.</p> <p>L'HSM utilise le modèle prédictif qui repose sur les fonctions de performance de sécurité (FPS) pour estimer la fréquence des collisions moyenne du type d'installations de base et sur la méthode empirique de Bayes pour rajuster le modèle si des données sur les collisions observées sont disponibles.</p>	<p>futures modifications apportées à des routes existantes et pour de nouvelles conceptions routières.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elles tiennent compte du biais de régression vers la moyenne. • Elles ne reposent pas sur la disponibilité de données limitées sur les collisions pour un site donné. • Elles tiennent compte de la relation non linéaire entre la fréquence des collisions et les débits de circulation. 	

2.3.1 Données sur les débits de circulation (exposition)

Le manque de données sur les débits de circulation constitue une limite importante de l'ensemble des études sur la sécurité des infrastructures cyclables. Des programmes de contrôle des débits de vélos à l'échelle des réseaux sont essentiels pour l'obtention de données adéquates sur les débits de vélos requises pour les études de performance de sécurité de haute qualité. Cependant, des lignes directrices concernant l'élaboration de ce type de programmes sont disponibles depuis peu seulement et n'ont pas fait l'objet d'une vaste mise en œuvre au sein des juridictions canadiennes. Par exemple, la surveillance de la circulation non motorisée a d'abord été traitée dans le *Traffic Monitoring Guide* (FHWA, 2013), dans le *Guidebook on Pedestrian and Bicycle Volume Data Collection* (Ryus, et al., 2014), puis dans le *Guide des pratiques de surveillance de la circulation dans les provinces et les municipalités canadiennes* (ATC, 2017).

Selon le sondage réalisé en 2016 pour la rédaction du *Guide des pratiques de surveillance de la circulation dans les provinces et les municipalités canadiennes* de l'ATC, seules 2 juridictions canadiennes sur 28 répondants ont mis en œuvre le programme prévu de surveillance de la circulation cycliste et 11 répondants n'ont recueilli aucune donnée sur la circulation cycliste (ATC, 2017). Les activités de collecte de données sur la circulation cycliste sont caractérisées par des décomptes sur de courtes périodes qui sont effectués au besoin, dans des lieux où les débits de vélos sont élevés. Il en résulte que les données sont insuffisantes pour produire une estimation exacte du débit cycliste journalier moyen annuel qui est requis par les méthodes statistiques pour évaluer la performance de sécurité de toute infrastructure cyclable.

Sans données exactes sur la circulation cycliste, les juridictions ne peuvent connaître la performance de sécurité réelle des infrastructures cyclables, de nouveaux aménagements pouvant accroître à la fois les débits de circulation cycliste et la fréquence des collisions. Cependant, lorsque considérés dans leur ensemble, il en résulte un risque plus faible de collision par cycliste (taux de collision). L'objectif primordial que vise l'aménagement d'installations cyclables est de favoriser les déplacements à vélo. De la même façon, on doit intégrer les hausses des débits de circulation automobile au fil du temps dans les

analyses statistiques de la performance de sécurité de la route et du carrefour avant et après l'aménagement d'une infrastructure cyclable. Par conséquent, il est essentiel que les juridictions recueillent des données sur l'exposition de sorte que les études sur la sécurité des infrastructures cyclables soient réalisables et de bonne qualité.

Le *Guide des pratiques de surveillance de la circulation dans les provinces et les municipalités canadiennes* de l'ATC (2017) est une excellente ressource pour les juridictions qui développent un programme de surveillance de la circulation non motorisée à l'échelle de leur réseau.

2.4 Mesures de la performance de sécurité

Les mesures de performance sont importantes dans l'évaluation des infrastructures de transport. Si elles sont développées et appliquées correctement, elles fournissent un mécanisme qui permet aux spécialistes de planifier de manière objective et d'établir les priorités en matière d'investissements, ce qui est essentiel dans un environnement soumis à des contraintes de financement et au besoin d'établir les priorités en fonction du rendement du capital investi. Dans le cadre de la sécurité à vélo, l'application de mesures de performance peut aider les spécialistes à surveiller avec succès la performance de divers projets d'installations cyclables et à présenter les avantages qu'offrent ces projets aux élus ou au public. Toutefois, selon Semler et al. (2016), le développement de mesures de performance propres au transport actif n'en est qu'à ses débuts pour de nombreuses juridictions américaines, bien que certaines utilisent de plus en plus des mesures de performance d'installations cyclables pour différentes applications, dont la hiérarchisation des projets. Il en est de même pour les juridictions canadiennes dont certaines disposent d'un mécanisme établi pour évaluer la performance de leurs infrastructures cyclables, alors que d'autres commencent à peine à y recourir.

Le développement de mesures de performance spécifiquement pour les installations cyclables importe pour les raisons suivantes (Fehr and Peers, 2015) :

- Présenter les avantages de différents projets au public et aux élus
- Évaluer le succès de nouveaux programmes ou politiques
- Contribuer à étayer les investissements futurs à l'aide de mesures de succès axées sur des données
- Faciliter la planification, la conception et l'aménagement d'installations cyclables qui améliorent le cadre bâti
- Contribuer à évaluer de nouvelles bases de données et méthodes de collecte de données novatrices qui étayeront la conception et l'aménagement des infrastructures cyclables

Les mesures de performance peuvent être appliquées à une variété de contextes (par ex., l'utilisation du sol en milieu rural plutôt qu'en milieu urbain, la couverture géographique locale ou régionale ou une variété de processus de planification, tels que la hiérarchisation des projets, la comparaison des solutions de rechange, l'évaluation comparative, l'évaluation des scénarios et autres). Aux fins de la présente étude, les principaux contextes d'intérêt commun sont les utilisations du sol en milieu urbain et en milieu rural, la couverture géographique locale et l'évaluation comparative (par ex., le suivi des changements au fil du temps).

Étant donné qu'aucune mesure de performance ne peut être utilisée seule pour présenter la performance globale du réseau, il importe de développer une série de mesures qui cadrent bien avec les

objectifs établis des collectivités. Par exemple, si la sécurité et la sûreté sont des objectifs de la collectivité, des mesures qui servent à évaluer une infrastructure en regard de ces objectifs sont requis pour effectuer une analyse adéquate.

Selon les objectifs de la présente étude, les mesures de performance abordés dans le présent document portent sur la sécurité observée, sur la sécurité perçue et sur le niveau de confort associé aux installations cyclables. Le Tableau 2-3 illustre les mesures de performance applicables à chacun des objectifs importants de la présente étude.

Tableau 2-3 : Mesures de performance par objectif de l'étude

Mesure de performance	Objectifs		
	Sécurité observée	Sécurité perçue	Niveau de confort
Kilométrage des installations cyclables S'entend de la distance totale, exprimée en kilomètres, de toutes les installations cyclables dans une zone géographique spécifique. La mesure peut être classée par type d'installations cyclables (par ex., kilomètres de bandes cyclables avec zone tampon, de bandes cyclables protégées ou de sentiers polyvalents).		✓	✓
Temps de déplacement moyen à vélo Le temps moyen que prennent les cyclistes pour parcourir une distance donnée.		✓	✓
Longueur du déplacement moyen à vélo La distance parcourue ou le temps moyens entre le point d'origine et le point de destination dans une zone géographique donnée.		✓	✓
Fréquence des collisions impliquant des vélos Le nombre mesuré de collisions durant une période donnée. Cet indicateur est généralement classé selon la gravité (par ex., décès, blessures ou dommages matériels uniquement).	✓		
Fréquence des conflits entre cyclistes et véhicules moteurs/piétons S'entend d'autres indicateurs pour mesurer un problème de sécurité (par ex., le nombre de conflits entre cyclistes et véhicules ou piétons) durant une période donnée.	✓	✓	
Connectivité du réseau cyclable Mesure le degré de complétude du réseau cyclable. Elle peut être mesurée en fonction du nombre de lacunes au sein du réseau ou du nombre de kilomètres continus des installations cyclables.		✓	✓
Perceptions des utilisateurs Mesure du degré de sécurité que ressent un utilisateur dans différents scénarios du réseau. Par exemple, le degré de sécurité perçue par les cyclistes lorsqu'ils roulent sur une bande cyclable avec zone tampon plutôt que sur un sentier polyvalent ou sur tout autre type d'installations.		✓	✓
Débit de circulation cycliste Le nombre mesuré de cyclistes à un endroit donné au cours d'une période spécifique. Cette mesure repose habituellement sur le décompte fait au lieu qui présente un intérêt particulier.		✓	✓
Kilomètres-vélos parcourus (KVP) La mesure du nombre de déplacements pour tous les vélos dans une zone géographique en particulier (ou le long d'une infrastructure ou d'un réseau) durant une période donnée qui est normalement d'un an. Elle est calculée comme la somme du nombre de kilomètres parcourus par chaque vélo.		✓	✓

3. Sécurité observée et perçue des infrastructures cyclables

Le présent chapitre présente les principales conclusions d'une analyse exhaustive de la documentation portant sur la performance de sécurité observée et perçue de différentes installations cyclables et de différents aménagements aux carrefours. Il présente également les résultats du sondage réalisé auprès des utilisateurs finaux dans le cadre de ce projet, qui aborde la question de la sécurité perçue des différentes installations cyclables et des différents aménagements aux carrefours qui sont d'intérêt pour la présente étude. Figurent à l'Annexe A les détails de l'analyse documentaire et à l'Annexe B les détails du sondage réalisé auprès des utilisateurs finaux.

Aux fins du sondage auprès des utilisateurs finaux, un important problème de définition concerne le classement des cyclistes selon leur aptitude, telle qu'elle a été identifiée par eux. Le *Guide canadien de conception géométrique des routes* de l'ATC (2017) présente les catégories de cyclistes suivantes selon des recherches effectuées aux États-Unis. (Dill & McNeil, 2013) :

- *Solides et téméraires* – Cyclistes qui se déplacent normalement n'importe où, peu importe les conditions routières ou la météo.
- *Enthusiastes et confiants* – Cyclistes qui sont à l'aise d'emprunter tous les types de voies cyclables, mais qui choisissent habituellement des rues à faible débit de circulation ou des sentiers polyvalents le cas échéant.
- *Intéressés mais inquiets* – Cyclistes qui, habituellement, ne roulent à vélo que dans des rues à faible débit de circulation ou sur des sentiers polyvalents, dans des conditions météo favorables.

Ces catégories ont été utilisées dans le sondage auprès des utilisateurs finaux. Un quatrième type de cyclistes, « D'aucune façon », a été exclu, ce type de cyclistes représentant dans les faits des personnes qui ne sont pas des cyclistes.

3.1 Installations cyclables

Les installations cyclables présentées à la Section 1.5.1 ont été incluses dans la présente étude parce qu'elles sont prises en compte dans d'importantes lignes directrices sur la conception des infrastructures cyclables, comme le *Guide canadien de conception géométrique des routes* (GCG) (ATC, 2017) et dans des pratiques exemplaires identifiées par les membres du comité directeur de projet. Cette Section présente les conclusions de l'analyse documentaire et les résultats du sondage auprès des utilisateurs finaux quant à la sécurité observée et à la sécurité perçue des installations cyclables.

3.1.1 Conclusions de l'analyse documentaire

Les principales conclusions de l'analyse documentaire pour chaque type d'installations cyclables sont traitées dans la présente section. En général, la documentation de qualité est assez limitée pour tirer de solides conclusions quant à la sécurité observée des installations cyclables.

Piste cyclable en site propre – La documentation indique que les pistes cyclables en site propre réduisent à la fois les collisions graves et les collisions moins graves avec des cyclistes comparativement à l'absence d'une infrastructure cyclable (Kaplan et Giacomo Prato, 2015) et qu'elles réduisent le risque de blessures pour les cyclistes lorsqu'on les compare aux sentiers polyvalents en site propre et aux rues principales dotées de voitures stationnées et dépourvues d'une infrastructure cyclable (Teschke et al., 2012).

Sur le plan de la perception, la documentation indique que l'installation d'une séparation physique entre les vélos, les véhicules et les piétons accroît de manière significative la perception qu'ont les cyclistes de la sécurité et du confort à la fois le long des routes (Bai, Liu, Chan et Li, 2017) et aux carrefours (Ng, Debnath et Heesch, 2017). En Amérique du Nord, les résultats de sondages réalisés auprès des cyclistes à Vancouver et au Michigan indiquent que la perception qu'ont les cyclistes de la sécurité sur les pistes cyclables en site propre est positive.

Sentier polyvalent en site propre – La documentation indique que les sentiers polyvalents en site propre réduisent le nombre total de collisions de 25 % le long de routes à routes séparées à six voies en milieu urbain comparativement à l'absence d'un aménagement (Raihan et Alluri, 2017). Ils réduisent également le taux de blessures subies par les cyclistes comparativement à l'absence d'infrastructure cyclable le long des rues principales avec voitures stationnées (Teschke et al., 2012). Quant à la gravité des blessures, la documentation indique que la gravité des collisions impliquant des cyclistes est plus grande sur les sentiers polyvalents en site propre que sur les routes principales (Cripton et al., 2015); la gravité des blessures des cyclistes qui roulent sur les trottoirs est plus grande que celle de ceux qui roulent sur les sentiers polyvalents en site propre. Globalement, les sentiers polyvalents en site propre semblent réduire la fréquence des collisions impliquant des cyclistes, mais ils augmentent les risques de blessures plus graves lors de collisions avec des cyclistes comparativement à une rue principale dépourvue d'installations cyclables.

La documentation indique également que les cyclistes perçoivent les sentiers polyvalents en site propre comme sécuritaires et confortables comparativement à d'autres installations cyclables (par ex., les bandes cyclables protégées, les bandes cyclables peintes et les voies partagées) (Ng et al., 2017) et aux routes dépourvues d'installations cyclables (Winters et Teschke, 2010).

Bande cyclable protégée ou piste cyclable sur rue – La documentation indique que le long des tronçons de route, les bandes cyclables protégées à sens unique enregistrent des risques de collision avec des cyclistes beaucoup plus faibles que les routes dépourvues d'installations cyclables (Harris et al., 2013a; Teschke et al., 2012). Les bandes cyclables à double sens protégées ou avec zone tampon, séparées de la voie de stationnement, réduisent également les risques de collision avec des cyclistes le long des tronçons de route et aux carrefours comparativement à l'absence d'installations; toutefois, celles sans séparation de la voie de stationnement tendent à accroître les risques de collision avec des cyclistes aux carrefours (Nosal et Miranda-Moreno F, 2012). En revanche, la présence d'une bande cyclable protégée est associée à des blessures plus graves comparativement à l'absence d'installations cyclables (Wall et al., 2016).

La documentation indique que les bandes cyclables protégées accroissent la perception de sécurité qu'ont les cyclistes à la fois aux carrefours (Wang et al., 2018) et le long des routes (McNeil, Monsere et Dill, 2015; Sanders, 2013; Sanders et Judelman, 2018). On note que la différence de perception de la sécurité entre les bandes cyclables protégées et les bandes cyclables avec zone tampon pourvues d'une déviation verticale (comme des bollards flexibles) est minime (McNeil et al., 2015). En Ohio, aux

carrefours, les cyclistes perçoivent les accès aux bandes cyclables protégées à double sens comme étant légèrement plus sécuritaires que les accès aux bandes cyclables protégées à sens unique; toutefois, les installations cyclables à double sens sont dotées de feux de circulation pour vélos aux carrefours, ce qui peut avoir influencé la perception qu'ont les cyclistes de la sécurité.

Bande cyclable avec zone tampon – Peu d'études portent sur la sécurité des bandes cyclables avec zone tampon. Une étude de Goodno et al. (2013) présente une analyse des collisions sur deux bandes cyclables avec zone tampon à double sens (l'une située sur le terre-plein central et l'autre, en bordure du trottoir) à Washington, D.C., avant et après l'aménagement des installations. Selon les auteurs, la fréquence des collisions avec des cyclistes a augmenté suivant l'aménagement d'installations cyclables aux deux endroits. Toutefois, le taux de collisions avec des cyclistes est demeuré constant pour l'aménagement situé en bordure du trottoir. Il a augmenté pour l'aménagement sur le terre-plein central, en raison surtout des demi-tours illégaux effectués par les automobilistes.

La documentation indique que les bandes cyclables avec zone tampon sont perçues par les cyclistes comme étant plus sécuritaires que les routes dépourvues d'installations cyclables (Goodno, McNeil, Parks et Dock, 2013; McNeil et al., 2015; Sanders et Judelman, 2018). Pour ce qui est de la sécurité perçue par des cyclistes enfants, les bandes cyclables avec zone tampon sont perçues comme étant moins sécuritaires que les installations cyclables séparées, mais plus sécuritaires que les bandes cyclables peintes sur les routes à quatre voies (Sanders et Judelman, 2018). La différence de perception de la sécurité des cyclistes entre les bandes cyclables protégées et les bandes cyclables avec zone tampon pourvues d'une déviation verticale (comme des bollards flexibles) est minime (McNeil et al., 2015). De plus, les niveaux de confort élevés déclarés dans les zones tampons peintes, de deux à trois pieds de largeur, dotées de bollards flexibles en plastique, indiquent qu'on peut atteindre la hausse souhaitée en matière de perception de la sécurité des cyclistes à l'aide d'aménagements relativement abordables (soit des bollards flexibles plutôt que des bordures de ciment).

Bande cyclable peinte – La documentation indique que les bandes cyclables peintes réduisent la fréquence des collisions et des blessures à vélo comparativement aux routes dépourvues d'installations cyclables (Bhatia et al., 2016; Hamann et Peek-Asa, 2013; Nosal et Miranda-Moreno F, 2012; Park, Abdel-Aty, Lee et Lee, 2015; Pulugurtha et Thakur, 2015; Teschke et al., 2012). Cette constatation est soutenue par des études portant sur les conséquences de l'empiètement par les véhicules, qui indiquent que les bandes cyclables peintes augmentent la distance entre les véhicules qui dépassent et les cyclistes (Chapman R, 2015; Feng, Bao et Delp, 2018; Mehta, 2015). Cependant, les bandes cyclables peintes augmentent les risques de collision lorsqu'elles sont aménagées sur les routes à routes séparées à deux voies, mais elles les diminuent lorsqu'elles sont aménagées sur des routes à routes séparées à quatre voies (Raihan et Alluri, 2017).

Comparativement aux rues principales dotées de voies de stationnement, le taux de collisions avec des cyclistes diminue en présence d'une bande cyclable peinte et diminue considérablement si la rue principale est dépourvue de voie de stationnement et est dotée d'une bande cyclable peinte (Teschke et al., 2012). Aux carrefours, le taux de collisions diminue en présence de bandes cyclables peintes aux abords du carrefour (Nosal et Miranda-Moreno F, 2012).

Les conclusions concernant la gravité des blessures subies par les cyclistes sur des bandes cyclables peintes sont partagées. Les bandes cyclables peintes semblent accroître le risque, pour les cyclistes, de subir des blessures plus graves que des blessures légères (Wall et al., 2016) et semblent accroître aussi les chances, pour les cyclistes, de ne subir aucune blessure (Bhatia et al., 2016).

La documentation indique que les cyclistes confiants perçoivent les bandes cyclables peintes comme étant confortables comparativement à l'absence d'installations cyclables (Chataway, Kaplan, Nielsen et Prato, 2014; McNeil et al., 2015). Toutefois, les non-cyclistes ne perçoivent pas les bandes cyclables peintes comme étant confortables. On note aucune différence dans la perception qu'ont les cyclistes de la sécurité sur des bandes cyclables peintes d'une largeur de 3,75 pieds (1,1 mètre) comparativement à une largeur de 6,25 pieds (1,9 mètre) (Sener, Eluru et Bhat, 2009). D'autres documents suggèrent que les bandes cyclables peintes peuvent ne pas fonctionner comme prévu en présence de neige sur la chaussée (Shirgaokar et Gillespie, 2016).

Accotement asphalté praticable à vélo – Les accotements asphaltés praticables à vélo sont le plus couramment utilisés en milieu rural, le long des routes à vitesses élevées et à faibles débits de véhicules et de vélos. Toutefois, les études présentent des lacunes quant à la performance de sécurité des accotements asphaltés praticables à vélo, situés le long de routes en milieu rural.

En général, on s'attend à ce que les accotements asphaltés praticables à vélo en milieu urbain agissent comme des bandes cyclables peintes (abordées dans la Section précédente) lorsqu'ils ne sont pas délimités par une bordure sur le bord de la chaussée. La documentation portant sur l'empiètement des véhicules comme mesure de substitution en matière de sécurité des cyclistes indique que les véhicules roulent plus près des cyclistes lorsque ceux-ci disposent d'une voie marquée (soit les bandes cyclables peintes et les accotements asphaltés praticables à vélo) (Feng et al., 2018). En outre, les automobilistes ont tendance à franchir plus souvent une ligne médiane continue vers les véhicules qui roulent en sens inverse (sur des routes à deux voies) que la ligne discontinue vers une autre voie, dans la même direction (routes à quatre voies) (Feng et al., 2018). Cette conclusion indique que les véhicules peuvent céder plus de place aux cyclistes sur les accotements asphaltés praticables à vélo de routes à deux voies plutôt que de routes à quatre voies.

Voie partagée d'une rue principale – Le but des voies partagées est de sensibiliser davantage des conducteurs à la présence de cyclistes et d'aider à la fois les conducteurs et les cyclistes à occuper sur la route une place sécuritaire les uns par rapport aux autres dans la voie partagée et en bordure de la route où il peut y avoir des véhicules stationnés, des bordures ou une bordure pavée. L'emplacement des vélo-chevrons dans la chaussée partagée, la largeur de la chaussée partagée et la présence d'une voie de stationnement ont tous des répercussions importantes sur la sécurité des voies partagées de rues principales pour les cyclistes (Schimek, 2017). Les conclusions tirées des documents sont mitigées en raison des façons très variées d'aménager des voies partagées dans des rues principales.

Globalement, on constate que les voies partagées des rues principales augmentent les risques de collisions avec des cyclistes et le risque qu'un cycliste subisse des blessures plus graves à la suite d'une collision comparativement aux rues principales dépourvues d'installations cyclables (Ferenchak et Marshall, 2019; Wall et al., 2016).

Malgré la hausse des taux de blessures chez les cyclistes, la documentation indique que l'emplacement des vélo-chevrons peut influencer le positionnement des conducteurs et des cyclistes sur la chaussée. Plus particulièrement, les vélo-chevrons peuvent accroître l'espace de manœuvre des cyclistes en augmentant l'espace qui les sépare des obstacles situés en bordure de route (comme les véhicules stationnés et les bordures). Ils augmentent également la distance de séparation entre les véhicules qui circulent (Fitzpatrick et al., 2011; Furth et Dulaski, 2011). La distance de séparation entre les cyclistes et les véhicules stationnés est particulièrement importante vu que la présence d'une voie de stationnement augmente considérablement les risques de blessures chez les cyclistes (Teschke et al.,

2012). La distance de séparation entre les cyclistes et les véhicules stationnés est plus grande avec des vélos-chevrons sur des routes à voies multiples que sur des routes à deux voies (Fitzpatrick et al., 2011) et lorsque les vélos-chevrons sont situés au centre de la chaussée partagée (Schimek, 2017). Ces études considèrent cette augmentation de l'espace de manœuvre pour les cyclistes comme une mesure de substitution de réduction des risques de collision avec des cyclistes en raison de la baisse potentielle des collisions avec les véhicules qui circulent et des collisions avec des portières (emporiages) causées lorsqu'un cycliste roule trop près des véhicules et qu'une portière s'ouvre. Toutefois, une majorité de cyclistes peuvent continuer de rouler dans la « zone des portières », près des véhicules stationnés, et ce, peu importe la présence de vélos-chevrons (Schimek, 2017).

Ces résultats suggèrent que les vélos-chevrons peuvent s'avérer efficaces pour positionner le tracé des cyclistes. Cependant, lorsqu'ils servent d'installations cyclables permanentes pour les voies partagées des rues principales, ils ont tendance à accroître les risques de collisions et la gravité des blessures subies.

La documentation indique qu'en général, les cyclistes perçoivent les voies partagées des rues principales comme l'un des types d'installations cyclables les moins sûrs et les moins confortables (Ng et al., 2017; Winters et Teschke, 2010). D'autres documents indiquent que les voies partagées des rues principales dépourvues de stationnement sont préférables aux voies partagées des rues principales avec stationnement (Winters et Teschke, 2010) et que les voies partagées des rues principales sont perçues comme inefficaces durant des mois lorsqu'elles sont recouvertes d'une couche de neige (Shirgaokar et Gillespie, 2016).

Vélorue – La documentation indique que la fréquence des collisions vélos-véhicules est de beaucoup moindre dans les vélorues que sur les artères (Minikel, 2012; Teschke et al., 2012) et que la présence d'une signalisation pour cyclistes diminue le taux de blessures (Hamann et Peek-Asa, 2013). Des mesures de modération de la circulation, comme les barrières de déviation et les ronds-points, sont souvent mises en œuvre le long des vélorues afin de réduire les vitesses et les débits de circulation. L'utilisation de barrières de déviation diminue considérablement la fréquence des collisions avec des cyclistes alors que l'utilisation de ronds-points de six à huit mètres de diamètre l'augmente de beaucoup (Harris, et al., 2013).

Bande cyclable suggérée – Les bandes cyclables suggérées sont relativement nouvelles; il existe donc peu d'études qui traitent de leur performance de sécurité. La documentation indique que les véhicules circulent plus près des cyclistes lorsque ces derniers disposent d'une voie avec marquage (bandes cyclables peintes et accotements asphaltés praticables à vélo). En outre, les automobilistes ont tendance à franchir plus souvent une ligne médiane continue, vers les véhicules qui roulent en sens inverse (habituellement sur des routes à deux voies), qu'ils ne franchissent une ligne discontinue vers une autre voie, dans la même direction (habituellement sur des routes à quatre voies) (Feng et al., 2018). Cela peut être dû au fait que les automobilistes sont plus à l'aise de franchir une ligne vers des véhicules qui roulent en sens inverse parce qu'ils voient facilement le moment où ils peuvent le faire plutôt que de jeter un coup d'œil par-dessus leur épaule pour franchir une ligne blanche discontinue vers une autre voie, dans la même direction. Ce résultat est directement lié aux accotements asphaltés praticables à vélo parce que les véhicules doivent partager la voie centrale avec les véhicules qui viennent en sens inverse et empiéter sur la bande cyclable suggérée pour rencontrer les véhicules qui viennent en sens inverse.

Le Tableau 3-1 résume les différents résultats de l'analyse documentaire par critère de sécurité générale pour les risques de collision, la gravité des collisions et la sécurité perçue pour chaque type d'installations.

Tableau 3-1 : Résultats de la documentation concernant la sécurité par type d'installations cyclables

Type d'installations	Risque de collision	Gravité des collisions	Sécurité perçue
Installations cyclables en site propre	●	○	●
Sentier polyvalent en site propre	●	□	●
Bande cyclable protégée (sens unique)	●	□	●
Bande cyclable protégée (double sens)	○	□	●
Bande cyclable avec zone tampon			●
Bande cyclable peinte	○	□	○
Accotement asphalté praticable à vélo			
Voie partagée d'une rue principale	□	□	□
Vélorue	○	○	
Bande cyclable suggérée			
● résultats positifs bien étayés concernant la sécurité ○ résultats positifs généraux concernant la sécurité △ résultats neutres □ résultats négatifs généraux concernant la sécurité ■ résultats négatifs bien étayés concernant la sécurité Les champs laissés en blanc indiquent que les études disponibles sont limitées			

3.1.2 Résultats du sondage auprès des utilisateurs finaux

Les résultats du sondage auprès des utilisateurs finaux offrent un aperçu des installations cyclables que les cyclistes perçoivent comme étant plus sécuritaires et plus confortables pour se déplacer. La Figure 3-1 illustre la façon dont les répondants perçoivent la sécurité des installations cyclables selon le type de cycliste qui les décrit.

Tel qu'illustré dans la figure, les installations séparées (par ex., les sentiers polyvalents en site propre, les pistes cyclables en site propre et les bandes cyclables protégées) sont perçues comme étant les plus sécuritaires, les pistes cyclables en site propre étant perçues comme les installations les plus sécuritaires par tous les types de cyclistes. Les cyclistes téméraires et les cyclistes inquiets ont des perceptions contradictoires de la sécurité quant aux bandes cyclables protégées à double sens. En effet, les cyclistes téméraires les perçoivent comme étant moins sécuritaires que les vélorues qui sont des aménagements non séparés, alors que les cyclistes inquiets les trouvent plus sécuritaires que les vélorues, à un degré qui est compatible avec d'autres installations séparées. Les voies partagées des rues principales et les rues artérielles (des rues principales dépourvues d'installations cyclables) ont été identifiées par tous les types de cyclistes comme étant non sécuritaires. Les accotements asphaltés praticables à vélo sont également perçus comme étant non sécuritaires, principalement par les cyclistes inquiets.

En général, les installations cyclables séparées sont perçues comme étant sécuritaires, suivies par les routes de classe inférieure dotées ou non d'installations, les rues à plus forts débits de circulation dotées d'installations en continu (par ex., des bandes cyclables peintes) et les rues de classe plus élevée, dotées d'installations discontinues (marques de voie partagée) ou d'aucun aménagement. Ainsi, la perception de sécurité semble suivre une hiérarchie en lien avec le degré d'exposition à la circulation automobile, à la fois au niveau de l'étendue de la zone tampon séparant les cyclistes des véhicules et du débit de circulation.

Les bandes cyclables peintes et les bandes cyclables suggérées sont perçues comme étant moins sécuritaires que les vélorues et que les bandes cyclables avec zone tampon. Il y a peu de différence entre la sécurité perçue des bandes cyclables peintes et des routes collectrices résidentielles. Les bandes cyclables suggérées sont perçues comme étant moins sécuritaires que les rues résidentielles aux endroits où elles peuvent être aménagées; bien que ce résultat puisse être imputable au fait que les répondants connaissent mal les bandes cyclables suggérées, ce type d'installations n'est pas répandu.

La sécurité accrue des bandes cyclables protégées à double sens que perçoivent les cyclistes plus confiants par rapport aux cyclistes inquiets résulte sans doute de la préférence qu'ont les cyclistes inquiets pour des installations protégées et pour des options de trajet plus simples, comparativement aux cyclistes plus confiants qui sont conscients d'une hausse éventuelle des conflits entre les mouvements de virage en raison du trajet bidirectionnel des cyclistes aux carrefours.

Nous avons demandé aux enfants de nous indiquer les endroits où ils aimeraient faire du vélo et les raisons pour lesquelles ils aimeraient y faire du vélo. La Figure 3-2 indique que près de 35 % des enfants préfèrent rouler à vélo sur les trottoirs. Les principales raisons fournies sont le sentiment de sécurité ou de confort qu'ils ressentent sur les trottoirs. Le second endroit le plus courant où les enfants aiment faire du vélo (presque aussi cité que de rouler sur les trottoirs) est la route, et ce, même en l'absence de voie cyclable spéciale. Dans ce cas cependant, la sécurité n'est pas identifiée comme l'une des principales raisons; les enfants ont plutôt mentionné qu'ils trouvaient la route confortable pour faire du vélo, qu'ils pouvaient rouler vite et qu'ils pouvaient rouler avec leurs amis. Près de 28 % des enfants ont affirmé préférer faire du vélo sur la route, mais uniquement dans des rues tranquilles. Dans ce cas, la sécurité et le confort sont d'égale importance dans leur choix.

