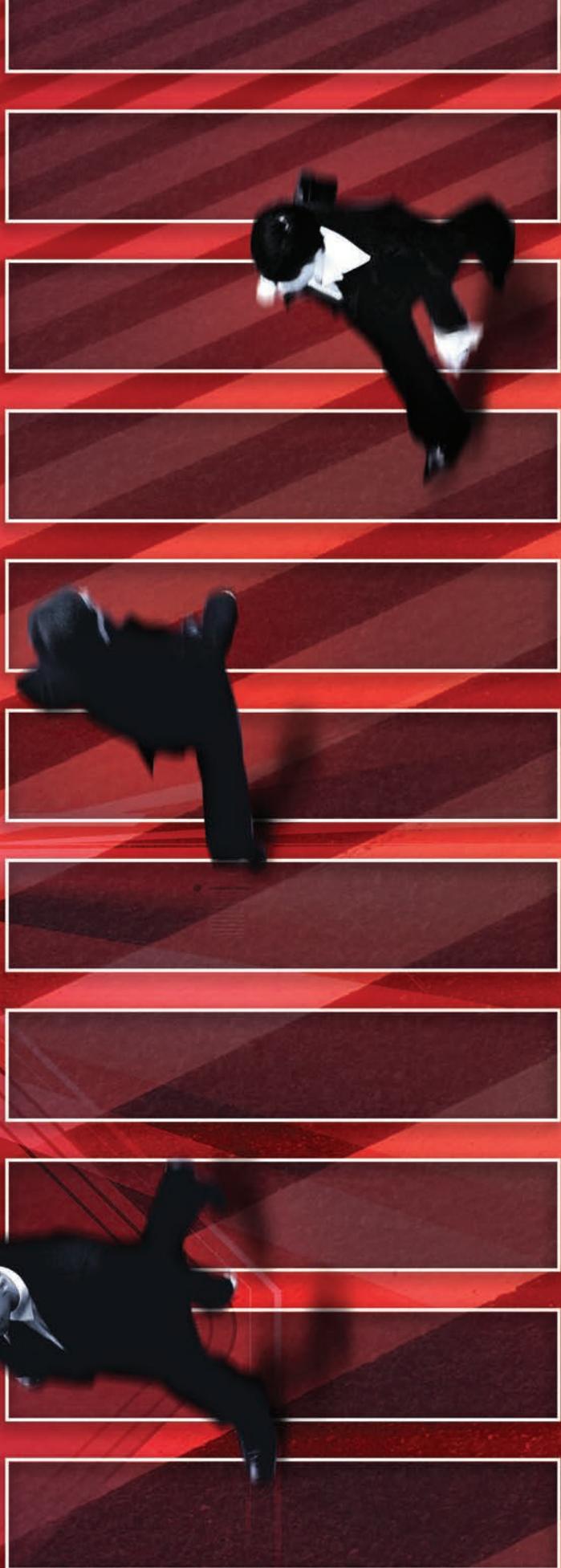


Mesures de prévention  
pour assurer

# la sécurité des piétons

au Canada



## Groupe de travail du CCATM sur les usagers vulnérables de la route : groupe d'experts sur les piétons

Le Conseil canadien des administrateurs en transport motorisé (CCATM) tient à remercier les membres suivants du groupe d'experts sur les piétons, dans le cadre du groupe de travail sur les usagers vulnérables de la route, dont le précieux travail à titre d'auteurs, ainsi que les efforts, les commentaires et les conseils ont permis l'élaboration et la réalisation du présent rapport.

- Neil Arason, ministère de la Justice de la Colombie-Britannique (coprésident)
- Paul Boase, Transports Canada (coprésident)
- Leanna Belluz, Transports Canada
- Edi Desapriya, P.h. D., British Columbia Injury Research and Prevention Unit
- Robert Dewar, P.h. D., Western Ergonomics inc.
- Christine Eisar, ministère des Transports et du Renouvellement de l'infrastructure de la Nouvelle Écosse
- Kristen Gane, Parachute
- Christine Miller, First Aid and Survival Technologies (FAST) Itée
- Sarah Peddie, Transports Canada
- Valerie Todd, CCATM
- Jean Wilson, Ph. D., Safety Metrics West
- Mustapha Zayoun, Transports Canada

## Note importante pour la lecture

Le Conseil canadien des administrateurs en transport motorisé (CCATM) est un organisme sans but lucratif regroupant des représentants des gouvernements fédéraux, provinciaux et territoriaux chargés, par un processus consultatif collectif, d'administrer, de réglementer et de contrôler le transport par véhicule motorisé et la sécurité routière. Il sollicite également l'expertise et l'opinion des associés des secteurs privé et gouvernemental dans le cadre de l'élaboration de stratégies et de programmes.

Les points de vue formulés dans ce rapport sont fondés sur le résultat d'études indépendantes. Ils n'expriment pas les opinions du CCATM qui en décline toute responsabilité. Le contenu du présent rapport ne peut, sous aucun prétexte, être interprété comme une politique dûment adoptée par le CCATM ni, à plus forte raison, par l'un des gouvernements partenaires. En revanche, le CCATM peut y avoir recours dans le cadre de l'élaboration de politiques.

Bien qu'il estime que le contenu du présent rapport de recherche est exact au moment de sa préparation, le CCATM et les partenaires qui ont pris part à son élaboration et à sa publication n'assument aucune responsabilité à l'égard de son utilisation.

## Précisions terminologiques

Dans le présent rapport, le terme *usager vulnérable de la route* désigne soit un *piéton*, soit un cycliste. Le piéton s'entend de tout usager de la route qui ne se trouve pas à bord d'un véhicule et qui n'est ni un cycliste ni un motocycliste.

Dans ce rapport, le mot *blessure* désigne les blessures de tous les degrés de gravité, y compris les blessures mortelles. Qui plus est, les mots *lésion* et *traumatisme* sont utilisés de façon interchangeable.

# Table des matières

<b>SOMMAIRE</b>	<b>5</b>	<b>4.0 LE RÔLE DU RÉSEAU ROUTIER</b>	<b>42</b>
<b>1.0 INTRODUCTION</b>	<b>12</b>	4.1 Contexte	43
<b>2.0 LE RÔLE DU PIÉTON</b>	<b>16</b>	4.2 Aménagement de passages pour piétons	44
2.1 Contexte	17	4.3 Signalisation routière : panneaux, feux et marques sur la chaussée	52
2.2 La tâche du piéton	17	4.4 Dispersion de la circulation	57
2.3 Collisions entre véhicules motorisés et piétons	17	4.5 Aménagement de trottoirs	59
2.4 Comportements et facteurs circonstanciels qui augmentent les risques pour les piétons	19	4.6 Réduction de la vitesse et modération de la circulation	61
2.5 Les jeunes piétons	23	4.7 Passages à niveau	66
2.6 Les piétons âgés	26	4.8 Chantiers	68
2.7 Les piétons ayant des besoins particuliers	29	<b>5.0 LE RÔLE DU VÉHICULE</b>	<b>70</b>
2.8 Les piétons sur roues	31	5.1 Contexte	71
2.9 Application de la loi en matière de circulation piétonne	32	5.2 Possibilités d'améliorer les véhicules canadiens pour renforcer la protection des piétons	72
<b>3.0 LE RÔLE DU CONDUCTEUR</b>	<b>34</b>	5.3 Modification des véhicules après fabrication	75
3.1 Contexte	35	<b>6.0 SOMMAIRE DES MESURES DE PRÉVENTION POSSIBLES</b>	<b>79</b>
3.2 Facteurs de conduite automobile associés aux collisions véhicule-piéton	35	ANNEXE 1 : Description de programmes de sensibilisation à la sécurité des jeunes piétons	84
3.3 Vitesse	35	<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>86</b>
3.4 Distraction au volant	39		
3.5 Omission de céder le passage	39		
3.6 Formation des conducteurs et sensibilisation du public	40		

# Sommaire

## INTRODUCTION

Entre 1989 et 2009, près de 9 000 piétons ont perdu la vie et des centaines de milliers d'autres ont été blessés dans des collisions avec des véhicules au Canada. La réduction du nombre de victimes d'accident de la route chez les piétons est nettement moins marquée que celle observée chez les passagers des véhicules motorisés. Or le réseau routier est généralement conçu en fonction de ces derniers, et non des usagers de la route les plus vulnérables. L'approche systémique de la sécurité routière s'appuie sur le principe que l'usager le plus vulnérable est celui qui n'a aucune protection (c'est-à-dire le piéton) et que le système doit être conçu en fonction de ses besoins. Les administrations qui ont élevé la sécurité routière au rang de priorité sont les mêmes que ceux qui ont mis en œuvre des améliorations dans les trois principaux secteurs (comportements des usagers de la route, conception de routes et normes de sécurité des véhicules motorisés) et qui sont parvenus à réduire considérablement le nombre de personnes tuées et blessées sur leurs routes comme en témoignent les écarts importants en matière de sécurité routière entre les différents pays<sup>1</sup>.

Au chapitre de la sécurité des piétons, le Canada se classe loin derrière de nombreux pays de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). À court voire à moyen terme, le Canada pourrait raisonnablement réduire le nombre de décès de piétons à un tiers du niveau actuel, ce qui permettrait de sauver environ 2 400 vies en seulement dix ans. Les études dans le domaine et l'expérience d'autres pays indiquent que le Canada pourrait considérablement réduire le nombre de piétons tués et blessés sur ses routes en accordant la priorité à la sécurité des piétons et en mettant en œuvre des mesures éprouvées. Il est inadmissible de prétendre que les accidents impliquant des piétons sont inévitables lorsque les véhicules motorisés partagent le réseau routier avec des usagers plus vulnérables. Dans le contexte actuel où la sécurité routière occupe une place importante, les États peuvent adopter une approche systémique de la sécurité routière dont les usagers vulnérables constituent les éléments essentiels et prioritaires.

Dans le présent rapport, nous verrons notamment que la sécurité passe par les piétons, les conducteurs, les routes et la signalisation routière et les véhicules. Nous effectuerons également un survol des mesures de prévention existantes pour améliorer la sécurité des piétons. Nous espérons qu'il servira à l'émergence d'une nouvelle vision de la sécurité des piétons et de la conception du réseau routier dans son ensemble.

## LE RÔLE DU PIÉTON

### La visibilité

De nombreux accidents ayant causé les blessures ou la mort de piétons surviennent la nuit ou dans des conditions de faible luminosité. Les piétons portent souvent des vêtements sombres, en particulier par temps froid; ce facteur, conjugué au raccourcissement des jours, augmente considérablement leur vulnérabilité en hiver. Certains accessoires peuvent améliorer la visibilité et permettre aux conducteurs d'apercevoir les piétons plus tôt. Le port de vêtements, de pièces de tissu ou d'étiquettes rétro réfléchissantes est l'un des moyens les plus efficaces de réduire les collisions nocturnes avec des piétons. Ces accessoires améliorent la visibilité des piétons, en particulier lorsque ceux-ci les portent à leurs jambes, pieds, bras et poignets de manière à souligner les mouvements de leur corps.

### La distraction

La principale source de distraction des usagers de la route est l'utilisation d'appareils électroniques portables, par exemple les discussions au cellulaire, l'envoi de messages textes, l'utilisation d'Internet et l'écoute de musique sur des lecteurs portables. Des études démontrent que l'utilisation d'un cellulaire en traversant la rue inhibe les comportements prudents, réduit la conscience de l'environnement et représente un danger pour les piétons. Bien qu'ils ne soient pas l'unique source de distraction des piétons, les appareils portables sont une source importante d'inattention. Nous disposons de peu d'information sur le lien de causalité entre la distraction et les accidents impliquant des piétons notamment en raison du manque de données fiables sur les facteurs de causalité des collisions.

### Les facultés affaiblies

En plus d'être une menace grave pour eux-mêmes, les piétons ayant les facultés affaiblies par l'alcool ou la drogue représentent un problème de sécurité routière négligé et difficile à résoudre. Au Canada, en 2008, parmi les piétons dont le taux d'alcoolémie a été mesuré à l'autopsie, près de 40 % avaient bu et 27 % affichaient un taux d'alcoolémie supérieur à 160 mg/100 ml. Les méthodes juridiques semblent avoir une faible valeur préventive en raison de la forte proportion d'alcooliques chroniques et aigus parmi les piétons tués sur les routes. Dans la mesure où, selon des études, les collisions impliquant des piétons en état d'ébriété se concentrent dans des secteurs urbains bien circonscrits, on peut envisager de mettre en œuvre des mesures de prévention axées sur le génie routier, l'éducation ou la santé publique dans des zones précises.

## Les jeunes piétons

Les blessures subies par des piétons comptent pour près de 12 % des décès liés à des traumatismes chez les enfants de moins de 14 ans. Les quartiers à faible revenu, en particulier dans les villes, présentent un risque accru de blessures chez les enfants piétons. Le développement physique, cognitif, visuel et auditif des enfants les désavantage particulièrement en tant que piétons. Pour traverser la rue de façon autonome et sécuritaire, les enfants doivent posséder trois aptitudes essentielles généralement acquises entre 9 et 11 ans : la capacité de déterminer et d'emprunter un parcours sécuritaire, la faculté d'évaluer de façon réaliste la vitesse d'un véhicule et les fonctions cognitives nécessaires pour juger de l'ouverture suffisante dans la circulation. Les parents et les gardiens doivent user de leur influence sur leurs enfants pour les amener à adopter un comportement sécuritaire en tant que piétons. Ils jouent à la fois le rôle de protecteurs et d'éducateurs. Le risque de blessures diminue lorsque les enfants sont accompagnés d'adultes sur le chemin de l'école, surtout si ces adultes sont bien informés. Cela dit, cette solution n'est peut-être pas réaliste pour toutes les familles et dans tous les contextes. L'école et les organismes communautaires peuvent donc également jouer un rôle essentiel dans l'apprentissage de la sécurité des piétons chez les enfants, à condition que leurs interventions soient adaptées au stade de développement des enfants.

## Les piétons âgés

La marche dans un environnement de circulation routière présente divers dangers pour les personnes âgées, parfois parce qu'elles ont la vue et l'ouïe plus faibles, un temps de réaction et de prise de décision plus long, une capacité d'attention réduite, une cadence de marche plus lente et en raison d'autres facteurs liés à l'âge. Les piétons de plus de 70 ans courent davantage le risque d'être impliqués dans un grave accident que les jeunes piétons. La gravité accrue des blessures des piétons âgés est en partie attribuable à leur fragilité physique, comme les séquelles à la suite d'un traumatisme cérébral, et à leur rétablissement plus lent. Les gouvernements et les planificateurs communautaires doivent accorder une grande importance aux besoins des personnes âgées, dont le nombre augmente rapidement et dont la plupart délaisseront l'automobile comme principal moyen de transport au profit de la marche. Les mêmes mesures de prévention recommandées pour les piétons ayant des besoins particuliers s'appliquent également aux personnes âgées, car ces deux groupes présentent beaucoup de caractéristiques communes. On a établi une corrélation entre d'une part l'état de santé et la forme physique des personnes âgées et, d'autre part, le comportement sécuritaire des piétons. Dans cette perspective,

il est permis de croire que les programmes visant à améliorer la santé des personnes âgées peuvent également réduire les risques qu'elles courent lorsqu'elles utilisent le réseau routier.

## Les piétons ayant des besoins particuliers

Tous les piétons ne sont pas en mesure de traverser la rue facilement et en toute sécurité. Bon nombre d'entre eux ont des capacités limitées qui exigent une attention particulière de leur part, voire des modifications de l'infrastructure routière et de son exploitation. Ce groupe particulier de piétons comprend les personnes ayant des limitations physiques, sensorielles ou cognitives. Selon les résultats d'une recherche, les piétons ayant diverses limitations physiques marchent lentement et atteignent rarement la vitesse moyenne de 1,2 m/s (4 pi/s), soit la vitesse de référence pour déterminer la durée des feux de signalisation pour piétons. On recommande de modifier la durée des feux de signalisation pour piétons afin de permettre aux personnes à mobilité réduite de traverser en toute sécurité. De plus, il est conseillé de faciliter l'accès aux commandes des feux activés par les piétons et d'installer des bateaux de trottoir et des rampes fidèles aux normes d'accessibilité des fauteuils roulants, ainsi que des bandes tactiles et des signaux sonores pour les piétons souffrant d'une perte de vision. Les marques sur les trottoirs qui avertissent ces derniers des dangers doivent véhiculer des messages très simples afin que les personnes ayant des limitations liées au développement ou à des fonctions cognitives puissent facilement les comprendre.