On note toutefois des différences nettes entre les garçons et les filles quant aux endroits où ils aiment faire du vélo (illustrées à la Figure 3-2). Plus de la moitié des filles préfèrent rouler à vélo sur le trottoir comparativement à moins du quart des garçons. Les filles ont cité la sécurité et le confort comme raisons principales justifiant leur choix. Quant aux garçons, ils préfèrent rouler dans la rue, même en l'absence de voie cyclable spéciale. Les principales raisons citées sont le confort et la possibilité de rouler avec des amis. Près du tiers des garçons indiquent également qu'ils aiment faire du vélo dans les rues tranquilles comparativement à près du quart des filles.

Figure 3-1 : Perception qu'ont les cyclistes de la sécurité des installations cyclables

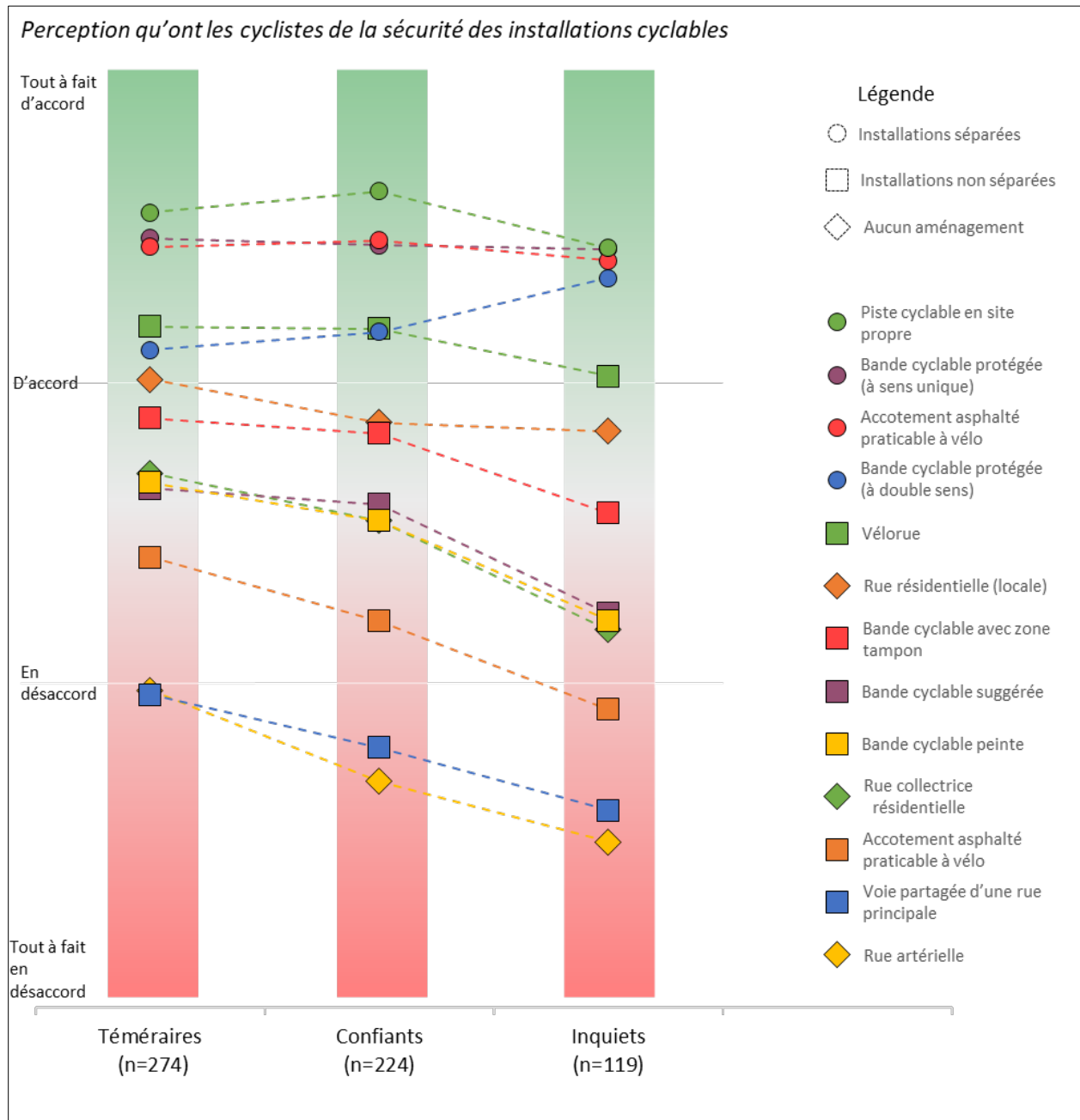
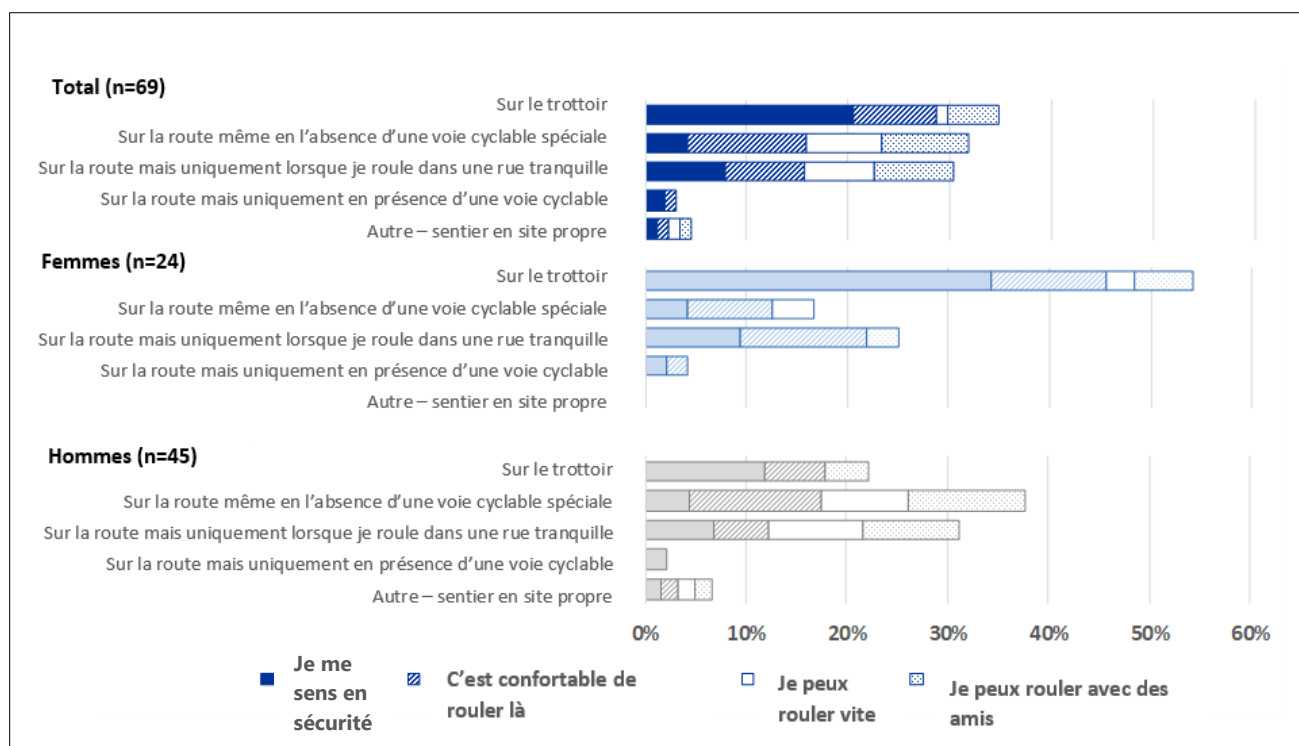


Figure 3-2 : Infrastructures préférées des enfants pour faire du vélo



3.2 Aménagement aux carrefours

Les aménagements aux carrefours, identifiés à la Section 1.5.2 ont été inclus dans la présente étude parce que les principales lignes directrices et les pratiques exemplaires en matière de conception des installations cyclables qui ont été identifiées par les membres du Comité directeur de projet en tiennent compte. Figurent dans la présente section les résultats de l'analyse documentaire et du sondage auprès des utilisateurs finaux concernant la sécurité observée et la sécurité perçue des aménagements pour cyclistes aux carrefours.

3.2.1 Conclusions de l'analyse documentaire

Les principales conclusions de l'analyse documentaire concernant les différents types d'aménagements aux carrefours sont traitées dans la présente section. En général, la quantité de documents de qualité est limitée, ce qui nous empêche de tirer des conclusions probantes sur la sécurité observée des aménagements pour cyclistes aux carrefours.

Carrefour protégé – La documentation indique que les carrefours protégés dotés d'un îlot et/ou d'une chaussée peinte en vert améliorent quelque peu la performance des conducteurs quant à la gravité éventuelle des collisions telles que mesurées par les vitesses des véhicules lors de quasi-collisions ou de collisions réelles (Hurwitz, Jannat, Warner, Monsere et Razmpa, 2015).

Sas vélo – La documentation indique que les sas vélos s'avèrent efficaces pour empêcher l'empiètement des véhicules et pour réduire le nombre de conflits vélos-véhicules aux carrefours dotés de feux de circulation (Dill, Monsere et McNeil, 2010). En outre, la conformité des cyclistes qui tournent à gauche

avec les feux de circulation augmente avec la présence d'un sas vélo (Casello, Fraser et Mereu, 2016). L'efficacité des sas vélos peut être accrue avec l'ajout de couleur, d'une phase protégée pour cyclistes aux feux de circulation et d'un panneau « d'interdiction de virage à droite au feu rouge ». Des études actuelles reposent sur l'observation vidéo pour la collecte de mesures de sécurité de substitution qui incluent l'empiètement des véhicules et la conformité avec les feux de circulation.

La documentation indique également que les sas vélos sont perçus par ces derniers et par les automobilistes comme accroissant la sécurité aux carrefours dotés de feux de circulation (Dill et al., 2010; Wang et al., 2018). Ils sont également perçus comme accroissant la sécurité le long des routes où les cyclistes peuvent avoir à attendre pour tourner à gauche à un carrefour non doté de feux de circulation (Götschi, Castro, Deforth, Miranda-Moreno et Zangenehpour, 2018). Lorsqu'on les compare aux sas de virage, les sas vélos sont perçus comme étant légèrement plus sécuritaires (Wang et al., 2018).

Sas de virage – Très peu d'études ont été réalisées sur la sécurité des cyclistes qui utilisent les sas de virage. Ces derniers semblent inciter les cyclistes à respecter les feux de circulation, mais ils ne s'avèrent pas aussi efficaces que les sas vélos (Casello et al., 2017). Les cyclistes semblent également percevoir les sas vélos plus sécuritaires que les sas de virage (Wang et al., 2018).

Marquages de passage aux carrefours – La documentation présente des résultats contradictoires concernant la performance de sécurité des marquages de passage aux carrefours. Certaines études indiquent que ces marquages améliorent l'évitement, par les automobilistes, de collisions aux carrefours dotés de deux passages pour cyclistes. Un passage doté de bandes cyclables complètement peintes en vert et d'une ligne contour blanche discontinue qui traverse tout le carrefour s'avère le plus efficace (Hurwitz, D. et al., 2015). Cependant, les carrefours dotés de plus d'une marque bleue dans les passages (le bleu est utilisé plutôt que le vert dans certaines juridictions) accroissent le nombre total de collisions et de blessures pour tous les modes, et ce, bien que les hausses des collisions par l'arrière entre véhicules et des collisions lors de passages au feu rouge aient joué un rôle important dans cette hausse (Jensen, 2007).

La documentation indique que les marquages de passage aux carrefours améliorent la perception qu'ont les cyclistes de la sécurité. Les études indiquent également que dans les zones de fusion où des véhicules qui tournent accèdent aux carrefours, la perception qu'ont les cyclistes de la sécurité est davantage influencée par le nombre de véhicules qui tournent que par la façon dont les conducteurs de véhicules et les cyclistes interagissent dans ces zones (Monsere, Foster, Dill et McNeil, 2015).

Passage pour cyclistes – Les passages pour cyclistes sont relativement nouveaux et peu d'études portent donc sur les répercussions de ces passages sur la sécurité à vélo. Ils semblent améliorer la sécurité des cyclistes aux carrefours giratoires (Sakshaug, Lareshyn, Svensson et Hydén, 2010).

Approches d'un carrefour incurvées vers l'intérieur ou vers l'extérieur – Très peu d'études sont disponibles sur les approches incurvées vers l'intérieur. En Australie, les cyclistes se sentent plus en sécurité lorsqu'ils traversent une rue et qu'ils doivent céder à la circulation automobile plutôt que de croire que les automobilistes céderont le passage aux cyclistes qui approchent d'un aménagement incurvé vers l'intérieur ou vers l'extérieur. (Ng et al., 2017).

Phase protégée pour les cyclistes aux feux de circulation – La documentation indique que les phases protégées accroissent la sécurité des cyclistes aux carrefours dotés de feux de circulation (Casello et al., 2016; Strauss, Miranda-Moreno et Morency, 2013). Par ailleurs, les carrefours dotés de cycles de feu

vert beaucoup plus longs ont tendance à enregistrer un risque plus faible de blessures à vélo (Burbridge, 2015).

La documentation indique que les feux pour cyclistes prévus pour les virages à droite améliorent la perception qu'ont les cyclistes de la sécurité aux carrefours où des véhicules tournent à droite (Abdul Rahimi, Kojima et Kubota, 2013) et que les cyclistes semblent se déplacer sur de plus grandes distances pour avoir accès à des phases protégées pour cyclistes aux feux de circulation (Winters, Teschke, Brauer et Fuller, 2016).

Barrière, clôtures et bollards – En général, le ralentissement des cyclistes avant les zones de conflit avec des véhicules devrait améliorer les capacités de réaction tant des cyclistes que des automobilistes pour éviter les collisions. Cependant, aucune étude n'a été examinée pour connaître les résultats en matière de sécurité à vélo pour les barrières, les clôtures et les bollards.

Le Tableau 3-2 résume les conclusions contenues dans les études en fonction des résultats généraux en matière de sécurité pour les risques de collision, la gravité des collisions et la sécurité perçue.

Tableau 3-2 : Résultats en matière de sécurité pour les types d'aménagement pour cyclistes aux carrefours selon les études publiées

Type d'aménagements aux carrefours	Risque de collision	Gravité des collisions	Sécurité perçue
Carrefour protégé		○	
Sas vélo	●		○
Sas de virage	○		○
Marquages de passage aux carrefours	○, □*		○
Passages pour cyclistes	○		
Approche incurvée vers l'intérieur/l'extérieur			
Phase protégée pour les cyclistes aux carrefours	○		
Barrières, clôtures, bollards			
<p>● résultats positifs bien étayés ○ résultats positifs généraux □ résultats négatifs généraux ■ résultats positifs bien étayés * <i>Various results</i> Les espaces laissés en blanc indiquent que les études disponibles sont disponibles</p>			

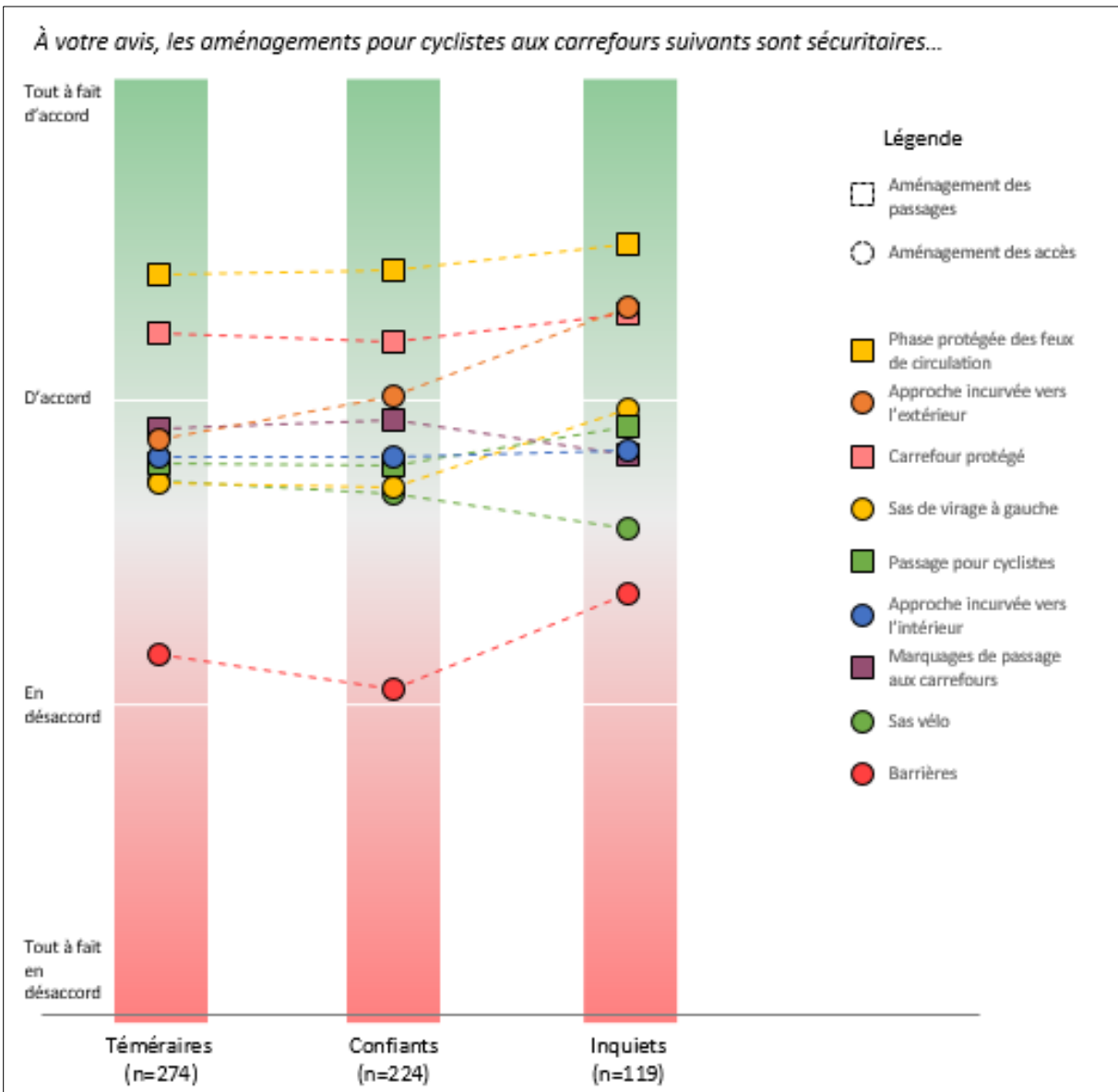
3.2.2 Résultats du sondage auprès des utilisateurs finaux

La Figure 3-3 illustre la façon dont les répondants perçoivent la sécurité des aménagements pour cyclistes aux carrefours en fonction du type de cycliste qu'ils affirment être. Tous les aménagements pour cyclistes aux carrefours, à l'exception des barrières, sont perçus par les répondants comme étant sécuritaires. Les phases protégées des feux de circulation sont perçues comme les plus sécuritaires, suivies des carrefours protégés. La perception qu'ont les cyclistes téméraires est relativement semblable à celle des cyclistes confiants, mais différente de celle des cyclistes inquiets.

En général, les cyclistes inquiets perçoivent les approches incurvées vers l'extérieur comme plus sécuritaires que les cyclistes téméraires et que les cyclistes confiants, en raison sans doute de l'échantillon relativement petit de tous les types de cyclistes qui ont utilisé les approches incurvées vers l'extérieur, ce qui peut entraîner des résultats plus volatils.

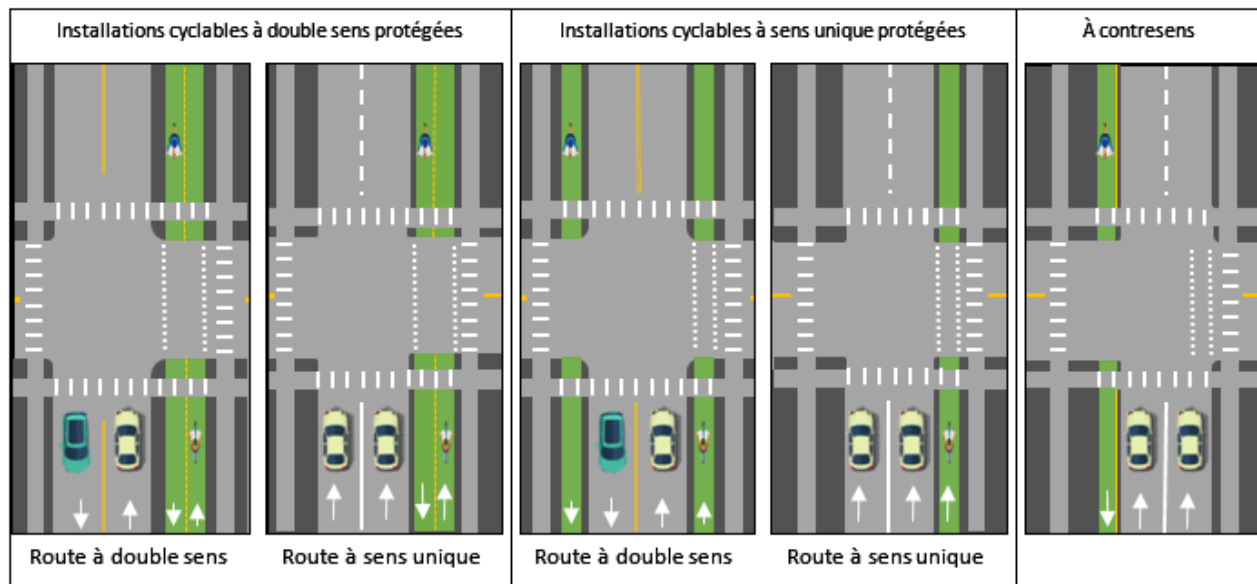
On a recours aux sas vélos et aux sas de virage à gauche pour positionner les cyclistes devant les véhicules aux carrefours, afin de s'assurer qu'ils sont visibles avant de pénétrer dans les zones de conflit du carrefour. Il est possible que ces aménagements ne soient pas appréciés par les cyclistes inquiets qui préfèrent ne pas rouler dans les voies de circulation des véhicules. Cependant, bien que les cyclistes inquiets perçoivent les sas vélos comme étant moins sécuritaires que les cyclistes plus confiants, ils perçoivent les sas de virage à gauche comme plus sécuritaires que les cyclistes les plus confiants. Une analyse plus poussée des résultats du sondage révèle que les sas de virage à gauche et que les sas vélos sont perçus tous deux comme étant aussi sécuritaires les uns que les autres si l'on tient compte des cyclistes inquiets uniquement qui ont emprunté les deux types d'aménagement.

Figure 3-3 : Perception qu'ont les cyclistes de la sécurité des aménagements pour cyclistes aux carrefours



Les installations cyclables protégées peuvent être conçues pour la circulation bidirectionnelle des cyclistes sur un seul côté de la rue, ce qui peut entraîner un problème de sécurité particulier aux carrefours, les automobilistes n'étant pas préparés à vérifier la présence de cyclistes dans les deux directions sur un seul côté de la rue. Les répondants du sondage ont été invités à donner leur opinion sur le passage des vélos aux carrefours lorsqu'ils circulaient dans des bandes cyclables protégées à une ou à deux voies, le long de routes à sens unique ou à double sens et dans des aménagements cyclables à contresens (soit dans la direction opposée au déplacement des véhicules). Les différentes configurations de carrefour proposées dans cette question sont illustrées à la Figure 3-4.

Figure 3-4 : Configurations des installations cyclables protégées aux carrefours



La Figure 3-5 illustre la façon dont les répondants perçoivent la sécurité des cyclistes qui traversent les carrefours à l'aide de diverses configurations d'installations cyclables protégées et de routes. Les résultats révèlent que les cyclistes téméraires et les cyclistes confiants perçoivent les installations cyclables à sens unique comme étant plus sécuritaires que les installations cyclables à double sens, peu importe si elles sont aménagées le long de routes à sens unique ou de routes à double sens. Les cyclistes inquiets perçoivent le contraire, c'est-à-dire que les installations cyclables à double sens sont plus sécuritaires que les installations à sens unique aux carrefours. Les bandes cyclables protégées à contresens sont perçues comme la configuration la moins sécuritaire aux carrefours, et ce, par tous les types de cyclistes.

Nous avons également demandé aux enfants comment ils se sentaient lorsqu'ils approchaient d'un carrefour achalandé, doté de feux de circulation. Comme l'indique la Figure 3-6, la plupart des enfants se sentent plutôt en sécurité (un tiers des enfants) lorsqu'ils approchent de ce type de carrefour. Environ la moitié se sentent plutôt en danger ou très en danger, et 16 % se sentent très en sécurité.

L'approche qu'adoptent les enfants lorsqu'ils arrivent à un carrefour varie selon qu'il s'agit d'un carrefour achalandé, doté de feux de circulation, ou d'un carrefour tranquille, doté d'un panneau Arrêt. Comme l'illustre la Figure 3-7, la plupart des enfants descendent de vélo et marchent pour traverser des carrefours achalandés, dotés de feux de circulation, alors qu'ils se comportent différemment lorsqu'ils traversent des carrefours dotés d'un panneau Arrêt. En effet, à ces carrefours, les enfants affirment ralentir seulement et traverser le carrefour s'il est sécuritaire de le faire. La figure illustre également que plus de 20 % des enfants qui ont répondu au sondage ont affirmé qu'ils ne font que ralentir et traversent les carrefours achalandés, dotés de feux de circulation, s'il est sécuritaire de le faire. « L'autre » comportement cité par les enfants lorsqu'ils approchent d'un carrefour est de suivre la signalisation et de traverser lorsqu'il est sécuritaire de le faire.

Figure 3-5 : Perception des cyclistes face au franchissement sécuritaire à vélo des carrefours dotés d'installations cyclables protégées

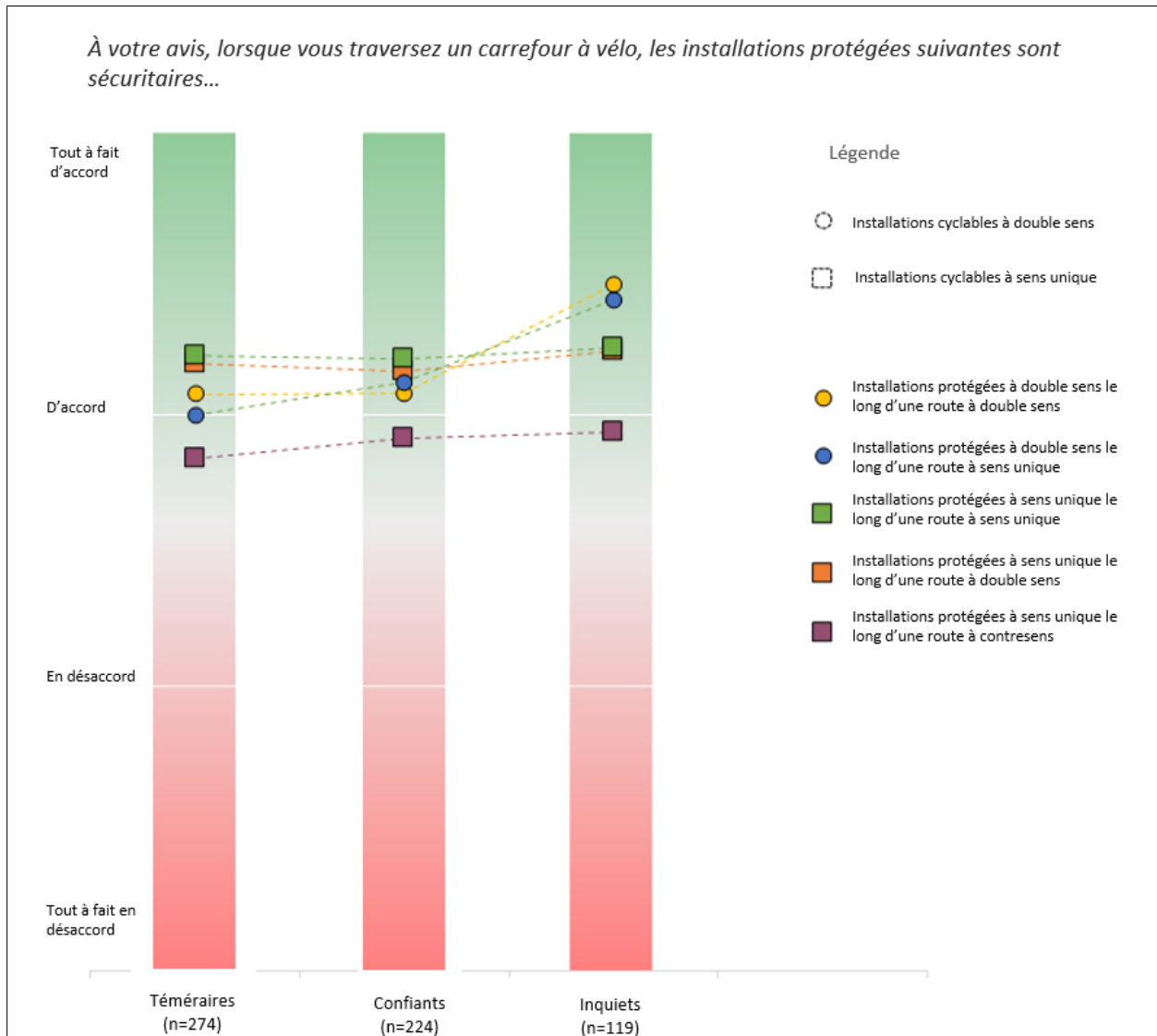
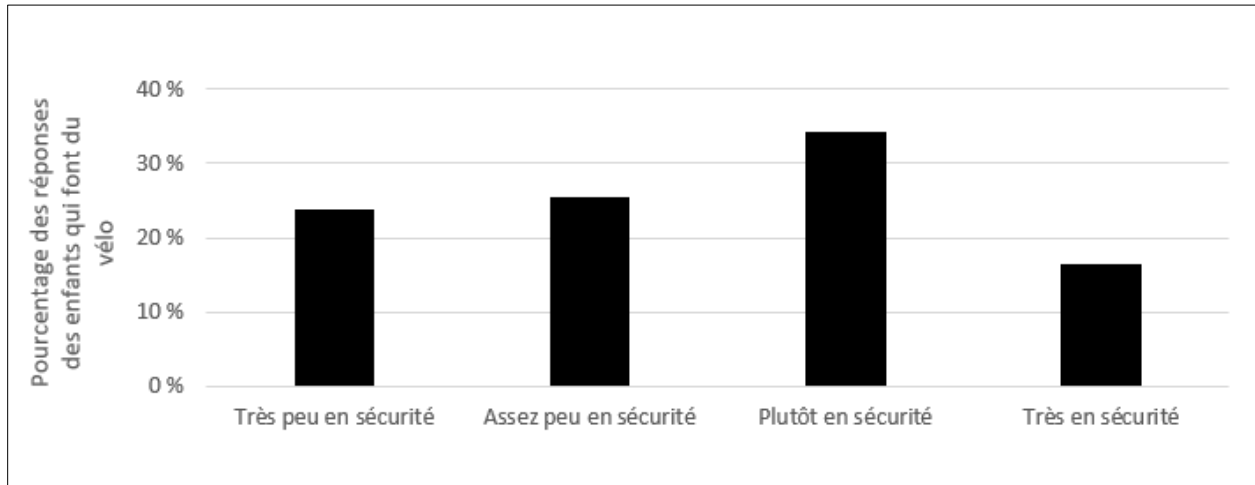
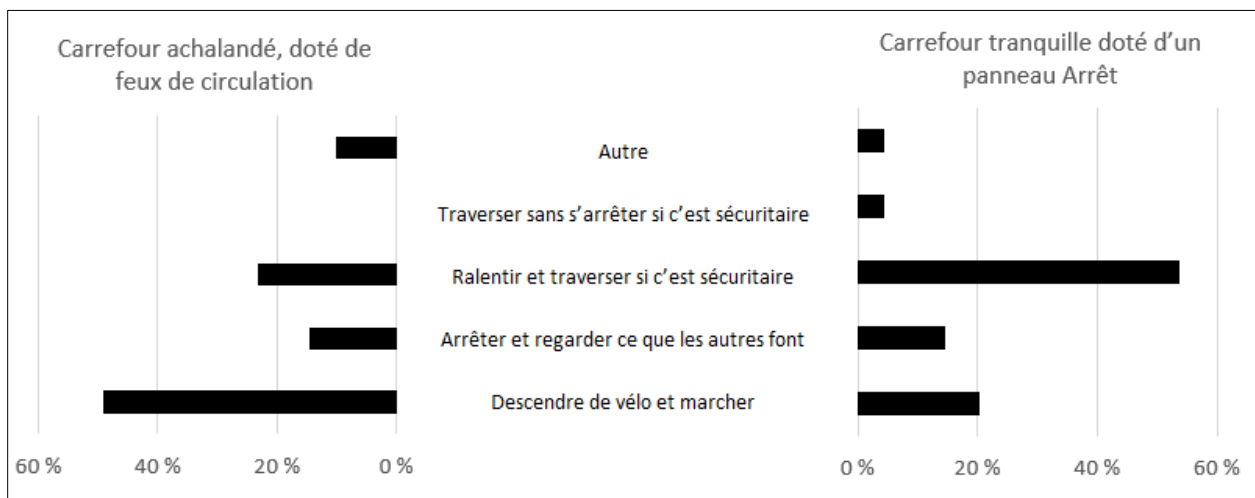


Figure 3-6 : Perception de la sécurité aux carrefours importants dotés de feux de circulation

Figure 3-7 : Comportement des enfants selon le type de carrefour


3.3 Facteurs qui influent sur la sécurité des cyclistes

L'analyse documentaire et le sondage auprès des utilisateurs finaux ont permis d'examiner l'influence de facteurs autres que l'infrastructure cyclable susceptibles de modifier la sécurité observée et perçue.

3.3.1 Conclusions de l'analyse documentaire

Les facteurs suivants ont été identifiés dans la documentation comme jouant un rôle important dans la sécurité des cyclistes observée et perçue :

Vitesse des véhicules – La documentation indique que plus élevées sont les vitesses des véhicules, plus grands sont les risques de blessures pour les cyclistes et plus graves sont les blessures advenant une collision le long de routes et aux carrefours (Bíl, Bílová et Müller, 2010; Chen et Shen, 2016; Cripton et al., 2015; Gårder, Leden et Pulkkinen, 1998; Harris et al., 2013). Plus particulièrement, les vitesses des véhicules inférieures à 30 km/h réduisent de beaucoup les risques de blessures pour les cyclistes aux carrefours. En outre, les cyclistes préfèrent rouler à vélo le long de routes à faibles vitesses (Harris et al., 2013), bien qu'une source indique qu'il n'y a pas de relation importante entre la limite de vitesse affichée et la perception qu'ont les cyclistes de la sécurité aux carrefours (Wang et al., 2018).

Débit de circulation automobile – Les conclusions révèlent que plus grands sont les débits de circulation automobile, moins graves sont les blessures (Caviedes, Alvaro; Figliozzi, 2018) et que la fréquence des collisions diminue lorsque les tronçons de route et les carrefours ne sont pas pris en compte séparément (Kaplan et Giacomo Prato, 2015; Osama et Sayed, 2016). Toutefois, aux carrefours, la fréquence des collisions augmente à mesure que le débit de circulation automobile augmente. De plus, la perception qu'ont les cyclistes de la sécurité diminue à mesure que le débit de circulation automobile augmente (Nordback, Marshall et Janson, 2014; Oh, Jun, Kim et Kim, 2008).

Débit de circulation des vélos – Il est bien documenté que les risques pour la sécurité des cyclistes diminuent à mesure que les débits de circulation des vélos augmentent (Elvik, 2009; Kaplan et Giacomo Prato, 2015; Nordback et al., 2014; Osama et Sayed, 2016; Pucher, Buehler et Seinen, 2011; Strauss et al., 2013).

Classification des routes – Les juridictions classent leurs routes selon leur fonction comme suit : routes express, artères principales, artères secondaires, routes collectrices et routes locales, afin de représenter les différentes caractéristiques des routes, dont notamment le débit de circulation, la limite de vitesse affichée, le nombre de voies de circulation, la présence d'une voie de stationnement, la présence d'un terre-plein central et le nombre de carrefours. Bien que chacune d'elles définisse la classification de leurs routes différemment, en général l'intention derrière chaque classification est semblable et veut que les classes fonctionnelles inférieures (par ex., les routes locales) représentent des rues tranquilles à débit et vitesse de circulation faibles et que les classes fonctionnelles plus élevées (par ex., les routes express) représentent des routes achalandées à débit et à vitesse de circulation élevés. En l'absence d'études sur la sécurité de certaines caractéristiques des routes, les études sur les répercussions sur la sécurité des classifications des routes selon leur fonction peuvent procurer une compréhension générale de la sécurité. Globalement, la documentation indique que les risques de blessures pour les cyclistes augmentent à mesure que les classes fonctionnelles des routes diminuent (Aguilar et Hamdar, 2018; Harris et al., 2013; Osama et Sayed, 2016; Teschke et al., 2012).

Présence d'une voie de stationnement – La présence d'une voie de stationnement le long d'un parcours cyclable semble augmenter les risques de collision impliquant des cyclistes (Teschke et al., 2012). Cette

hausse de risques est en partie due au fait que les conducteurs ouvrent leur portière dans la trajectoire de déplacement des cyclistes (appelé « emportierage »), obligeant ainsi le cycliste à faire une embardée dans la voie de circulation adjacente ou à entrer en collision avec la portière. Des études suggèrent que les lignes directrices sur le cyclisme ne tiennent pas suffisamment compte de la zone des portières et qu'ainsi, les cyclistes qui roulent sur des bandes cyclables peintes roulent trop près des véhicules stationnés (Schimek, 2017). Plus récemment, la Ville d'Ottawa a testé l'ajout de marques sur la chaussée qui mettent en évidence la zone des portières le long de marques de voie partagée centrales. Les résultats de l'essai indiquent que l'utilisation de marques dans la zone des portières incite les cyclistes à rouler loin de la ligne de bordure de la voie de stationnement (soit près des marques de voie partagée centrales) et que les véhicules automobiles sont moins susceptibles de dépasser un cycliste (Kassim, Ismail et McGuire, 2019).

Certains documents indiquent que la présence d'une voie de stationnement le long d'installations cyclables réduit la perception qu'ont les cyclistes de la sécurité (Chataway et al., 2014; Winters et Teschke, 2010).

Largeur de la route – Pour chaque 10 pieds (3 m) de largeur d'une bordure à l'autre, le risque d'une collision vélo-véhicule augmente (Hamann et Peek-Asa, 2013). Autrement dit, plus large est la route et plus grands sont les risques de collision vélo-véhicule.

Nombre de voies de circulation – Bien que le nombre de voies de circulation avec marques ne soit pas associé de manière significative à une hausse des risques de blessures pour les cyclistes comparativement aux voies de circulation sans marques (Teschke et al., 2012), une hausse du nombre de voies de circulation est associée à une diminution de la perception qu'ont les cyclistes de la sécurité (Chataway et al., 2014; Wang et al., 2018).

Type de bordure de la route – Comparativement aux bordures franchissables, les bordures non franchissables présentent, d'un point de vue statistique, un risque plus élevé de collision avec un véhicule automobile et de blessures graves résultant de cette collision (Romonow et al., 2012).

Type de surface des installations cyclables – Dans le cas des sentiers en site propre, les cyclistes préfèrent les parcours pavés aux parcours non pavés, notamment les cyclistes qui font du vélo de façon régulière (Winters et Teschke, 2010). À Stockholm, en Suède, il semble que le deuxième problème de sécurité le plus fréquent soit attribuable au type de surface de la route ou de la bande/du sentier cyclable; le premier problème est à la conception des installations (Gustafsson et Archer, 2013).

État de la surface des installations cyclables – Le risque de vivre un événement critique est beaucoup plus grand lorsque la surface de la route est mal entretenue et se trouve à proximité de carrefours (Dozza et Werneke, 2014).

Déclivité des installations cyclables – Il semble que les installations cyclables en pente descendante accroissent à la fois les risques de collision pour les cyclistes (Teschke et al., 2012) et la probabilité que ceux-ci doivent être transportés en ambulance à l'hôpital (Cripton et al., 2015).

Présence de camions – Il semble que la présence de camions accroisse les risques quant à la sécurité perçue par les cyclistes, risques qui augmentent encore plus à mesure que la vitesse des camions augmente (Llorca, Angel-Domenech, Agustin-Gomez, & Garcia, 2017). Il est généralement reconnu que les forces aérodynamiques exercées sur les cyclistes par le passage des véhicules sont fonction du type/de la taille des camions, de la vitesse de ces derniers et de la distance de séparation latérale entre le cycliste et le camion. Les forces aérodynamiques agissent latéralement sur le cycliste, en le poussant

d'abord loin du camion, puis en l'aspirant ensuite vers le camion dans le sillage de ce dernier. Le changement rapide qui s'opère entre la poussée plus forte et l'aspiration plus légère peut entraîner une perte d'équilibre chez le cycliste (Walton, Dravitzki, Cleland, Thomas, & Jackett, 2005). Des études récentes concluent que les forces aérodynamiques d'une grosse camionnette sont toujours présentes au-delà d'une distance de séparation latérale de 3 m (Lubitz & Rubie, 2018). Le ministère des Transports de l'Ontario suggère que l'on tienne compte d'une largeur tampon ou d'une séparation physique supplémentaire pour les installations cyclables lorsqu'il y a plus de 30 camions ou autobus par heure dans la voie en bordure (MTO, 2014). De plus, la FHWA reconnaît que les camions ont un angle mort plus grand et qu'il y a plus de risques que les cyclistes ne soient pas vus par les camionneurs (FHWA, 2019).

Présence du transport en commun – La présence d'arrêts d'autobus augmente la fréquence des collisions impliquant des cyclistes (Chaney et Kim, 2014; Strauss et al., 2013) et réduit la perception qu'ont les cyclistes de la sécurité (Gustafsson et Archer, 2013). De plus, la présence de voies de tramway ou de train est étroitement associée au risque accru de blessures chez les cyclistes (Teschke et al., 2012).

Éclairage des rues – Les études concluent que l'éclairage des rues améliore la sécurité des cyclistes (Chen et Shen, 2016; Reynolds, Harris, Teschke, Cripton et Winters, 2009).

Le Tableau 3-3 résume les résultats de l'analyse documentaire selon les conclusions générales en matière de sécurité pour les risques de collision, la gravité des collisions et la sécurité perçue.

Tableau 3-3 : Résultats quant à la sécurité des facteurs de sécurité des cyclistes contenus dans la documentation

Facteurs de sécurité des cyclistes	Risque de collision	Gravité des collisions	Sécurité perçue
Vitesse des véhicules faible	●	●	○
Débit des véhicules faible	○ □	□	○
Débit des vélos élevé	●		●
Classe de route supérieure	■		
Présence d'une voie de stationnement	□		□
Plus grande largeur de chaussée	□		
Plus grand nombre de voies de circulation	△		□
Bordures franchissables	○		
Surface pavée des installations cyclables			○
Piètre état de la surface des installations cyclables	■		
Installations cyclables en pente descendante	■		
Présence de camions	□		□
Présence du transport en commun	□		□

Facteurs de sécurité des cyclistes	Risque de collision	Gravité des collisions	Sécurité perçue
Présence d'éclairage de rue	○		
<ul style="list-style-type: none"> ● résultats positifs bien étayés ○ résultats positifs généraux △ résultats neutres □ résultats négatifs généraux ■ résultats négatifs bien étayés <p><i>Les espaces laissés en blanc indiquent que les études disponibles sont limitées</i></p>			

3.3.2 Résultats du sondage auprès des utilisateurs finaux

Nous avons demandé aux répondants du sondage mené auprès des utilisateurs finaux de classer, à partir d'une liste de 13 facteurs, les cinq principaux facteurs qui influent sur leur sentiment de sécurité lorsqu'ils font du vélo. Le rang relatif des facteurs qui influencent la perception qu'ont les cyclistes de la sécurité est illustré à la Figure 3-8.

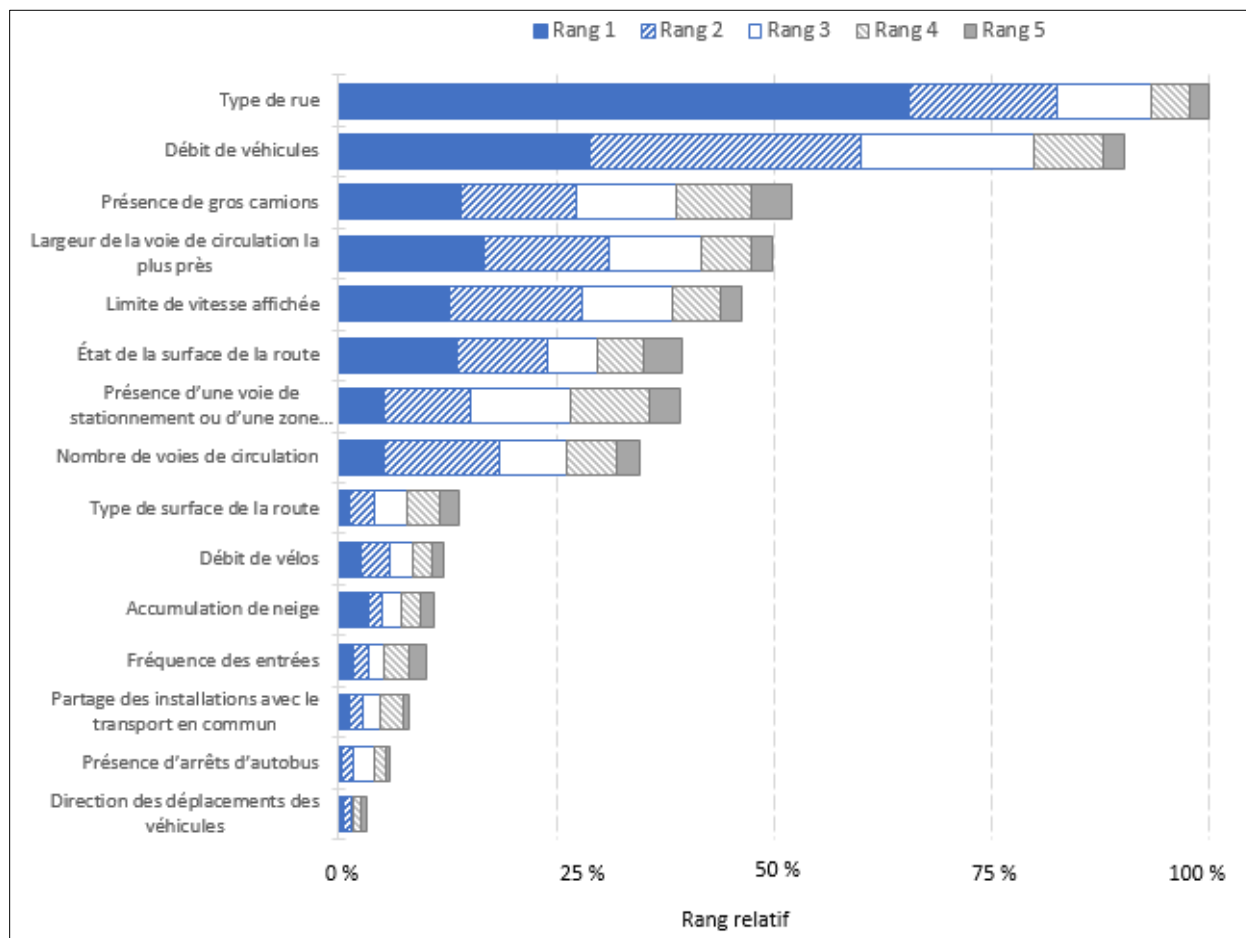
Les résultats montrent que le type de rue et le débit des véhicules, qui sont deux facteurs étroitement reliés, sont les facteurs les plus importants dans la perception qu'ont les répondants de la sécurité lorsqu'ils font du vélo. Suit un second groupe de facteurs qui ont sensiblement la même importance et qui incluent la présence de gros camions, la largeur de la voie de circulation la plus près, la limite de vitesse affichée et l'état de la surface de la route. Suivent ensuite des facteurs moins importants, dont la présence de véhicules stationnés ou de zones d'embarquement le long de la route ainsi que le nombre de voies de circulation pour les véhicules. La limite de vitesse affichée et le nombre de voies de circulation sont souvent utilisés pour définir le type de rue. La présence de gros camions, la largeur de la voie de circulation automobile la plus près, la limite de vitesse affichée et la présence d'une voie de stationnement et de zones d'embarquement concernent toutes la présence de véhicules, mais diffèrent selon la taille des véhicules (gros camions plutôt que véhicules) et la vitesse des véhicules (en mouvement plutôt que stationnaires).

Le débit des véhicules, la limite de vitesse affichée, la présence d'une voie de stationnement ou d'une zone d'embarquement et le nombre de voies de circulation automobile sont les facteurs communs qui influent sur la perception qu'ont les cyclistes de la sécurité et qui sont souvent utilisés pour définir le type de rue ou la classe de la route. Cela confirme l'importance de disposer de types de rue bien définis de même que les conséquences éventuelles des différentes définitions de types de rue d'une juridiction à l'autre lorsqu'on choisit d'appliquer, à l'échelle nationale, un outil de décision pour l'aménagement d'installations cyclables. La place importante qu'occupe le débit de véhicules suggère que parmi les facteurs qui définissent le type de rue, le débit des véhicules influe le plus sur la perception qu'ont les cyclistes de la sécurité. Il en résulte que l'on doit examiner avec attention les plages de débits de véhicules qui définissent le type de rue et en tenir compte en détail lors du choix des installations cyclables à aménager.

Les sept autres facteurs qui restent ont obtenu un résultat inférieur à 15 % comparativement au type de rue, soit le facteur le plus important. Ces facteurs, qui ont obtenu les plus faibles résultats, comprennent l'état de la surface de la route, le débit de circulation cycliste, l'accumulation de neige, la fréquence des entrées, les installations partagées avec le transport en commun, la présence d'arrêts d'autobus et la direction des déplacements des véhicules, et ce, bien qu'ils aient été classés comme les plus importants

par de nombreux répondants. La faible importance accordée aux facteurs concernant le transport en commun n'est pas soutenue par la grande importance accordée à la présence de gros camions, les véhicules de transport en commun pouvant être considérés comme de gros véhicules. L'accumulation de neige a été identifiée le plus souvent comme le facteur n° 1 parmi les sept derniers facteurs; il existe un biais potentiel qui réduit le rang qu'occupe l'accumulation de neige, près de 50 % seulement des répondants ayant indiqué qu'ils roulent à vélo l'hiver et qu'ils ont peut-être tenu compte seulement des facteurs qui influent sur leur perception de la sécurité durant d'autres saisons.

Figure 3-8 : Rang relatif des facteurs qui influent sur la perception qu'ont les cyclistes de la sécurité

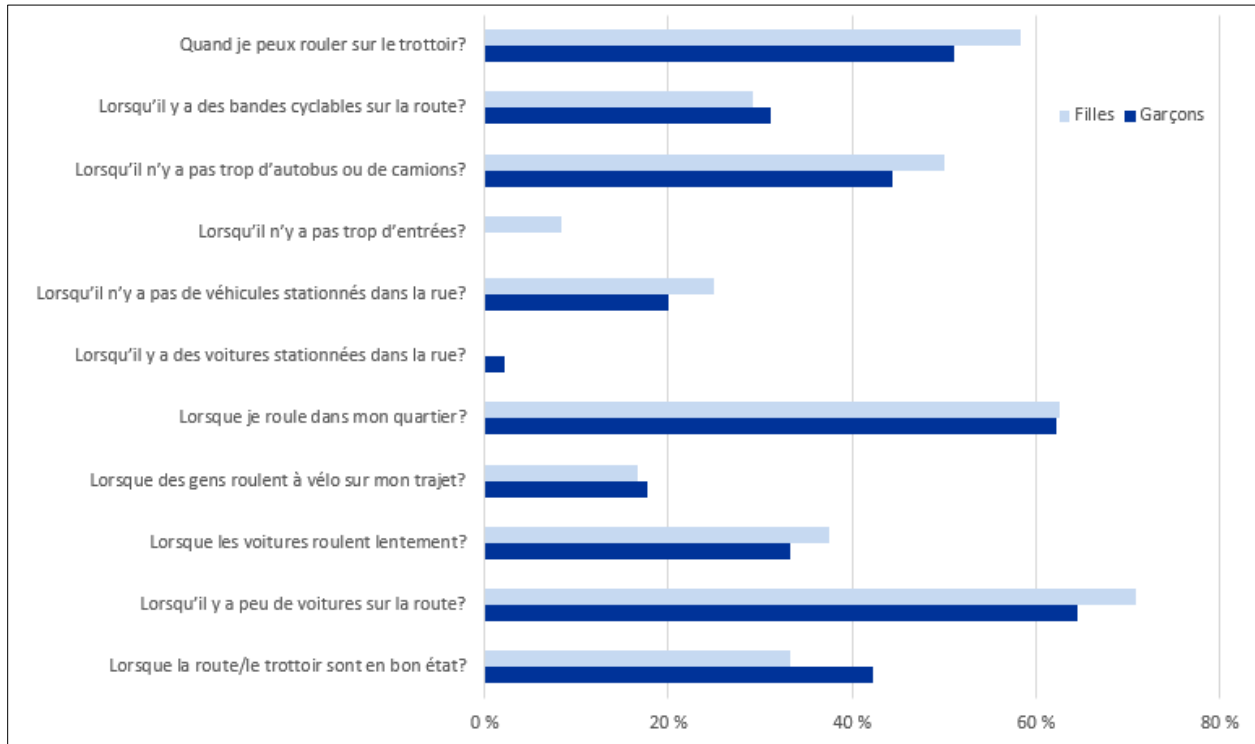


Nous avons demandé aux répondants, lors du sondage mené auprès des jeunes, quels étaient les facteurs les plus importants qui faisaient en sorte que les enfants se sentaient en sécurité lorsqu'ils faisaient du vélo. La Figure 3-9 montre que peu importe le genre des répondants, les facteurs les plus couramment cités par les enfants à l'effet qu'ils leur procurent un sentiment de sécurité lorsqu'ils font du vélo sont les suivants :

- Faibles de débits de circulation
- Rouler dans leur quartier
- Rouler sur le trottoir
- Faible débit d'autobus et de camions

Dans tous les cas, à l'exception de rouler dans leur quartier, plus de filles que de garçons ont identifié ces facteurs comme les principaux éléments qui les font se sentir en sécurité lorsqu'ils font du vélo. On note cependant des différences entre les garçons et les filles (bien que très faibles) concernant deux points : les garçons se sentent davantage en sécurité lorsque des véhicules sont stationnés sur la route alors que les filles se sentent davantage en sécurité lorsqu'il y a peu d'entrées.

Figure 3-9 : Facteurs qui font sentir les enfants en sécurité lorsqu'ils roulent à vélo



4. Mise en œuvre d'infrastructures cyclables au Canada

Le présent chapitre présente les résultats de l'enquête réalisée auprès des différentes juridictions au sujet de l'état actuel de la pratique au Canada concernant les éléments suivants :

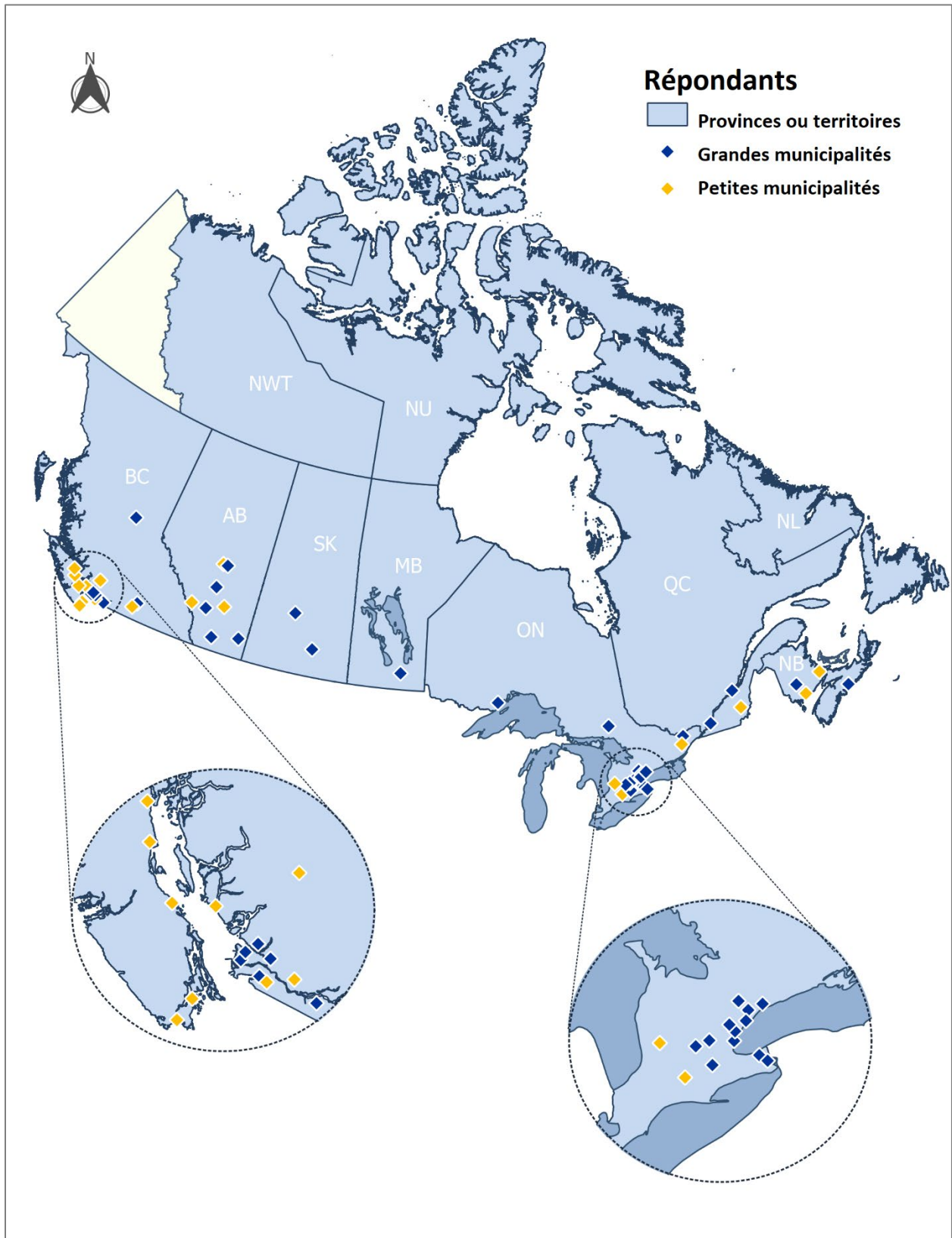
- Les lignes directrices de conception des infrastructures cyclables les plus couramment utilisées.
- L'ampleur de la mise en œuvre d'installations cyclables.
- L'ampleur de la mise en œuvre d'aménagements pour cyclistes aux carrefours.
- La collecte et l'évaluation de données concernant la sécurité des cyclistes.
- La pratique en matière de sélection des infrastructures cyclables.

Les détails de cette enquête figurent à l'Annexe C. Le Tableau 4-1 illustre les juridictions qui ont répondu à l'enquête, par type, et la Figure 4-1 illustre l'emplacement de ces juridictions.

Tableau 4-1 : Juridictions qui ont répondu à l'enquête sur l'état de la pratique

Grandes municipalités (39)		Petites municipalités (19)	Provinces et territoires (11)
Brampton	North Vancouver	Campbell River	Alberta
Brantford	Oakville	Canmore	Colombie-Britannique
Calgary	Ottawa	Colwood	Manitoba
Chilliwack	Peel	Courtenay	Nouveau-Brunswick
Coquitlam	Prince George	Dieppe	Terre-Neuve-et-Labrador
Durham	Québec	Drumheller	Territoires du Nord-Ouest
Edmonton	Red Deer	Grand Bay-Westfield	Nouvelle-Écosse
Fredericton	Regina	Huron County	Nunavut
Greater Sudbury	Richmond	Ingersoll	Ontario
Guelph	Saskatoon	Lambton	Québec
Halifax	St. Catharines	Langley	Saskatchewan
Kelowna	Strathcona	Mission	
Lethbridge	Surrey	North Saanich	
Markham	Thunder Bay	Parksville	
Medicine Hat	Toronto	Sechelt	
Mississauga	TransLink	Smiths Falls	
Montréal	Vancouver	Spruce Grove	
Newmarket	Waterloo	Summerland	
Niagara Falls	Whitby	Whistler	
	Winnipeg		

Figure 4-1 : Emplacement des juridictions qui ont répondu

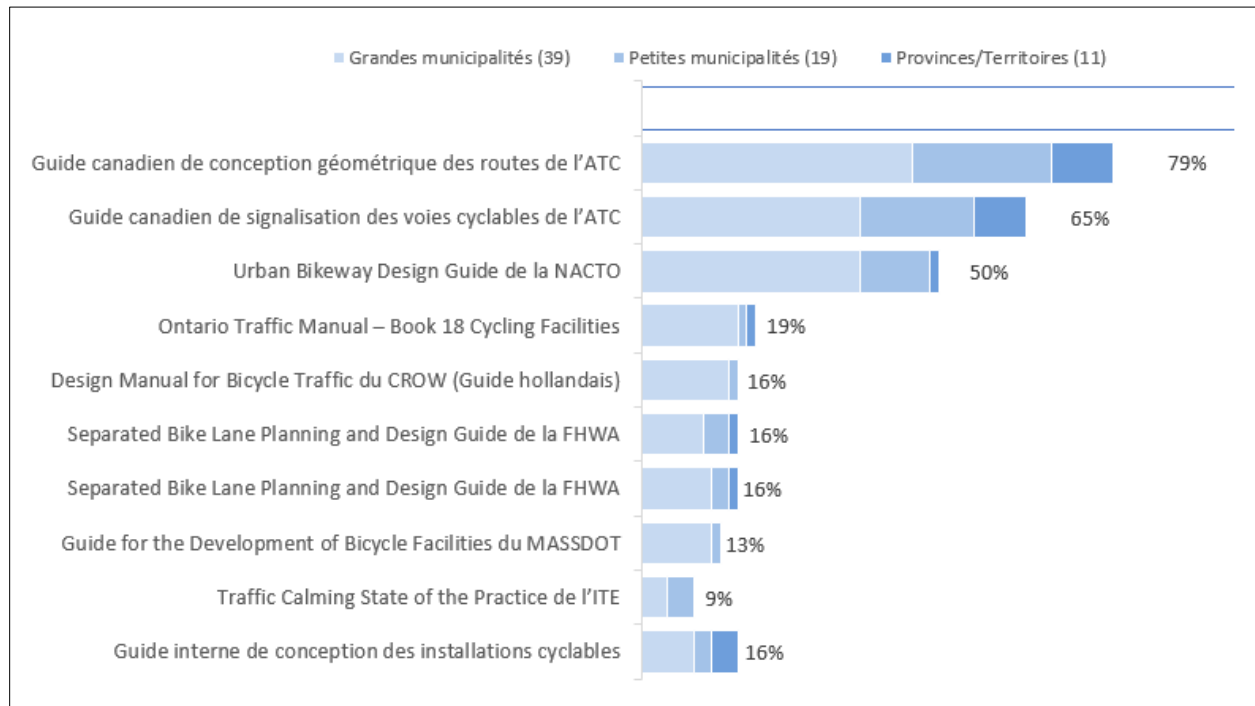


4.1 Utilisation des guides de conception des infrastructures cyclables

Il existe de nombreuses lignes directrices à l'intention des spécialistes afin de les guider dans la conception d'infrastructures cyclables. Bien que le premier guide de conception des infrastructures cyclable d'Amérique du Nord a été publié en 1999 (*Guide for the Development of Bicycle Facilities* de l'AASHTO), ce n'est pas avant 2010 que des installations autres que des sentiers en site propre et des bandes cyclables peintes ont été incluses dans la première édition de l'*Urban Bikeway Design Guide* de la NACTO. Depuis, il y a eu de nombreux guides de conception d'installations cyclables qui ont été publiés par différents groupes nord-américains. Cependant, à mesure que nous avons une meilleure compréhension de la sécurité des infrastructures cyclables et de la perception qu'ont les cyclistes de la sécurité, les normes et les lignes directrices de conception continuent d'évoluer et varient d'un guide à l'autre.