## Les piétons sur roues

Au nombre des modes de transport assisté à la disposition des piétons figurent notamment les patins à roues alignées, la planche à roulettes, la trottinette, le gyropode et les appareils d'aide à la locomotion. On dispose de peu de données sur les risques posés par la coexistence de ces modes de transport assisté avec les véhicules motorisés, et celles sur les blessures subies par les usagers de la route ne permettent pas d'en différencier les causes. La nécessité de restreindre leur utilisation en fonction du lieu et de l'âge ne fait pas l'unanimité. Sur les trottoirs et les parcours réservés aux piétons, certains appareils comme le gyropode sont une menace pour les marcheurs; en contrepartie, si on les autorisait à circuler la route, le risque de conflit avec les véhicules motorisés pourrait atteindre un degré inacceptable.

## Application de la loi en matière de circulation piétonne

L'efficacité des mesures d'application de la loi est accrue lorsqu'on les conjugue avec des campagnes d'information et de sensibilisation. Pour résoudre le problème de sécurité publique,

il faut adopter une approche stratégique d'information du public puisque les ressources et les capacités policières sont généralement limitées. Les stratégies d'application ciblée de la loi doivent s'appuyer sur des données relatives aux causes et à la fréquence des collisions, afin que les services de police puissent mettre l'accent sur les comportements prioritaires. La connaissance des modèles de comportement et des mouvements de la circulation à l'intérieur d'une collectivité leur permet également d'établir des mesures de prévention liées à des situations particulières. L'approche vise tant les comportements des conducteurs que ceux des piétons. Les activités de perfectionnement professionnel et les guides de ressources destinés aux agents de police contribuent également à renforcer le respect des règles de la circulation piétonne. L'effet conjugué de la sensibilisation et de l'application ciblée d'une législation claire renforce la confiance des policiers à l'égard de la loi et leur capacité de la faire respecter.

## LE RÔLE DU CONDUCTEUR

La majorité des accidents de la route mettant en cause des véhicules et des piétons survient en milieu urbain et relève souvent de conducteurs fautifs. L'omission de céder le passage suivie de la distraction et de l'inattention (y compris différentes déficiences visuelles et cognitives ainsi que l'incapacité d'effectuer deux tâches à la fois) sont les comportements des conducteurs les plus souvent en cause dans les accidents impliquant des piétons. Un certain nombre de méthodes permettent d'aborder les facteurs de conduite qui contribuent aux collisions avec un piéton. La plupart ne sont pas réservées à la prévention des traumatismes chez les piétons, elles servent également à renforcer la sécurité routière générale. La section sur les conducteurs se penche sur les facteurs de conduite qui ont le plus d'incidence sur la sécurité des piétons.

### La vitesse

Il existe une corrélation directe entre l'augmentation de la vitesse d'un véhicule et l'augmentation du risque de blessure. On estime qu'un piéton heurté par une auto qui roule à 50 km/h est 8 fois plus susceptible d'être tué que s'il était frappé par une voiture se déplaçant à 30 km/h<sup>2</sup>. Même les réductions minimales de la vitesse ont une incidence considérable. Il a été prouvé que réduire la vitesse des véhicules est l'une des mesures les plus efficaces pour prévenir les collisions impliquant un piéton et diminuer la gravité des blessures. À une vitesse de 30 km/h, véhicules et piétons peuvent coexister de façon relativement sûre parce que les conducteurs ont le temps de s'arrêter pour les piétons et que les piétons peuvent prendre de meilleures décisions au moment de traverser. Les probabilités de décès d'un piéton heurté par un véhicule augmentent de manière exponentielle en fonction de la vitesse au moment de l'impact.

De nombreuses raisons expliquent pourquoi la vitesse augmente le risque d'accident. La première étant que le conducteur dispose d'un champ de vision réduit. En effet, le champ visuel du conducteur se rétrécit à mesure que la vitesse du véhicule augmente. Plus la vitesse du véhicule est grande, plus grande est la distance parcourue par le véhicule pendant le temps qu'il faut au conducteur pour repérer un piéton, traiter cette information et réagir adéquatement en freinant ou en tournant le volant. La distance de freinage s'accroît elle aussi de manière exponentielle en fonction de la vitesse, en plus de dépendre du type de revêtement de la chaussée, des conditions routières, du type de véhicule et d'autres facteurs. La distance d'arrêt est beaucoup plus grande sur une chaussée mouillée que sur une chaussée sèche et peut même varier en fonction du coefficient de friction de la chaussée. Par contre, le beau temps attire à l'extérieur plus d'enfants et de personnes de tous âges; par conséquent, peu importe les conditions, il est avisé d'appliquer des stratégies de réduction de la vitesse aussitôt que piétons et véhicules se partagent la route. De nombreuses recherches et données ont démontré l'efficacité du contrôle électronique de la vitesse ou de la rétroaction des conducteurs pour aider les services de police à faire respecter les limites de vitesse dans les zones piétonnières.

### Les cours de conduite et la formation des conducteurs

Les conducteurs pourraient être informés des besoins et de la vulnérabilité des piétons; en particulier, ils devraient comprendre les données scientifiques et les lois de la physique qui expliquent l'écart entre la force de l'impact subi par le piéton à 50 km/h et à 30 km/h. Il est important de leur faire comprendre que tous les usagers de la route se partagent l'espace routier, surtout en milieu résidentiel. Les cours de conduite pratique, les conseils prodigués aux conducteurs par les organismes de sécurité et les opérations policières peuvent promouvoir des attitudes et des comportements qui placent les piétons au cœur de la sécurité routière. Ils constituent également une occasion de mettre en place un environnement social propice à la sécurité des piétons. Peu efficaces en soi, les programmes d'éducation et de sensibilisation du public offrent leur plein potentiel lorsqu'ils sont conjugués à des programmes d'exécution de la loi. Par exemple, on pourrait créer un programme d'éducation et de sensibilisation du public et le combiner avec des initiatives d'application de la loi axées sur la vitesse excessive et les avantages que peut procurer la réduction de la vitesse et les activités de gestion de la vitesse.

## LE RÔLE DU RÉSEAU ROUTIER

La conception de routes et les dispositifs de signalisation sont au cœur de la conception d'un réseau routier sécuritaire pour les piétons. Dans le cadre d'une stratégie piétonnière intégrée, la mise en œuvre de nombreuses mesures peut renforcer la sécurité des piétons. Les moyens techniques de prévention en matière de sécurité piétonnière se divisent en grandes catégories : séparation dans le temps ou l'espace des piétons et des véhicules, réduction ou élimination des déplacements simultanés des piétons et des véhicules, diminution des distances à franchir pour traverser, augmentation de la visibilité des piétons (notamment par l'ajout d'éclairage), signalisation des passages piétonniers à l'intention des conducteurs et réduction des limites de vitesse. Bien que la liste fournie dans le présent rapport ne soit pas exhaustive, elle illustre tout de même la variété des pratiques éprouvées et émergentes qui sont prêtes à instaurer.

L'aménagement de passages piétonniers joue un rôle prépondérant dans la sécurité des piétons : Le passage pour piétons sert essentiellement à leur procurer un espace sécuritaire pour traverser les voies de circulation tout en les encourageant, ainsi que les conducteurs, à prendre de meilleures décisions, ce qui aura pour effet de réduire la gravité des traumatismes. L'aménagement d'un passage pour piétons est habituellement déterminé par les justifications de l'Association des transports du Canada (ATC) relativement à l'installation de passages piétonniers délimités par des marques sur la chaussée et des feux de signalisation. La conception d'un passage pour piétons doit tenir compte de tous les usagers potentiels, y compris les personnes qui utilisent des appareils d'aide à la locomotion. La plupart des traitements d'accessibilité utilisés pour améliorer les passages pour piétons sont décrits dans le guide de l'ATC *Lignes directrices pour la compréhension, l'utilisation et la mise en œuvre de signaux sonores pour piétons*.

De nombreux traitements de passages pour piétons ont fait leur preuve. Les traitements de délimitation de passage pour piétons sont sélectionnés puis mis en application selon un ordre hiérarchique, du plus simple au plus complexe, comme un dispositif de signalisation activé par les piétons. Peu importe le type de passage piétonnier, il est essentiel d'appliquer méthodiquement tous les traitements et de veiller à ce que le passage sélectionné convienne au secteur et assure la sécurité maximale des piétons.

En plus des passages piétonniers conventionnels, de nombreux nouveaux traitements (panneaux et feux de signalisation, marquage de chaussée) ont été mis à l'épreuve et s'annoncent prometteurs, notamment les feux jaunes clignotants suspendus,

le système HAWK de signalisation haute intensité activée par les piétons, les clignotants rapides jaunes à DEL de forme rectangulaire et les systèmes de détection des piétons.

Aux carrefours à feux, même à ceux dotés de feux pour piétons, les manœuvres de virage à gauche posent toujours un risque de blessures pour les piétons. En effet, de nombreuses collisions avec des piétons surviennent durant un virage à gauche à un carrefour. Quatre mesures de prévention relativement simples et peu coûteuses peuvent réduire le risque de collision associé aux manœuvres de virage, soit :

- la traversée dans toutes les directions;
- le feu vert devancé pour les piétons;
- la phase de virage à gauche protégé;
- l'interdiction d'effectuer un virage à droite au feu rouge.

Les îlots séparateurs et les îlots centraux surélevés sont souvent utilisés pour les routes à voies multiples dont la longueur de la traversée met en péril la sécurité des piétons. Les îlots centraux fractionnent la traversée en courts segments plus faciles à franchir. L'installation d'îlots centraux surélevés ou d'îlots séparateurs réduit considérablement le taux de collisions sur les routes à voies multiples. En revanche, les îlots centraux peints directement sur la chaussée sont moins efficaces.

Il est important de limiter le stationnement à proximité des passages piétonniers puisque les véhicules garés obstruent le champ de vision des conducteurs et des piétons. L'installation des arrêts d'autobus loin des passages pour piétons dissuade ces derniers de traverser juste devant l'autobus. À l'instar des véhicules garés, les arrêts d'autobus peuvent bloquer le champ de vision des usagers de la route. Idéalement, la délimitation d'un périmètre empêche les piétons de traverser aux abords d'un arrêt d'autobus en les guidant plutôt vers un endroit plus sécuritaire.

Le carrefour giratoire moderne remplace avantageusement le carrefour traditionnel puisque, pour un certain nombre de raisons, il offre plus de sécurité aux piétons et aux véhicules. Des études européennes ont démontré que le carrefour giratoire réduit de 73 % à 75 % les collisions entre piétons et véhicules<sup>3</sup>. Cela est particulièrement vrai lorsque sa conception s'appuie sur les principes éprouvés de la sécurité piétonnière dont traite le présent rapport.

### Les dispositifs de signalisation routière

À l'instar de la circulation routière, la circulation piétonnière doit être encadrée, dirigée et prévenue de tout danger par des panneaux, feux et marquages de signalisation. Les dispositifs de signalisation se retrouvent principalement aux carrefours.

Les marques sur la chaussée délimitent le passage piétonnier et dirigent les piétons dans un parcours sécuritaire. Toutefois, ces dispositifs de signalisation ne présentent pas tous la même efficacité<sup>4</sup>. En effet, les différents types de feux clignotants ou de marques sur la chaussée n'obtiennent pas les mêmes taux de conformité aux règlements par les conducteurs.

Les messages vocaux et les panneaux ou afficheurs d'avertissement ont augmenté la vigilance des piétons aux passages piétonniers. Les avertissements (marques sur la chaussée), à l'intention des conducteurs, situés en amont du passage pour piétons peuvent atténuer le danger associé aux situations de conduite à risques multiples auxquelles les piétons sont exposés. Les passages piétonniers délimités ne sont pas toujours plus sécuritaires que ceux dépourvus de délimitation<sup>5</sup>; en effet, les routes à deux voies et celles à faible débit de circulation sont tout aussi sécuritaires l'une que l'autre. Ce qui n'est toutefois pas le cas des routes à voies multiples à haut débit où les passages pour piétons présentent un risque plus élevé de collision lorsqu'ils ne comportent ni feux de signalisation, ni îlot central surélevé, ni aucun autre traitement.

## Dispersion de la circulation

En milieu résidentiel, les mesures de régulation du débit de la circulation permettent aux habitants de se réapproprier leurs rues en offrant aux piétons et aux cyclistes un environnement plus sécuritaire. La plupart de ces mesures visent à empêcher que les rues locales deviennent des raccourcis ou servent à la circulation de transit. La dispersion de la circulation devrait être assurée dans les rues où d'autres mesures de protection des piétons et des cyclistes ont déjà été mises en œuvre.

## Les trottoirs

La séparation des piétons et des véhicules réduit le nombre d'accidents de la route impliquant des piétons. La présence de trottoirs réduit les collisions de piétons de 88 % comparativement à leur absence. Une séparation importante assure une meilleure protection des piétons. Les trottoirs de type boulevard, l'aménagement de rues conviviales et l'érection de barrières constituent des mesures efficaces de séparation des piétons et des véhicules. Dans les secteurs à fort achalandage piétonnier, la largeur des trottoirs devrait être de 1,5 m au moins pour optimiser la sécurité des piétons.

## Les passages à niveau

Une des erreurs humaines les plus courantes est sans doute la mauvaise estimation de la vitesse du train ou de la distance à laquelle il se trouve. Cette erreur provient notamment de l'illusion créée par un objet de grande dimension, c'est-à-dire l'impression que les gros objets se déplacent plus lentement

que ceux de plus petite taille allant pourtant à la même vitesse<sup>6</sup>. Ignorant que tous les passages à niveau ne sont pas dotés de dispositifs de signalisation active (feux clignotants, alertes sonores, etc.), certains usagers de la route négligent de vérifier si un train se dirige vers le passage à niveau qu'ils s'appêtent à traverser. Il faudrait donc opter pour des traitements appropriés systématiques et sensibiliser les piétons aux dangers que représentent les passages à niveau et les trains en mouvement.

## Chantiers

Il faut une signalisation appropriée pour les piétons qui circulent dans un chantier et aux alentours pour leur permettre de repérer les dangers potentiels et d'y marcher en toute sécurité. Il n'est pas simple de guider les piétons dans le dédale d'un chantier en raison, notamment, des configurations de circulation particulières et des détours. Pour ce faire, on utilise habituellement des panneaux de signalisation qui fournissent des consignes simples et claires. Les parcours piétonniers détournés doivent prendre en considération les personnes atteintes de déficience visuelle ou de tout autre forme de déficience. Des lignes directrices ont été formulées pour assurer la sécurité des piétons qui traversent des chantiers.

## Mesures de modération de la circulation

Bien des pays disposent de stratégies de limitation de la vitesse pour diminuer les taux d'accidents de la route mortels ou causant des blessures chez les piétons, y compris les enfants. La délimitation de zones où la limite de vitesse est de 30 km/h dans les quartiers résidentiels s'avère une solution judicieuse, car cette vitesse facilite la coexistence des véhicules et des usagers vulnérables de la route en plus de réduire considérablement le risque de blessure. Les mesures de modération de la circulation réduisent la vitesse des véhicules motorisés, créent des conditions sécuritaires pour les piétons, les cyclistes et les conducteurs, sans compter qu'elles améliorent l'environnement et la qualité de vie des quartiers. Le présent rapport décrit les principales mesures de modération de la circulation dont la mise en œuvre est recommandée au Canada. Au nombre de ces mesures figurent notamment les ralentisseurs sonores, les dos d'âne, les dos d'âne allongés, les coussins, les goulots d'étranglement, les chicanes, les petits carrefours giratoires, l'aménagement paysager des rues et le pavage.

## LE RÔLE DU VÉHICULE

En Amérique du Nord, la conception des véhicules s'attache moins à réduire le risque de blessure ou de mort chez les piétons que chez les occupants des véhicules. La conception des véhicules influe considérablement sur les blessures subies par

les piétons : en dotant l'avant des véhicules d'une configuration inclinée et moins rigide, on peut réduire significativement le risque de blessure et de décès. Étant donné que, dans la plupart des cas, c'est l'avant du véhicule qui heurte le piéton, la conception de cette partie du véhicule a un effet déterminant sur le type et la gravité des blessures infligées aux piétons. Les constructeurs européens et japonais s'emploient à renforcer la protection des piétons en cas de collision. Sous l'influence des statistiques internationales sur les taux de blessure et de décès des piétons, ces pays se sont dotés de leurs propres règles et normes en la matière bien avant que de telles dispositions n'aient été acceptées à l'échelle internationale.

Au Canada, depuis 1971, la *Loi sur la sécurité automobile* régit la fabrication et l'importation de véhicules de moins de 15 ans. Notons que le processus qui conduit à l'élaboration des règles est fort long; qu'il faut généralement un certain nombre d'années avant qu'une proposition de réglementation ne devienne une norme.

Contrairement à certains autres pays, notamment ceux de l'Union européenne et le Japon, le Canada ne s'est pas doté d'un règlement sur la conception des véhicules qui renferme des dispositions pour la protection des piétons. En 2011, à l'occasion de la modernisation du Centre d'essais pour véhicules automobiles situé à Blainville, au Québec, le gouvernement fédéral a construit un laboratoire sur la sécurité des piétons en vue d'approfondir la recherche dans ce domaine. Les autorités canadiennes, conjointement avec la National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) des États-Unis, ont entrepris le processus d'achat de l'équipement nécessaire à cette fin.

Dans le cadre du Conseil Canada-États-Unis de coopération en matière de réglementation (CCR), annoncé en février 2011 par les deux chefs d'État, les deux gouvernements se concertent en vue d'harmoniser les normes de sécurité, dans la mesure du possible et s'il y a lieu, notamment celles qui touchent la sécurité des piétons, en vue d'alléger le fardeau et les coûts pour les fabricants. Dans la foulée de ces efforts, les nouvelles normes en la matière devraient s'aligner sur celles des États-Unis. Toutefois, le pouvoir du Canada en matière de réglementation est également régi par la Directive du Cabinet sur la gestion de la réglementation (Secteur des affaires réglementaires : <http://www.tbs-sct.gc.ca/tbs-sct/organization-organisation/ras-sar-fra.asp>) qui prévoit, en vertu des règles actuelles, une réglementation et une analyse coûts-avantages positive. Cette disposition n'est soumise à aucune des mesures étrangères en matière de réglementation.

Au chapitre de l'innovation, des nouveautés fort efficaces sont actuellement offertes pour certains modèles de véhicules, notamment :

- les rétroviseurs améliorés répondant à des exigences de protection des enfants lorsque les véhicules font marche arrière;
- l'assistance au freinage d'urgence (AFU), système de surveillance de la rapidité et de la force avec lesquelles le conducteur applique les freins et qui analyse le degré d'urgence de l'action puis actionne et applique le frein d'urgence en vue d'augmenter la puissance de freinage et de réduire la distance d'arrêt;
- l'adaptation intelligente de la vitesse (AIV) qui avertit le conducteur dès qu'il détecte un écart entre la vitesse du véhicule et la vitesse limite autorisée sur la route; il peut également être programmé pour empêcher le véhicule de dépasser la limite de vitesse autorisée;
- les phares adaptatifs qui orientent leur faisceau dans la direction que prend le véhicule dans un virage;
- les systèmes de détection des piétons qui repèrent les obstacles devant le véhicule au moyen d'une caméra et d'un radar. Certains constructeurs de véhicules produisent déjà de nouvelles technologies de leur cru.
- les structures avant moins rigides, en particulier celles qui réduisent la gravité des blessures à la tête et aux jambes des piétons.

### La sécurité passive des piétons

Le premier impact du piéton avec le véhicule est souvent le plus important et il est possible d'atténuer la gravité des blessures à des vitesses inférieures à environ 40 km/h en améliorant la structure frontale des véhicules automobiles. En plus d'une meilleure configuration avant du véhicule, les nouvelles technologies et la meilleure compréhension des blessures infligées aux piétons lors de collisions ont donné naissance à de nouvelles solutions qu'on retrouve déjà sur certains véhicules. Dorénavant, les véhicules du constructeur Volvo sont munis à l'avant de coussins gonflables externes pour piétons, dont les poches d'air protègent la tête du piéton contre le montant avant et les autres surfaces qui ne pardonnent pas.

Les Nations Unies ont complété la première phase du Règlement technique mondial sur la sécurité des piétons et la conception

des véhicules légers (RTM n° 9) et s'affairent actuellement à la deuxième phase. Ces travaux sont réalisés sous l'égide de la Commission économique pour l'Europe des Nations Unies (CEE-ONU). Étant donné que les normes des véhicules relatives à la protection des piétons ne sont efficaces qu'à une vitesse n'excédant pas 40 km/h, la réduction des limites de vitesse et les mesures de modération de la circulation, de même que la conception améliorée de l'avant des véhicules, constituent les meilleures solutions pour réduire le nombre de piétons blessés ou tués sur les routes.

### **La modification des véhicules après fabrication**

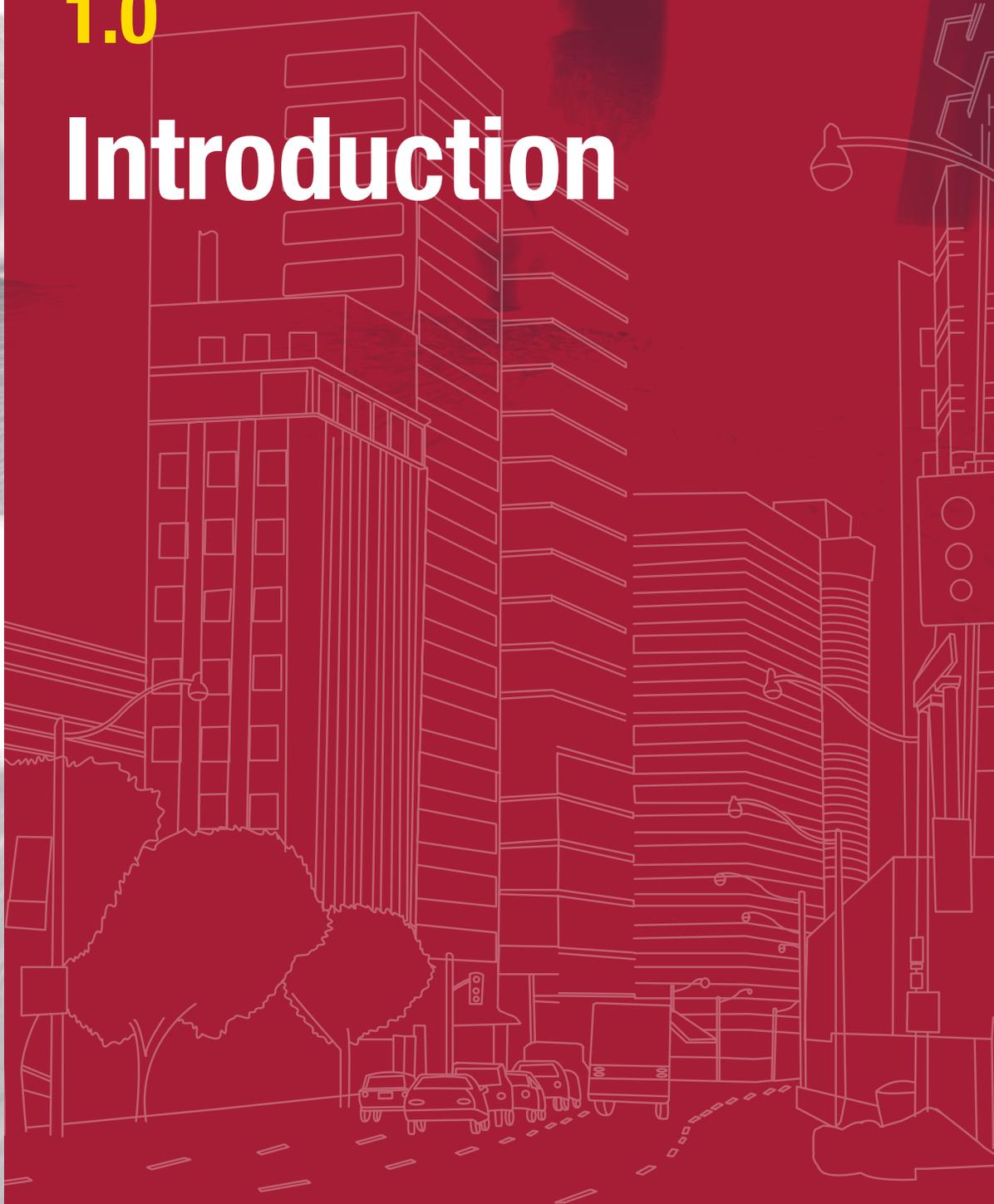
Le rapport relève deux modifications de véhicule particulièrement hostiles aux piétons, à savoir l'élévation du châssis et l'ajout d'un pare-buffle rigide à l'avant du véhicule. La première compromet la sécurité des autres usagers de la route, notamment les piétons, qui sont particulièrement vulnérables. En outre, l'efficacité des freins et les distances d'arrêt peuvent être considérablement modifiées sur une voiture rehaussée. Par-dessus tout, la partie du véhicule qui entre en contact avec le piéton est plus rigide que le capot et peut causer des blessures plus graves. Des preuves irréfutables démontrent que les pare-buffles rigides (aussi appelés pare-chocs safari ou protège-calandre) décuplent le risque de blessure en cas de collision avec des piétons pour ces mêmes raisons.

## **MESURES DE PRÉVENTION POSSIBLES**

Le présent rapport fournit de nombreuses mesures de prévention pour chacun des éléments susmentionnés. Il a été réalisé parallèlement à la Stratégie de sécurité routière 2015 du gouvernement du Canada, programme subséquent à Vision sécurité routière 2010. L'ensemble des quelque 70 projets, mesures de prévention et initiatives visent essentiellement l'un des groupes cibles de la stratégie : les usagers vulnérables de la route. Le rapport respecte la nature globale de la nouvelle stratégie qui s'appuie sur les usagers de la route, l'infrastructure et les véhicules. En plus de proposer des mesures de mises en œuvre aux gouvernements et aux organismes de sécurité routière, ce rapport présente un large éventail d'information aux personnes et aux organisations concernées par les problèmes et enjeux multidimensionnels associés à la promotion de la formule de déplacement la plus élémentaire au Canada, la marche.

**1.0**

# Introduction



# 1.0

## Introduction

Les piétons forment un important groupe d'usagers de la route souvent négligé dans les initiatives d'amélioration de la sécurité routière. En Amérique du Nord, la marche comme moyen de transport de base gagne en popularité; presque tout le monde se déplace occasionnellement à pied, et un nombre croissant de gens choisissent ce mode de transport en vue d'améliorer leur forme physique, mais aussi pour réduire les émissions de carbone et les autres particules nocives et polluantes émises par les automobiles. De plus, en raison du vieillissement démographique, bon nombre de personnes âgées abandonneront leur voiture au profit d'autres moyens de transport humains. Quoi qu'il en soit, la marche demeure un mode de déplacement fondamental, et chacun a le droit de l'exercer à tout âge et dans un contexte sécuritaire.

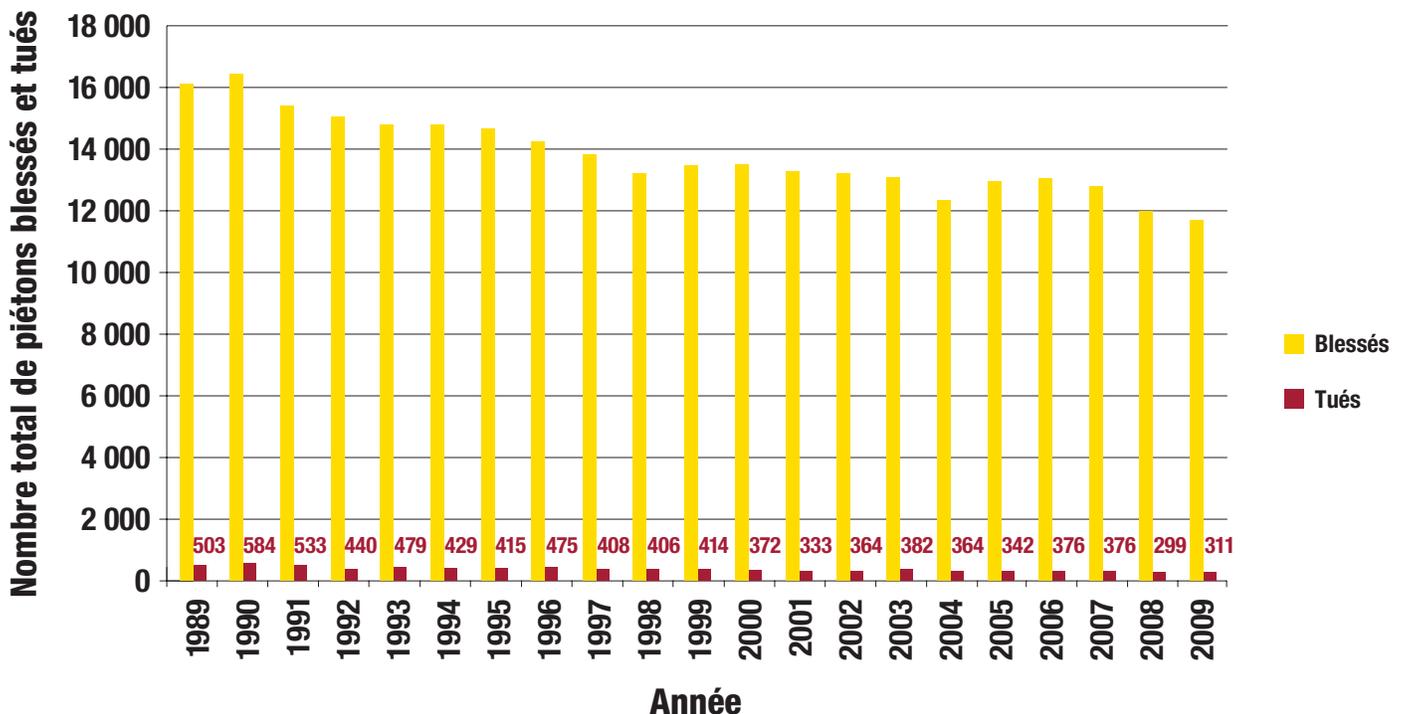
Alors que la sécurité des occupants des véhicules s'est constamment améliorée ces quarante dernières années, la tendance est beaucoup moins prononcée en ce qui concerne les piétons. La figure 1.1 illustre l'évolution du nombre de piétons

blessés ou tués sur une période de 21 ans, tandis que la figure 1.2 exprime ces mêmes données en pourcentage de l'ensemble des usagers de la route blessés ou tués. Voici quelques chiffres qui montrent l'ampleur et la gravité du problème de la sécurité routière des piétons.

- Entre 1989 et 2009, près de 9 000 piétons ont perdu la vie et des centaines de milliers d'autres ont été blessés dans des collisions avec des véhicules au Canada.
- Environ 13 % des personnes tuées et 6,5 % des personnes blessées dans des accidents de la route sont des piétons<sup>7</sup>. Quelque 340 piétons en moyenne ont été tués chaque année sur les routes canadiennes entre 2005 et 2009, dont environ 44 enfants (de 18 ans et moins) par an.
- Selon l'Institut canadien d'information sur la santé (ICIS), de 2000 à 2008, 6 442 piétons ont subi un traumatisme résultant d'une collision avec un véhicule motorisé au Canada<sup>8</sup>. De ce nombre, 854 étaient des enfants de 0 à 15 ans.
- Le nombre de piétons tués et blessés est demeuré généralement stable ces vingt dernières années.