La Figure 4-2 indique la proportion, par type de juridiction, de répondants qui recourent à différentes lignes directrices de conception d'installations cyclables. Tel qu'illustré dans la figure, le *Guide canadien de conception géométrique des routes* (GCG) de l'ATC (ATC, 2017) est le document le plus couramment utilisé par les juridictions canadiennes, avec plus des trois quarts des répondants (78 %) qui affirment l'utiliser pour la conception de leurs installations cyclables. La dernière édition du GCG a été publiée en 2017 et a été la première à inclure une Section sur les infrastructures cyclables. Le second guide le plus couramment utilisé est le *Guide canadien de signalisation des voies cyclables* de l'ATC (ATC, 2012), par 65 % des juridictions. L'*Urban Bikeway Design Guide* de la NACTO (NACTO, 2014) est le choix le plus courant parmi les répondants provenant de grandes municipalités (64 %) et de petites municipalités (42 %).

Les autres sources citées par les juridictions sont : *Bicycle Traffic Control Guidelines* de la Colombie-Britannique, *Bicycle Policy* et lignes directrices de conception pour le sentier Valley Trail du ministère des Transports et de l'Infrastructure de la Colombie-Britannique, *Wayfinding Guidelines* de TransLink, *Highway Geometric Design Guide* de l'Alberta et *Aménager pour les piétons et les cyclistes* de Vélo Québec.

Figure 4-2 : Étendue de l'utilisation de lignes directrices de conception d'infrastructures cyclables courantes


4.2 Étendue de la mise en œuvre d'installations cyclables

L'étendue de la mise en œuvre de différents types d'installations cyclables est résumée au par type de juridiction. Le tableau indique que les sentiers polyvalents en site propre sont les installations les plus couramment aménagées (déterminées par l'addition des réponses « à l'occasion » et des réponses « fréquemment ») au sein des grandes municipalités (100 %) et des petites municipalités (83 %), suivies des bandes cyclables peintes (92 % des grandes municipalités et 78 % des petites municipalités). Les installations les plus couramment aménagées par les provinces sont les accotements asphaltés praticables à vélo (91 %). Les sentiers polyvalents en site propre sont les deuxièmes installations les plus couramment aménagées par les provinces, 60 % d'entre elles recourant à ce type d'installations. Les autres principales conclusions figurant au sont les suivantes :

- Globalement, les installations les plus couramment aménagées par tous les répondants sont les sentiers polyvalents en site propre (90 % des répondants) et les bandes cyclables peintes (82 % des répondants). Quant à la fréquence des mises en œuvre, les juridictions indiquent qu'elles aménagent *fréquemment* les types d'installations suivants : sentiers polyvalents en site propre (46 %), bandes cyclables peintes (33 %) et accotements asphaltés praticables à vélo (27 %). Les bandes cyclables protégées ont été identifiées comme des installations *fréquemment* aménagées par 12 % des juridictions.
- Seulement 11 % de tous les répondants ont indiqué qu'ils recouraient aux bandes cyclables suggérées. Cela peut être dû au fait que ces installations sont relativement nouvelles et que peu de juridictions les mettent actuellement à l'essai et en évaluent la performance.
- 18 % des grandes municipalités ont indiqué qu'elles aménageaient *fréquemment* des bandes cyclables protégées; cependant, 49 % ne les ont *jamais* aménagées.

- Nous avons également demandé aux répondants d'indiquer la fréquence à laquelle ils aménagent des bandes cyclables protégées et avec zone tampon à sens unique et à double sens, le long de routes à sens unique et à double sens. La distinction est importante en raison des problèmes de sécurité éventuels que posent les vélos et les véhicules qui se déplacent dans différentes directions ou qui effectuent des mouvements imprévus aux carrefours. Le sondage indique que :
- Globalement, les installations cyclables à sens unique (71% des grandes municipalités) sont plus courantes que les installations cyclables à double sens (46 % des grandes municipalités).
- Le long des routes à sens unique, les installations cyclables à sens unique à contresens sont plus courantes (28 % des grandes municipalités) que les installations cyclables protégées à double sens (21 % des grandes municipalités) et que les installations cyclables avec zone tampon (13 % des grandes municipalités).

Tableau 4-2 : Étendue de la mise en œuvre des différents types d'installations cyclables

Grandes municipalités	Jamais	À l'occasion	Fréquemment	Étendue de l'utilisation*
Sentier polyvalent en site propre	0%	36%	64%	100%
Bande cyclable protégée	49%	33%	18%	51%
Bande cyclable avec zone tampon	41%	49%	10%	59%
Bande cyclable peinte	8%	49%	44%	92%
Accotement asphalté praticable à vélo	33%	44%	23%	67%
Voie partagée d'une rue principale	32%	55%	13%	68%
Vélorue	44%	49%	8%	56%
Bandes cyclables suggérées	88%	9%	3%	12%
Petites municipalités	Jamais	À l'occasion	Fréquemment	Étendue de l'utilisation*
Sentier polyvalent en site propre	17%	50%	33%	83%
Bande cyclable protégée	63%	32%	5%	37%
Bande cyclable avec zone tampon	63%	37%	0%	37%
Bande cyclable peinte	22%	50%	28%	78%
Accotement asphalté praticable à vélo	29%	47%	24%	71%
Voie partagée d'une rue principale	59%	35%	6%	41%
Vélorue	88%	6%	6%	12%
Bandes cyclables suggérées	94%	0%	6%	6%
Provinces/territoires	Jamais	À l'occasion	Fréquemment	Étendue de l'utilisation*
Sentier polyvalent en site propre	40%	60%	0%	60%
Bande cyclable protégée	64%	36%	0%	36%
Bande cyclable avec zone tampon	73%	27%	0%	27%
Bande cyclable peinte	56%	44%	0%	44%
Accotement asphalté praticable à vélo	9%	45%	45%	91%
Voie partagée d'une rue principale	64%	36%	0%	36%
Vélorue	100%	0%	0%	0%
Bandes cyclables suggérées	82%	18%	0%	18%
Total	Jamais	À l'occasion	Fréquemment	Étendue de l'utilisation*
Sentier polyvalent en site propre	10%	43%	46%	90%
Bande cyclable protégée	55%	33%	12%	45%
Bande cyclable avec zone tampon	52%	42%	6%	48%
Bande cyclable peinte	18%	48%	33%	82%
Accotement asphalté praticable à vélo	28%	45%	27%	72%
Voie partagée d'une rue principale	44%	47%	9%	56%
Vélorue	64%	30%	6%	36%
Bandes cyclables suggérées	89%	8%	3%	11%

La proportion de l'étendue de l'utilisation est calculée comme suit : le nombre de réponses « à l'occasion » et « fréquemment », divisé par le nombre total de réponses (le nombre total de réponses peut varier si les répondants ont sauté des questions).

4.3 Étendue de la mise en œuvre d'aménagements pour cyclistes aux carrefours

L'étendue de l'utilisation de différents types d'aménagements pour cyclistes aux carrefours est résumée au Tableau 4-3 par type de juridiction. Le tableau indique que les aménagements aux carrefours les plus courants dans les grandes municipalités sont : les barrières, les clôtures et les bollards (utilisés par 63 % des grandes municipalités), les passages pour cyclistes (utilisés par 47 % des grandes municipalités), les sas vélos (utilisés par 39 % des grandes municipalités) et les marquages de passage aux carrefours (utilisés par 39 % des grandes municipalités). Les aménagements aux carrefours les plus courants dans les petites municipalités sont : les barrières, les clôtures et les bollards (utilisés par 47 % des petites municipalités), les approches d'un carrefour incurvées vers l'intérieur (utilisées par 32 % des petites municipalités) et les marquages de passage aux carrefours (utilisés par 26 % des petites municipalités).

Les autres principales conclusions figurant au Tableau 4-3 sont les suivantes :

- Le type d'aménagement aux carrefours le moins courant utilisé par les grandes municipalités est l'approche d'un carrefour vers l'extérieur le long de routes à double sens (10 %).
- Les passages pour cyclistes sont courant dans les grandes municipalités (49 %); cependant, certaines autres y ont recours (11 % des petites municipalités et 9 % des provinces).
- Les approches d'un carrefour incurvées vers l'intérieur sont les deuxièmes aménagements les plus couramment utilisés par les provinces et les territoires (18 %) et par les petites municipalités (32 %).

Tableau 4-3 : Étendue de la mise en œuvre de différents types d'aménagements aux carrefours

Aménagements aux carrefours	Grandes municipalités (39)	Petites municipalités (19)	Provinces/territoires (11)
Marquages de passage aux carrefours	41%	26%	27%
Sas vélo	41%	5%	9%
Sas de virage	28%	0%	9%
Passages pour cyclistes	49%	11%	9%
Approche d'un carrefour incurvée vers l'intérieur	36%	32%	18%
Approche d'un carrefour incurvée vers l'extérieur	26%	5%	9%
Phase protégée des feux de circulation (pour cyclistes)	31%	11%	9%
Barrières, clôtures et bollards	62%	47%	9%

4.4 Collecte et évaluation des données

À tout le moins, l'évaluation de la sécurité des infrastructures cyclables nécessite des données sur l'exposition des vélos (par ex., les données sur les débits de vélos) et des données sur la sécurité des cyclistes (par ex., dossiers d'hôpitaux, rapports sur les collisions et les conflits). Figurent dans la présente section les conclusions de l'enquête sur les données sur l'exposition des vélos, sur les données sur la sécurité des cyclistes et sur l'évaluation de la sécurité des cyclistes.

4.4.1 Données sur l'exposition des cyclistes

Bien que la plupart des juridictions disposent de programmes de surveillance de la circulation automobile prévus qu'elles utilisent systématiquement pour recueillir des données sur la circulation automobile sur l'ensemble de leur réseau routier, peu d'entre elles disposent de ressources semblables pour la collecte de données sur les débits de circulation cycliste. Figure au Tableau 4-4 un résumé des conclusions concernant les données sur l'exposition.

Tableau 4-4 : Méthode de collecte des données sur les débits des vélos

Source des données sur les vélos	Grandes municipalités (39)	Petites municipalités (19)	Provinces/territoires (11)
Sondages et dénombrements réalisés au besoin	90 % (35)	74 % (14)	55 % (6)
Débits déterminés selon un modèle de la demande pour des installations cyclables ou pour d'autres formes de projections de la demande latente pour des installations cyclables	3 % (1)	42 % (8)	9 % (1)
Débits disponibles à partir d'un programme prévu de surveillance du des déplacements à vélo ou du transport actif	26 % (10)	11 % (2)	9 % (1)
Dénombrement des cyclistes compris dans les comptes de mouvements de virage aux carrefours	72 % (28)	5 % (1)	36 % (4)
Autre	15 % (6)	5 % (1)	0

Autre : L'ensemble des 7 municipalités qui ont répondu « autre » ont indiqué qu'elles utilisent des appareils de comptage automatique des vélos.

Le Tableau 4-4 présente ce qui suit :

- La source la plus courante de données sur les débits de vélos, pour tous les types de juridictions, est la réalisation de sondages et de dénombrements au besoin ou requis (90 % des grandes municipalités, 74 % des petites municipalités, 55 % des provinces/territoires). Dans ces cas, ces juridictions ne disposent pas nécessairement d'un programme de dénombrement périodique des vélos.
- Près du quart (26 %) des grandes municipalités indiquent qu'elles ont mis en œuvre un programme de surveillance prévu qui comprend les vélos. Toutefois, la façon la plus courante d'obtenir des données sur les débits de vélos est encore à l'aide de dénombrements ponctuels au besoin (comme ci-dessus) ou lors du dénombrement des mouvements de virage aux carrefours (tels que déclarés par 72 % des grandes municipalités).
- La deuxième méthode la plus courante pour obtenir des données sur les débits de vélos pour les provinces/territoires est d'intégrer les vélos dans le décompte des mouvements de virage aux carrefours (36 % des provinces/territoires).

Le type de technique de dénombrement utilisé offre une indication de la durée et de l'exactitude du dénombrement, ce qui correspond à la qualité des données sur les débits des vélos. Par exemple, le dénombrement manuel est très précis, mais n'est effectué que pendant de courtes durées. En revanche, les capteurs infrarouge peuvent recueillir des données sur les débits sur de longues périodes, mais sont d'une précision réduite. Les principales conclusions de l'enquête sont les suivantes :

- Les compteurs manuels sont le choix le plus courant pour mesurer l'exposition des cyclistes, et ce, pour tous les types de juridiction (79 % des grandes municipalités, 68 % des petites municipalités et 55 % des provinces et territoires).
- Outre les compteurs manuels, les grandes municipalités utilisent également la détection vidéo, les boucles d'induction et les capteurs infrarouge.
- Les provinces/territoires n'utilisent pas normalement de technologie émergente comme les capteurs infrarouge et les applications mobiles de « *crowd sourcing* » pour le comptage des vélos.

4.4.2 Données sur la sécurité des cyclistes

Traditionnellement, les données sur la sécurité comprennent les données sur les collisions tirées de rapports de police sur les collisions qui ont entraîné des décès, des blessures ou une quantité spécifique de dommages matériels. Ainsi, les collisions avec des vélos qui n'impliquent pas un véhicule automobile sont rarement déclarées à la police. Cet état de fait a incité les juridictions à trouver d'autres sources de données sur la sécurité des cyclistes. En effet, les autres sources comprennent les dossiers d'hospitalisation, la perception par le public de la sécurité, l'observation manuelle (par ex., les évaluations de la sécurité des cyclistes) et les analyses vidéo des conflits qui quantifient les quasi-conflits comme mesure de sécurité de substitution. Le résumé des résultats concernant les différents types de données sur la sécurité des cyclistes utilisées par les différentes juridictions. Le tableau montre ce qui suit :

- L'absence de bonnes données sur la sécurité des cyclistes a été citée comme obstacle à l'évaluation de la performance de sécurité par 41 % des grandes municipalités, par 53 % des petites municipalités et par 55 % des provinces/territoires.
- Les données sur les collisions impliquant des cyclistes, tirées des rapports de police, constituent la source la plus couramment identifiée de données sur la sécurité des cyclistes par toutes les juridictions (87 % des grandes municipalités, 47 % des petites municipalités, 55 % des provinces/territoires).
- Les données sur les collisions impliquant des cyclistes, tirées des dossiers des assureurs, ont été identifiées comme source de données par 47 % des petites municipalités, mais seulement par 28 % des grandes municipalités et par 9 % des provinces/territoires.
- Les provinces et les territoires se fient essentiellement aux données sur les collisions tirées des rapports de police.

Tableau 4-5 : Données sur la sécurité des cyclistes utilisées pour mesurer la performance de sécurité

Source de données sur la sécurité des cyclistes	Grandes municipalités (39)	Petites municipalités (19)	Provinces/territoires (11)
Données sur les collisions impliquant des cyclistes tirées des rapports de police	87 % (35)	47 % (9)	55 % (6)
Données sur les collisions impliquant des cyclistes tirées des dossiers des assureurs	28% (11)	47% (9)	9% (1)
Données sur les collisions impliquant des cyclistes tirées des dossiers d'hôpital	8 % (3)	0	9 % (1)
Données vidéo sur les conflits	17 % (7)	0	0
Commentaires du public	56 % (22)	47 % (9)	18 % (2)
Observations manuelles	51 % (20)	11 % (2)	9 % (1)
Absence de données considérée comme un obstacle pour évaluer la performance de sécurité des installations cyclables	41 % (16)	53 % (10)	55 % (6)
Autres sources de données	8 % (3)	0	0

Autres : Tous ont identifié le site BikeMaps.org comme source de données sur la sécurité des cyclistes.

Les chiffres entre parenthèses représentent le nombre total de répondants

4.4.3 Évaluation de la performance de sécurité des infrastructures cyclables

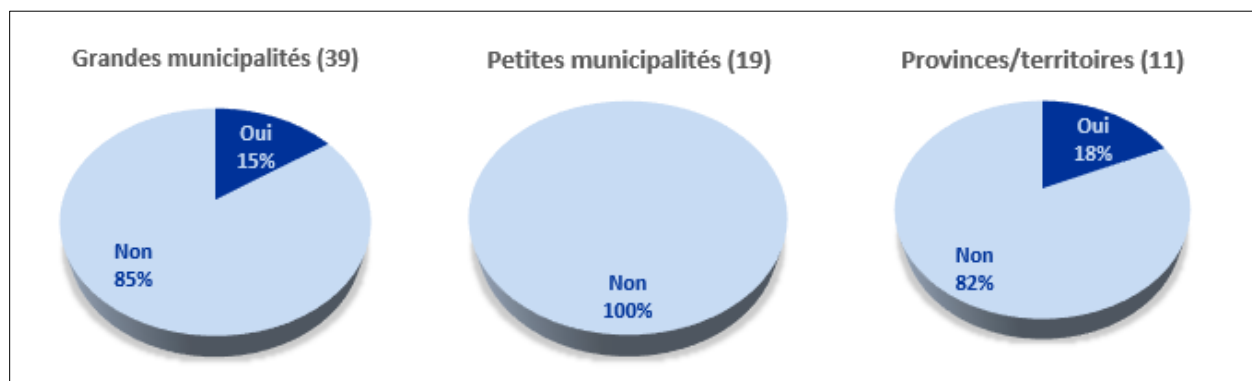
L'un des éléments essentiels visant à fournir des espaces sécuritaires aux cyclistes est la capacité d'évaluer objectivement la performance de sécurité des infrastructures cyclables une fois leur mise en œuvre complétée. Idéalement, il devrait exister suffisamment de données de qualité pour développer des fonctions de performance de sécurité ou des facteurs de modification des collisions pour différentes installations cyclables et différents aménagements aux carrefours. Toutefois, le développement de cette information exige des données robustes réparties sur quelques années, données qui sont rarement disponibles pour les infrastructures cyclables. L'enquête a permis de comprendre les types d'études qui sont réalisées pour évaluer la performance de sécurité des infrastructures cyclables. En voici les conclusions :

- Globalement, 44 % de tous les répondants ont affirmé qu'ils ignoraient l'existence d'évaluations ou d'études menées dans leur juridiction locale quant à la performance de sécurité des installations cyclables (35 % des grandes municipalités, 58 % des petites municipalités, 55 % des provinces/territoires). De plus, 10 % des répondants de plus n'ont pas répondu à la question.
- Plus du tiers (36 %) des provinces/territoires ont indiqué qu'ils avaient développé des critères de justification qui leur permettent de décider d'aménager ou non des installations cyclables.
- Les études/évaluations les plus courantes qu'ont réalisées les grandes municipalités sont des études sur l'application appropriée de différents types d'installations cyclables (42 %), des évaluations de la sécurité comme des audits de la sécurité des pistes cyclables (26 %) et des études avant-après (26 %).

4.5 Pratique de sélection des infrastructures cyclables

Les juridictions développent souvent des critères de justification et des normes formels destinées à guider les spécialistes dans le choix des infrastructures, selon diverses variables d'entrée. Il existe peu de critères de justification ou de normes pour le choix des infrastructures cyclables, tel qu'illustré à la Figure 4-3, où 15 % des grandes municipalités, aucune petite municipalité et 18 % des provinces indiquent qu'elles en ont. L'enquête a permis de comprendre les variables d'entrée utilisées par les juridictions pour ces critères de justification/normes formels, pour les politiques/pratiques informelles ou pour déterminer s'il serait avantageux de tenir compte ou non de toutes autres variables d'entrée à l'avenir. La présente Section traite de l'utilisation des variables d'entrée qui ont été classées en caractéristiques des routes, en facteurs à considérer en matière de sécurité et en caractéristiques cyclables, selon les réponses à l'enquête.

Figure 4-3 : Juridictions qui ont développé des critères de justification ou des normes servant à choisir les infrastructures cyclables



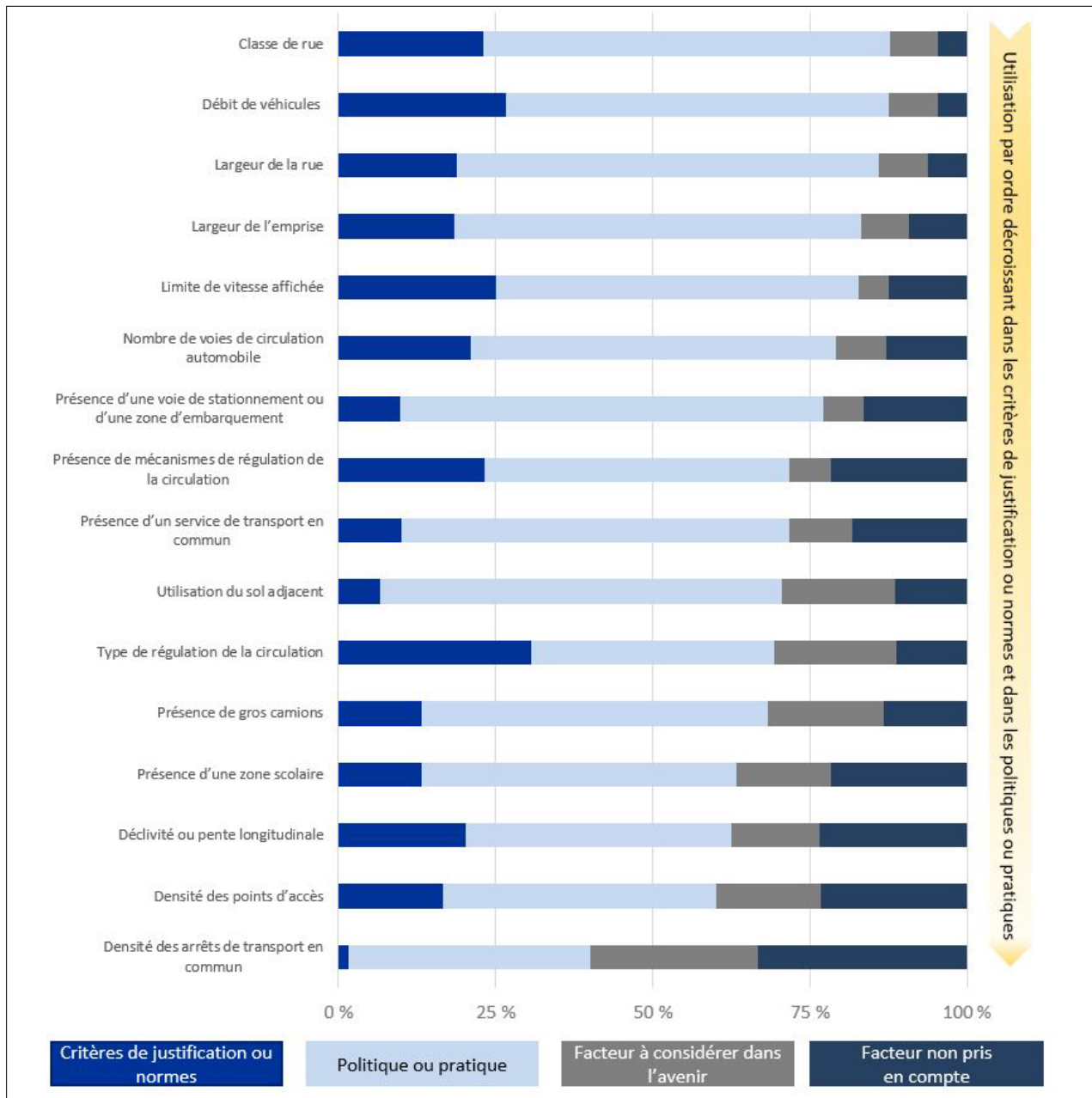
4.5.1 Caractéristiques des routes

La Figure 4-4 montre les variables d'entrée des routes dont il faut tenir compte dans la sélection des infrastructures cyclables. On peut observer ce qui suit dans le tableau :

- La classe de la rue est la variable d'entrée la plus couramment utilisée (88 %) dans les critères de justification/normes formels et dans les politiques/pratiques informelles combinées. Cela peut être dû au fait que les classes de rue sont souvent définies par une gamme de variables d'entrée comme le débit de véhicules, les voies de circulation automobile et les limites de vitesses affichées.
- La classe de rue, le débit de véhicules, la largeur de la rue, la largeur de l'emprise, la limite de vitesse affichée, le nombre de voies de circulation et la présence d'une voie de stationnement ou de zones d'embarquement ont été identifiées par plus de 75 % de tous les répondants comme étant utilisés actuellement pour la conception des infrastructures cyclables.
- La densité des arrêts de transport en commun est la variable qui a été identifiée par le plus petit nombre de juridictions (40 %) comme étant utilisée comme entrée, et 30 % ont indiqué qu'elles ne tenaient pas compte de cette variable.
- Le type de régulation de la circulation est la variable d'entrée la plus couramment utilisée (31 %) dans les critères de justification/normes formels. Toutefois, le type de régulation de la

circulation arrive au 11^e rang parmi les variables lorsque des politiques/pratiques sont prises en compte ici par seulement 70 % des répondants.

Figure 4-4 : Variables d'entrée servant au choix d'une infrastructure cyclable – caractéristiques des routes



4.5.2 Facteurs à considérer en matière de sécurité

La Figure 4-5 montre les variables d'entrée à considérer en matière de sécurité lors du choix d'une infrastructure cyclable. Lorsqu'on les compare aux caractéristiques des routes, ces facteurs ne sont pas aussi couramment utilisés comme variables d'entrée pour choisir un type d'infrastructure cyclable. Les principales observations présentées dans cette figure sont les suivantes :

- Les conflits ou les collisions éventuels entre vélos et véhicules sont pris en compte dans les critères de justification/normes ou dans les politiques/pratiques par 56 % des répondants.
- La conformité escomptée de la part des automobilistes est prise en compte dans les critères de justification/normes ou dans les politiques/pratiques par 52 % des répondants.
- Les collisions ou les conflits éventuels entre cyclistes et piétons sont pris en compte dans les critères de justification/normes ou dans les politiques/pratiques par 48 % des répondants.
- La proportion des répondants qui ne tiennent compte d'aucun de ces quatre facteurs de sécurité lors du choix de l'infrastructure cyclable est de moins de 25 %.

4.5.3 Caractéristiques du réseau cyclable

La Figure 4-6 présente les variables d'entrée concernant le réseau cyclable lors du choix d'une infrastructure cyclable. Les principales observations présentées dans cette figure sont les suivantes :

- La connectivité du parcours et le comblement des lacunes au sein de l'infrastructure cyclable sont chacune prise en compte par plus de 75 % de tous les répondants. Ces deux variables d'entrée portent essentiellement sur l'aménagement d'un réseau cyclable.
- Plus de la moitié des répondants utilisent les débits de vélos et de piétons comme variable d'entrée pour choisir une infrastructure cyclable à aménager.
- Presque la moitié des répondants n'utilisent pas le climat ou les retards causés aux cyclistes comme variable d'entrée. Cependant, les retards causés aux cyclistes sont considérés comme une donnée susceptible d'être utilisée dans le futur par près de 40 % des juridictions.

Figure 4-5 : Variables d'entrée servant au choix d'une infrastructure cyclable – facteurs à considérer en matière de sécurité

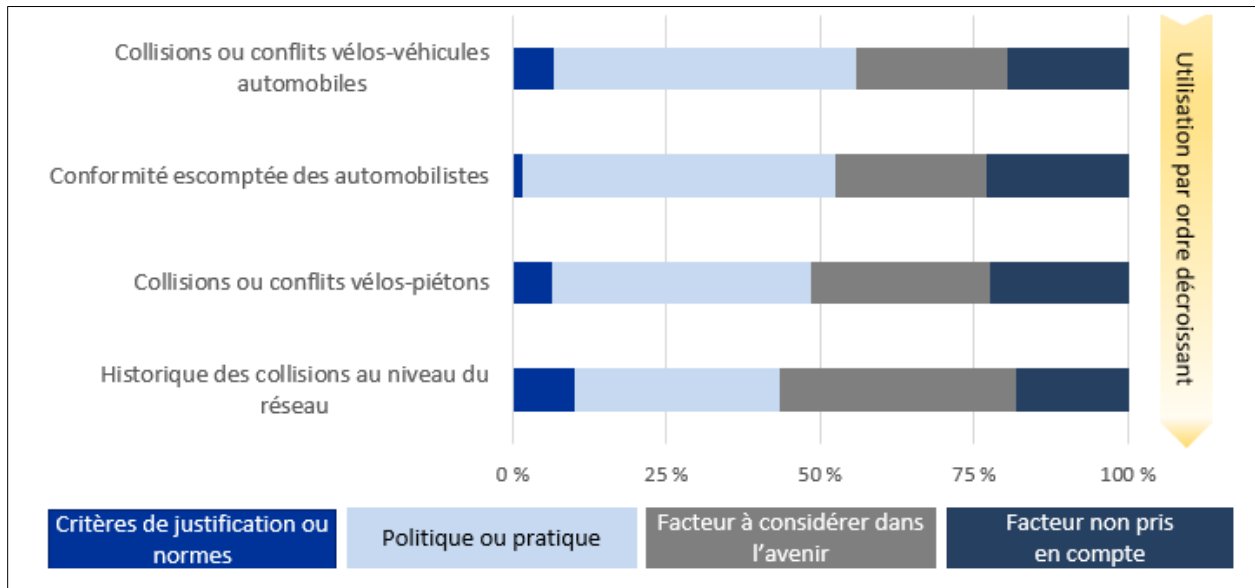
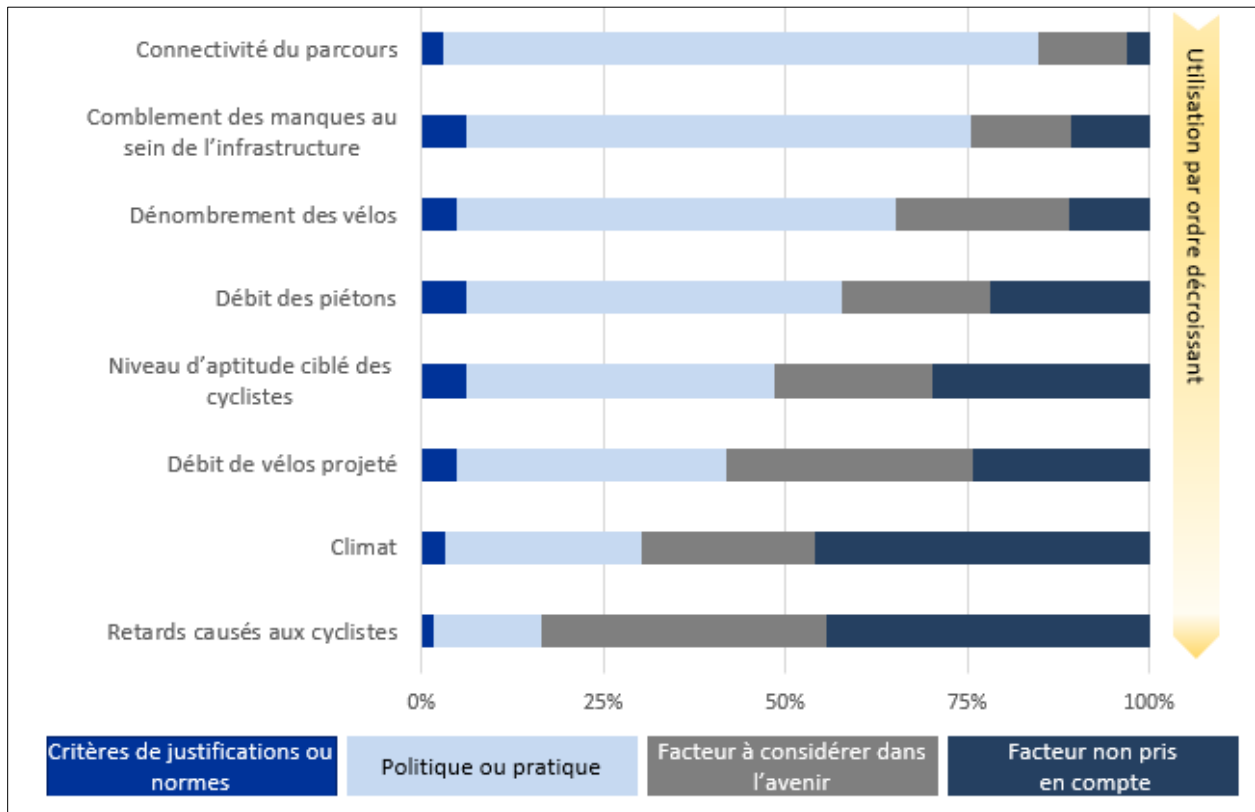


Figure 4-6 : Variables d'entrée servant au choix d'une infrastructure cyclable – caractéristiques du réseau cyclable



4.6 Sommaire des conclusions

La présente Section offre un sommaire des conclusions contenues dans les Sections précédentes.