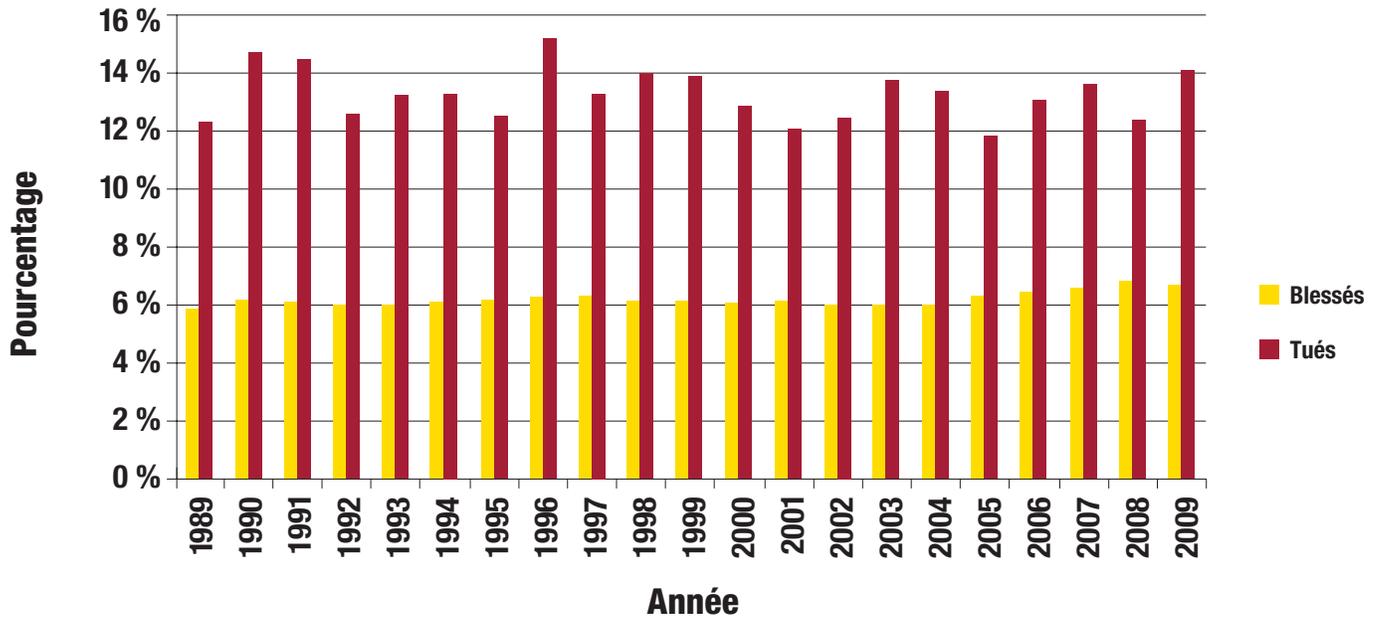
**Figure 1.1 Évolution du nombre de piétons tués et blessés au Canada de 1989 à 2009.**

Source : Transports Canada, Base nationale de données sur les collisions (BNDC). Signalons que Terre-Neuve-et-Labrador est exclue des données de 2009.



**Figure 1.2 Pourcentage des piétons tués et blessés par rapport à l'ensemble des victimes de la route de 1989 à 2009.**

Source : Transports Canada, BNDC. Signalons que Terre-Neuve-et-Labrador est exclue des données de 2009.



Il ressort de ces statistiques un facteur essentiel : le réseau routier est généralement conçu en fonction des occupants de véhicules motorisés, et non des usagers de la route les plus vulnérables. À l'inverse, les meilleures pratiques internationales préconisent maintenant la mise en œuvre de multiples stratégies visant les usagers de la route, les infrastructures routières et les véhicules, ainsi que la conception de systèmes de transport qui tiennent compte du risque d'erreur humaine et dans lesquels la vitesse autorisée sur chaque type de route est soigneusement calculée. C'est l'approche systémique de la sécurité routière<sup>9</sup>. En effet, il semble que les pays ayant adopté cette approche ont réussi à réduire davantage que les autres le nombre de traumatismes humains causés par des accidents de la route. Les pays membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) ont appuyé et adopté cette approche, dont les récents succès ont favorisé l'émergence d'un consensus.

L'approche systémique de la sécurité routière repose sur le principe que l'utilisateur le plus vulnérable est celui qui n'a aucune protection (c'est-à-dire le piéton) et que le système doit être conçu en fonction de ses besoins. Au cours des deux dernières décennies, certains pays ont clairement mieux réussi que d'autres à réduire le nombre de décès et de blessures sur les routes. Les États qui ont élevé la sécurité routière au rang de priorité et qui ont mis en œuvre des améliorations dans

les trois principaux secteurs ont considérablement réduit le nombre de personnes tuées et blessées sur leurs routes; en témoignent les écarts importants en matière de sécurité routière entre les différents pays<sup>10</sup>.

Au cours des dernières décennies, le génie routier accordait la priorité à la sécurité des occupants des véhicules motorisés, négligeant la plupart du temps les besoins des autres usagers de la route, notamment les piétons. L'optimisation de la capacité des véhicules et du débit de la circulation était la préoccupation primordiale. Aujourd'hui, les priorités ont évolué dans le sens des valeurs de la société en faveur de l'utilisation équitable de l'espace urbain et de la santé publique, tout en reconnaissant les conséquences des émissions des véhicules sur l'environnement. Les gouvernements de nombreux pays, notamment en Europe, ont renversé les priorités : la conception des réseaux de transport urbain est fondée sur une hiérarchie qui place les piétons et les cyclistes au premier rang, suivis des transports publics puis des automobilistes.

Dans ce domaine, le Canada se classe loin derrière de nombreux pays de l'OCDE. Par exemple, en 2008, le taux de décès de piétons par 100 000 habitants était de 0,34 aux Pays-Bas et de 0,49 en Suède, comparativement à 1,1 au Canada<sup>11 12</sup>. Autrement dit, le Canada affichait un taux plus de trois fois supérieur à celui des Pays-Bas. À titre d'exemple, les Pays-Bas enregistraient 609 décès de piétons en 1970 contre 56 en 2008;

ainsi, les Néerlandais n'ont pas toujours affiché de faibles taux, mais ils les ont diminués en accordant la priorité aux mesures de sécurité pour les piétons; une réussite fort impressionnante, sachant que la marche est un mode de déplacement courant dans ce pays. Le Canada pourrait raisonnablement réduire le nombre de décès de piétons à un tiers du niveau actuel, ce qui permettrait de sauver environ 2 400 vies en seulement dix ans.

Le Canada accuse également un retard considérable par rapport au champion de la sécurité des enfants sur les routes : la Suède. Pour cette catégorie de piétons, le Canada affiche un taux de décès (nombre d'enfants tués par 100 000 enfants) qui équivaut à plus du double de celui de la Suède (respectivement 0,77 contre 0,35)<sup>13</sup>.

Les études dans le domaine et l'expérience d'autres pays indiquent que le Canada pourrait considérablement réduire le nombre de piétons tués et blessés sur ses routes en accordant la priorité à la sécurité des piétons et en mettant en œuvre des mesures éprouvées. Il est inadmissible de prétendre que les accidents impliquant des piétons sont inévitables. Le schéma de la figure 1.3 illustre l'importance de reconnaître

la tolérance humaine à la force physique comme principe fondamental de la conception d'un système sécuritaire.

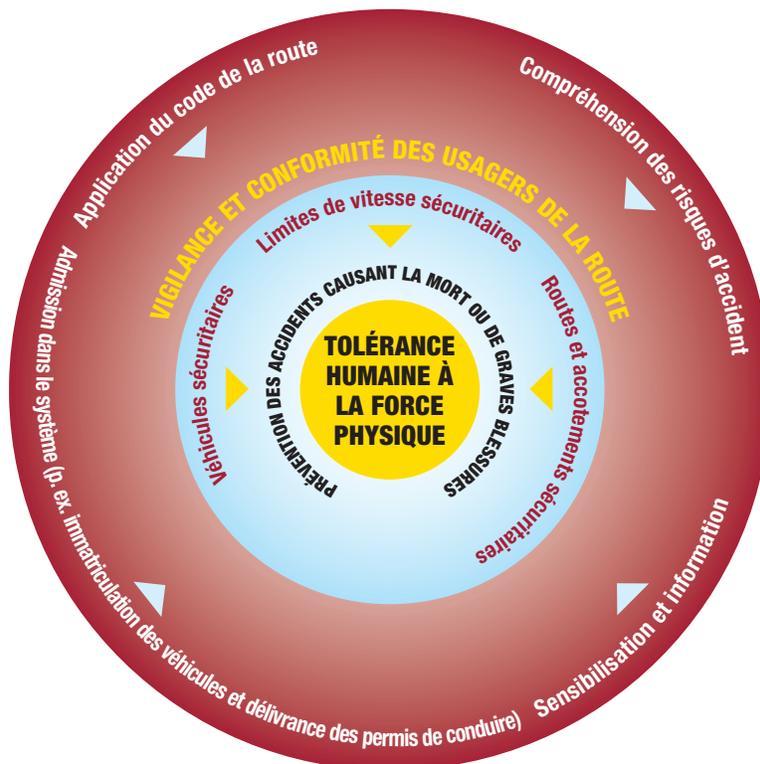
Nous décrivons dans le présent rapport de nombreuses mesures éprouvées qui permettent de renforcer la sécurité des piétons. Nous verrons que la sécurité passe par les piétons, les conducteurs, les routes et la signalisation routière, les limites de vitesse et les véhicules. Si l'on y accorde la priorité, il est possible de réduire considérablement le nombre de piétons tués et blessés sur les routes canadiennes. Il n'est pas insensé d'adopter des mesures en vue de réduire à zéro le nombre de piétons tués et blessés sur les réseaux routiers du pays. Le présent rapport fait un survol des mesures de prévention existantes et des meilleures pratiques pour améliorer la sécurité des piétons.

Le rapport s'articule autour de quatre éléments :

- le rôle du piéton;
- le rôle du conducteur;
- le rôle du réseau routier;
- le rôle du véhicule.

**Figure 1.3 Dans l'approche systémique de la sécurité routière, les limites de vitesse sécuritaires font partie des trois principaux facteurs.**

Source : Le diagramme ci-dessus est tiré du Rapport de situation sur la sécurité routière dans le monde de l'OMS en 2009, adapté à partir d'une étude commandée par le gouvernement de l'Australie-Occidentale.



## 2.0

# Le rôle du piéton

- 2.1 Contexte
- 2.2 La tâche du piéton
- 2.3 Collisions entre véhicules motorisés et piétons
- 2.4 Comportements et facteurs circonstanciels qui augmentent les risques pour les piétons
- 2.5 Les jeunes piétons
- 2.6 Les piétons âgés
- 2.7 Les piétons ayant des besoins particuliers
- 2.8 Les piétons sur roues
- 2.9 Application de la loi en matière de circulation piétonne

## 2.1

# Contexte

Le terme « piéton » désigne les personnes qui ne circulent pas dans un véhicule motorisé, à l'exclusion des cyclistes. Naturellement, ce groupe comprend des personnes de tous âges ayant divers niveaux d'aptitude (p. ex. des enfants, des personnes âgées, des personnes handicapées, des personnes ayant une déficience visuelle ou auditive, ainsi que les utilisateurs d'appareils fonctionnels, de planches à roulettes, de planches de parc, de patins à roues alignées et de gyropodes). La conception et l'exploitation du réseau routier doivent tenir compte des capacités et des limites de ces usagers vulnérables de la route. Piétons et automobilistes se partagent la voie publique, généralement dans les mêmes zones et aux mêmes heures. Or, la conception du réseau routier favorise la circulation des véhicules motorisés, souvent aux dépens de la sécurité et des besoins des piétons. Avec l'augmentation du nombre de routes, du débit de la circulation et des places de stationnement, les piétons sont les usagers de la route les plus négligés.

La présente section décrit les tâches et les défis de tous les piétons, la nature des accidents impliquant des véhicules et des piétons, les comportements des conducteurs qui compromettent la sécurité des piétons (distraction, faible visibilité et conduite avec facultés affaiblies) ainsi que les traumatismes humains causés par ces facteurs. Nous analyserons en outre la situation des enfants et des personnes âgées, des piétons ayant des besoins particuliers et des personnes qui se déplacent à l'aide d'appareils fonctionnels ou à roues. Enfin, la section présente les diverses mesures de prévention à l'intention des piétons.

## 2.2

# La tâche du piéton

Pour comprendre une tâche ou une activité humaine, l'*analyse de tâche* permet d'en dégager les principaux éléments ainsi que les capacités requises pour la mener à bien en toute sécurité. L'analyse des comportements des piétons qui traversent la rue révèle quatre éléments essentiels : la planification du parcours, la détection des véhicules, l'évaluation et la prise de décision. Traverser la rue peut être une activité plus complexe qu'on le croit. Par exemple, une analyse de tâche menée auprès d'enfants piétons par Van der Molen<sup>14</sup> a permis de dégager

26 sous-tâches. Les besoins comportementaux ont été déterminés en premier lieu. Les mécanismes psychologiques tels que la détection, la reconnaissance, l'identification et la prise de décision s'enclenchent également. Divers facteurs influent sur le comportement et la sécurité des piétons : l'environnement (type de chaussée, largeur, carrefours, passages pour piétons, surfaces, éclairage), la circulation (débit, véhicules en mouvement et à l'arrêt, communication), les facteurs personnels (physiques, psychologiques, caractéristiques personnelles, motivation, expérience, état psychologique) et les facteurs sociaux (présence d'autres piétons, but du déplacement, jeu).

Avant de traverser, le piéton scrute la rue, perçoit la circulation et évalue la distance, la vitesse et la direction des véhicules. À partir de ces informations, il décide ou non de traverser la rue à ce moment. Or, les jeunes enfants, selon leur niveau de développement, ont de la difficulté à exécuter une ou plusieurs de ces sous-tâches. Les personnes âgées peuvent elles aussi éprouver des problèmes à percevoir la circulation routière et à choisir le moment approprié pour traverser. L'évaluation de la vitesse est influencée par la taille, la couleur et la distance du véhicule qui approche. Les erreurs de jugement peuvent conduire les piétons à prendre des risques au moment de traverser la rue.

## 2.3

# Collisions entre véhicules motorisés et piétons

Le problème de la plupart des études sur la sécurité des piétons, c'est l'absence d'indice d'exposition aux risques. Autrement dit, le volume de la circulation piétonnière et automobile n'est pas pris en compte. Par exemple, les collisions sont plus fréquentes chez les piétons appartenant à certains groupes d'âge parce qu'ils sont plus nombreux à circuler dans des zones où le débit de la circulation automobile est très élevé. La fréquence des collisions peut être élevée à un carrefour « dangereux » en raison du volume important de la circulation piétonnière et automobile. Selon le taux de mortalité par million de kilomètres parcourus, la marche s'avère le moyen de transport le plus dangereux, comme l'indiquent les données sur le taux de mortalité aux États-Unis pour les transports en public, les automobiles et camions et les piétons, respectivement de 0,75, 1,3 et 20,1<sup>15</sup>. Or, la vitesse des

piétons étant de loin inférieure à celle des véhicules motorisés, il serait plus juste d'évaluer l'exposition aux risques en fonction du temps et non de la distance parcourue. Hélas, il n'existe aucun indicateur de ce genre.

Les collisions entre véhicules motorisés et piétons se divisent en deux grandes catégories : les collisions parallèles, lorsque le piéton se déplace dans le sens ou le sens inverse de la circulation, et les collisions transversales, lorsque le piéton croise la trajectoire d'un véhicule. Dans le premier cas, le piéton n'est pas toujours conscient qu'un véhicule approche s'il se déplace dans la même direction et il peut supposer que le conducteur l'a aperçu. En outre, le conducteur est parfois incapable de déterminer, surtout dans l'obscurité, si le piéton s'approche ou s'éloigne du véhicule, ni même de détecter la présence d'un piéton. Les collisions entre véhicules et piétons se classent dans plusieurs catégories spécifiques<sup>16</sup> :

- surgissement, première moitié de la voie – un piéton surgit soudain sur la voie, ailleurs qu'à un carrefour;
- surgissement, seconde moitié de la voie – comme la première catégorie, sauf que le piéton parcourt la moitié de la voie avant de se faire heurter;
- surgissement à un carrefour – semblable aux deux catégories précédentes, mais à un passage pour piétons ou près d'un carrefour;
- menaces multiples – un véhicule heurte un piéton parce que d'autres véhicules qui se sont immobilisés pour laisser passer le piéton obstruent la vue du conducteur;

- arrêt d'autobus – le piéton traverse la rue devant un autobus qui obstrue la vue des autres conducteurs;
- inattention durant une manœuvre de virage ou d'insertion – le conducteur ne voit pas le piéton qui traverse la voie, car son attention est concentrée sur une manœuvre de virage ou d'insertion dans la circulation.

Le surgissement dans la première moitié de la voie est de loin le type de collision le plus fréquent, comptant pour 24 % des collisions impliquant des piétons (selon les données de six États américains)<sup>17</sup>. La figure 2.1 ci-dessous indique le nombre de piétons tués et blessés au Canada pour chacune des actions des piétons au cours de la période de dix ans entre 2000 et 2009<sup>18</sup>. Ces données révèlent que la plupart des piétons se font frapper alors qu'ils ont la priorité de passage et qu'ils ne font rien de mal ni de contraire aux règlements.

**Figure 2.1 Données nationales sur les piétons, de 2000 à 2009**

<b>**ACTIONS DU PIÉTON**</b>	<b>Tués</b>	<b>Blessés</b>	<b>Total</b>	<b>% du total</b>
Traverse à un carrefour avec régulation de la circulation et priorité de passage	291	32 462	32 753	22 %
Traverse sans régulation de la circulation avec priorité de passage ou à un passage pour piétons	848	25 293	26 141	18 %
Traverse sans priorité de passage	764	28 468	29 232	20 %
Se tient sur la route	679	11 840	12 519	8 %
Se tient sur le trottoir, un terre-plein ou un refuge piétonnier	224	6 758	6 982	5 %
Entre dans un véhicule ou en sort	45	1 803	1 848	1 %
Autre que les actions précédentes	664	15 558	16 222	11 %
Inconnue	728	20 869	21 597	15 %
<b>Total</b>	<b>4 243</b>	<b>143 051</b>	<b>147 294</b>	<b>100 %</b>

## 2.4

# Comportements et facteurs circonstanciels qui augmentent les risques pour les piétons

De toute évidence, la visibilité des piétons est fonction de la relation entre le conducteur et le piéton. Le conducteur doit détecter le piéton, mais il incombe à ce dernier de lui faciliter la tâche. La présente section expose les moyens dont disposent les piétons pour améliorer leur visibilité.

La visibilité des piétons pose un problème particulier la nuit; c'est pourquoi les initiatives dans ce domaine portent principalement sur les conditions nocturnes. Or, les conditions météorologiques (pluie, brouillard, neige) et l'éblouissement causé par le soleil peuvent également réduire la visibilité. Même dans les conditions idéales, il y a lieu d'améliorer la visibilité des piétons.

Les piétons sont plus vulnérables dans l'obscurité, car ils perçoivent plus difficilement la route et sont beaucoup moins visibles pour les conducteurs. De nombreuses collisions entre des véhicules et des piétons surviennent la nuit, souvent sur des routes uniquement éclairées par les phares des véhicules. La sensibilité de l'œil humain décline considérablement sous un faible éclairage; les piétons sont donc plus difficiles à détecter dans de telles conditions. Un piéton vêtu de couleurs foncées se fond dans l'obscurité et la surface relativement sombre de la route. La présence d'eau à la surface de la route réduit davantage la visibilité nocturne, surtout lorsque le conducteur est ébloui par les phares d'une voiture roulant en sens inverse ou la lumière des lampadaires.

La nuit, le piéton détecte généralement la présence d'un véhicule avant que le conducteur ne l'aperçoive. Les conducteurs ont tendance à rouler trop vite par rapport à la portée de leurs phares, et bon nombre surestiment leur distance de visibilité. Selon Allen et coll.<sup>19</sup>, la grande majorité des conducteurs qui heurtent un piéton la nuit déclarent qu'ils avaient du mal à percevoir la personne; seuls 11 % invoquent ce facteur dans les cas de collisions diurnes. Environ 25 % des conducteurs qui heurtent un piéton la nuit n'en prennent conscience qu'au moment où ils entendent l'impact.

Les piétons portent souvent des vêtements sombres, en particulier par temps froid; ce facteur, conjugué au raccourcissement des jours, augmente considérablement leur vulnérabilité en hiver. Certains accessoires peuvent améliorer la visibilité et permettre aux conducteurs d'apercevoir les piétons (et les cyclistes) plus tôt. Le matériel rétro réfléchissant améliore la visibilité des piétons, en particulier lorsqu'il est fixé sur les membres de manière à souligner les mouvements du corps.

### Résultats des études

Le port de vêtements, de pièces de tissu ou d'étiquettes rétro réfléchissantes est l'un des moyens les plus efficaces de réduire les collisions nocturnes avec des piétons. Ces objets réfléchissent la lumière, ce qui les rend très visibles. L'utilisation de lampes fixées au corps ou portées à la main augmente également la visibilité nocturne. Blomberg, Hale et Preusser<sup>20</sup> ont examiné divers matériaux et lampes rétro réfléchissantes en vue de déterminer leur capacité à améliorer la visibilité des piétons. Une torche électrique était détectée environ six fois plus rapidement qu'un piéton vêtu d'un t-shirt blanc et d'un jean.

Owens, Antonoff et Francis<sup>21</sup> ont mené deux expériences en laboratoire afin de comparer la visibilité d'un coureur portant des vêtements réfléchissants, soit un gilet, des bandes ou des bandeaux fixés sur les membres mobiles (hanches, bras, jambes et épaules), avec les conditions de contrôle sans accessoires. Les distances de visibilité étaient plus grandes avec tous les accessoires réfléchissants que dans les conditions de contrôle. Les accessoires fixés aux membres étaient plus efficaces que ceux placés sur le torse, et ceux qui soulignaient les mouvements du corps étaient plus efficaces qu'un gilet ou des bandes.

Dans une étude connexe<sup>22</sup>, dix personnes jeunes et dix personnes âgées devaient conduire en circuit fermé et indiquer à quel moment elles percevaient un piéton marchant sur place sur l'accotement de la route. Les piétons portaient des vêtements différents : noirs, blancs, un gilet rétro réfléchissant ou des bandes réfléchissantes fixées sur les membres. Les phares des véhicules étaient réglés en position de feux de route ou de feux de croisement, et des conditions d'éblouissement étaient créées par les phares d'un véhicule situé 10,2 m devant le piéton. Dans les pires conditions (feux de croisement, vêtements noirs et éblouissement), seuls 5 % des piétons ont été détectés, comparativement à un taux de détection de 100 % pour les piétons portant des bandes réfléchissantes sur les membres mobiles, sans éblouissement. Les distances de détection moyennes, dans toutes les conditions, étaient de 59,4 m avec les feux de croisement et de 93,6 m avec les feux de route. Pour les personnes âgées, la moyenne s'établissait à 65 m, contre 97 m pour les jeunes conducteurs.

Selon Olson, Dewar et Farber, il y a une forte probabilité qu'un conducteur roulant la nuit avec les feux de croisement n'aperçoive pas un piéton. En effet, les mesures photométriques indiquent que la lumière des phares éclaire principalement les pieds des piétons, et très peu les parties supérieures du corps, jusqu'à ce que la voiture s'en approche de très près<sup>23</sup>. C'est la raison pour laquelle les accessoires rétroréfléchissants fixés sur les membres, notamment les chevilles, améliorent plus efficacement la visibilité que les gilets, qui couvrent la partie supérieure du corps. Un piéton situé sur la gauche du véhicule serait moins éclairé que celui qui se trouve à droite. Par conséquent, les piétons qui accèdent à la route par la gauche sont plus vulnérables.

Tyrrell, Wood et Carberry<sup>24</sup> ont quantifié l'estimation, selon les piétons, de la capacité des conducteurs à les apercevoir la nuit sur le côté de la route. Ils ont demandé à des sujets jeunes et âgés de marcher sur place sur l'accotement de gauche d'une route en circuit fermé, et d'indiquer à quel moment ils estimaient pouvoir être aperçus d'un conducteur qui s'approchait. Ils portaient des vêtements noirs, blancs ou noirs avec un panneau rétroréfléchissant sur leur veste. Les participants ont surestimé leur propre visibilité et sous-estimé l'avantage du port de vêtements visibles. On a constaté un écart important entre les distances de perception réelles et estimées, selon le type de vêtements portés.

Tyrrell, Patton et Brooks<sup>25</sup> ont démontré les avantages de sensibiliser les jeunes adultes aux facteurs qui influencent la visibilité des piétons. Les étudiants ayant participé à l'étude initiale n'étaient pas conscients des effets des vêtements rétroréfléchissants et des feux de route. Ceux qui avaient assisté quelques semaines plus tôt à un cours magistral sur ces facteurs ont donné des

estimations de 10 % inférieures à celles du groupe témoin. Dans la seconde phase de l'étude, les étudiants ayant assisté à un cours intensif illustrant les effets de ces facteurs ont donné des estimations de 56 % inférieures à celles du groupe témoin.

Il y a également lieu d'améliorer la visibilité des piétons à la lumière du jour. Un examen complet des études sur les divers dispositifs d'amélioration de la visibilité des piétons et des cyclistes révèle que les accessoires fluorescents jaunes, rouges et orangés améliorent la détection et la perception des conducteurs à la lumière du jour<sup>26</sup>. Le jaune-vert, ou le vert lime-jaune, est la couleur non fluorescente la plus efficace le jour.

### Lois et règlements

En 2004, l'Espagne a adopté une loi qui rend obligatoire le port de vêtements à haute visibilité pour les piétons circulant sur les grands axes routiers et les accotements stabilisés. La France lui a emboîté le pas en 2008 en obligeant tous les conducteurs, y compris les touristes, à garder en tout temps dans leur véhicule un gilet à haute visibilité et un triangle de signalisation. Le célèbre designer Karl Lagerfeld a posé pour la campagne d'affichage en vue de promouvoir la conformité à la nouvelle loi (voir la figure 2.1 ci-dessous), avec pour slogan : « C'est jaune, c'est moche, ça ne va avec rien, mais ça peut vous sauver la vie »<sup>27</sup>.

Au Canada, les gouvernements reconnaissent de toute évidence l'importance d'améliorer la visibilité des piétons, comme en témoigne l'affectation de ressources pour l'élaboration et l'intégration de normes de visibilité en vue de renforcer la sécurité des travailleurs sur les routes. Or, il n'existe toujours aucune loi ni aucune norme obligeant le port de vêtements de sécurité à haute visibilité en dehors d'un contexte de travail.

**Figure 2.2 Affiche de la campagne française avec Karl Lagerfeld en vue de promouvoir la loi rendant obligatoires le gilet et le triangle dans les véhicules.** Source : Lowe Stratéus Paris



## Programmes scolaires

Dans bon nombre de pays européens, les écoles distribuent des gilets rétro réfléchissants au début de l'année scolaire dans le cadre d'une campagne d'information et de sensibilisation. Les gilets demeurent la propriété de l'école et sont réutilisés année après année. Selon un sondage international, l'investissement de la Norvège dans un programme intitulé *Le chemin de l'école en toute sécurité* contribue à ses excellents résultats en matière de sécurité routière. Lorsqu'ils entrent à l'école (à six ans), les enfants reçoivent des casquettes, des gilets ou des sacs d'école de couleurs vives et rétro réfléchissantes<sup>28</sup>. Au Royaume-Uni, 12 millions de réflecteurs ont été distribués aux écoliers au cours des trente dernières années dans le cadre du programme *Cats Eyes for Kids*<sup>29</sup>.

Selon une étude réalisée en Ouganda sur les blessures chez les enfants, un tiers des enfants gravement blessés étaient des piétons. Ces résultats ont mené à l'établissement du programme pilote *See-Me-Walk*, axé sur la sensibilisation et la distribution de brassards rétro réfléchissants. Au cours de la période de trois mois du pilote, seuls deux piétons blessés ont été signalés dans les quarante écoles, comparativement à trente blessés pour la même période de l'année précédente<sup>30</sup>.

Au Canada, du matériel et des brochures de sensibilisation ont été distribués dans l'ensemble du pays, mais n'étaient pas accompagnés de vêtements ni d'accessoires rétro réfléchissants.

## MESURES DE PRÉVENTION POSSIBLES

- On peut envisager d'intégrer aux vêtements d'extérieur et aux chaussures pour adultes et pour enfants du matériel rétro réfléchissant placé de façon stratégique. Il importe de sensibiliser les enfants à la visibilité sur la route. De plus, on devrait leur fournir des outils tels que des accessoires rétro réfléchissants qu'ils peuvent facilement porter sur leurs vêtements.
- Sensibiliser les conducteurs au sujet de la difficulté de détecter les piétons la nuit, des distances d'arrêt et des limites des phares.
- Lancer des campagnes de sensibilisation qui déconseillent le port de vêtements sombres la nuit et encouragent le port d'accessoires rétro réfléchissants ou de couleur jaune-vert s'ils ne sont pas fluorescents.

## Distraction et inattention des piétons

De nombreuses études se sont penchées sur le problème de la distraction des conducteurs ces dernières années. La distraction au volant est causée par n'importe quelle activité non liée à la conduite qui peut distraire le conducteur de ses tâches

primordiales et qui augmente le risque d'accident<sup>31</sup>. Bon nombre des principes qui s'appliquent à la distraction des conducteurs concernent également les piétons. Pourtant, la distraction des piétons est beaucoup moins reconnue. La principale source de distraction des usagers de la route est l'utilisation d'appareils électroniques portables, par exemple les discussions au cellulaire, l'envoi de messages textes, l'utilisation d'Internet et l'écoute de musique sur des lecteurs portables. Les distractions des piétons qui circulent sur la chaussée sont de différentes natures :

- cognitive (p. ex. lorsque l'attention est accaparée par une conversation et détournée de la circulation, que le piéton ne relève pas l'information sur la circulation ou sur les autres piétons, qu'il regarde sans voir);
- physique (p. ex. lorsqu'un piéton est ralenti ou encombré par des objets qu'il tient dans ses mains);
- visuelle (p. ex. lorsque le piéton a la vue latérale obstruée, notamment par un parapluie, ou qu'il regarde un cellulaire ou un appareil de messages textes);
- auditive (p. ex. lorsque l'utilisation d'appareils pour écouter de la musique ou pour communiquer couvre le bruit des véhicules qui approchent).

Hatfield et Murphy ont mené une étude en Australie sur la distraction des piétons qui utilisent un cellulaire en traversant la rue<sup>32</sup>. Ils ont observé 546 piétons qui utilisaient ou non un cellulaire tandis qu'ils traversaient à des carrefours avec ou sans feux de signalisation. Plus de 20 % des utilisateurs de cellulaires regardaient leur appareil en traversant (la plupart du temps pour envoyer des messages textes). L'utilisation d'un cellulaire influençait aussi la vitesse de marche et l'analyse de la circulation avant de traverser, mais les chercheurs ont constaté des écarts entre les sexes.

Bungum, Day et Henry<sup>33</sup> ont observé les comportements des piétons traversant un carrefour urbain très passant muni de feux de signalisation et d'un passage pour piétons. Par définition, les piétons distraits étaient ceux qui portaient un casque d'écoute, qui parlaient au cellulaire, qui mangeaient, qui buvaient ou qui fumaient en traversant. Environ 20 % étaient distraits en traversant. Seuls 13 % des piétons distraits ont affiché des comportements prudents (regarder à gauche et à droite avant de s'engager légitimement sur la chaussée). Cette étude ne comportait pas de groupe témoin.