4.6.1 Application des lignes directrices

Il existe trois recueils de lignes directrices qui sont utilisés couramment par les juridictions canadiennes pour le choix et la conception des infrastructures cyclables :

- Le *Guide canadien de conception géométrique des routes* (GCG) de l'ATC (2017), 4^e édition
- Le *Guide canadien de signalisation des voies cyclables* de l'ATC (2012), 2^e édition
- *L'Urban Bikeway Design Guide, 2nd edition* de la NACTO (2014)

4.6.2 Installations cyclables et aménagements aux carrefours

Les installations cyclables les plus couramment aménagées au Canada sont les sentiers polyvalents en site propre et les bandes cyclables peintes. Il s'agit de voies cyclables séparées selon le GCG de l'ATC, qui comportent un espace dédié aux cyclistes et aux piétons sur des sentiers polyvalents, séparé de la circulation automobile. Les accotements asphaltés praticables à vélo et les voies partagées de rues principales ont été identifiés comme les troisièmes et quatrièmes installations les plus courantes par toutes les juridictions qui ont répondu à l'enquête. Il s'agit d'installations non séparées selon le GCG de l'ATC, qui exigent des cyclistes qu'ils partagent la route avec la circulation automobile. Les accotements asphaltés praticables à vélo sont particulièrement populaires dans les juridictions des provinces et des territoires. Les bandes cyclables protégées et les bandes cyclables avec zone tampon sont utilisées couramment par les grandes municipalités, mais moins fréquemment par les petites municipalités et par les provinces et les territoires.

Quant aux aménagements des carrefours, les barrières, les clôtures et les bollards sont les aménagements les plus couramment utilisés par tous les répondants. Les passages pour cyclistes se classent au deuxième rang des aménagements les plus couramment utilisés par les grandes municipalités qui ont répondu. D'autres aménagements aux carrefours courants dans les grandes municipalités sont les sas vélos, les marquages de passage aux carrefours et les approches d'un carrefour incurvées vers l'intérieur. Les marquages de passage aux carrefours et les approches d'un carrefour incurvées vers l'intérieur sont les aménagements aux carrefours les plus couramment utilisés par les petites municipalités et par les provinces et territoires.

4.6.3 Évaluation de la sécurité des infrastructures cyclables

La source de données sur les débits de circulation cycliste la plus courante est le recours à des dénombrements ponctuels des vélos au besoin ou à la demande. En général, cette méthode de collecte de données sur l'exposition des cyclistes est peu prévisible et ne fournit pas de bonnes données sur la variation temporelle que fournirait un programme de surveillance régulier propre aux vélos par exemple. Certaines grandes municipalités ont mis en œuvre un programme de surveillance régulier qui inclut les vélos. Toutefois, ce n'est pas le cas des petites municipalités ou des provinces et des territoires où la collecte régulière de données sur les vélos est rare.

Les compteurs manuels sont identifiés par tous les répondants comme le choix le plus courant pour mesurer l'exposition des cyclistes. Ils sont très précis et offrent la possibilité de recueillir des données

démographiques. Cependant, ils ne peuvent être utilisés que sur de courtes périodes et peuvent ne pas fournir de données sur l'exposition qui représentent les conditions moyennes de la période requise.

L'absence de bonnes données sur la sécurité des cyclistes a été identifiée par tous les participants comme un obstacle à l'évaluation de la performance de sécurité. Les juridictions doivent pouvoir compter sur de bonnes sources de données sur la sécurité des cyclistes pour planifier et pour concevoir des infrastructures cyclables sécuritaires. Les données sur les collisions avec des cyclistes, tirées de dossiers de police, ont été identifiées par toutes les juridictions comme la source de données sur la sécurité des cyclistes la plus courante. D'autres sources courantes incluent les commentaires du public et les observations manuelles.

Quant à la gravité des blessures, les blessures légères (cyclistes non hospitalisés) sont considérées comme le niveau de gravité des collisions auquel l'ensemble des répondants ont le moins accès, en raison sans doute du fait que les dossiers de police (soit la source la plus courante de données sur la sécurité des cyclistes) sont généralement établis si des blessures graves ou des dommages matériels importants résultent d'une collision. Une autre source de données sur les blessures légères a été identifiée par les trois répondants. Il s'agit de l'outil bikeMaps.org qui recueille, auprès du public, des données sur les collisions impliquant des cyclistes et sur les quasi-collisions (*crowd sourced*).

4.6.4 Choix d'une infrastructure cyclable

En général, les provinces et les territoires semblent se concentrer sur le développement de critères de justification pour déterminer si une infrastructure est requise, alors que les grandes et les petites municipalités recherchent l'application appropriée de diverses infrastructures cyclables.

La classe de rue est la variable d'entrée la plus couramment utilisée dans les critères de justification formels et dans les politiques informelles. Cela est peut-être dû au fait que les classes de rues sont souvent définies par une gamme de variables d'entrée comme le débit de véhicules, les voies de circulation automobile et les limites de vitesse affichées. Par conséquent, la classification des rues tient compte naturellement de ces autres variables d'entrée.

Comparativement aux caractéristiques de la route, les variables d'entrée des facteurs à considérer en matière de sécurité ne sont pas des variables d'entrée couramment utilisées par les répondants dans le choix d'une infrastructure cyclable.

Les caractéristiques des installations cyclables qui portent surtout sur le parachèvement des réseaux cyclables sont les variables d'entrée les plus couramment utilisées par la plupart des répondants. La connectivité des parcours et le comblement des manques dans l'infrastructure cyclable ont été identifiés comme les variables les plus courantes. En revanche, le climat ou les retards causés aux cyclistes ne sont pas des variables d'entrée couramment utilisées dans le choix d'une infrastructure cyclable.

5. Études de cas portant sur la sécurité des infrastructures cyclables

Le présent chapitre présente un sommaire des conclusions tirées de 13 études de cas réalisées dans le cadre du projet dans le but d'évaluer et de quantifier la performance de sécurité d'installations cyclables choisies au Canada et à l'étranger. Il identifie également les leçons retenues dont il faut tenir compte dans l'élaboration d'un organigramme de sélection des installations. En outre, aux fins du présent projet, ces études de cas ont également été utilisées pour mettre en lumière les réussites ou autres expériences vécues lors de l'aménagement de différents types d'installations cyclables dans différents milieux. Une combinaison de recherches primaires et secondaires a servi pour réaliser ces études de cas. Quatre de ces études de cas reposent sur des études primaires et les neuf autres reposent sur des recherches secondaires. Figurent à l'Annexe D les détails de chacune d'elles.

Figurent au Tableau 5-1 les installations qui ont fait l'objet d'une étude de cas, les juridictions qui y ont participé, le type d'études appliqué à chaque étude de cas ainsi que les principales sources d'information utilisées pour chaque étude de cas.

5.1 Installations canadiennes

Dix études de cas portant sur des installations cyclables canadiennes ont été réalisées. Ces installations ont été choisies en fonction de l'information fournie dans le cadre de l'enquête menée auprès des juridictions, nous assurant ainsi d'une représentation géographique de tout le pays et de la prise en compte de diverses installations cyclables. Nous nous sommes efforcés de tenir compte de l'utilisation des sols en milieu urbain par rapport au milieu rural. Toutefois, après un examen plus approfondi, nous avons constaté qu'il n'existait pas d'évaluations ou de données actuelles pouvant être utilisées pour réaliser une étude de cas.

5.1.1 Piste cyclable en site propre (Waterloo)

Le Laurel Trail (promenade centrale) est une piste cyclable en site propre à double sens d'un kilomètre, située à Waterloo. Elle traverse Waterloo Park, entre Seagram Drive et Erb Street West. Cette infrastructure, qui fait partie intégrante du Trans Canada Trail, offre un lien cyclable entre l'Université de Waterloo en direction nord et la zone commerciale de Waterloo en direction sud. Elle a été améliorée en 2018 et est passée de sentier polyvalent en site propre à une piste cyclable en site propre.

L'évaluation a donné des résultats peu concluants en raison de l'absence d'information sur les collisions ou d'autres types de données qui auraient pu être utilisées comme substitut à la sécurité. Cependant, les données disponibles sur les débits de vélos ont révélé une hausse du nombre de vélos après les modifications apportées au sentier par rapport à avant celles-ci, ce qui peut sous-entendre que les gens trouvent les installations améliorées plus attrayantes qu'avant, indiquant ainsi un confort et/ou une sécurité perçue accrue.

D'après les conclusions de cette étude de cas, il est possible d'évaluer de manière exhaustive la performance de sécurité des pistes cyclables en site propre. Les enjeux importants qui valent la peine d'être explorés sont les suivants :

- Le rôle que jouent ces installations dans la sécurité du réseau routier dans son ensemble.
- La performance l'hiver, tant du point de vue opérationnel que du point de vue de la sécurité, en raison notamment des accumulations de neige. Ces installations enregistrent-elles les mêmes débits de vélos en hiver que pendant les autres mois de l'année?
- Comment ces installations sont-elles utilisées par les cyclistes? Le sont-elles à des fins récréatives, utilitaires ou une combinaison des deux?
- La performance de sécurité aux carrefours et la sécurité perçue par différents segments de la population.

Tableau 5-1 : Participants aux études de cas canadiennes et étrangères

Type d'installations	Juridiction	Type d'études	Sources principales d'information
Piste cyclable en site propre	Waterloo	Secondaires	<ul style="list-style-type: none"> • Rapport « Upgrades to Central Promenade » • Rapport « Functional Design of the Central Promenade in Waterloo Park, 2016 »
Sentier polyvalent en site propre	Winnipeg	Primaires	<ul style="list-style-type: none"> • Données sur les collisions, dénombrements des vélos, dénombrements des mouvements de virage, recherche informatique
Bande cyclable protégée à sens unique	Ottawa	Secondaires	<ul style="list-style-type: none"> • Rapport « Conception pour le projet pilote de piste cyclable en site propre de Laurier Avenue »
Bande cyclable protégée à double sens	Vancouver	Secondaires	<ul style="list-style-type: none"> • Rapport « Downtown Separated Bicycle Lanes Status Report » (été 2011) • Rapport « Downtown Separated Bicycle Lanes Status Report » (printemps 2012)
Bande cyclable avec zone tampon	Toronto	Secondaires	<ul style="list-style-type: none"> • Rapport « Bloor Street West Bike Lane Pilot Project Evaluation »
Bande cyclable peinte	London	Primaires	<ul style="list-style-type: none"> • Diagrammes des collisions • Dénombrements des mouvements de virage des véhicules et des camions • Dénombrements des vélos à l'aide de boucles d'induction • Résultats d'un examen des carrefours dotés d'un panneau Arrêt du réseau
Voie partagée d'une rue principale	Calgary	Primaires	<ul style="list-style-type: none"> • Dénombrements des mouvements de virage avant et après • Données sur les collisions impliquant des cyclistes • Données sur les comptes de vélos
Vélorue	Vancouver	Secondaires	<ul style="list-style-type: none"> • Rapport « Phase 1 of Point Grey-Cornwall Active Transportation Corridor » (2013) • Rapport « Phase 2 - Public Realm et Sidewalks Point Grey Road, Alma Street to Tatlow Park » (2016)

Type d'installations	Jurisdiction	Type d'études	Sources principales d'information
Bande cyclable suggérée	Ottawa	Secondaires	<ul style="list-style-type: none"> Article « Operational Evaluation of Advisory Bike Lane Treatment on Road User Behavior in Ottawa Canada »
Installations cyclables à contresens	Québec	Primaires	<ul style="list-style-type: none"> Données sur le comptage automatisé des vélos Dénombrements des mouvements de virage avant et après l'aménagement des installations
Accotement asphalté praticable à vélo	Floride	Secondaires	<ul style="list-style-type: none"> Rapport « An Evaluation of Red Shoulders as a Bicycle and Pedestrian Facility »
Bande cyclable avec zone tampon à double sens	Chicago	Secondaires	<ul style="list-style-type: none"> Rapport « Lessons from the Green Lanes: Evaluating Protected Bike Lanes in the U.S. »
Bande cyclable peinte	Copenhague	Secondaires	<ul style="list-style-type: none"> Article « Bicycle Tracks and Lanes: a Before-After Study » Rapport « Effekter af cykelstier og cykelbaner »

5.1.2 Sentier polyvalent en site propre (Winnipeg)

Le Northeast Pioneers Greenway à Winnipeg est un sentier polyvalent en site propre qui a été aménagé en 2009 le long de la voie ferrée déclassée située sur un tronçon de 4,25 km, entre Talbot Avenue et Springfield Road. Le Greenway offre un lien partiel nord-sud entre le secteur nord-est de Winnipeg et le centre-ville.

Tout comme l'étude de cas précédente, l'évaluation a donné des résultats peu concluants en raison de divers problèmes, dont l'absence d'information sur « l'avant » du projet et certains facteurs confondants de « l'après » qui découlent de la construction d'un important lien qui a pu fortement touché le transport sur cette infrastructure.

L'un des principaux défis associés à cette analyse est l'absence de situation claire « avant », vu l'existence limitée d'options de déplacement évidentes comme solutions de rechange à ce sentier avant son aménagement. Par conséquent, l'évaluation de ce type d'installations doit suivre un processus de planification minutieux qui abordent de manière spécifique la situation « avant l'aménagement », étant donné que les sentiers en site propre peuvent être loin du réseau de transport. Cela signifie que l'on doit déterminer quel type de données seront recueillies et où afin d'établir le point de comparaison en regard duquel la situation « après l'aménagement » sera comparée.

Cette étude de cas constitue une occasion réelle d'évaluer de manière exhaustive la performance de sécurité des sentiers polyvalents en site propre. Les enjeux importants qui valent la peine d'être explorés sont les suivants :

- Le rôle que jouent ces installations dans la sécurité du réseau routier dans son ensemble.
- La performance l'hiver, tant du point de vue opérationnel que du point de vue de la sécurité, en raison notamment des accumulations de neige. Ces installations enregistrent-elles les mêmes débits de vélos l'hiver que pendant les autres mois de l'année?
- La performance de sécurité aux carrefours. Dans le présent cas, les cyclistes doivent descendre de vélo et traverser dans les passages pour piétons.
- La sécurité perçue par différents segments de la population.

- Comment mesurer l'impact réel de ces installations sur les rues adjacentes quant à la réduction des collisions, au confort et aux retards causés aux automobilistes?

5.1.3 Bande cyclable protégée à sens unique (Ottawa)

La bande cyclable protégée à sens unique, sur l'avenue Laurier Ouest à Ottawa, a été aménagée en 2011 le long de cette avenue, entre l'avenue Bronson et la rue Elgin. Cet aménagement s'inscrit dans un projet pilote d'une durée de deux ans, destiné à évaluer la performance des bandes cyclables protégées. L'avenue Laurier Ouest est une artère à deux voies et à double sens du centre-ville d'Ottawa, qui relie l'Université d'Ottawa à un quartier résidentiel situé à l'ouest.

Cette étude de cas indique que les bandes cyclables protégées à sens unique peuvent être aménagées avec succès dans les cas où une emprise est disponible et où les carrefours permettent un aménagement spécial pour les cyclistes. Les données sur les collisions indiquent une baisse du nombre total de collisions et une baisse significative du taux de collisions avec des cyclistes. L'aménagement de bandes cyclables protégées à sens unique a donné lieu à une hausse de la proportion de collisions avec des cyclistes survenant aux carrefours par rapport à celles survenant aux entrées privées ou à proximité de ces dernières, alors que les emportières ont diminué.

Du point de vue de la perception de la sécurité, l'aménagement de ces installations semble avoir accru le confort et la sécurité perçue tant chez les cyclistes que chez les piétons. Cependant, le défi demeure quant à la façon d'aborder le stationnement des véhicules dans les bandes cyclables protégées, aux piétons qui traversent les pistes cyclables sans regarder et au besoin d'une plus grande clarté et d'une application plus stricte à la fois pour les cyclistes et pour les conducteurs qui circulent dans le corridor. Les enjeux importants qui valent la peine d'être explorés sont les suivants :

- La performance l'hiver, tant du point de vue opérationnel que du point de vue de la sécurité, en raison notamment des accumulations de neige
- Les différents aménagements destinés à accroître la sécurité des piétons
- La perception qu'a le public de la sécurité et du confort

5.1.4 Bande cyclable protégée à double sens (Vancouver)

La bande cyclable protégée à double sens de Hornby Street est une infrastructure à double sens qui s'étend de Pacific Street à Dunsmuir Street à Vancouver. Cette infrastructure cyclable, aménagée en 2010, offre un lien entre les bandes cyclables protégées à sens unique du pont Burrard et les bandes cyclables protégées à double sens de Dunsmuir Street, dans le nord. Hornby Street est une artère secondaire à sens unique et à deux voies située au centre-ville de Vancouver.

Cette étude de cas indique que ces bandes cyclables protégées à double sens ont entraîné une hausse des débits de vélos, une réduction du nombre de cyclistes qui roulent sur le trottoir, des conséquences minimales sur la circulation automobile, des améliorations au niveau de la sécurité et une meilleure perception de la sécurité de la part du public quant à ces installations. Les enjeux importants qui valent la peine d'être explorés sont les suivants :

- L'analyse des conflits dans les différentes configurations de carrefours dans le but d'identifier des problèmes de sécurité éventuels et d'évaluer les aménagements pour cyclistes aux carrefours actuels.

- La performance de sécurité sur une plus longue période de temps après que les installations soient en place.
- Tout problème spécifique en lien avec l'interaction des installations cyclables avec les camions et les autobus.
- Les problèmes d'accessibilité pour les personnes en fauteuil roulant (par ex., les points d'embarquement et autres points d'accès).

5.1.5 Bande cyclable avec zone tampon à sens unique (Toronto)

La bande cyclable avec zone tampon de Bloor Street a été pilotée par la Ville de Toronto, le long d'un tronçon de 2,5 km sur Bloor Street, entre Shaw Street et Avenue Road. Le but de ce projet pilote était d'améliorer la sécurité, de réduire les risques pour tous les usagers de la route et de réduire les impacts pour les usagers en bordure de rue. Bloor Street est une artère principale du centre-ville de Toronto, qui offre un lien est-ouest aux automobilistes, aux cyclistes et aux piétons.

Cette étude de cas révèle que des installations cyclables avec zone tampon comme celle du projet pilote de Bloor Street peuvent enregistrer une demande plus forte quant aux débits de vélos et offrir des avantages éventuels quant à la sécurité des cyclistes. En outre, l'aménagement de ces installations a également donné lieu à une baisse du débit de véhicules et à une hausse observée des temps de déplacement pour la circulation automobile. Ces installations ont de plus entraîné une diminution des conflits entre les véhicules automobiles et les cyclistes, entre les véhicules automobiles et les piétons, et entre les véhicules automobiles et d'autres véhicules automobiles. Cependant, on observe une hausse des conflits piétons-cyclistes due principalement aux piétons qui traversent illégalement.

Quant à perception du public, l'aménagement d'installations cyclables avec zone tampon a entraîné un sentiment de sécurité et un confort considérablement accrus tant pour les conducteurs que pour les cyclistes. Les enjeux importants qui valent la peine d'être explorés lors de projets futurs semblables sont les suivants :

- L'impact sur les piétons quant aux conflits et/ou aux collisions.
- La performance l'hiver, tant du point de vue opérationnel que du point de vue de la sécurité, en raison notamment des accumulations de neige.
- Tout problème spécifique en lien avec l'interaction entre les installations cyclables et les camions et les autobus.
- La sécurité perçue par d'autres segments de la population, tels que les jeunes.
- Les problèmes d'accessibilité pour les gens en fauteuil roulant (par ex., les zones d'embarquement et autres points d'accès).
- Une exploration plus pointue de la performance de ces installations aux carrefours.

5.1.6 Bande cyclable peinte (London)

Les bandes cyclables peintes de Ridout Street ont été installées en 2008 par la Ville de London, en Ontario, le long d'un tronçon de deux kilomètres de Ridout Street South, entre Craig Street et Commissioners Road East. Ridout Street South est la principale route collectrice nord-sud d'un quartier résidentiel.

L'évaluation a donné des résultats peu concluants en raison de l'absence de données pour la période précédant l'installation de ces bandes. Comme de nouvelles bandes cyclables peintes sont prévues, il serait bénéfique de recueillir des données avant et après leur installation afin de mieux comprendre la performance de sécurité de ces installations. Les enjeux importants qui valent la peine d'être explorés sont les suivants :

- La performance de sécurité aux carrefours.
- La performance de sécurité le long des tronçons.
- La performance l'hiver, tant du point de vue opérationnel que du point de vue de la sécurité, en raison notamment des accumulations de neige.
- La sécurité perçue par divers segments de la population.
- Tout problème spécifique en lien avec l'interaction entre les installations cyclables et les camions et les autobus.

5.1.7 Bande cyclable à contresens (Québec)

La bande cyclable à contresens de la rue du Pont est un aménagement de 280 m installé en 2016 sur la rue du Pont à Québec, à partir de la rue du Prince-Édouard jusqu'à la rue Saint-Joseph Est. La rue du Pont est une route collectrice secondaire qui traverse une zone commerciale et un secteur résidentiel.

L'évaluation a donné des résultats peu concluants vu la quantité limitée de données disponibles pour cet aménagement et l'absence de toute étude sur sa performance. Les enjeux importants qui valent la peine d'être explorés lors d'une évaluation future sont les suivants :

- L'impact de la bande à contresens sur les piétons quant aux conflits et/ou collisions
- La performance l'hiver, tant du point de vue opérationnel que du point de vue de la sécurité
- Tout problème spécifique en lien avec l'interaction entre les installations cyclables et les camions et les autobus
- La sécurité perçue par différents types de cyclistes

5.1.8 Voie partagée d'une rue principale (Calgary)

La voie partagée d'une rue principale de la 8th Avenue a été aménagée par la Ville de Calgary en 2011, le long d'un tronçon de 900 m entre 3rd Street SW et 11th Street SW. Les installations ont été remplacées en 2015 par une bande cyclable protégée en direction ouest et par une bande cyclable avec zone tampon en direction est. 8th Avenue SW est une artère principale à deux voies et à double sens du centre-ville de Calgary.

Cette étude de cas a donné des résultats peu concluants, mais semble indiquer une hausse générale de la sécurité dans tout le corridor et une baisse significative de la sécurité à certains carrefours. Ce résultat variable est courant dans les évaluations de la sécurité des cyclistes, dû en partie à la rareté et à la nature aléatoire des collisions impliquant des vélos. Les enjeux importants qui valent la peine d'être explorés à l'avenir sont les suivants :

- L'impact des voies partagées de rues principales sur le nombre total de collisions vu qu'il s'agit d'installations partagées par des cyclistes et par des véhicules.

- La performance de sécurité entre les voies partagées de rues principales et les bandes cyclables protégées qui ont été aménagées en 2015, soit trois ans après les voies partagées de rues principales.
- Des études vidéo automatisées des conflits qui fournissent de l'information sur les collisions potentielles sans avoir besoin que des collisions de produisent dans la réalité.

5.1.9 Vélorue (Vancouver)

La vélorue de Point Grey Road, entre Dunbar Street et MacDonald Street à Vancouver, a été aménagée en 2017, à la suite de la conversion de la route collectrice Point Grey Road en une rue locale en 2014. La vélorue fait partie intégrante du Seaside Greenway et relie les bandes cyclables protégées à double sens à l'est et à l'ouest et la vélorue de York Avenue dans l'est.

Cette étude de cas révèle que les vélorues peuvent être bonnes pour inciter les déplacements à vélo le long d'un aménagement comme celui créé le long de Point Grey Road. Bien que l'information publiée utilisée pour réaliser cette étude de cas n'a pas permis d'en apprendre beaucoup sur la performance de sécurité des installations, l'aménagement de ces installations a donné lieu à une hausse appréciable des débits de vélos pour les personnes de tous âges et de toutes les capacités ainsi qu'une diminution importante des débits de circulation automobile. Les données anecdotiques présentées dans l'étude laissent sous-entendre que la nouvelle route procure un sentiment de sécurité accru et qu'un nombre beaucoup plus grand de femmes et d'enfants y font du vélo. Cet aménagement se prête bien à une étude détaillée de la sécurité en raison des données solides sur l'exposition des cyclistes tirées d'un site de comptage des vélos en continu. Les enjeux importants qui valent la peine d'être explorés sont les suivants :

- La performance de sécurité avant-après des installations.
- La perception qu'ont les cyclistes du confort et de la sécurité lorsqu'ils empruntent ces installations; il serait avantageux d'extraire ces perceptions par genre, par âge et par aptitude à faire du vélo.
- La performance de sécurité aux carrefours.
- Les conséquences de la connectivité à d'autres éléments du réseau; cet aspect est particulièrement important pour les cyclistes navetteurs « intéressés mais inquiets ».

5.1.10 Bande cyclable suggérée (Ottawa)

Des bandes cyclables suggérées ont été aménagées en 2016 sur la rue Somerset Est, entre la rue Chapel et le chemin Range Road à Ottawa. Ces bandes sont des installations relativement nouvelles et sont une première dans la ville, voire au Canada. La rue Somerset Est est une route collectrice résidentielle à double sens dotée d'espaces de stationnement limités à certaines heures du côté nord de la rue. La route relié l'Université d'Ottawa et le centre-ville au pont de transport actif Adawe qui enjambe le Canal Rideau.

Cette étude de cas révèle que les bandes cyclables suggérées peuvent accroître la sécurité des cyclistes sur des routes dotées des mêmes caractéristiques que celles de la rue Somerset Est à Ottawa. Les principales conclusions indiquent que ces bandes incitent les cyclistes à circuler au milieu de la bande cyclable, qu'elles augmentent la distance entre les cyclistes et les véhicules qui circulent, peu importe la direction des déplacements et qu'elles réduisent les vitesses de la circulation automobile. Bien que cette

étude de cas présente quelques résultats positifs de l'aménagement de ces bandes cyclables suggérées, d'autres enjeux importants valent la peine d'être explorés :

- La performance de sécurité au fil du temps (soit les comportements des conducteurs et des cyclistes alors que la nouveauté de cette nouvelle infrastructure s'estompe).
- La performance l'hiver, tant du point de vue opérationnel que du point de vue de la sécurité.
- Tout problème spécifique en lien avec l'interaction entre les installations cyclables et les camions et les autobus.
- La sécurité perçue par différents types de cyclistes.
- La performance de sécurité aux carrefours.

5.2 Installations à l'étranger

5.2.1 Bande cyclable avec zone tampon à double sens (Chicago)

La bande cyclable avec zone tampon à double sens de Dearborn Street a été aménagée en 2013 au centre-ville de Chicago. Dearborn Street est une route à deux voies à sens unique qui mène vers le nord et qui relie les quartiers situés au nord de la rivière Chicago au centre-ville.

Cette étude de cas révèle que des bandes cyclables avec zone tampon à double sens peuvent accroître considérablement les débits de vélos et procurer aux cyclistes un sentiment de sécurité accru lorsqu'ils roulent à vélo. Cependant, les résidents du secteur perçoivent ce nouvel aménagement comme ayant des effets négatifs sur la sécurité des conducteurs et des piétons. L'étude indique également que les phases protégées des feux pour les cyclistes constituent un moyen efficace d'améliorer à la fois la sécurité réelle et la sécurité perçue aux carrefours dotés de feux de circulation sur les bandes cyclables avec zone tampon à double sens. Les enjeux importants qui valent la peine d'être explorés lors de projets futurs semblables sont les suivants :

- Tout problème spécifique en lien avec l'interaction entre les installations cyclables et les camions et les autobus.
- Le lien qui existe entre les collisions et les conflits afin de mieux comprendre comment cette méthode de classification des conflits fait état des collisions réelles.
- La capacité des technologies d'analyse vidéo automatisée des conflits à recueillir des données sur les conflits, qui soutiennent cette méthode d'analyse des conflits; ce type d'étude pourrait être utilisé pour peaufiner davantage la technologie et pour rendre l'analyse des conflits plus accessible aux juridictions.

5.2.2 Bande cyclable peinte (Copenhague)

Les bandes cyclables peintes de Copenhague s'inscrivent dans un vaste réseau cyclable de bandes peintes aménagées depuis les années 1980. Un total de 10 bandes cyclables font l'objet de cette analyse. Six des routes sur lesquelles ces bandes sont aménagées sont situées au centre-ville et les quatre autres en périphérie du centre-ville. Dans tous les cas, ces routes sont entourées de zones dont les utilisations du sol sont mixtes (par ex., commerciale, résidentielle, institutionnelle et récréative).

Cette étude de cas révèle que les bandes cyclables peintes ont des effets négatifs sur la sécurité au fil du temps, quant à la fréquence des collisions et aux blessures, à l'échelle du réseau de Copenhague. Ces résultats négatifs valent à la fois pour les tronçons et pour les carrefours. Vu les écarts entre cette étude et les connaissances actuelles en Amérique du Nord concernant la performance de sécurité des bandes cyclables, il importe de continuer à examiner plus à fond la question en recourant aux données avant et après portant sur divers emplacements. Copenhague est l'un des chefs de file mondiaux en matière de sécurité routière et d'aménagements pour les cyclistes compris dans son infrastructure urbaine. Les conclusions de cette évaluation soulèvent une question importante qui justifie un examen plus approfondi au Canada.