À l'aide d'une méthode expérimentale, Nasar, Hecht et Wener<sup>34</sup> ont demandé à 60 piétons de parcourir à pied un trajet déterminé de 92 m. La première moitié des participants parlait au cellulaire et l'autre moitié tenait un cellulaire sans l'utiliser.

Les participants qui parlaient au cellulaire se rappelaient difficilement des objets placés le long du parcours. Ces résultats indiquent que les utilisateurs d'un cellulaire ont une conscience réduite de leur environnement et que leur attention est plus saturée. Dans une deuxième étude, Nasar et coll. ont observé, à des passages pour piétons, les comportements des personnes qui utilisaient soit un cellulaire, soit un iPod<sup>MC</sup>, soit aucun appareil. Les utilisateurs d'un cellulaire traversaient plus souvent de façon non sécuritaire, au milieu de la circulation, que les personnes des deux autres groupes – dans 48 % des cas, en comparaison avec 16 et 25 % des personnes utilisant un iPod et n'utilisant aucun appareil respectivement.

Ces études démontrent à l'évidence que l'utilisation d'un cellulaire en traversant la rue inhibe les comportements prudents, réduit la conscience de l'environnement et représente un danger pour les piétons. Bien qu'ils ne soient pas l'unique source de distraction des piétons, les appareils portables sont une cause importante d'inattention.

## MESURES DE PRÉVENTION POSSIBLES

- Sensibiliser les piétons aux dangers de la distraction dans la circulation.
- Encourager les piétons, en particulier les enfants, à s'abstenir d'utiliser des cellulaires ou d'autres appareils électroniques lorsqu'ils traversent la rue, en tenant compte de leur développement physique et intellectuel.

### Piétons ayant les facultés affaiblies

Les piétons ayant les facultés affaiblies par l'alcool ou la drogue représentent un problème de sécurité routière trop souvent négligé. Les études menées dans le monde indiquent que 30 à 35 % des piétons adultes mortellement blessés affichaient un taux d'alcoolémie supérieur à 80 mg/100 ml<sup>35</sup>. Dans les zones urbaines, ce pourcentage peut dépasser les 40 %<sup>36</sup>. Au Canada, en 2008, parmi les piétons dont le taux d'alcoolémie a été mesuré à l'autopsie, près de 40 % avaient bu et 27 % affichaient un taux d'alcoolémie supérieur à 160 mg/100 ml<sup>37</sup>. Bien que les tests puissent être biaisés en faveur des personnes les plus susceptibles d'avoir bu, ces pourcentages indiquent néanmoins une très forte prévalence d'intoxication alcoolique.

La réduction du nombre de collisions entre des véhicules motorisés et des piétons ayant les facultés affaiblies n'a pas suivi le rythme du déclin mondial des accidents causés par des conducteurs en état d'ébriété. Dans tous les cas, les méthodes juridiques semblent avoir une faible valeur préventive, vu la forte proportion d'alcooliques chroniques et aigus parmi les piétons

tués sur les routes<sup>38</sup>. Il est probable que les meilleures solutions passent par la conception des routes et des véhicules motorisés.

Wilson et Fang ont analysé les caractéristiques des collisions signalées à la police impliquant des piétons aux facultés affaiblies de 16 ans et plus, comparativement à des piétons sobres du même âge, en Colombie-Britannique<sup>39</sup>. Les piétons ayant les facultés affaiblies étaient généralement de sexe masculin (75 %) contre 52 % chez les piétons sobres. La plupart des piétons ayant les facultés affaiblies étaient âgés de 21 à 45 ans, tandis que le nombre de collisions impliquant des piétons sobres atteignait un sommet à 16 ans et diminuait de façon linéaire jusqu'à 55 ans avant de se stabiliser. Les collisions entre des piétons ayant les facultés affaiblies et des véhicules survenaient deux fois plus souvent dans l'obscurité, soit entre 18 h et 6 h dans 76 % des cas. Enfin, elles survenaient plus rarement à des carrefours.

Selon un rapport australien, les jeunes (de 17 à 29 ans) sont surreprésentés dans les accidents impliquant des piétons en état d'ébriété<sup>40</sup>. On a mesuré les taux d'alcoolémie de 78 jeunes piétons (45 hommes et 33 femmes) à leur sortie d'un établissement où l'on sert de l'alcool, et on leur a demandé de répondre à un questionnaire. Les jeunes ont reconnu consommer en moyenne 8,26 boissons alcoolisées durant une soirée typique. Plus de la moitié des participants se rappelaient des situations où l'alcool avait compromis leur capacité à marcher jusqu'à leur destination. Moins de la moitié des jeunes sondés connaissaient le terme « *drink walking* » (marche en état d'ébriété) employé en Australie. Environ la moitié connaissait une personne qui s'était blessée en marchant en état d'ébriété. Lorsqu'on leur a demandé de classer par ordre d'importance plusieurs risques associés à la sécurité routière (p. ex. la marche en état d'ébriété, la conduite en état d'ébriété, le refus de boucler la ceinture de sécurité, les excès de vitesse, la fatigue au volant), la marche sur la voie publique après avoir consommé de l'alcool s'est classée au dernier rang. Cette étude montre que les jeunes adultes sont souvent inconscients des dangers de se déplacer à pied en état d'ébriété. Les auteurs recommandent des mesures de prévention telles que l'installation de clôtures près des bars en vue de séparer les piétons de la circulation routière, un éclairage adéquat et la sensibilisation des piétons et des conducteurs.

La surreprésentation des piétons dont les facultés sont affaiblies par l'alcool s'explique en partie par leur difficulté à évaluer la distance avant de traverser la rue en toute sécurité. Oxley, Lenné et Corben ont comparé les décisions prises au moment de traverser la rue par des piétons intoxiqués (ayant un taux d'alcoolémie moyen de 50 à 100 mg/100 ml) et des piétons sobres. Ils ont conclu que les personnes ayant le taux d'alcoolémie

le plus élevé n'étaient pas conscientes d'avoir les facultés affaiblies, qu'elles adoptaient des comportements risqués et qu'elles avaient de la difficulté à analyser rapidement la vitesse et la distance des véhicules afin de choisir le bon moment pour traverser en sécurité<sup>41</sup>.

Il existe un seul programme de prévention intensif, multidisciplinaire et à volets multiples ciblant les piétons en état d'ébriété<sup>42</sup>. Ce programme intitulé *Walk Smart Baltimore*, mis en œuvre dans cette ville durant une période d'un an et demi, de 1995 à 1997, a été évalué par Blomberg et Clevén. Le programme recommandait en tout 31 mesures de prévention, notamment l'ingénierie de la circulation (correction de l'éclairage insuffisant, retrait des objets obstruant la vue, rafraîchissement des passages pour piétons et installation de panneaux et de bannières pour avertir les conducteurs des dangers pour les piétons et des limites de vitesse), la formation spéciale des policiers, des campagnes de sensibilisation du public à la radio, à la télévision et dans les journaux, la formation des serveurs sur la sécurité des piétons et la diffusion massive de messages aux établissements titulaires d'un permis d'alcool. De plus, des casquettes rétro réfléchissantes ont été distribuées aux piétons dans les zones où les collisions nocturnes sont fréquentes.

La majeure partie des mesures de prévention ont été mises en œuvre dans des zones urbaines où les collisions impliquant des piétons en état d'ébriété sont fréquentes. Afin d'évaluer le programme, une variable de substitution a été définie pour les accidents impliquant des piétons en état d'ébriété (hommes de 30 à 59 ans, entre 19 h et 4 h du jeudi au lundi). Durant la période d'évaluation, les accidents correspondant à la variable de substitution ont diminué de 16 % dans l'ensemble des zones, de 22 % dans les zones ciblées et de 37 % sur les routes traitées, tandis que les accidents impliquant des piétons masculins de la même tranche d'âge ont augmenté. L'étude démontre que les accidents impliquant des piétons en état d'ébriété concentrés dans des zones bien limitées diminuent avec le traitement. Les différentes mesures de prévention ayant été mises en œuvre simultanément, il n'est pas possible de déterminer si le résultat est attribuable à une mesure en particulier ou à l'effet conjugué de l'ensemble des mesures.

## MESURES DE PRÉVENTION POSSIBLES

- Intégrer aux programmes de formation des serveurs un volet obligatoire sur la sécurité des piétons et la conduite avec les facultés affaiblies.
- Localiser les zones urbaines où se concentrent les collisions impliquant des personnes ayant les facultés affaiblies par l'alcool ou la drogue et collecter des données en vue

de déterminer quels traitements relatifs à la route, à la signalisation, à la réduction de la vitesse, à l'éclairage et aux clôtures seraient les plus efficaces dans ces zones.

- Mettre en œuvre des mesures de prévention axées sur la connaissance des collectivités et des lieux, par exemple des aménagements techniques en vue de séparer les piétons de la circulation, des mesures de modération de la circulation, des panneaux avertissant les conducteurs, des restrictions de stationnement ou la distribution de vêtements ou de bandes rétro réfléchissantes, ainsi que des campagnes de sensibilisation à l'intention des piétons et des conducteurs.

## 2.5

# Les jeunes piétons

### Risques de blessures chez les enfants

Le développement physique, cognitif, visuel et auditif des enfants les désavantage particulièrement en tant que piétons. Le risque de blessure est accru chez les jeunes piétons, car traverser la rue implique des processus et des comportements complexes que les enfants n'ont pas encore bien assimilés : planifier le parcours, détecter les véhicules, évaluer leur vitesse et leur distance, puis décider du moment approprié pour traverser. Ce processus exige des aptitudes motrices avancées ainsi que la capacité d'analyse continue de la rétroaction à l'égard de la prise de décision<sup>43</sup>.

Le risque de blessure est amplifié par la petite taille des enfants et la hauteur de leurs yeux plus basse que celui d'un adulte, qui les oblige à regarder vers le haut, par-dessus les véhicules. En outre, le champ de vision des enfants est souvent obstrué par des objets qui limitent leur perception et leur capacité de faire face à la circulation. Leur petite taille les rend également difficiles à détecter pour les conducteurs, voire invisibles lorsqu'ils se tiennent très près du véhicule, dont ils ne dépassent pas la hauteur.

### Statistiques sur les collisions impliquant des enfants

- Les blessures subies par les jeunes piétons sont l'une des principales causes de décès liés à des traumatismes chez les enfants de 14 ans et moins au Canada.
- Chaque année, chez les moins de 14 ans, on recense en moyenne 30 piétons tués et 2 412 blessés\*.
- Les blessures subies par des piétons comptent pour près de 12 % des décès liés à des traumatismes chez les enfants de moins de 14 ans<sup>44</sup>.

- On observe le taux le plus élevé de blessures subies par des piétons chez les enfants de 10 à 14 ans, tandis que le risque de décès le plus élevé touche un groupe élargi (de 5 à 14 ans)\*.\*

\* *Transports Canada, Base nationale de données sur les collisions (BNDC)*

## Enfants de moins de 11 ans

En général, les enfants de moins de 11 ans n'ont pas encore la vue et l'ouïe complètement développées. Bien que l'acuité visuelle soit bien développée dès l'âge de six mois, les jeunes enfants ont souvent un champ de vision étroit, que leur petite taille et la faible hauteur de leurs yeux limitent davantage. Par ailleurs, les enfants de 3 à 6 ans discernent généralement les couleurs, mais ne les reconnaissent pas toujours correctement; ce facteur doit être pris en considération dans le cadre de l'apprentissage des feux de signalisation chez les jeunes enfants. Les enfants ont également de la difficulté à détecter le sens de la circulation des véhicules qui roulent dans leur direction, car leur ouïe n'est pas complètement développée<sup>44</sup>. Lorsqu'ils traversent la rue, les jeunes enfants privilégient généralement le parcours le plus direct au détriment de celui qui est le plus sécuritaire. Ainsi, ils peuvent traverser au milieu d'un îlot, à angle droit ou en diagonale à un carrefour.

Pour traverser la rue de façon autonome et sécuritaire, les enfants doivent posséder au moins trois aptitudes essentielles généralement acquises entre 9 et 11 ans : la capacité de déterminer et d'emprunter un parcours sécuritaire, la faculté d'évaluer de façon réaliste la vitesse d'un véhicule et les fonctions cognitives nécessaires pour juger de l'ouverture suffisante dans la circulation.

Les enfants de moins de 11 ans estiment difficilement la vitesse d'un véhicule et leur propre vitesse de marche. Avant 8 ans, ils croient souvent que les petits véhicules roulent plus vite que les grands. Pour évaluer leur vitesse, les enfants doivent être en mesure de déterminer la taille des véhicules par rapport à celle d'autres objets. La détection des véhicules fait appel à une stratégie de recherche, mais cette compétence n'est pas fiable chez les enfants avant qu'ils n'atteignent environ 11 ans. Le manque de jugement des enfants d'âge préscolaire et scolaire est aggravé par l'égoïsme caractéristique de leur stade de développement; ainsi, il leur semble inconcevable qu'un conducteur ne les voie pas<sup>44</sup>.

Les jeunes enfants éprouvent de la difficulté à reconnaître une ouverture suffisante dans la circulation pour traverser la rue en toute sécurité. Plusieurs études ont démontré que les enfants de moins de 6 ans ont tendance à choisir une ouverture trop étroite ou à rater parfois des occasions appropriées de traverser

la rue. L'une de ces études a constaté que les enfants de 5 ans manquaient plus souvent que les adultes les occasions de traverser en présence d'un nombre comparable d'ouvertures étroites. Les enfants de moins de 6 ans possèdent une faible capacité d'analyse. Bien que les enfants apprennent dès l'âge de 6 ou 7 ans à effectuer des recherches systématiques planifiées, cette fonction n'est pas complètement développée avant environ 11 ans<sup>44</sup>.

Les enfants sont souvent distraits lorsqu'ils se tiennent sur la voie ou en bordure de la rue, notamment parce qu'ils ont de la difficulté à concentrer leur attention sur la circulation. Tabibi et Pfeffer<sup>45</sup> ont examiné les effets des sources de distraction sur la capacité des enfants à choisir un endroit sécuritaire où traverser la rue, ainsi que le rôle de l'attention dans ce processus. Les chercheurs ont évalué la capacité de reconnaître des zones sécuritaires et dangereuses chez des enfants de 6 à 11 ans et des adultes en leur présentant des emplacements sur un ordinateur, avec et sans distraction d'ordre visuelle ou auditive. La capacité de reconnaître les zones sécuritaires et dangereuses s'améliorait avec l'âge des enfants et était liée à leur attention sélective, contrairement aux adultes.

## Enfants de 11 à 14 ans

Dès l'âge de 11 ans, l'aptitude des enfants pour la pensée abstraite s'améliore, c'est-à-dire qu'ils ont une meilleure capacité de fusionner plusieurs idées pour former un nouveau concept. Cette aptitude permet d'appliquer un ensemble de règles à des situations multiples et variées. Pour les enfants de moins de 11 ans, il n'apparaît pas évident que les règles de sécurité des piétons qui s'appliquent à un carrefour sont également valables à tous les autres carrefours, alors que les enfants plus âgés comprennent ce concept et le mettent en pratique. Les préadolescents et les adolescents ont toutefois tendance à surestimer leurs capacités et à se croire invincibles, ce qui les incite à prendre davantage de risques. Il leur semble souvent inconcevable que leur existence puisse connaître une fin tragique<sup>46</sup>.

## Le rôle des parents et des gardiens

Les parents et les gardiens peuvent inculquer la prudence et les comportements sécuritaires aux jeunes piétons. Pour cela, il est essentiel que les adultes créent des occasions de parler de sécurité dans le cadre de promenades avec les enfants; la seule présence des parents ou des gardiens peut réduire le risque de blessure<sup>47</sup>. Ceux-ci peuvent aborder la question de la sécurité des piétons dès qu'ils commencent à marcher avec l'enfant, et continuer à le faire au moins jusqu'au début de l'adolescence. Cependant, l'efficacité des conseils parentaux dépend en grande partie de l'exactitude des connaissances transmises à l'enfant.