5.2.3 Accotement asphalté praticable à vélo (Lake County, Floride)

L'accotement asphalté praticable à vélo de Lake County est un aménagement long de 2 km situé le long d'un tronçon de Lakeshore Drive, entre Tavares et Mount Dora, en Floride. Ce projet pilote a pour but de déterminer l'impact qu'aurait un accotement peint sur la sécurité des cyclistes. Lakeshore Drive est longue d'environ 8 km et relie Tavares et Mount Dora, deux collectivités situées à environ 60 kilomètres au nord-ouest d'Orlando. La route relève à la fois de la juridiction de la ville et de celle du comté, mais l'entretien est assuré par le comté. Il s'agit d'installations rurales sur presque toute la longueur, sauf pour les portions qui traversent chaque ville.

Cette étude de cas révèle des résultats positifs quant à performance de cet aménagement cyclable, tant pour la sécurité que pour la sécurité perçue. Toutefois, malgré le succès observé, l'aménagement a été retiré et aucune infrastructure ne l'a remplacé.

En cherchant de l'information pour cette étude de cas, il est devenu évident qu'il existe un manque de connaissances énorme sur la performance de sécurité des accotements asphaltés praticables à vélo. Aucune évaluation n'existe en Europe depuis que l'Union européenne interdit la circulation des vélos sur les accotements. Selon la Convention de Vienne, « [Les cyclistes] sont dans l'obligation d'emprunter les bandes et les pistes cyclables. Par contre, ils sont interdits sur les autoroutes et les routes pour automobiles ». Pour régler ce problème, certains pays européens aménagent des « superautoroutes cyclables » qui sont des installations cyclables en site propre qui relient les centres urbains.

En raison de l'importance d'une prise de décision fondée sur des données probantes, combinée aux études identifiées dans ce projet qui portent sur l'effet de turbulence de l'air causé par les camions aux cyclistes qui roulent sur les accotements, il est essentiel que des recherches soient effectuées sur la performance de sécurité des accotements en tant qu'installations cyclables au Canada.

5.3 Sommaire des conclusions

Ces études de cas ont eu pour but de mieux comprendre la performance de sécurité de différents types d'installations cyclables selon les expériences de juridictions canadiennes et étrangères. Cette compréhension s'avère une partie importante de l'information dont il faut tenir compte dans le développement d'un organigramme et dans l'analyse de l'écart de ce projet.

Les performances de sécurité observée et perçue des installations cyclables qui ont fait l'objet des études de cas sont résumées au Tableau 5-2. Ce tableau indique également les données qui étaient disponibles avant et après l'aménagement des installations. Il est à noter que la qualité de l'information disponible n'est pas indiquée dans le tableau et qu'elle varie d'une étude de cas à l'autre. Par exemple,

le tableau indique que de nombreuses études de cas reposaient sur des données sur les débits de vélos avant et après l'aménagement. Cependant, très peu des études reposaient sur des données solides sur les débits de vélos qui comportaient plus d'un dénombrement de courte durée s'étalant sur quelques heures seulement.

Tableau 5-2 : Sommaire des résultats des études de cas sur la performance de sécurité des installations cyclables

Type d'installations	Type d'installations antérieur	Performance de sécurité	Sécurité / confort perçus	Données disponibles ¹				
				Collisions déclarées	Conflits	Enquête sur les perceptions	Débits de vélos	Débits de véhicules
Installations cyclables en site propre	Sentier polyvalent en site propre		● ²				B/A	
Sentier polyvalent en site propre	Aucun aménagement cyclable, artère principale			B/A			A	B/A
Bande cyclable protégée (<i>sens unique</i>)	Aucun aménagement cyclable, artère principale	●	●	B/A		A	B/A	B/A
Bande cyclable protégée (<i>double sens</i>)	Bande cyclable peinte (<i>sens unique</i>)	●	●	B/A		B/A	B/A	B/A
Bande cyclable protégée (<i>sens unique</i>)	Aucun aménagement cyclable, artère principale	●	●	B/A	B/A	B/A	B/A	B/A
Bande cyclable avec zone tampon (<i>double sens</i>)	Aucun aménagement cyclable, artère principale (<i>sens unique</i>)		●		A	A	B/A	
Bande cyclable avec zone tampon (<i>contresens, sens unique</i>)	Aucun aménagement cyclable, route collectrice		● ²				B/A	B/A
Bande cyclable peinte	Aucun aménagement cyclable, route collectrice			A			A	A
Accotement asphalté praticable à vélo	Aucun aménagement cyclable, route rurale à routes non séparées	●	●		A	A	A	B/A
Voie partagée d'une rue principale	Aucun aménagement cyclable, artère principale	■ ³		B/A			B/A	B/A
Vélorue	Aucun aménagement cyclable, route collectrice		● ²	B			B/A	B
Bandes cyclables suggérées	Aucun aménagement cyclable, route locale	●			B/A			

● résultats positifs concernant la sécurité
 ■ résultats négatifs concernant la sécurité
 1 : « B » (pour *before*) indique que des données étaient disponibles avant l'aménagement des installations et « A » (pour *after*) indique que des données étaient disponibles après l'aménagement. Cela indique la disponibilité de chaque type de données, mais n'indique pas si les données sont de qualité.
 2 : sécurité perçue et confort accrus selon la hausse du débit de vélos
 3 : baisse de la performance de sécurité selon les problèmes de sécurité identifiés aux carrefours.
Les champs laissés en blanc indiquent que les données ne sont pas disponibles ou suffisantes pour mesurer les résultats en matière de sécurité.

Après avoir réalisé les 13 études de cas, il appert que les connaissances portant sur la performance de sécurité des différents types d'installations cyclables sont limitées au Canada. Cela est dû en partie au peu d'évaluations formelles effectuées par les juridictions une fois les installations en place, ce qui constitue un défi dans les situations où l'étude de cas repose sur des recherches secondaires.

Une partie du processus de gestion de la sécurité consiste à évaluer la performance de sécurité des aménagements. Dans de nombreux cas, des installations cyclables sont aménagées parce qu'elles sont censées améliorer la sécurité des cyclistes. Cette croyance découle de la documentation disponible, quoique limitée, qui démontre que la sécurité ou des avantages opérationnels peuvent être atteints en séparant les cyclistes de la circulation automobile. Cependant, des infrastructures cyclables ne sont pas toujours aménagées dans le cadre d'une approche systématique visant à accroître la sécurité, mais plutôt dans le cadre d'une approche globale visant à prolonger les réseaux de transport actif. Une fois ces installations en place, leur performance de sécurité est rarement évaluée.

L'un des défis que posent bon nombre des études de cas tient au manque de données ou d'information disponibles pour évaluer correctement la performance de sécurité de ces installations. Nous avons rencontré les défis suivants concernant le travail effectué lors d' recherches secondaires :

- Peu d'évaluations formelles sont rendues publiques ou sont facilement accessibles.
- Certaines des évaluations disponibles étaient dépourvues d'information importante telle que les débits de circulation, l'opinion publique et des données sur les collisions.
- Certaines des évaluations dataient de plusieurs années.
- Certaines des évaluations n'étaient pas assez rigoureuses.
- À moins d'avoir été analysée précisément dans le cadre d'une étude, aucune information sur la performance de sécurité des installations aménagées sur des tronçons ou aux carrefours n'était disponible.

Dans les cas où les études de cas reposaient sur des études primaires, les difficultés suivantes ont été rencontrées :

- Il existe un grand manque pour tous les types de données sur l'après-aménagement des installations, y compris pour les installations plus anciennes.
- Dans certains cas, il n'y a aucune donnée sur l'avant et l'après de l'aménagement d'une infrastructure.
- Dans certains cas, les juridictions ont cessé de recueillir des données après l'aménagement, et les seules données disponibles sont limitées et anciennes.
- Aucune information formelle n'existe sur l'opinion publique concernant les installations cyclables.

6. Organigramme de sélection des installations

Le présent chapitre traite de l'élaboration et de l'application d'un organigramme visant à aider les spécialistes à fournir des motifs qui justifient le choix d'installations cyclables appropriées. L'élaboration de cet organigramme repose sur quatre principales sources d'information :

- Une analyse documentaire exhaustive
- Un sondage auprès des utilisateurs finaux
- Une enquête auprès des juridictions
- Les leçons tirées des études de cas

Lorsqu'on utilise cet organigramme, il importe de comprendre que : (1) celui-ci n'a pas pour but de servir de ligne directrice, mais plutôt d'un sondage servant à la sélection des installations, et (2) que des lacunes existent au niveau des connaissances quant à de nombreux facteurs traités aux présentes et à leur impact réel sur la sécurité et sur le confort des cyclistes. Par conséquent, outre la vitesse des véhicules pour laquelle de l'information sur la sécurité existe, tous les seuils fournis dans l'organigramme sont de nature qualitative (par ex., faible ou élevé) et aucun seuil quantitatif n'est identifié. Il importe que chaque juridiction qui choisit d'appliquer cet organigramme établisse ses propres valeurs limites pour les différents paramètres qui y sont identifiés de même que ses conclusions à des fins d'évaluations futures.

L'hypothèse principale pour l'élaboration de cet organigramme tient au fait qu'il existe un processus selon lequel le spécialiste a déjà défini les corridors où il est possible d'aménager des installations cyclables. Autrement dit, lorsque cet organigramme est consulté, des questions concernant la disponibilité d'une emprise, le tracé et d'autres attributs de l'infrastructure ont déjà été abordés et que la prochaine étape du processus est la sélection réelle du type d'installations cyclables le plus approprié dans les conditions données.

L'organigramme de sélection des installations est illustré à la Figure 6-1. À l'exception des sentiers en site propre, qui peuvent être aménagés sur des surfaces pavées ou granuleuses, les installations cyclables ne peuvent être aménagées que sur une surface pavée.

Chacun des éléments de l'organigramme est traité ci-après et son application y est décrite.

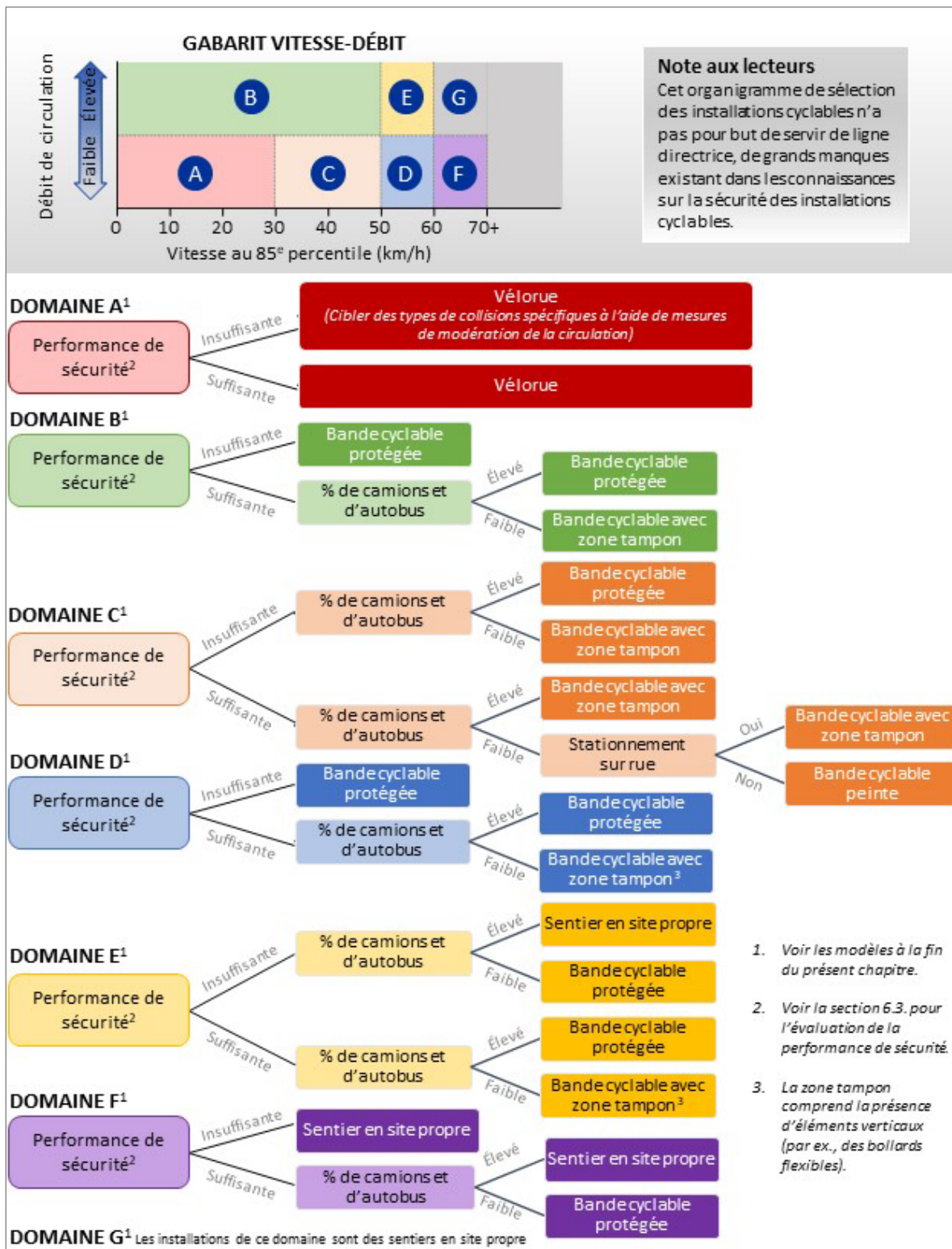
6.1 Gabarit vitesse-débit

La première étape de l'application de l'organigramme est de décider quel est le *domaine* qui décrit le mieux l'endroit où une infrastructure donnée sera installée en fonction des caractéristiques du tronçon.

Selon les diverses sources d'information utilisées dans cette étude, le débit de circulation et la vitesse maximale réalisable des véhicules ont été présentés comme étant les deux facteurs les plus importants en lien avec la sécurité et le confort des cyclistes. Tel que montré à la Figure 6-1, il existe un gabarit vitesse-débit qui inclut sept combinaisons différentes (*domaines*) de vitesse au 85^e percentile et de débit de circulation. Ces *domaines* reposent sur les études disponibles qui ont identifié des différences quant à la sécurité et au confort des cyclistes aux vitesses indiquées pour chaque *domaine*. À l'encontre de la

vitesse de base, la vitesse au 85^e percentile est utilisée parce qu'elle représente les vitesses maximales réalisables. Bien que l'axe horizontal indique clairement les valeurs de la vitesse au 85^e percentile, l'axe vertical est quant à lui de nature qualitative, et ce, en raison de l'absence de preuves probantes du point de vue de la sécurité quant aux seuils de débit de circulation qui entraîneraient une diminution de la sécurité et du confort pour les cyclistes. Aussi, il importe que chaque juridiction détermine la façon dont ces seuils qualitatifs se traduisent le mieux en indice quantitatif, en fonction de leurs caractéristiques et conditions propres, de même que ses conclusions à des fins d'évaluations futures. Le *Guide canadien de conception géométrique des routes* de l'ATC ainsi que la NACTO offrent de l'information sur les différents débits de circulation associés aux différents types d'installations. Cependant, il n'existe aucune preuve documentée qui pointe vers la performance de sécurité ou le confort comme déterminants de ces seuils.

Figure 6-1 : Organigramme de sélection des installations cyclables



6.2 Modèles de domaines

La seconde étape de l'application de cet organigramme consiste à consulter le modèle de domaine correspondant au domaine applicable et à suivre l'arborescence des Facteurs de sélection des installations cyclables pour choisir un type d'installations. La Figure 6-1 ne peut être utilisée seule, chacun des modèles de domaine figurant à la fin du présent chapitre contenant de l'information importante.

Les études révèlent qu'outre le débit de circulation et la vitesse maximale réalisable des véhicules, les facteurs suivants influent également sur la sécurité et sur le confort des cyclistes : les collisions, le pourcentage de camions et d'autobus, la présence de stationnement sur rue, la fréquence des points d'accès (par ex., les entrées) et les débits de vélos. L'organigramme tient compte de manière explicite des collisions de même que du pourcentage de camions et d'autobus, et ce, pour chacun des différents *domaines*, tel qu'illustré à la Figure 6-1. Les autres facteurs sont traités dans une série de modèles qui ont été développés pour chacun de ces *domaines* et qui sont présentés à la fin du présent chapitre. La fréquence des points d'accès est essentiellement un critère de conception qui suit le choix du type d'installations, la présence de stationnement et le débit de circulation cycliste qui sont compensés par la performance de sécurité, mais ils doivent de nouveau être pris en compte une fois le type d'installations choisi.

Chaque modèle de domaine présente de l'information sur les facteurs de sélection des installations cyclables, sur les aménagements aux carrefours compatibles et sur une liste de considérations qui peut aider les spécialistes à améliorer la sécurité des cyclistes lors de l'aménagement d'une infrastructure.

6.3 Performance de sécurité

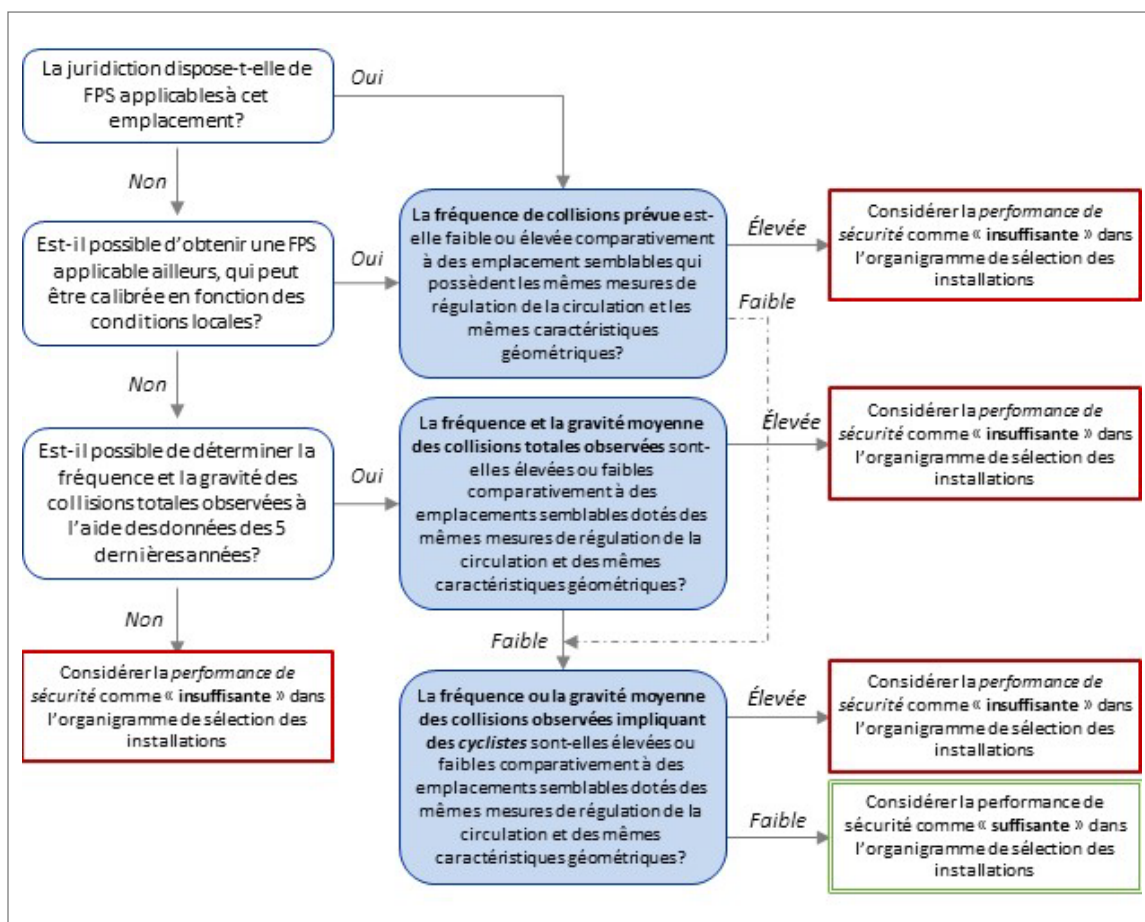
Tel qu'indiqué à la Figure 6-1, le premier paramètre des installations cyclables que les spécialistes doivent évaluer lorsqu'ils appliquent l'organigramme pour n'importe quel *domaine* est la performance de sécurité, à la fois le long des tronçons et aux carrefours. Aux fins de l'organigramme, la performance de sécurité est définie par la fréquence prévue des collisions ou par la fréquence et la gravité observées des collisions :

- La *fréquence des collisions prévue* est définie comme une fonction de l'exposition à la circulation et des caractéristiques de la route, à l'aide des fonctions de performance de sécurité (FPS). Certaines juridictions ont investi d'importantes ressources dans le développement des FPS pour différents emplacements comme une fonction de l'exposition et des caractéristiques de la route ou du carrefour (par ex., le nombre de voies ou le type de régulation de la circulation). Bien qu'il soit peu probable que des FPS existent pour prédire la fréquence des collisions impliquant des cyclistes seulement, les FPS peuvent prédire la fréquence des collisions pour tous les types de circulation.
- La *fréquence et la gravité des collisions observées* est définie comme le nombre de collisions enregistré par type et par gravité pour une durée déterminée, sur un tronçon de route ou à carrefour donnés. Lors de l'analyse de la fréquence totale de collisions observées (véhicules et autres), il est de pratique courante d'utiliser les données sur les collisions des trois à cinq dernières années durant lesquelles de l'information a été recueillie. Toutefois, si des collisions

impliquant des vélos sont analysées séparément, les spécialistes doivent examiner les données sur 10 ans.

Cette étude a révélé qu'il existe d'importantes limites concernant le type de données que recueillent et conservent les juridictions. Aussi, lorsqu'ils abordent le paramètre de la performance de sécurité dans l'organigramme, les spécialistes doivent tenir compte de la directive à la Figure 6-2. En effet, comme le montre cette figure, le type d'information privilégiée pour aborder la question de la performance de sécurité dans l'organigramme est l'existence des FPS pour la situation qui s'applique. En l'absence de ces FPS, les spécialistes doivent se reporter aux FPS existantes pour un type d'installations semblable ailleurs et les calibrer en fonction des conditions locales, à condition que ces emplacements auxquels on les compare ont une conception et des caractéristiques de fonctionnement semblables. L'ensemble des connaissances sur la performance de sécurité prévue pour une combinaison donnée de débit de circulation automobile et de caractéristiques de la route s'est fortement développé au cours des dernières années et il constitue une excellente ressource dans les situations où aucune information locale n'est disponible. Si aucune FPS n'existe ailleurs, les spécialistes peuvent alors utiliser la fréquence des collisions observée. Les deux résultats de performance de sécurité identifiés à la Figure 6-2 sont « suffisants » ou « insuffisants » (soit la performance de sécurité moyenne pour des emplacements semblables ou la performance de sécurité qui doit être améliorée).

Figure 6-2 : Outil d'évaluation de la performance de sécurité



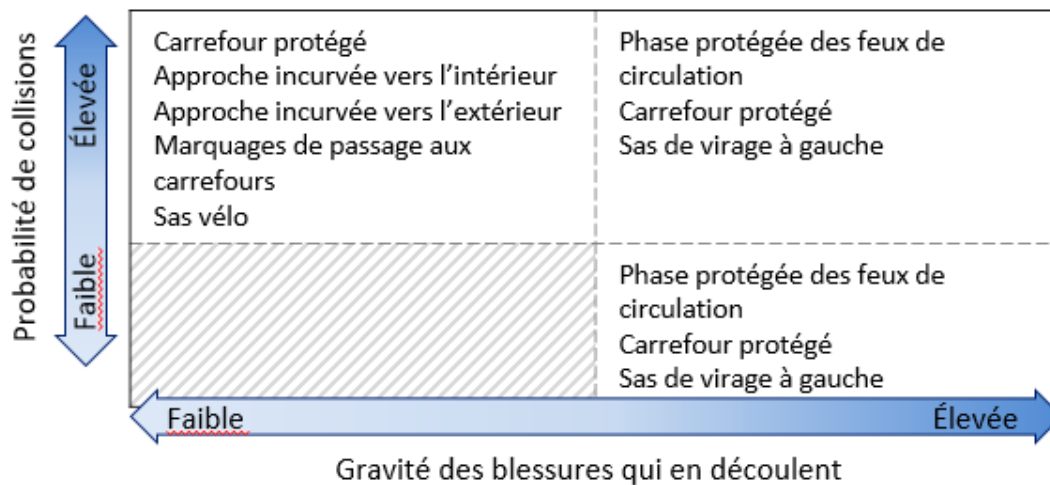
6.4 Sélection des aménagements aux carrefours

Les *modèles de domaine* aident également les spécialistes à identifier les aménagements aux carrefours compatibles avec les installations qui ont été choisies pour les tronçons adjacents, en tenant compte de l'exposition aux risques (soit la probabilité que des collisions surviennent et la gravité des blessures qui en découlent).

La sélection des aménagements aux carrefours repose sur le principe de l'exposition aux risques selon lequel les différents types d'aménagements aux carrefours, dont il est question dans le présent rapport, ont été évalués selon qu'ils conviennent le mieux au niveau de risque donné à un carrefour. Par exemple, il serait bénéfique qu'un carrefour qui affiche des probabilités élevées de collisions et une probabilité de blessures graves qui en découlent dispose de l'un des aménagements suivants : phase protégée aux feux de circulation, zone protégée au carrefour ou sas de virage à gauche.

Alors que l'organigramme aborde la sélection des aménagements aux carrefours comme une fonction de performance de sécurité, on doit tenir compte de facteurs opérationnels lors de l'installation d'un certain type d'aménagement, par exemple du nombre de cyclistes qui tournent à gauche, du nombre de véhicules qui tournent à gauche en sens opposé, le nombre de voies, le type d'installations cyclables le long du tronçon qui mène au carrefour (afin d'assurer la compatibilité entre l'aménagement du tronçon et celui du carrefour), les débits piétonniers et autres. La Figure 6-3 illustre les types d'aménagements privilégiés pour les divers niveaux d'exposition aux risques, selon les conclusions de l'analyse documentaire.

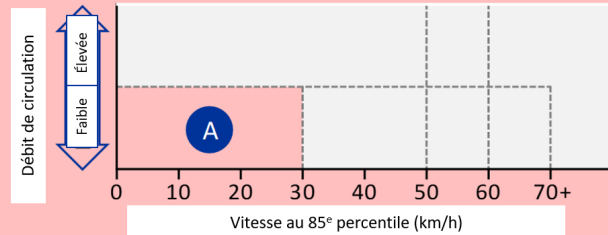
Figure 6-3 : Types d'aménagement aux carrefours selon l'exposition aux risques



Note : Les barrières sont un aménagement aux carrefours qui sert à d'autres fins que de traverser à un carrefour. Elles peuvent être utilisées pour réduire la vitesse des cyclistes qui approchent du carrefour sur les sentiers en site propre.

MODÈLE DE DOMAINE A

Vitesse et débit de circulation faibles



Ce domaine comprend généralement les rues résidentielles et les rues locales où la vitesse au 85^e percentile est d'au plus 30 km/h et où le débit de circulation automobile est faible.

FACTEURS DE SÉLECTION DES INSTALLATIONS CYCLABLES

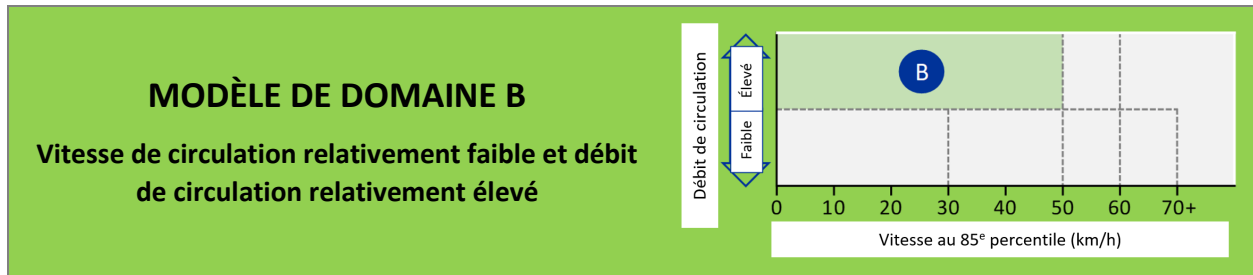


AMÉNAGEMENTS AUX CARREFOURS COMPATIBLES

Ce domaine ayant une faible exposition aux risques, il n'y a pas lieu d'aborder les aménagements aux carrefours dans le présent rapport. Les spécialistes peuvent choisir d'installer des aménagements visant à modérer la circulation, comme ceux décrits dans le *Guide canadien de modération de la circulation* de l'ATC (2018), afin de maintenir des débits et des vitesses de circulation faibles.

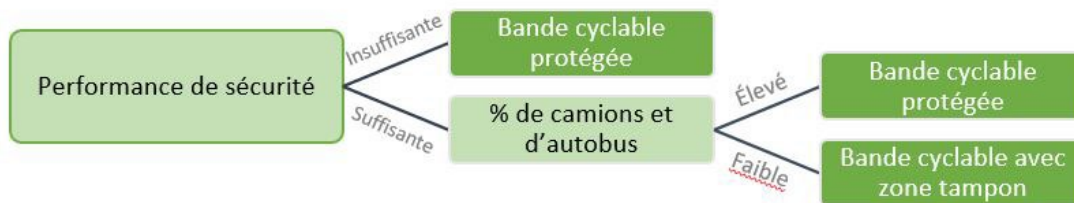
FACTEURS SPÉCIAUX À CONSIDÉRER

1. Évaluer la disponibilité de places de stationnement aux points d'accès.
2. Évaluer la fréquence d'accès et les lignes de visibilité disponibles.
3. Évaluer le besoin d'installer un panneau INTERDICTION DE TOURNER À DROITE AU FEU ROUGE aux carrefours dotés de feux de circulation.
4. Évaluer l'éclairage routier afin d'assurer une source d'éclairage continue et uniforme.



Ce domaine comprend généralement les routes collectrices, les rues du centre-ville et les rues situées dans des secteurs à plus forte densité et à utilisation des sols mixte, où la vitesse au 85^e percentile est inférieure ou égale à 50 km/h et où le débit de circulation automobile est élevé.

FACTEURS DE SÉLECTION DES INSTALLATIONS CYCLABLES



AMÉNAGEMENTS COMPATIBLES AUX CARREFOURS

Dans les endroits où *résultent des blessures légères* :

- Carrefour protégé
- Approches incurvées vers l'intérieur et vers l'extérieur (uniquement pour les bandes cyclables protégées ou avec zone tampon)
- Marquages de passage aux carrefours
- Sas vélo

Dans les endroits où *résultent des blessures graves* :

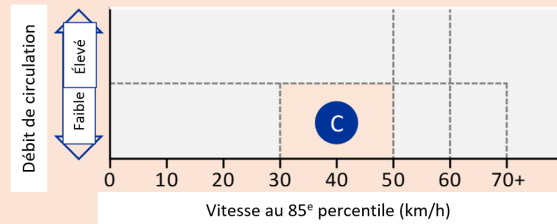
- Phase protégée aux feux de circulation
- Carrefour protégé
- Sas de virage à gauche

FACTEURS SPÉCIAUX À CONSIDÉRER

1. Évaluer les conflits potentiels si du stationnement sur rue est disponible.
2. Évaluer la fréquence des accès et les lignes de visibilité disponibles. Cela est particulièrement important si le stationnement se situe entre la voie de circulation et les installations cyclables.
3. Évaluer les débits de camions et d'autobus, notamment pour les dérives à faible vitesse (manœuvres de virage).
4. Évaluer l'exposition aux risques pour les cyclistes qui tournent à gauche sur des routes à voies multiples.
5. Évaluer les conflits entre les piétons et les cyclistes aux carrefours.
6. Assurer l'accès aux personnes handicapées au besoin.
7. Évaluer le besoin d'installer un panneau INTERDICTION DE TOURNER À DROITE AU FEU ROUGE aux carrefours dotés de feux de circulation.
8. Évaluer l'éclairage routier afin d'assurer une source d'éclairage continue et uniforme.
9. Dans les rues à double sens, des installations cyclables à sens unique situées des deux côtés de la rue sont plus sécuritaires qu'un seul aménagement à double sens situé d'un seul côté de la rue, particulièrement aux franchissements des carrefours.

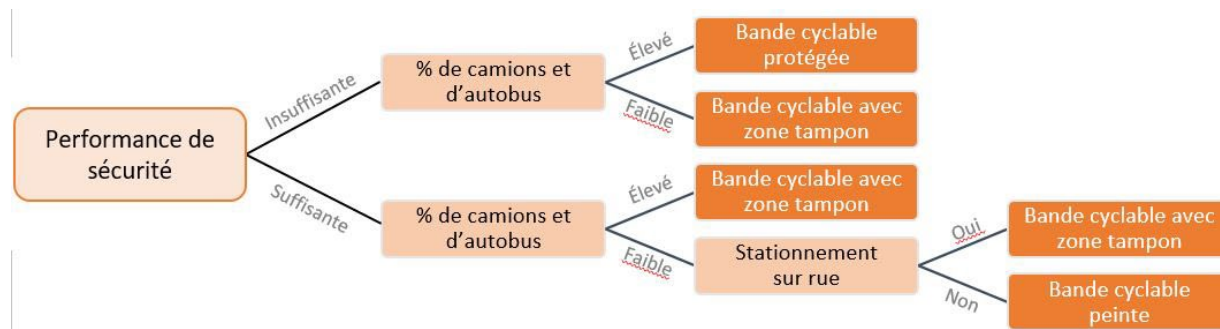
MODÈLE DE DOMAINE C

Vitesse de circulation faible et débit de circulation relativement faible



Ce domaine comprend généralement les rues locales et les routes collectrices où la vitesse au 85^e percentile est supérieure à 30 km/h, mais inférieure ou égale à 50 km/h et où le débit de véhicules est faible.

FACTEURS DE SÉLECTION DES INSTALLATIONS CYCLABLES



AMÉNAGEMENTS COMPATIBLES AUX CARREFOURS

Dans les endroits où *résultent des blessures légères* :

- Aucun besoin inhérent pour des aménagements aux carrefours décrits dans le présent rapport.

Dans les endroits où *résultent des blessures graves* :

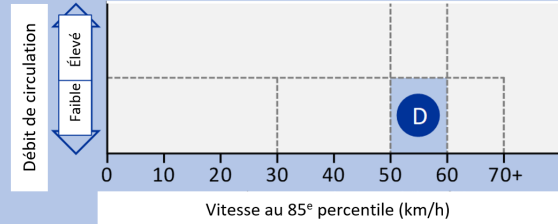
- Phase protégée aux feux de circulation.
- Carrefour protégé.
- Sas de virage à gauche.

FACTEURS SPÉCIAUX À CONSIDÉRER

1. Si le débit de vélos est élevé, envisager une bande cyclable protégée au lieu d'une bande cyclable avec zone tampon afin de canaliser physiquement les cyclistes.
2. Évaluer les conflits potentiels si du stationnement sur rue est disponible.
3. Évaluer la fréquence des accès et les lignes de visibilité disponibles. Cela est particulièrement important si le stationnement se situe entre la voie de circulation et les installations cyclables.
4. Évaluer les débits de camions et d'autobus, notamment pour les dérives à faible vitesse (manœuvres de virage).
5. Évaluer les conflits entre les piétons et les cyclistes aux carrefours.
6. Assurer l'accès aux personnes handicapées au besoin.
7. Évaluer le besoin d'installer un panneau INTERDICTION DE TOURNER À DROITE AU FEU ROUGE aux carrefours dotés de feux de circulation.
8. Évaluer l'éclairage routier afin d'assurer une source d'éclairage continue et uniforme.
9. Dans les rues à double sens, des installations cyclables à sens unique situées des deux côtés de la rue sont plus sécuritaires qu'un seul aménagement à double sens situé d'un seul côté de la rue, particulièrement aux franchissements des carrefours.

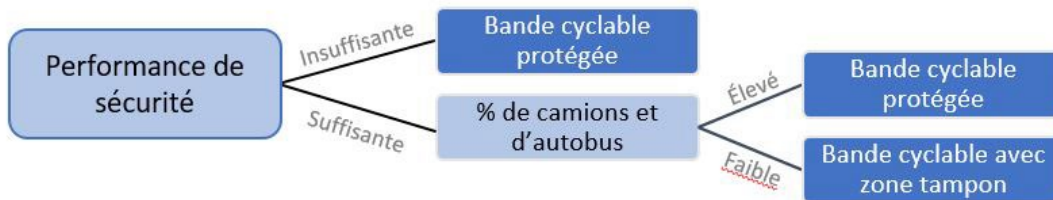
MODÈLE DE DOMAINE D

Vitesse de circulation relativement élevée et débit de circulation relativement faible



Ce domaine comprend généralement les rues artérielles secondaires où la vitesse au 85^e percentile est supérieure à 50 km/h, mais inférieure ou égale à 60 km/h et où le débit de véhicules est faible.

FACTEURS DE SÉLECTION DES INSTALLATIONS CYCLABLES



AMÉNAGEMENTS COMPATIBLES AUX CARREFOURS

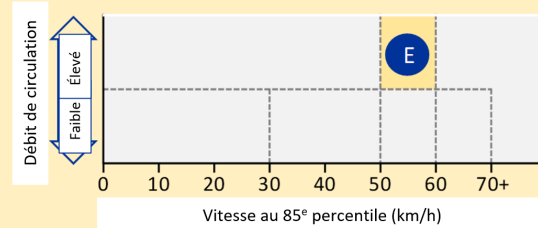
- Phase protégée aux feux de circulation
- Carrefour protégé
- Sas de virage à gauche

FACTEURS SPÉCIAUX À CONSIDÉRER

1. Évaluer les conflits potentiels si du stationnement sur rue est disponible.
2. Évaluer la fréquence des accès et les lignes de visibilité disponibles. Cela est particulièrement important si le stationnement se situe entre la voie de circulation et les installations cyclables.
3. Évaluer les débits de camions et d'autobus, notamment pour les dérives à faible vitesse (manœuvres de virage).
4. Évaluer les conflits entre les piétons et les cyclistes aux carrefours.
5. Assurer l'accès aux personnes handicapées au besoin.
6. Évaluer le besoin d'installer un panneau INTERDICTION DE TOURNER À DROITE AU FEU ROUGE aux carrefours dotés de feux de circulation.
7. Évaluer l'éclairage routier afin d'assurer une source d'éclairage continue et uniforme.
8. Dans les rues à double sens, des installations cyclables à sens unique situées des deux côtés de la rue sont plus sécuritaires qu'un seul aménagement à double sens situé d'un seul côté de la rue, particulièrement aux franchissements des carrefours.
9. Des éléments verticaux (comme des bollards flexibles) doivent être installés sur les bandes cyclables avec zone tampon, afin de les rendre plus visibles et de dissuader les conducteurs d'empiéter sur la bande.

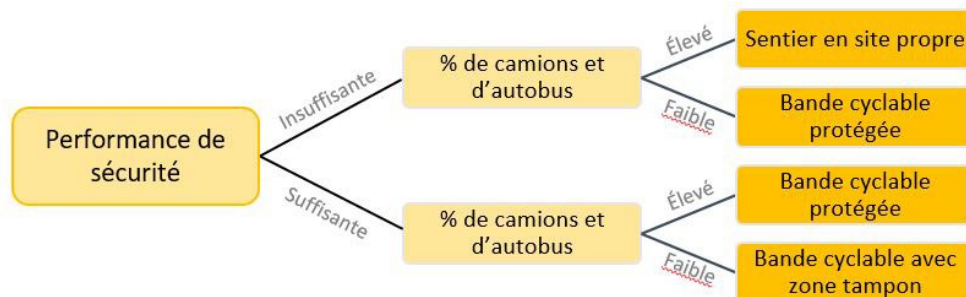
MODÈLE DE DOMAINE E

Vitesse de circulation relativement élevée et débit de circulation élevé



Ce domaine comprend généralement les rues artérielles principales où la vitesse au 85^e percentile est supérieure à 50 km/h, mais inférieure ou égale à 60 km/h et où le débit de véhicules est élevé.

FACTEURS DE SÉLECTION DES INSTALLATIONS CYCLABLES



AMÉNAGEMENTS COMPATIBLES AUX CARREFOURS

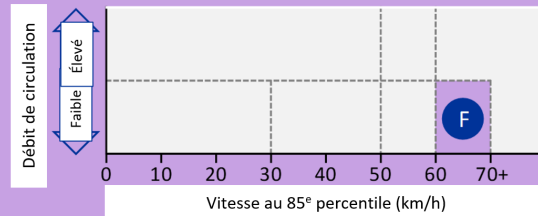
- Phase protégée aux feux de circulation
- Carrefour protégé
- Sas de virage à gauche

FACTEURS SPÉCIAUX À CONSIDÉRER

1. Si le débit de vélos est très élevé, envisager une bande cyclable protégée au lieu d'une bande cyclable avec zone tampon afin de canaliser physiquement les cyclistes.
2. Évaluer les conflits potentiels si du stationnement sur rue est disponible.
3. Évaluer la fréquence des accès et les lignes de visibilité disponibles. Cela est particulièrement important si le stationnement se situe entre la voie de circulation et les installations cyclables.
4. Évaluer les débits de camions et d'autobus, notamment pour les dérives à faible vitesse (manœuvres de virage).
5. Évaluer les conflits entre les piétons et les cyclistes aux carrefours.
6. Assurer l'accès aux personnes handicapées au besoin.
7. Évaluer le besoin d'installer un panneau INTERDICTION DE TOURNER À DROITE AU FEU ROUGE aux carrefours dotés de feux de circulation.
8. Évaluer l'éclairage routier afin d'assurer une source d'éclairage continue et uniforme.
9. Dans les rues à double sens, des installations cyclables à sens unique situées des deux côtés de la rue sont plus sécuritaires qu'un seul aménagement à double sens situé d'un seul côté de la rue, particulièrement aux franchissements des carrefours.
10. Des éléments verticaux (comme des bollards flexibles) doivent être installés sur les bandes cyclables avec zone tampon, afin de les rendre plus visibles et de dissuader les conducteurs d'empiéter sur la bande.

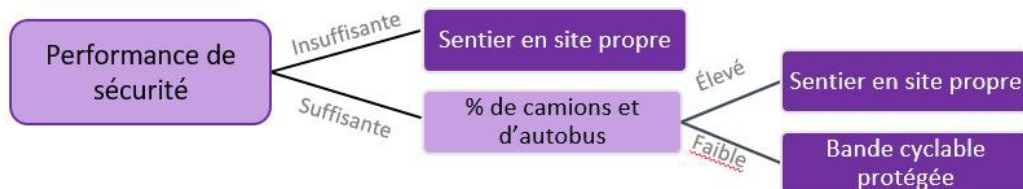
MODÈLE DE DOMAINE F

Vitesse de circulation élevée et débit de circulation faible



Ce domaine comprend généralement les artères principales et les routes express urbaines où la vitesse au 85^e percentile est supérieure à 60 km/h, mais inférieure ou égale à 70 km/h et où le débit de véhicules est faible.

FACTEURS DE SÉLECTION DES INSTALLATIONS CYCLABLES



AMÉNAGEMENTS COMPATIBLES AUX CARREFOURS

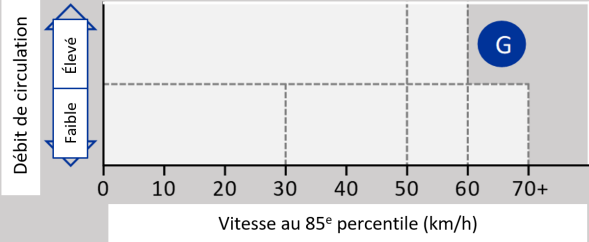
- Phase protégée aux feux de circulation
- Sas de virage à gauche

FACTEURS SPÉCIAUX À CONSIDÉRER

1. Évaluer les conflits potentiels si du stationnement sur rue est disponible.
2. Évaluer la fréquence des accès et les lignes de visibilité disponibles. Cela est particulièrement important si le stationnement se situe entre la voie de circulation et les installations cyclables.
3. Évaluer les dérives à faible vitesse (manœuvres de virage).
4. Évaluer les conflits entre les piétons et les cyclistes aux carrefours.
5. Assurer l'accès aux personnes handicapées au besoin.
6. Évaluer le besoin d'installer un panneau INTERDICTION DE TOURNER À DROITE AU FEU ROUGE aux carrefours dotés de feux de circulation.
7. Évaluer l'éclairage routier afin d'assurer une source d'éclairage continue et uniforme.
8. Dans les rues à double sens, des installations cyclables à sens unique situées des deux côtés de la rue sont plus sécuritaires qu'un seul aménagement à double sens situé d'un seul côté de la rue, particulièrement aux franchissements des carrefours.

MODÈLE DE DOMAINE G

Vitesse et débit de circulation élevés



Ce domaine comprend généralement des installations où la vitesse au 85^e percentile est supérieure à 60 km/h et où le débit de véhicules est élevé.

FACTEURS DE SÉLECTION DES INSTALLATIONS CYCLABLES

Le type d'installations qui relève de ce domaine doit être un sentier en site propre. Les débits piétonniers doivent être explicitement pris en compte afin de réduire ou d'éliminer les risques de conflits entre usagers.

AMÉNAGEMENTS COMPATIBLES AUX CARREFOURS

- Phase protégée aux feux de circulation
- Approches incurvées vers l'intérieur et vers l'extérieure (à la traversée de la route secondaire le cas échéant)

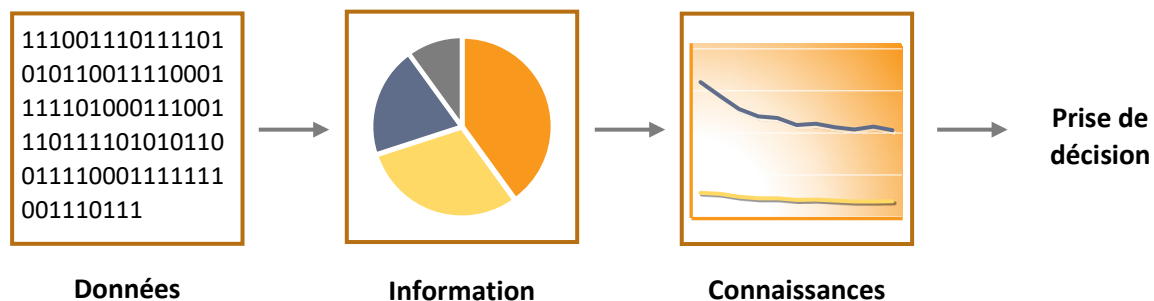
FACTEURS SPÉCIAUX À CONSIDÉRER

1. Évaluer l'éclairage routier afin d'assurer une source d'éclairage continue et uniforme.
2. S'assurer que les piétons et les cyclistes sont séparés les uns des autres afin d'éliminer les conflits.

7. Analyse des lacunes et discussion

Cette étude révèle une série de lacunes dans les données et dans les connaissances portant sur la performance de sécurité des infrastructures cyclables au Canada. La distinction entre les données et les connaissances importe, vu la place relative qu'elles occupent dans le processus de prise de décision, où les données sont importantes pour créer de l'information qui générera les connaissances nécessaires à la prise de décision. Les données seules ont peu de valeur sans la capacité de les analyser et de les convertir en compréhension. De la même façon, l'information peut être mal utilisée en l'absence d'une interprétation exacte et a peu de valeur si elle n'est pas utilisée pour produire de nouvelles connaissances qui mèneront à une compréhension d'un problème à des fins de prise de décision. Ce processus est illustré à la Figure 7-1.

Figure 7-1 : Processus de prise de décision – des données à la compréhension



Le présent chapitre traite des conclusions de cette étude sur les lacunes dans les données, l'information et les connaissances portant sur la sécurité des infrastructures cyclables. Il fournit également un aperçu des options susceptibles de combler ces lacunes.

7.1 Lacunes dans les données

L'étude révèle un manque de données à l'échelle du pays pour soutenir la prise de décision fondée sur des faits en matière d'aménagement d'infrastructures cyclables. L'une des conclusions importantes est qu'actuellement, les installations cyclables ne sont pas bien représentées dans les bases de données sur l'inventaire des routes, ce qui rend difficile l'étude des causes de collisions et la performance de sécurité des infrastructures cyclables. Cette situation pousse les chercheurs à recueillir des données sur leurs propres installations routières, qui varient considérablement entre les études et qui sont limitées dans le temps puisqu'il n'y a aucune collecte continue de données.

En outre, il existe des lacunes importantes dans les données portant sur les éléments suivants : les collisions et autres données de substitution sur la sécurité, les débits de cyclistes et de piétons (données sur l'exposition) et les débits de circulation par type de véhicule.

7.1.1 Données sur les collisions et autres données de substitution sur la sécurité

De nombreuses juridictions ont établi de solides bases de données sur les collisions qui contiennent des données de base comme la date/l'heure, l'endroit, le type de collision et la classification des blessures. Les données proviennent généralement des dossiers de police. Alors que ces rapports sur les collisions incluent souvent des détails sur la cause des collisions, une grande partie des données portent surtout sur les usagers motorisés et excluent les usagers non motorisés. Qui plus est, les données disponibles laissent suggérer que les collisions impliquant uniquement des cyclistes représentent la plupart des collisions impliquant des cyclistes. La sous-déclaration des collisions impliquant uniquement des cyclistes nuit à la compréhension de la façon dont les interactions entre les cyclistes de toutes capacités et les infrastructures influent sur la sécurité.

Dans certains cas, les chercheurs ont eu recours à des entretiens avec des cyclistes hospitalisés pour mieux comprendre la performance de sécurité des infrastructures cyclables, et ce, pour compenser le manque de données contenues dans les rapports de police. Dans d'autres cas, d'autres sources de données sur la gravité des blessures résultant de collisions ont été utilisées, telles que les dossiers d'hospitalisation. Certaines données de substitution, telles que la perception de la sécurité publique ou l'analyse vidéo des conflits, ont également été recueillies pour compléter l'information fondée sur des faits probants, tirée des données sur les collisions.

L'enquête auprès des juridictions révèle un manque important de données fiables sur les collisions impliquant des cyclistes, notamment dans les petites municipalités, ce qui constitue un obstacle pour évaluer la performance de sécurité des installations cyclables ou la sécurité routière des infrastructures. Les données sur les collisions impliquant des cyclistes tirées des rapports de police sont la source la plus couramment identifiée de ce type de données utilisé par les juridictions canadiennes, selon l'enquête (87 % des grandes municipalités, 47 % des petites municipalités, 55 % des provinces/territoires). L'enquête révèle également que les grandes municipalités semblent avoir un plus grand accès aux données sur les collisions que les petites municipalités et que les provinces, et ce, pour tous les types de collisions et pour tous les degrés de gravité des blessures.

7.1.2 Données sur les débits de vélos et de piétons

L'absence de données sur les débits de vélos est une limite importante de toutes les études portant sur la sécurité des infrastructures cyclables. Tel qu'identifié dans cette étude, les efforts actuels de collecte de données sur les débits de vélos tiennent à des dénombrements sur de courtes durées, effectués de manière aléatoire à des endroits où les débits de vélos sont élevés. Il en résulte que les données sont insuffisantes pour produire une estimation exacte du débit journalier moyen annuel des vélos (DJMAV) qui est requise par les méthodes statistiques pour évaluer la performance de sécurité de toute infrastructure cyclable. L'enquête auprès des juridictions a révélé que la plupart des municipalités ne disposent pas d'un programme régulier de dénombrement des vélos et qu'elles effectuent ces comptages uniquement au besoin ou à la demande. La plupart de ces dénombrements sont effectués manuellement et seules certaines grandes municipalités recourent à la détection vidéo, aux boucles inductives et aux capteurs infrarouge en plus des comptages manuels pour recueillir des données.

Quant aux données sur les débits piétonniers, qui s'avèrent importantes dans l'évaluation des infrastructures cyclables en raison des interactions cyclistes-piétons, l'étude a révélé que l'approche la plus couramment utilisée par les juridictions à l'échelle du pays consiste à recueillir des données sur les

piétons à la demande ou dans le cadre de projets spécifiques. Certaines grandes municipalités recueillent des données sur les débits piétonniers dans le cadre de leurs programmes de comptage des mouvements de virage des véhicules.

Des programmes de surveillance de la circulation cycliste et de la circulation automobile à l'échelle du réseau sont essentiels à l'obtention de données adéquates sur les débits de vélos et piétonniers, requises pour une analyse de la performance de sécurité de qualité. Toutefois, des directives pour développer ce type de programmes et pour traiter les données brutes viennent tout juste d'être émises en Amérique du Nord et n'ont pas fait l'objet d'une large diffusion au sein des juridictions canadiennes selon le *Guide des pratiques de surveillance de la circulation dans les provinces et les municipalités canadiennes* de l'ATC (ATC, 2017).

7.1.3 Circulation automobile par type de véhicule

L'assurance d'un système de transport efficace, efficient et sécuritaire qui permet le transport du fret et des passagers tout en répondant aux besoins des cyclistes peut s'avérer difficile. Cela est particulièrement vrai en milieu urbain où les camions et les autobus sont tenus de manœuvrer dans des flux de circulation plus denses, accroissant ainsi les risques de collisions avec d'autres usagers du système de transport, dont notamment les cyclistes.

Du point de vue de la sécurité des infrastructures cyclables, la question clé concernant la circulation automobile par type de véhicule est la taille des véhicules qui partagent la route avec les cyclistes (soit la proportion de camions et d'autobus qui circulent sur la route où des installations cyclables doivent être aménagées ou renouvelées). Cette question importe, le sondage auprès des utilisateurs finaux ayant indiqué que la présence de camions sur la route était l'un des principaux problèmes qui influent sur la perception de la sécurité. Qui plus est, la documentation indique également que la présence d'arrêts d'autobus augmente la fréquence des collisions impliquant des cyclistes et diminue la perception qu'ont les cyclistes de la sécurité.

Cette étude a révélé que bien qu'il existe suffisamment de données sur les opérations des transports en commun (nombre d'autobus et d'emplacements des arrêts d'autobus) en milieu urbain, les données sont limitées concernant la proportion de camions qui circulent sur les routes urbaines. Ces données sont recueillies sporadiquement, essentiellement pour des applications spéciales.

7.1.4 Organigramme de sélection des installations

Le Tableau 7-1 illustre les éléments de données requis pour l'application de l'organigramme de sélection des installations (Chapitre 6) et leur catégorisation actuelle quant au fait qu'ils sont recueillis automatiquement ou non par les organismes de transport. Comme le montre le tableau, il existe actuellement des lacunes quant aux données concernant : la vitesse maximale réalisable de la circulation automobile, les débits de camions en tant que proportion de la circulation totale, les données sur les collisions (pour les petites municipalités), les comptages de mouvements de virage, les débits de vélos, les débits piétonniers et la fréquence des points d'accès. La plupart de ces éléments de données sont recueillis de manière sporadique.

Tableau 7-1 : Éléments de données requis dans l'utilisation de l'organigramme de sélection des installations

Éléments de données	Catégorisation
Vitesses maximales réalisables (pour la vitesse au 85 ^e percentile)	<ul style="list-style-type: none"> Recueillies de façon sporadique (dans le cas de demandes spéciales)
Recensements de la circulation (pour le débit de circulation)	<ul style="list-style-type: none"> Recueillis automatiquement dans certaines zones urbaines, mais uniquement aux fins d'estimations du débit journalier moyen (DJM). Recueillis automatiquement par les gouvernements des provinces et des territoires Recueillis de façon sporadique par les petites municipalités
Dossiers sur les collisions par gravité des blessures (pour la détermination de la performance de sécurité)	<ul style="list-style-type: none"> Recueillis automatiquement par les grandes municipalités et par les gouvernements des provinces et des territoires Non facilement accessibles pour certaines petites municipalités
Dossiers sur les collisions impliquant des cyclistes par gravité des blessures (pour la détermination de la performance de sécurité)	<ul style="list-style-type: none"> Dossiers sur les collisions vélos-véhicules recueillis automatiquement par les grandes municipalités et par les gouvernements des provinces et des territoires dans le cadre de statistiques générales sur les collisions Non facilement accessibles pour certaines petites municipalités
Comptages de camions (pour le % de camions)	<ul style="list-style-type: none"> Recueillis de façon sporadique
Comptages d'autobus (pour le % d'autobus)	<ul style="list-style-type: none"> Recueillis de façon sporadique par la plupart des grandes municipalités
Présence d'un stationnement sur rue	<ul style="list-style-type: none"> Non recueillie, mais disponible pour la plupart des zones urbaines
Comptages des mouvements de virage (pour les débits de véhicules qui tournent par direction)	<ul style="list-style-type: none"> Recueillis de façon sporadique dans les zones urbaines
Comptages des piétons (pour connaître l'activité aux carrefours ou le long des tronçons)	<ul style="list-style-type: none"> Recueillis automatiquement aux carrefours dotés de feux de circulation dans les grandes zones urbaines Recueillis de façon sporadique aux carrefours dépourvus de feux de circulation et le long des tronçons dans les zones rurales et urbaines
Comptages des vélos (pour connaître les débits de vélos)	<ul style="list-style-type: none"> Recueillis de façon sporadique par les grandes municipalités (demandes spéciales) Non recueillis dans d'autres juridictions
Fréquence des points d'accès (entrées)	<ul style="list-style-type: none"> Non recueillis

Les juridictions qui souhaitent améliorer leur capacité à développer des infrastructures cyclables plus sécuritaires progresseraient considérablement en ce sens en identifiant les sources de données et les outils de collecte. Qui plus est, l'établissement d'une liste d'éléments de données prioritaires à recueillir, qui peut s'inscrire dans un plan d'action sur plusieurs années, peut guider la juridiction dans le processus de collecte de données. Il en est question à la Section 7.3.

7.2 Lacunes dans les connaissances

Les juridictions routières sont souvent confrontées au besoin de planifier, de concevoir et de d'aménager des infrastructures cyclables en fonction d'information et de connaissances limitées ou ne reposant pas sur des faits probants en matière de sécurité. Cette étude révèle que l'information et les connaissances actuelles sur la performance de sécurité des installations cyclables le long des routes et des aménagements pour cyclistes aux carrefours sont très limitées. Dans de nombreux cas, les infrastructures cyclables ont été aménagées en réponse à la demande croissante de répondre aux besoins des cyclistes au sein du réseau routier existant. Cependant, aucune évaluation subséquente de la performance de sécurité de l'infrastructure aménagée n'a suivi afin d'en apprendre plus en vue d'aménagements futurs. Par conséquent, on connaît peu de choses au Canada sur les éléments suivants :

- La performance de sécurité des différents types d'installations cyclables et des différents aménagements aux carrefours, y compris des évaluations de la sécurité des infrastructures cyclables avant et après.
- La performance en hiver, à la fois du point de vue opérationnel et du point de vue de la sécurité, notamment en raison des accumulations de neige et des surfaces glacées.
- Le degré et les caractéristiques de l'utilisation des différents types d'infrastructures cyclables – servent-elles à des fins récréatives, utilitaires ou à une combinaison des deux?
- L'impact d'une infrastructure cyclable sur les rues adjacentes quant à la réduction des collisions, le confort, les retards causés aux véhicules, la redistribution de la circulation automobile et autres.
- Les questions importantes concernant l'aménagement d'une infrastructure cyclable et son interaction avec les camions et les autobus.
- Les problèmes d'accessibilité pour les personnes en fauteuil roulant (par ex., les zones d'embarquement et autres points d'accès) en présence de différents types d'infrastructures cyclables.
- L'impact des différents types d'infrastructures cyclables sur les piétons quant aux conflits et/ou aux collisions.
- La perception qu'ont les cyclistes du confort et de la sécurité lorsqu'ils empruntent différents types d'installations – y a-t-il des différences selon le genre, l'âge et les aptitudes du cycliste?
- La performance de sécurité des différents types de séparation physique ou temporelle entre les cyclistes et les piétons et entre les cyclistes et les véhicules.
- Les seuils associés à une meilleure performance de sécurité pour les différents facteurs qui influent sur la sécurité des infrastructures cyclables (par ex., les débits de circulation automobile, les débits de vélos, les vitesses de déplacement des vélos, le pourcentage de camions et d'autobus, la fréquence des points d'accès).

Ces lacunes dans l'information et dans les connaissances sont traitées plus en profondeur dans les Sections qui suivent.

7.2.1 Évaluations de la sécurité

De nombreux organismes utilisent encore la méthode naïve « avant-après » pour évaluer la performance de sécurité d'un aménagement. Tel qu'indiqué dans le présent rapport, cette méthode n'est pas considérée comme une méthode rigoureuse pour estimer les effets d'un aménagement et donne souvent lieu à des effets gonflés de l'aménagement en question. Aussi, cette méthode naïve n'est plus recommandée pour estimer la performance de sécurité des installations et des aménagements. La méthode à privilégier pour évaluer la performance de sécurité des installations ou des aménagements est la méthode empirique de Bayes (EB) et la méthode entièrement bayésienne (FB) qui donnent les résultats les plus exacts et les plus fiables. Les méthodes EB et FB exigent des débits de circulation annuels et des données sur l'inventaire routier qui viennent compléter les données annuelles sur les collisions.

Les collisions étant des événements aléatoires qui fluctuent naturellement au fil du temps, les fréquences des collisions sur de courtes durées ne sont pas une représentation fiable des tendances à long terme des collisions à un endroit donné. Outre les fluctuations naturelles, il est statistiquement probable qu'une période où la fréquence des collisions est élevée soit suivie d'une période où la fréquence est faible et inversement. Cette tendance s'appelle une régression vers la moyenne et peut biaiser la recherche qui repose sur les fréquences des collisions à court terme. Pour cette raison, les méthodes autres que les méthodes EB et FB, utilisées habituellement dans le passé pour des évaluations avant-après, ne sont pas recommandées parce qu'elles ne tiennent pas compte du biais de régression vers la moyenne et des changements dans les débits de circulation qui surviennent au cours de la période à l'étude. Toutefois, en l'absence de données de qualité sur une période de temps suffisante avant l'installation d'un aménagement, on peut recourir à des études transversales comme autre source de connaissances provisoire. Les méthodes de régression transversale et de cas-témoins constituent deux méthodes transversales possibles qui sont abordées au Chapitre 2.