De nombreux parents considèrent que les blessures sont normales durant l'enfance et évoquent fréquemment des raisons pratiques, le stress et des impératifs divergents pour justifier les risques qu'ils prennent pour la sécurité de leurs enfants<sup>48</sup>. S'il est vrai que la plupart des parents déclarent enseigner à leurs enfants les principes de la sécurité piétonnière, une étude a révélé que seuls 16 % d'entre eux en connaissent les règles de base<sup>49</sup>.

En outre, les parents et les gardiens ne saisissent généralement pas les occasions d'apprendre aux enfants à traverser la rue lorsqu'ils les accompagnent, et ni les parents ni les enfants ne modifient leurs comportements à cet égard à mesure que les enfants grandissent<sup>50</sup>. La plupart des parents n'enseignent pas à leurs enfants à traverser la rue de manière plus indépendante, une pratique pourtant appropriée pour le développement de l'enfant, et ils ne mesurent pas l'importance de présenter à l'enfant un modèle de comportement sécuritaire en tant que piétons. Par ailleurs, les adultes peuvent inconsciemment modifier leur propre comportement en fonction du sexe de l'enfant qui les accompagne. Ainsi, lorsqu'ils marchent avec leur fille, les parents obéissent de façon plus stricte aux règles de la sécurité piétonnière<sup>51</sup>.

Les parents et les gardiens doivent inculquer plusieurs habitudes aux enfants :

1. Toujours regarder à gauche et à droite avant de traverser la rue, même à un passage pour piétons ou à un carrefour muni de feux de signalisation pour piétons.
2. Continuer de surveiller la circulation et les ouvertures dans chacune des voies pendant qu'ils traversent.
3. En faire autant aux carrefours, en surveillant également les véhicules qui tournent à gauche ou à droite.
4. Ne jamais supposer qu'ils sont en sécurité parce qu'ils traversent à un passage pour piétons ou à un feu de signalisation pour piétons.
5. Toujours surveiller la circulation et s'abstenir d'utiliser un appareil électronique en marchant.
6. Être visible autant que possible.

En somme, les études démontrent que même les brèves leçons des parents et des gardiens peuvent améliorer la sécurité des enfants, et que le risque de blessures diminue lorsque les enfants sont accompagnés d'adultes sur le chemin de l'école<sup>52 53</sup>.

### Facteurs environnementaux

Les conditions routières influent considérablement sur la fréquence et la gravité des accidents impliquant des piétons. Chez les enfants, ces accidents surviennent le plus souvent le jour et sur une chaussée sèche; rien d'étonnant à cela, puisque

c'est dans de telles conditions que les enfants sortent. Le risque de collision avec un enfant est plus élevé dans les zones à forte densité de circulation ou de véhicules stationnés, où les limites de vitesse sont élevées et qui offrent peu d'endroits pour jouer (absence d'espace vert ou d'aire de jeu sécuritaire).

Il est prouvé que les quartiers à faible revenu, en particulier dans les villes, présentent un risque accru de blessures chez les enfants piétons<sup>54 55</sup>. Ceux qui grandissent dans un quartier densément peuplé qui offre peu d'aires de jeu sécuritaires ont souvent moins d'occasions d'apprendre ou de mettre en pratique les comportements sécuritaires pour traverser la rue<sup>56</sup>. À défaut d'un réseau d'aide, certains enfants se rendent seuls à l'école avant même d'avoir acquis les aptitudes nécessaires pour se déplacer à pied en toute sécurité.

Selon une étude de 2008, les enfants vivant dans des quartiers qu'ils jugent peu sécuritaires connaissent les principes de la sécurité des piétons, mais peuvent ne pas les mettre en pratique en raison de leur milieu social. En effet, les enfants qui habitent ces quartiers déclarent adopter des comportements précis dans leurs déplacements à pied en vue d'éviter des risques sociaux. Par exemple, ils marchent rapidement, évitent les contacts visuels avec les gens et traversent les rues n'importe où pour éviter des zones dangereuses ou des attroupements<sup>57</sup>. Ces comportements et ces distractions en font un groupe de piétons plus vulnérable aux blessures.

De nombreux parents se préoccupent de l'environnement dans lequel leurs enfants se déplacent à pied. La vitesse, le volume de la circulation, les conducteurs inattentifs aux enfants qui jouent, les comportements dangereux des enfants, l'augmentation de la criminalité et les milieux inhospitaliers pour les piétons sont autant de sujets d'inquiétude. Les parents croient également que leurs enfants n'ont d'autre choix que de jouer dans la rue, faute d'aires de jeu accessibles et abordables; ils estiment que les espaces publics sont mal équipés et entretenus<sup>58 59</sup>. Dans le cadre d'études antérieures, des parents ont exprimé leur volonté de participer à des stratégies visant à réduire le risque de blessures chez les enfants piétons. S'ils estiment que le risque de blessures est élevé, les parents sont plus enclins à assister à des rencontres ou à participer bénévolement à un programme de sécurité. La solidarité entre les habitants d'un même quartier et le sentiment d'appartenance à la collectivité sont de bons indicateurs de l'investissement des parents dans des projets d'amélioration de la sécurité des jeunes piétons<sup>60</sup>.

De nombreuses études ont démontré que le risque de blessures chez les piétons diminue lorsque la circulation piétonnière est plus dense. En effet, il semble que les automobilistes modifient

leur conduite en présence d'un grand nombre de piétons<sup>61</sup>. Par ailleurs, les quartiers aménagés pour la marche ont un effet bénéfique sur la santé des résidents, en plus de réduire la pollution émise par les véhicules<sup>62</sup>. La section 4.0 explique comment la conception et l'ingénierie de la route permettraient d'améliorer la sécurité routière dans les quartiers. Bon nombre de ces aménagements contribueraient à renforcer la sécurité des jeunes piétons.

### Éducation des enfants à la sécurité des piétons

Sans sous-estimer l'importance de l'influence parentale positive et continue, l'école et les organismes communautaires jouent également un rôle essentiel dans l'apprentissage de la sécurité des piétons chez les enfants. Pour être efficaces, les initiatives de sensibilisation doivent être adaptées en fonction du développement continu de l'enfant. Parce que les aptitudes cognitives et les perceptions changent de façon spectaculaire entre 7 et 14 ans, les méthodes d'apprentissage doivent évoluer suivant le rythme du développement de l'enfant. Des études indiquent que les connaissances générales sur la sécurité et les comportements sécuritaires des piétons se détériorent avec le temps s'ils ne sont pas entretenus et renforcés par une sensibilisation continue<sup>63</sup>. Il importe également que les programmes de sensibilisation comportent des volets multiples et exigent la participation active des parents. L'intégration de leçons systématiques sur le terrain augmente également les chances de succès à long terme<sup>64</sup>.

De nombreux experts recommandent d'intégrer aux programmes scolaires, dès les premières années du primaire, l'apprentissage continu de la sécurité des piétons axé sur l'acquisition de connaissances et de compétences. À cette fin, il est essentiel d'élaborer un ensemble de normes et un programme assez souples pour s'adapter en fonction des organismes externes, des groupes communautaires et des parents, afin d'assurer une mise en œuvre efficace dans les écoles et les collectivités<sup>65</sup>. L'annexe 1 décrit quelques exemples notables de programmes de sensibilisation des enfants à la sécurité des piétons.

### MESURES DE PRÉVENTION POSSIBLES

- Établir une stratégie nationale d'amélioration de la sécurité des piétons qui comporte des mesures visant particulièrement les enfants.
- Renforcer la sécurité des jeunes piétons en milieu urbain grâce à la mise en œuvre de solutions d'ingénierie à grande échelle et à la réduction des limites de vitesse en vue d'atténuer les risques (notamment des installations piétonnières, des aires de jeu sécuritaires et des infrastructures de modération de la circulation).

- Créer des programmes communautaires de sensibilisation et de défense en vue de prévenir les blessures chez les piétons de 0 à 14 ans, qui comportent un volet d'information pour les parents et des exercices pratiques pour apprendre aux enfants à traverser la rue.
- Sensibiliser les parents aux risques auxquels sont exposés les enfants dans la circulation et au rôle qu'ils peuvent jouer pour atténuer ces risques (p. ex. dans les établissements de santé publique, les garderies, les écoles maternelles, etc.).

## 2.6

# Les piétons âgés

Le nombre et la proportion de personnes âgées dans la population canadienne augmentent rapidement; au cours des prochaines années, bon nombre de conducteurs abandonneront l'automobile pour diverses raisons au profit de la marche. Il importe d'encourager les personnes âgées à adopter des modes de transport physiques avant de cesser de conduire, afin qu'elles entretiennent des comportements sécuritaires en tant que piétons et qu'elles restent actives et en santé plus longtemps. La marche dans un environnement de circulation routière présente divers dangers pour les personnes âgées, notamment parce qu'elles ont la vue et l'ouïe plus faibles, un temps de réaction et de prise de décision plus long, une capacité d'attention réduite et une cadence de marche plus lente. Les personnes de plus de 70 ans courent davantage le risque de se faire heurter par un véhicule motorisé. Les personnes âgées comptaient pour environ 19 % des piétons tués au Canada en 2008<sup>66</sup>. Elles sont plus susceptibles que les jeunes piétons de souffrir d'un traumatisme grave ou critique et d'être tuées si elles sont victimes d'une collision<sup>67</sup>. La gravité accrue des blessures des piétons âgés est en partie attribuable à leur fragilité physique (vulnérabilité des structures osseuse et cérébrale) et à leur rétablissement plus lent.

### Résultats de recherches

Davis<sup>68</sup> a établi un lien entre la gravité des blessures subies par les piétons victimes de collisions et la vitesse du véhicule en cause. Les résultats ont révélé des similitudes entre les enfants de 14 ans et moins et les adultes de 15 à 59 ans, tandis que les piétons de 60 ans et plus subissaient des blessures à des vitesses d'impact inférieures et généralement plus graves que celles qu'avaient subies les victimes des autres groupes d'âge.

Dewar a décrit en détail les capacités et les processus qui se détériorent avec l'âge et qui entrent en jeu dans la sécurité routière<sup>69</sup>. Ils comprennent de nombreux types de

fonctions visuelles, la perte auditive, la mobilité physique, le ralentissement de la cadence de marche, la perte de l'équilibre et la capacité de réagir aux glissades et aux faux pas.

Parmi les problèmes cognitifs et d'inattention à l'origine des collisions impliquant des piétons âgés, citons la mauvaise évaluation des ouvertures, la distraction, le fait de surveiller le feu de signalisation au lieu de la circulation, la mauvaise interprétation des mouvements des véhicules, le fait de supposer que les conducteurs vont leur céder le passage, de traverser impatiemment la rue après une longue attente ou de traverser au milieu d'un îlot<sup>70</sup>.

La marche fait appel à plusieurs fonctions : visuelle, proprioceptive (capacité de sentir le mouvement et la posture du corps sans repère visuel) et vestibulaire (sens de l'équilibre). La vue est considérée comme la principale source d'information pour le maintien de l'équilibre et la locomotion. L'une ou l'ensemble de ces fonctions peuvent se détériorer avec l'âge et causer des problèmes d'équilibre et de stabilité posturale. Ainsi, pour maintenir leur équilibre, les piétons âgés peuvent marcher plus lentement et prudemment ou s'aider d'une canne. La diminution de l'élévation du pied, de l'écart entre le sol et les orteils et de la longueur de la foulée ralentissent leur marche et augmentent le risque de trébucher.

Les piétons âgés ont souvent une mobilité réduite qui les ralentit et les oblige à se concentrer davantage sur la marche que sur la circulation pour éviter les chutes, l'une de leurs plus grandes craintes. Cette préoccupation peut détourner leur attention de la circulation. Avineri et Shinar<sup>71</sup> se sont penchés sur ce problème : ils ont filmé des personnes en train de traverser à un passage pour piétons et ont mené des entrevues auprès d'elles. Ils ont constaté que la crainte de trébucher s'amplifie avec l'âge et qu'elle est négativement corrélée à la vitesse de marche au passage pour piétons sans feu de signalisation. De plus, la proportion de piétons qui regardaient le sol en traversant augmentait avec l'âge.

Or, la crainte des chutes est parfaitement justifiée en hiver. Lorsque la neige recouvre entièrement les contours des trottoirs, les nids-de-poule et les autres obstacles, le risque de faux pas ou de chute est accru. Des problèmes visuels s'ajoutent à ceux dont souffrent souvent les personnes âgées dans des conditions normales, notamment une sensibilité accrue due à la réflexion de la lumière sur la neige ou la glace et le faible contraste causé par les conditions lumineuses et l'éblouissement.

Les erreurs de jugement relatives à la vitesse et à la trajectoire des véhicules et les attentes injustifiées à l'égard des comportements des conducteurs comptent parmi les principales causes de collision

impliquant des piétons âgés. La perte d'information provenant de la vision périphérique peut également y contribuer. Sheppard et Pattinson<sup>72</sup> ont demandé à des piétons âgés impliqués dans des collisions d'évaluer leur capacité à déterminer la vitesse d'une voiture roulant dans leur direction : 30 % ont répondu qu'ils n'y arrivaient « pas bien du tout », et seuls 44 % ont affirmé pouvoir l'évaluer « assez bien » (la meilleure catégorie de réponse). Les personnes qui n'avaient jamais conduit ou qui avaient cessé de conduire étaient plus susceptibles d'éprouver de la difficulté à évaluer la vitesse des véhicules. De nombreux participants ont indiqué avoir des problèmes de vue (45 %), d'audition (51 %) et de mobilité (33 %). Il n'est toutefois pas possible d'établir la part de responsabilité de ces facteurs dans les collisions.

Des études ont démontré que les piétons âgés ont du mal à choisir des ouvertures pour traverser en toute sécurité et tendent à accepter des délais plus courts à mesure que la vitesse des véhicules augmente. Oxley<sup>72</sup> indique que les piétons de 75 ans et plus choisissent le moment de traverser principalement en fonction de la distance à laquelle se trouvent les véhicules qui roulent dans leur direction, sans tenir compte de leur vitesse. Ils éprouvent de la difficulté à traverser de façon sécuritaire dans un flux de circulation complexe et inconstant; cela peut s'expliquer par des facultés perceptives ou cognitives limitées, un balayage visuel inefficace, la difficulté de découper le temps, l'incapacité d'ignorer les stimuli superflus et la perte d'acuité visuelle et de sensibilité aux contrastes, qui posent particulièrement problème dans l'obscurité.

Oxley, Charlton et Fildes<sup>73</sup> ont passé en revue les études traitant des effets des déficits cognitifs sur la sécurité des piétons âgés. Les auteurs concluent que le déclin cognitif normal lié à l'âge a un effet modéré sur le rendement des piétons et peu d'effet sur leur rendement dans des « flux de circulation moins complexes ». Ils soulignent toutefois que le déclin de multiples fonctions cognitives et exécutives pertinentes mine la capacité de traverser dans des flux de circulation complexes, notamment les problèmes d'inattention et de mémoire, le ralentissement du processus de traitement de l'information et la « difficulté de sélectionner et d'intégrer l'information, la mauvaise prise de décisions et la lenteur des réactions ». Les personnes qui souffrent de démence, de la maladie de Parkinson et de maladies cérébrovasculaires présentent de piètres aptitudes pour la marche.

Langlois et coll.<sup>74</sup> ont examiné l'état et les problèmes de santé de 1 249 sujets âgés de 72 ans et plus. De ce nombre, 11 % déclaraient avoir de la difficulté à traverser la rue. Les personnes qui avaient besoin d'aide pour exécuter une ou

plusieurs activités quotidiennes étaient 10 fois plus susceptibles que les autres à éprouver des problèmes à traverser la rue. Parmi ces dernières, moins de 1 % marchaient à la vitesse normale requise pour traverser à temps un carrefour muni de feux de signalisation pour piétons, et environ 7 % marchaient à une vitesse de 0,92 m/s ou moins. À la lumière de ces résultats, l'amélioration de l'état de santé des personnes âgées permettrait peut-être de réduire les risques pour cette catégorie de piétons.