7.2.2 Impact de différents paramètres sur la sécurité

Cette étude révèle qu'il existe plusieurs facteurs qui touchent spécifiquement la performance de sécurité observée et la performance de sécurité perçue des installations cyclables, comme par exemple la vitesse des véhicules, le débit de circulation, le pourcentage des camions et des autobus, la présence de stationnements sur rue, la fréquence des points d'accès (par ex., les entrées) et les débits de cyclistes. Cette étude révèle également qu'il existe d'importantes lacunes dans les connaissances quant à l'ensemble de ces facteurs, sauf pour la vitesse des véhicules, notamment sur la façon dont ils influent sur la performance de sécurité des installations cyclables. Quant aux vitesses des véhicules, il existe des études disponibles qui relient la sécurité observée et la sécurité perçue des cyclistes à différentes vitesses affichées ou maximales réalisables de la circulation automobile. Au-delà de ces connaissances, il n'existe aucune documentation sur la sécurité observée ou perçue des cyclistes pour les différents seuils associés aux autres facteurs, ce qui donne lieu à d'importantes lacunes dans l'information et dans les connaissances nécessaires pour réaliser une analyse de la sécurité des cyclistes au Canada.

Dans le cas des débits de circulation automobile, bien que plusieurs guides offrent des estimations du débit de circulation journalier en vertu desquelles certains types d'installations cyclables sont réalisables, ces recommandations ne sont pas soutenues par aucun type d'études sur la sécurité. De plus, il n'y a aucune uniformité dans les directives fournies, certains guides recommandant certaines

installations cyclables pour des débits de circulation automobile associés à d'autres types d'installations recommandés dans d'autres guides.

Quant aux autres facteurs, aucune étude n'a été trouvée qui aborde de façon concluante les seuils auxquels la performance de sécurité des installations cyclables change. Par exemple, alors que le pourcentage des camions et/ou des autobus qui circulent dans une rue ou sur une route est un facteur qui a des répercussions sur la sécurité des cyclistes, nous ignorons quel est le pourcentage seuil entre une situation plus sécuritaire et une situation moins sécuritaire pour les cyclistes. Il en va de même pour la fréquence des points d'accès où on ignore quel est le nombre de points d'accès par kilomètre qui rendra des installations cyclables ou une situation plus sécuritaire ou moins sécuritaire pour les cyclistes.

Dans le cas des débits de vélos, les études montrent que les risques inhérents à la sécurité des cyclistes diminuent si les débits de vélos sont plus élevés. Cependant, il n'existe aucune documentation quant aux seuils des débits de vélos où une situation devient plus ou moins sécuritaire pour les cyclistes.

En raison de ces lacunes importantes dans l'information et dans les connaissances, il importe de recueillir des données et de développer de l'information afin de mieux comprendre l'impact d'au moins chacun des facteurs suivants sur la sécurité des cyclistes (observée et perçue) et leur lien avec différents types d'installations cyclables :

- Débit de circulation automobile
- Pourcentage de camions ou d'autobus
- Fréquence des points d'accès

Ces nouvelles connaissances et cette nouvelle information accroîtront la facilité d'utilisation de l'organigramme de sélection des installations et aidera davantage les spécialistes à choisir des installations cyclables appropriés dans un contexte donné de conditions routières.

7.2.3 Performance de sécurité des installations cyclables

Cette étude révèle qu'il existe des lacunes importantes dans l'information et dans les connaissances quant à la performance de sécurité des différents types d'infrastructures cyclables (à la fois le long des tronçons et aux carrefours). L'approche à privilégier pour aborder la question de la performance de sécurité est le recours aux fonctions de performance de sécurité (FPS). Cependant, bien que l'ensemble des connaissances portant sur la performance de sécurité prévue pour une combinaison donnée de débits de circulation automobile et de caractéristiques de la route se soit fortement développé au cours des dernières années en Amérique du Nord et qu'il constitue une ressource formidable dans les situations où aucune information locale n'est disponible, aucune information semblable n'existe sur les débits de circulation cycliste. Dans les faits, peu de juridictions canadiennes ont développé à ce jour des FPS pour leurs propres conditions de transport, encore moins des FPS qui sont propres aux cyclistes. Certaines juridictions ont développé des facteurs de modification des collisions (FMC) qui les ont aidées à évaluer la performance de sécurité de nouvelles installations cyclables. Nombre de ces FMC font désormais partie du catalogue de FPS hébergé par le CMF Clearinghouse de la FHWA. Les spécialistes peuvent consulter ce centre d'échange pour obtenir de l'information sur la performance de sécurité d'aménagements spécifiques associés aux infrastructures cyclables.

Pour remédier à ces lacunes dans les connaissances, les spécialistes peuvent utiliser provisoirement la fréquence des collisions observée jusqu'à ce que suffisamment de données ne soient recueillies pour développer des FPS propres aux juridictions pour les infrastructures cyclables. Le Tableau 7-2 illustre

différentes méthodes utilisées pour estimer les collisions de même que les avantages et les inconvénients qu'elles présentent.

7.3 Plan d'action pour assurer la sécurité des infrastructures cyclables

Tel que déclaré précédemment, il est possible pour les organismes de transport de combler les lacunes actuelles dans les données, l'information et les connaissances en lien avec l'aménagement d'infrastructures cyclables plus sécuritaires.

En établissant un plan d'action pluriannuel pour la collecte de données, qui identifie les sources de données et les outils de collecte et qui établit les priorités des éléments de données à recueillir, les organismes peuvent commencer à combler avec succès les lacunes actuelles en matière de données. Ces nouvelles données serviront à développer de l'information et les connaissances nécessaires qui étayent la prise de décision.

Un plan d'action pour assurer la sécurité constitue un outil efficace pour aborder les conclusions de cette étude quant aux besoins de connaissances reposant sur des faits probants et aux éléments de données requis pour le choix d'une infrastructure cyclable. Ce type de plan peut contribuer à améliorer la sécurité de l'ensemble des usagers de la route en fournissant aux décideurs des différentes juridictions une source de connaissances plus fiable, qui repose sur des faits probants.

Tableau 7-2 : Méthodes d'estimation des collisions

Méthodes d'estimation des collisions	Avantages	Restrictions
<p>La fréquence des collisions observée et le taux de collisions constituent respectivement des données historiques sur les collisions et de l'information; ils sont utilisés pour estimer la fréquence de collisions moyenne annuelle et pour évaluer l'efficacité d'un aménagement, et pour évaluer les risques pour chacun des usagers respectivement.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bien compris par les spécialistes par une grande partie du public. • On estime que des tendances historiques continueront d'apparaître dans l'avenir. • La plupart des juridictions tiennent à jour une base de données sur les tendances historiques des collisions. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ne tient pas compte du biais de la régression vers la moyenne. • Ne tient pas compte de la relation non linéaire entre la fréquence des collisions et les débits de circulation. • Les collisions impliquant des cyclistes sont peu fréquentes et peuvent exiger une longue période de conditions homogènes qui peuvent ne pas être disponibles ou faciles à obtenir vu la mise en œuvre assez récente d'installations cyclables au Canada.

Méthodes d'estimation des collisions	Avantages	Restrictions
<p>Des mesures de sécurité de substitution peuvent être utilisées comme mesure indirecte des collisions observées. Elles peuvent reposer sur les événements qui précèdent une collision (par ex., des études des conflits qui quantifient les quasi-collisions) ou sur un lien de causalité possible avec les collisions (par ex., l'âge et les aptitudes de la population cycliste).</p>	<ul style="list-style-type: none"> Des données peuvent être recueillies car nul besoin d'attendre que des collisions surviennent. Par conséquent, cette méthode est davantage proactive. Peuvent ne pas exiger une collecte de données sur une longue période et peuvent ainsi être utilisées pour des installations relativement nouvelles. 	<ul style="list-style-type: none"> La relation entre les collisions et les mesures de sécurité de substitution est souvent non prouvée et peut introduire une nouvelle source d'inexactitude.
<p>Les méthodes statistiques EB et FB ont été développées à l'aide d'une analyse de régression pour remédier au biais de la régression vers la moyenne et pour estimer de manière fiable la fréquence de collisions moyenne prévue pour les routes existantes, pour de futures modifications aux routes actuelles et pour de nouvelles conceptions routières.</p> <p>Le Highway Safety Manual (HSM) de l'AASHTO utilise le modèle prédictif qui repose sur les FPS pour estimer la fréquence de collisions moyenne du type d'installations de base et la méthode empirique de Bayes pour rajuster le modèle si des données sur les collisions observées sont disponibles.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Peuvent être utilisées pour estimer la fréquence de collisions moyenne prévue pour des conditions antérieures, pour de futures modifications aux routes existantes et pour de nouvelles conceptions routières. Tiennent compte du biais de la régression vers la moyenne. Elles ne dépendent pas de la disponibilité de données limitées sur les collisions provenant d'un site en particulier. Elles tiennent compte de la relation non linéaire entre la fréquence des collisions et les débits de circulation. 	<ul style="list-style-type: none"> Elles sont statistiquement plus complexes à développer que d'autres méthodes, mais des outils pour aider au développement et à la calibration des FPS ont été conçus et sont accessibles par toutes les juridictions.

Un plan d'action pour assurer la sécurité décrit chaque action, identifie les ressources humaines et financières requises, précise le moment où chaque action doit être mise en œuvre ainsi que la partie responsable de l'action. Les priorités requises pour combler les lacunes en matière de données et de connaissances guident l'ordre des mesures à prendre et identifient le cycle de mise à jour de ces mesures (par ex., annuellement ou tous les 2-3 ans).

7.3.1 Priorités en matière de collecte de données

L'identification des priorités en matière de collecte des données est une étape importante du développement d'un plan d'action pour assurer la sécurité, et les spécialistes doivent tenir compte des ressources disponibles dans l'identification de ces priorités. Une façon de déterminer les priorités en matière de collecte de données comporte les trois étapes suivantes :

Étape 1 – Développer de futures infrastructures cyclables : Identifier les routes et les carrefours où des infrastructures cyclables sont prévues au cours des années à venir. Il s'agit habituellement du plan de transport actif de la juridiction, du réseau cyclable, des stratégies en faveur du vélo ou d'un plan de sécurité routière de type Vision zéro. Chaque emplacement doit être identifié comme projet actuel, à court-terme, à moyen terme ou à long terme, conformément aux délais de l'organisme.

Étape 2 – Catégoriser les éléments de données disponibles : Pour chacun des éléments de données mentionnés ci-dessous, identifier la qualité de chacun d’eux au niveau du réseau de même que l’uniformité de la collecte. Par exemple, l’organisme dispose-t-il d’un programme pour recueillir automatiquement les vitesses au 85^e percentile à l’échelle du réseau? Si oui, dans quelle mesure les données sont-elles exactes? La même approche s’applique aux autres éléments de données.

- Vitesses maximales réalisables (pour la vitesse au 85^e percentile).
- Recensement de la circulation (dans le cas des débits de circulation automobile).
- Rapports de collision par gravité des blessures (pour la détermination de la performance de sécurité).
- Rapports de collisions impliquant des cyclistes par gravité des blessures (pour la détermination de la performance de sécurité).
- Comptage des camions (pour le % de camions).
- Comptage des autobus (pour le % des autobus).
- Présence de stationnement sur rue.
- Comptage des mouvements de virage (pour les débits des véhicules qui tournent par direction).
- Comptage des piétons (pour l’activité aux carrefours ou le long des tronçons).
- Comptage des vélos (pour les débits de vélos).
- Fréquence des points d’accès (entrées).

Étape 3 – Prioriser les éléments de données : Déterminer la priorité en matière de collecte de données selon les besoins de données nécessaires pour évaluer d’abord la performance des installations existantes. Ensuite, répéter pour les projets à court terme, à moyen terme et à long terme, conformément aux délais de l’organisme.

Étape 4 – Inclure les lacunes en matière de données dans le plan d’action pour assurer la sécurité : Les éléments de données énoncés à l’étape 2, qui sont jugés sous-optimaux, doivent être inclus dans le plan d’action pour le développement de programmes de collecte de données au sein de la juridiction, tels que priorisés à l’Étape 3. De nouvelles bases de données seront également utiles pour évaluer la performance de sécurité des infrastructures cyclables existantes.

7.3.2 Développement de nouvelles connaissances

Outre les mesures qui abordent spécifiquement les questions de données, le plan d’action pour assurer la sécurité doit également comprendre des mesures qui contribuent à combler les manques de connaissances au sein de la juridiction, par exemple celles identifiées à la Section 7.2. Bien que les spécialistes soient bien outillés pour effectuer les analyses nécessaires qui convertiront les données disponibles en information qui générera de nouvelles connaissances, il existe des possibilités d’atténuer le fardeau pour les ressources disponibles au sein des organismes, tout en favorisant la croissance professionnelle. Par exemple, nombre de ces possibilités tiennent au développement de partenariats avec des établissements d’enseignement pour remédier à chacun des manques de connaissances identifiés. Les manques de connaissances qui ont été identifiés sont tout indiqués pour des recherches au niveau des cycles supérieurs, vu notamment les enjeux associés à chacune des questions quant au risque et à l’incertitude. Bien que l’organisme soit le bon candidat pour assurer la mise en œuvre et la tenue d’un programme de collecte de données solide, il est possible de mobiliser les établissements

d'enseignement afin qu'ils développent de nouvelles informations et qu'ils diffusent les connaissances qui sont nécessaires aux investissements futurs dans les infrastructures cyclables.

Le développement de nouvelles connaissances sans diffusion n'est pas souhaitable, compte tenu notamment du manque important de connaissances qui existe au Canada sur le sujet. Il est essentiel que les organismes publics non seulement contribuent à créer, mais aussi à diffuser de l'information et des connaissances à la communauté des praticiens en vue d'une planification, d'une conception, d'opérations et d'un entretien améliorés des infrastructures cyclables. Pour ce faire, il faut développer des lignes directrices, des manuels, des rapports de recherche ou des documents de conférence, des webinaires et des initiatives éducatives.

Bibliographie

- AASHTO. (2010) Highway Safety Manual (1st Edition). American Association of State Highway and Transportation Officials.
- AASHTO. (2012) Guide for the Development of Bicycle Facilities (fourth edition). Washington DC: American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Abdul Rahimi, A.R., Kojima, A., Kubota, H. (2013) Experimental Research on Bicycle Safety Measures at Signalized Intersections. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies.
- Aguilar, E., Hamdar, S. (2018) Estimating the effects of environmental conditions, built environment and traffic behavioral factors on pedestrian and bicyclist safety in Washington, DC. TRB 2018 Annual Meeting.
- Austroroads (2017) Cycling Aspects of Austroroads Guides, third edition. Austroroads.
- Bai, L., Liu, P., Chan, C., Li, Z. (2017) Estimating level of service of mid-block bicycle lanes considering mixed traffic flow. Transportation Research Part A.
- Bhatia, D., Richmond, S., Loo, C.K., Rothman, L., Macarthur, C., Howard, A. (2016) Examining the impact of cycle lanes on cyclist-motor vehicle collisions in the City of Toronto. Journal of Transport and Health.
- Bíl, M., Bílová, M., Müller, I (2010) Critical Factors in Fatal Collisions of Adult Cyclists with Automobiles. Accident Analysis and Prevention.
- Buehler, R. & Dill, J. (2016) Bikeway Networks: A Review of Effects on Cycling. Transport Reviews, 9-27.
- Burbidge, S.K. (2015) Identifying Characteristics of High Risk Intersections for Pedestrians and Cyclists: A case study from Salt Lake County, Utah. TRB 2015 Annual Meeting.
- Casello, J., Fraser, A., Mereu, A., Fard, P. (2016) Enhancing Cycling Safety at Signalized Intersections: An Analysis of Observed Behavior. Transportation Research Board.
- Caviedes, A., Figliozzi, M. (2018) Exploring the Determinants of Vulnerable Road Users' Crash Severity in State Roads. TRB 2018 Annual Meeting.
- Chaney, R.A., Kim, C. (2014) Characterizing Bicycle Collisions by Neighborhood in a Large Midwestern City. Injury Prevention.
- Chapman, J.R. (2015) Evaluation of Lateral Clearance Distances between Vehicles and Bicycles During Overtaking Maneuvers on Rural Roads. Journal of Traffic and Transportation Engineering.
- Chataway, E., Kaplan, S., Alexander, T., Nielsen, S., Prato, C. (2014) Safety perceptions and reported behavior related to cycling in mixed traffic: A comparison between Brisbane and Copenhagen. Transportation Research Part F.
- Chen, P., Shen, Q. (2016) Built Environment Effects on Cyclist Injury Severity in Automobile-involved Bicycle Crashes. Accident Analysis and Prevention.
- Cripton, P., Shen, H., Brubacher, J., Chipman, M., Friedman, S., Harris, M., Winters, M., Reynolds, C., Cusimano, M., Babul, S., Teschke, K. (2015) Severity of urban cycling injuries and the relationship with personal, trip, route and crash characteristics: analyses using four severity metrics. BMJ Open.
- CROW. (2016). Dutch Design Manual for Bicycle Traffic. Utrecht: Technology Platform for Transport, Infrastructure and Public Space.

- DiGioia, J., Watkins, K. E., Xu, Y., Rodgers, M. & Guensler, R. (2017) Safety Impacts of Bicycle Infrastructure: A Critical Review. *Journal of Safety Research*, 105-119.
- Dill, J., Monsere, C.M., McNeil, N. (2010) Evaluation of bike boxes at signalized intersections. *Accident Analysis and Prevention*.
- Dill, J. & McNeil, N. (2013) Four Types of Cyclists?: Examination of Typology for Better Understanding of Bicycling Behavior and Potential. *Transportation Research Record No. 2387*, 129-138.
- Dill, J. & McNeil, N. (2016) Revisiting the Four Types of Cyclists: Findings from a national survey. 95th Annual Meeting of the Transportation Research Board.
- Dozza, M., Werneke, J. (2014) Introducing naturalistic cycling data: What factors influence Bicyclists' safety in the real world?. *Transportation Research Part F*.
- Elvik, R. (2009) The non-linearity of risk and the promotion of environmentally sustainable transport. *Accident Analysis & Prevention*.
- Fehr and Peers. (2015) *Active Transportation Performance Measures*. Walnut Creek, California.
- Feng, F., Bao, Shan, Delp, Michael (2018) Vehicle Lane Encroachment When Drivers Overtaking Bicyclists – An Examination Using Naturalistic Driving Data. *TRB 2018 Annual Meeting*.
- Ferenchak, N. & Marshall, W. (2019) Advancing healthy cities through safer cycling: An examination of shared lane markings. *International Journal of Transportation*, 136-145.
- FHWA. (2010) *A Guide to Developing Quality Crash Modification Factors*. Washington DC: Federal Highway Administration.
- FHWA. (2013) *Traffic Monitoring Guide (No. FHWA-PL-13-015)*. Washington D.C.: Federal Highway Administration.
- FHWA. (2015) *Separated Bike Lane Planning and Design Guide*. Washington DC: Federal Highway Administration.
- FHWA. (2019) *Bikeway Selection Guide*. Washington DC: Federal Highway Administration.
- Fitzpatrick, K., Chrysler, S.T., Houten, R.V., Hunter, W.W., Turner, S. (2011) Evaluation of Pedestrian and Bicycle Engineering Countermeasures: Rectangular Rapid-Flashing Beacons, HAWKs, Sharrows, Crosswalk Markings, and the Development of an Evaluation Methods Report. US DOT, FHWA.
- Furth, P.G., Dulaski, D.M., Bergenthal, D., Brown, S. (2011) More Than Sharrows: Lane Within a Lane Bicycle Priority Treatments in Three U.S. Cities. *TRB 2011 Annual Meeting*.
- Garder, P., Leden, L., Pulkkinen, U. (1998) Measuring the Safety Effect of Raised Bicycle Crossings Using a New Research Methodology. *Transportation Research Record*.
- Goodno, M., McNeil, N., Parks, J., Trainor, S. (2013) Evaluation of innovative bicycle facilities in Washington, DC. *Transportation Research Board*.
- Gustafsson, L., Archer, J. (2013) A naturalistic study of commuter cyclists in the greater Stockholm Area. *Accident Analysis and Prevention*.
- Hamann, C., Peek-Asa, C. (2013) On-road Bicycle Facilities and Bicycle Crashes in Iowa, 2007–2010. *Accident Analysis and Prevention*.
- Harris, M., Reynolds, C., Winters, M., Cripton, P., Shen, H., Chipman, M., Cusimano, M., Babul, S., Brubacher, J., Friedman, S., Hunte, G., Monro, M., Vernich, L, Teschke, K. (2013) Comparing the effects of infrastructure on bicycling injury at intersections and non-intersections using a case-crossover design. *Injury Prevention*. doi: 10-1136
- Hurwitz, D., Jannat, M., Warner, J., Monsere, C.M., Razmpa, A. (2015) Towards Effective Design Treatment for Right Turns at Intersections with Bicycle Traffic. *US DOT (Oregon)*.

- Jensen, S.U. (2007) Safety effects of blue cycle crossings: A before-after study. *Accident Analysis & Prevention*.
- Kaplan, S., Prato, C.G. (2015) A Spatial Analysis of Land Use and Network Effects on Frequency and Severity of Cyclist–Motorist Crashes in the Copenhagen Region. *Traffic Injury Prevention*.
- Kassim, A., Ismail, K. & McGuire, S. (2019) Operational Evaluation of Central Sharrows and Dooring Zone Treatment on Road User Behaviour. Transportation Research Board 98th Annual Meeting. Washington DC: TRB.
- Llorca, C., Angel-Domenech, A., Agustin-Gomez, F. & Garcia, A. (2017) Motor vehicles overtaking cyclists on two-lane rural roads: analysis on speed and lateral clearance. *Safety Science*, Vol 92: 302-310.
- Lubitz, W. & Rubie, B. (2018) Wing Loads on Cyclists Due to Passing Vehicles. Proceedings of The Canadian Society for Mechanical Engineering (CSME) International Congress 2018. Toronto: CSME.
- MASSDOT. (2015) Separated Bike Lane Planning & Design Guide. Boston: Massachusetts Department of Transportation.
- McNeil, N., Monsere, C., Dill, J (2015) The Influence of Bike Lane Buffer Types on Perceived Comfort and Safety of Bicyclists and Potential Bicyclists. Transportation Research Board.
- Mehta, K., Mehran, B., Hellinga, B. (2015) An Analysis of the Lateral Distance Between Motorized Vehicles And Cyclists During Overtaking Maneuvers. TRB 2015 Annual Meeting.
- Minikel, E. (2012) Cyclist safety on bicycle boulevards and parallel arterial routes in Berkeley, California. *Accident Analysis and Prevention*.
- Monsere, C., Foster, N., Dill, J., McNeil, N. (2015) User Behavior and perceptions at intersections with turning and mixing zones on protected bike lanes. Transportation Research Board.
- MTO. (2014) Ontario Traffic Manual - Book 18 - Cycling Facilities. St. Catherines: Ministry of Transportation of Ontario.
- NACTO. (2014) Urban Bikeway Design Guide (second edition). New York: National Association of City Transportation Officials.
- NCHRP. (2018) NCHRP 17-84: Pedestrian and Bicycle Safety Performance Functions for the Highway Safety Manual. Retrieved from National Cooperative Highway Research Program: <http://apps.trb.org/cmsfeed/TRBNetProjectDisplay.asp?ProjectID=4203>
- Ng, A., Debnath, A., Heesch, K. (2017) Cyclist safety perceptions of cycling infrastructure at un-signalised intersections: Cross-sectional survey of Queensland cyclists. *Journal of Transport and Health*.
- NHTSA. (2017) Traffic Safety Facts 2015. Washington DC: National Highway Traffic Safety Administration.
- Nordback, K., Marshall, W., Janson, B. (2014) Bicyclist Safety Performance functions for a U.S. City. *Accident Analysis and Prevention*.
- Nosal, T., Miranda-Moreno, L. (2012) Cycle-tracks, bicycle lanes & on-street cycling in Montreal: a preliminary comparison of the cyclist injury risk. Transportation Research Board.
- Oh, J., Jun, J., Kim, M., Kim, E. (2008) Assessing Critical Factors Associated with Bicycle Collisions at Urban Signalized Intersections. Transportation Research Board.
- Osama, A., Sayed, T. (2016) Evaluating the impact of bike network indicators on cyclist safety using macro-level collision prediction models. *Accident Analysis and Prevention*.
- OWMA (2014) Reportable Collision Threshold & Pointable Collisions. Ontario Waste Management Association.
- Park, J., Abdel-Aty, M., Lee, J., Lee, C. (2015) Developing crash modification functions to assess safety effects of adding bike lanes for urban arterials with different roadway and socioeconomic characteristics. *Accident Analysis and Prevention*.

- Pucher, J., Buehler, R., Seinen, M. (2011) *Bicycling renaissance in North America? An update and re-appraisal of cycling trends and policies*. Transportation Research Part A.
- Pulugurtha, S., Thakur, V., (2015) *Evaluating the effectiveness of on-street bicycle lane and assessing risk to bicyclists in Charlotte, North Carolina*. Accident Analysis & Prevention.
- Raihan, A., Alluri, P. (2017) *Impact of Roadway Characteristics on Bicycle Safety*. ITE Journal.
- Ramage-Morin, P. (2017). *Cycling in Canada*. Health Reports, 3-8.
- Reynolds, C.C.O., Harris, M.A., Teschke, K., Crompton, P.A., Winters, M. (2009) *The impact of transportation infrastructure on bicycling injuries and crashes: a review of the literature*. Environmental Health.
- Romonow, N., Couperthwaite, A., McCormack, G., Nettel-Aguirre, A., Rowe, B., Hagel, B. (2012) *Environmental Determinants of Bicycling Injuries in Alberta, Canada*. Journal of Environmental and Public Health.
- Ryus, P., Ferguson, E., Lausten, K. M., Schneider, R. J., Proulx, F. R., Hull, T. & Miranda-Moreno, L. (2014) *NCHRP Report 797: Guidebook on Pedestrian and Bicycle Volume Data Collection*. Transportation Research Board, National Cooperative Highway Research Program. Washington D.C.: National Academies.
- Sakshaug, L., Lareshyn, A., Svensson, A., Hyden, C. (2010) *Cyclists in roundabouts - different design solutions*. Accident Analysis and Prevention.
- Sanders, R. (2013) *Examining the Cycle: How perceived and actual bicycling risk influence cycling frequency, roadway design preferences, and support for cycling among bay area residents*. UC Berkeley.
- Sanders, R., Judelman, B. (2018) *Perceived Safety and Separated Bike Lanes in the Midwest: Results from a Roadway Design survey in Michigan*. Transportation Research Board.
- Santacreu, A. (2018) *“Safer City Streets Global Benchmarking for Urban Road Safety” International Transport Forum Working Document*. Paris: OECD Publishing.
- Schimek, P. (2017) *Bicycle Facilities Adjacent to On-Street Parking: a review of crash data, design guidelines, and bicyclist positioning*. Transportation Research Board.
- Semler, C., Vest, A., Kingsley, K., Mah, S., Kittelson, W., Sundstrom, C. & Brookshire, K. (2016) *Guidebook for Developing Pedestrian and Bicycle Performance Measures (HEP-16-037)*. Washington DC: FHWA.
- Sener, I.N., Eluru, N., Bhat, C. R (2009) *An analysis of bicycle route choice preferences in Texas, US*. Transportation.
- Shinar D., P. Valero-Mora, M. van Strijp-Houtenbos, N. Haworth, A. Schramm, Guido De Bruyne, V. Cavallo, J. Chliaoutakis, J. Dias, O.E. Ferraro, A. Fyhri, A. Hursa Sajatovic, K. Kuklane, R. Ledesma, O. Mascarell, A. Morandi, M. Muser, D. Otte, M. Papadakaki, J. Sanmartín, D. Dulf, M. Saplioglu, G. Tzamalouka (2018) *Under-reporting bicycle accidents to police in the COST TU1101 international survey: Cross-country comparisons and associated factors*. Accident Analysis & Prevention, Volume 110.
- Shirgaokar, M., Gillespie, D. (2016) *Exploring User Perspectives to Increase Winter Bicycling Mode Share in Edmonton, Canada*. TRB 2018 Annual Meeting.
- Strauss, J., Miranda-Moreno, L., Morency, P. (2013) *Cyclist activity and injury risk analysis at signalized intersections: A Bayesian modelling approach*. Accident Analysis and Prevention.
- SWOV (2014) *Safe Cycling Network: Developing a system for assessing the safety of cycling infrastructure (R-2014-14E)*. SWOV Institute for Road Safety Research, The Netherlands.
- TAC. (2012) *Bikeway Traffic Control Guidelines for Canada (Second Edition)*. Ottawa: Transportation Association of Canada.
- TAC. (2017) *Geometric Design Guide for Canadian Roads*. Ottawa: Transportation Association of Canada.

- TAC. (2017) Traffic Monitoring Practices Guide for Canadian Provinces and Municipalities. Ottawa: Transportation Association of Canada.
- Teschke, K., Harris, A., Reynolds, C., Winters, M., Babul, S., Chipman, M., Cusimano, M., Brubacher, J., Hunte, G., Friedman, S., Monro, M., Shen, H., Vernich, L., Cripton, P. (2012) Route Infrastructure and the Risk of Injuries to Bicyclists: a Case-Crossover Study. *American Journal of Public Health*.
- Teschke, K., Koehoorn, M., Shen, H., Dennis, J. (2017) Bicycling Injury Hospitalisation Rates in Canadian Jurisdictions: Analyses Examining Associations with Helmet Legislation and Mode Share. *BMJ Open*.
- Translink. (2013) Wayfinding Guidelines for Utility Cycling in Metro Vancouver. Vancouver.
- Transport Canada (2017) Canadian Motor Vehicle Traffic Collision Statistics 2015. Ottawa.
- Transport Canada (2018) Safety Measures for Cyclists and Pedestrians around Heavy Vehicles. Transport Canada.
- U.S. HHS. (2018) U.S. Department of Health & Human Services, Centre for Disease Control and Prevention. Retrieved from WISQRAS, Web-based Injury Statistics Query and Reporting System: <https://webappa.cdc.gov/sasweb/ncipc/nfirates.html>
- Velo Quebec. (n.d.). Planning and Design for Pedestrians and Cyclists. Montreal.
- Wall, S.P., Lee, D.C., Frangos, S.G., Sethi, M., Heyer, J.H., Ayoung-Chee, P., DiMaggio, C.J. (2016) The Effect of Sharrows, Painted Bicycle Lanes and Physically Protected Paths on the Severity of Bicycle Injuries Caused by Motor Vehicles. *Safety*.
- Walton, D., Dravitzki, V. K., Cleland, B. S., Thomas, J. A. & Jackett, R. (2005) Balancing the needs of cyclists and motorists (Report 273). Auckland: Land Transport New Zealand.
- Wang, K., Akar, G. (2018) Street Intersection Characteristics and Their Impacts on Perceived Bicycling Safety. TRB 2018 Annual Meeting.
- Winters, M., Teschke, K. (2010) Route Preferences Among Adults in the Near Market for Bicycling: Findings of the Cycling in Cities Study. *American Journal of Health Promotion*.
- Winters, M., Teschke, K., Brauer, M., Fuller, D., (2016) Bike Score: Associations between urban bikeability and cycling behavior in 24 cities. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*.

Liste des annexes (dans un document distinct)

Un document contenant les annexes suivantes (en anglais seulement) peut être téléchargé depuis la librairie en ligne de l'ATC, à www.tac-atc.ca.

Annexe A – Literature Review

Annexe B – End User Surveys

Annexe C – Jurisdiction Survey

Annexe D – Canadian and International Case Studies

Annexe E – Canadian Academic Survey



Association des transports du Canada

401–1111 promenade Prince of Wales, Ottawa (ON) K2C 3T2

Pour plus d'information sur l'Association des transports du Canada et ses activités, produits et services, veuillez consulter le site : www.tac-atc.ca.