### Conception en fonction de la vitesse de marche

La conception des carrefours et des feux de signalisation pour piétons doit tenir compte de la vitesse de marche des piétons. La durée des feux de signalisation pour piétons aux carrefours se fonde généralement sur une vitesse de marche de 1,2 m/s. Or, une proportion importante des piétons n'atteint pas cette vitesse. On estime plutôt la vitesse moyenne à 1,13 m/s, et 35 % des piétons marcheraient plus lentement que la norme de conception<sup>75</sup>. Des chercheurs suédois<sup>76</sup> ont constaté que les piétons de 70 ans et plus à qui l'on avait demandé de traverser un carrefour à une vitesse très rapide, rapide ou normale, considéraient qu'une vitesse rapide équivaut à moins de 1,2 m/s. Pour 15 % d'entre eux, la vitesse confortable était de 0,67 m/s, bien en dessous de la norme généralement utilisée.

Dans le cadre d'une vaste étude sur la vitesse de marche, des chercheurs ont recueilli des données sur 7 123 piétons, dont la moitié avait plus de 65 ans<sup>77</sup>. Les piétons âgés étaient considérablement plus lents que ceux de moins de 65 ans, et ralentissaient davantage leur marche sous la neige ou sur une chaussée couverte de neige, comparativement aux autres conditions météorologiques. La vitesse de marche moyenne des piétons de moins de 65 ans et de plus de 65 ans s'élevait à 1,46 m/s et à 1,20 m/s respectivement. Le délai moyen de démarrage (du début du feu vert pour les piétons au moment où le piéton descend du trottoir pour traverser) était plus long chez les personnes âgées (2,48 s) que chez les plus jeunes (1,93 s). Oxley et coll.<sup>78</sup> ont également constaté que les piétons âgés mettent plus longtemps que les jeunes à commencer à traverser la rue en l'absence de feu de signalisation, après avoir repéré une ouverture suffisante dans la circulation.

Une récente évaluation de la vitesse de marche menée à Winnipeg a mesuré les écarts liés à l'âge, au sexe et aux saisons<sup>79</sup>. Les piétons jeunes et âgés ralentissaient tous leur marche en hiver, par rapport à leur vitesse en été. Selon les vitesses de marche observées à un carrefour, près de 40 % des piétons âgés et 10 % des jeunes manqueraient de temps pour traverser selon la norme de conception de 1,2 m/s.

Coffin et Morrall<sup>80</sup> recommandent d'utiliser une vitesse de marche de 1,0 m/s pour la conception des passages pour piétons empruntés par un grand nombre de personnes âgées, d'après les vitesses observées chez les piétons âgés à trois types de passages pour piétons. Ceux-ci marchaient plus vite aux passages sans feu de signalisation qu'aux passages munis de tels feux. Les personnes âgées interrogées ont indiqué avoir de la difficulté à monter sur les trottoirs et à en descendre, à évaluer la vitesse des véhicules roulant dans leur direction et à distinguer les indications des feux de signalisation pour piétons. Bowman et Vecellio<sup>81</sup> ont enregistré une vitesse de marche moyenne de près de 1,0 m/s; l'utilisation d'une vitesse de référence supérieure pourrait donc être trop élevée pour les personnes âgées.

Malgré de légers écarts entre les vitesses de marche observées dans les études citées ci-dessus, il apparaît clairement que traverser la rue à une vitesse de 1,2 m/s, comme l'exigent la plupart des carrefours avec feux de signalisation pour piétons, est une tâche difficile, voire impossible pour une proportion significative de piétons. Comme nous l'avons indiqué plus haut, même les piétons qui marchent habituellement à la vitesse moyenne pour leur âge peuvent être ralentis par des fardeaux encombrants (sacs à provisions, valises, etc.), ou par la neige et la glace sur la chaussée. Les résultats des études démontrent à l'évidence que certains piétons âgés ont besoin de beaucoup plus de temps que les vitesses de référence ne leur laissent pour traverser.

### MESURES DE PRÉVENTION POSSIBLES

- Allonger le délai alloué pour traverser aux carrefours munis de feux de signalisation pour piétons où circule une forte concentration de personnes âgées.
- Abaisser les limites de vitesse dans les secteurs où circule une forte concentration de piétons âgés (bien entendu, les piétons de tous âges bénéficieront du ralentissement de la circulation routière).

## 2.7

# Les piétons ayant des besoins particuliers

Tous les piétons ne sont pas en mesure de traverser la rue facilement et en toute sécurité. Bon nombre d'entre eux ont des capacités limitées qui exigent une attention particulière de leur part, voire des modifications de l'infrastructure routière et de son exploitation pour répondre à leurs besoins. Ce groupe particulier de piétons comprend les personnes ayant des limitations physiques, sensorielles ou cognitives.

Une importante proportion de piétons souffrent d'une déficience qui les empêche de marcher de façon autonome. Outre les difficultés évidentes liées à la mobilité réduite, diverses déficiences comportent des besoins spéciaux pour les déplacements à pied. Ainsi, la sécurité des personnes ayant une déficience visuelle ou auditive est compromise par la difficulté de détecter les véhicules et de percevoir les dispositifs

de signalisation. Les piétons ayant des limitations liées au développement, à l'apprentissage ou à d'autres fonctions cognitives peuvent avoir du mal à comprendre les panneaux et les feux de signalisation, à interpréter les mouvements des véhicules et à choisir le moment approprié pour traverser la rue.

### Piétons à mobilité réduite

Comme on pouvait s'y attendre, une étude de Perry<sup>82</sup> a constaté une vitesse de marche considérablement réduite chez les piétons ayant des limitations physiques. Aucun des sujets n'a atteint la vitesse moyenne de 1,2 m/s (4 pi/s), qui sert de référence pour déterminer la durée des feux de signalisation pour piétons. Le tableau 2.1 indique les vitesses de marche moyennes des personnes atteintes de troubles de santé ou qui utilisent des appareils fonctionnels.

Les personnes à mobilité réduite qui se déplacent en fauteuil roulant doivent avoir accès à la signalisation commandée par les piétons et être en mesure de monter sur les trottoirs et d'en descendre. Une récente publication du National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) présente des lignes directrices sur l'aménagement de la signalisation pour piétons<sup>83</sup>.

**Table 2.1 Vitesses de marche moyennes des piétons atteints de certains troubles de santé ou qui utilisent des appareils fonctionnels.**

Trouble/appareil fonctionnel*	Vitesse de marche en m/s (pi/s) (1 pi/s = 0,305 m/s)
Canne ou béquille *	0,80 (2,62)
Déambulateur*	0,63 (2,07)
Fauteuil roulant*	1,08 (3,55)
Genou immobilisé	1,07 (3,50)
Amputation sous le genou	0,75 (2,46)
Amputation au-dessus du genou	0,60 (1,97)
Arthrite de la hanche	0,68 à 1,12 (2,24 à 3,66)
Arthrite rhumatoïde (genou)	0,75 (2,46)
*Limitation non précisée	

## Piétons souffrant d'une perte de la vision

Pour pouvoir traverser seules une rue, les personnes souffrant d'une perte de la vision doivent connaître la situation du carrefour, le sens et la vitesse de la circulation, les indications données par les feux de signalisation ou, s'il n'y en a pas, le moment où l'ouverture est suffisante pour traverser en toute sécurité. Les non-voyants ont l'habitude de vérifier la distance parcourue en comptant leurs pas et le nombre de rues qu'ils ont traversées, mais ils reconnaissent que ces calculs mobilisent une partie de leur attention et peuvent les distraire de ce qui les entoure. Les sens du toucher et de l'ouïe leur permettent également de savoir qu'ils ont atteint un carrefour et de déterminer le moment approprié pour traverser de façon sécuritaire. Les non-voyants ralentissent habituellement leur marche lorsqu'ils ne sont pas accompagnés, de sorte que les considérations relatives aux personnes à mobilité réduite s'appliquent également à ce groupe de piétons.

Les carrefours giratoires ou ronds-points peuvent poser des problèmes aux piétons souffrant d'une perte de la vision. Ashmead et coll.<sup>84</sup> ont observé les comportements de six piétons non voyants et de six piétons voyants à un rond-point à double voie en milieu urbain. Les non-voyants attendaient environ trois fois plus longtemps que les voyants avant de traverser. Dans 6 % des cas, ils traversaient dans des circonstances jugées dangereuses, alors que les voyants traversaient toujours de façon sécuritaire. Les conducteurs cédaient fréquemment le passage aux piétons dans les voies d'accès, mais pas dans les voies de sortie. Contrairement aux voyants, les non-voyants acceptaient rarement la priorité de passage que leur cédaient les véhicules.

Divers dispositifs avertissent les piétons souffrant d'une perte de la vision des dangers ainsi que des caractéristiques de la route et du trottoir, par exemple des panneaux, des marques sur la chaussée et les trottoirs et des bandes tactiles sur le sol afin de les guider. Jenness et Singer<sup>85</sup> ont évalué la détectabilité des différents dispositifs d'aide pour les piétons souffrant d'une perte de la vision en les plaçant à différentes distances des sujets. La couleur du trottoir en arrière-plan avait de l'importance pour déterminer la détectabilité; les couleurs contrastantes se sont révélées plus efficaces, particulièrement le jaune et le rouge.

L'apparition relativement récente des véhicules électriques et hybrides pose un nouveau problème à ce groupe de piétons, puisqu'ils sont généralement plus silencieux que les véhicules munis d'un moteur à combustion interne. La section 5.2 examine cette question plus en détail.

## Piétons souffrant d'une perte auditive

Une perte auditive peut rendre difficile la détection des véhicules qui approchent ainsi que l'évaluation de leur vitesse et de leur distance. Une étude néo-zélandaise<sup>86</sup> a examiné la relation entre les limitations sensorielles (liées à la vision et à l'ouïe) et les blessures chez les piétons de moins de 15 ans. Les résultats montrent que les enfants souffrant d'une perte auditive sont près de deux fois plus susceptibles d'être victimes de blessures résultant d'une collision que les enfants ayant une bonne ouïe.

## Piétons ayant des limitations cognitives

Les personnes atteintes de troubles de santé touchant une fonction cognitive (p. ex. le trouble déficitaire de l'attention, un traumatisme crânien ou la démence) peuvent interpréter l'information différemment, ou encore devenir confuses ou anxieuses lorsque le flux de circulation est dense. Parfois, ils ne mesurent pas l'ampleur des dangers de la circulation, ils ont du mal à comprendre les avertissements et les directives écrits ou exprimés à l'aide de symboles aux carrefours et ils sont facilement distraits en présence de véhicules. Du point de vue de la conception, les principaux problèmes sont liés à la cohérence des types de passages pour piétons et des délais d'attente, au manque de temps pour traverser, à la complexité des carrefours et à la présence de nombreuses distractions visuelles<sup>87</sup>.

## Enfants atteints de déficiences

Peu de chercheurs se sont penchés sur les enfants piétons atteints d'un trouble de l'apprentissage ou d'ordre cognitif. Une enquête a été menée en Écosse<sup>88</sup> dans 300 écoles maternelles, primaires et secondaires, qui comportait des entrevues avec les enfants et leurs parents. Elle portait principalement sur des enfants atteints de troubles de l'apprentissage légers ou modérés, de troubles du spectre autistique (TSA) et du trouble d'hyperactivité avec déficit de l'attention (THADA). Étant donné que ces enfants étaient conduits en voiture jusqu'à l'école, ils avaient peu d'occasions d'apprendre les principes de base de la sécurité routière. L'étude conclut que les jeunes piétons ayant des besoins spéciaux manquaient de connaissances et éprouvaient des difficultés à se débrouiller et à s'orienter dans la circulation.

## MESURES DE PRÉVENTION POSSIBLES

- Régler la durée des feux de signalisation pour piétons afin de permettre aux personnes à mobilité réduite de traverser en toute sécurité.
- Assurer un accès facile aux boutons de commande des feux de signalisation pour piétons.

- Concevoir les trottoirs et les pentes en fonction des normes d'accessibilité des fauteuils roulants et réduire le nombre d'obstacles matériels en bordure des rues.
- Guider les personnes ayant une déficience visuelle au moyen de bateaux de trottoir, de bandes tactiles et de signaux sonores.
- Simplifier autant que possible les panneaux à l'intention des piétons afin que les personnes ayant des limitations cognitives puissent facilement les comprendre.
- Informer les personnes souffrant d'une perte auditive des dangers auxquels elles sont exposées dans la circulation; leur apprendre à analyser les indices visuels pour évaluer la vitesse et la distance des véhicules qui roulent dans leur direction.
- Les marques sur les trottoirs à l'intention des piétons souffrant d'une perte de la vision doivent être conformes aux lignes directrices de conception pour une détectabilité optimale.

## 2.8

# Les piétons sur roues

Les piétons traditionnels (marcheurs et coureurs) partagent les trottoirs avec d'autres utilisateurs de modes de transport assisté généralement non motorisés, notamment les patins à roues alignées, les planches à roulettes, les planches de parc, les scooters et les trottinettes, les Heelys<sup>MC</sup> et les gyropodes. Les Heelys<sup>MC</sup> sont des chaussures munies de petites roues sous le talon, qui permettent de marcher normalement ou de rouler; elles sont particulièrement populaires chez les enfants. Les appareils de mobilité personnelle tels que les triporteurs et les scooters électriques pour les personnes à mobilité réduite sont parfois classés parmi les modes de transport piétons, bien que certains modèles dont la puissance excède 100 watts puissent être considérés comme des « motocyclettes à usage restreint<sup>89</sup> ». Le présent rapport ne traite pas de ces cas précis, qui ont récemment fait l'objet de deux publications au Canada<sup>89 90</sup>. Chacun des moyens de transport énumérés ci-dessus a ses adeptes dans différents groupes d'âge : les patins à roues alignées, les planches à roulettes, les planches de parc, les trottinettes et les Heelys<sup>MC</sup> sont populaires auprès des jeunes, tandis que les gyropodes sont principalement utilisés par des adultes d'âge mûr, vraisemblablement parce qu'ils sont recommandés pour les 16 ans et plus.

Peu de chercheurs se sont penchés sur les dangers que représentent ces appareils dans la circulation routière. La majorité des blessures

associées à l'utilisation de ces appareils sont causées par des chutes, et l'équipement de protection permet de prévenir ou du moins d'atténuer la gravité des blessures. Néanmoins, il ne fait aucun doute que les collisions entre des piétons sur roues et des véhicules motorisés peuvent causer de graves blessures, d'autant plus que certains de ces piétons, en particulier les utilisateurs de patins à roues alignées et de planches à roulettes ou de parc, roulent sur la chaussée à des vitesses assez élevées. Selon une étude, les utilisateurs de patins à roues alignées de moins de 20 ans atteignent des vitesses particulièrement élevées. Ainsi, le 50<sup>e</sup> centile de vitesse chez les sujets masculins de moins de 20 ans s'élevait à 5,24 m/s, comparativement à 3,63 m/s chez les hommes de 20 à 39 ans. On n'a relevé qu'un faible écart entre les sujets masculins et féminins dans ces mêmes groupes d'âge<sup>91</sup>. À de telles vitesses, il y a un risque évident de ne pas pouvoir réagir ou stopper rapidement lorsqu'on s'engage sur une rue ou un carrefour.

Les Heelys<sup>MC</sup> peuvent être très instables et poser un problème de sécurité, en particulier pour les débutants. Cependant, rien n'indique que ces chaussures représentent un danger particulier pour les enfants dans la circulation routière.

La trottinette a gagné en popularité ces dernières années, en particulier chez les jeunes enfants, car elle est plus facile à manœuvrer que la bicyclette ou les patins à roues alignées, qui exigent un meilleur équilibre. La trottinette électrique a également fait son apparition sur le marché. Bien que le nombre de ses utilisateurs reste inférieur à celui de la trottinette classique, elle présente un risque accru de blessures graves ou de mort, selon la Consumer Product Safety Commission. Elle peut atteindre une vitesse maximale de 24 à 35 km/h et pèse entre 18 et 27 kg.

Le gyropode est un autre mode de transport récent. Il s'agit d'un véhicule électrique autoéquilibré, sur lequel l'utilisateur se tient debout et se penche vers l'avant ou l'arrière pour l'actionner et le diriger. Son poids varie entre 45 et 90 kg et il peut atteindre une vitesse égale au triple de la vitesse d'un piéton. Il existe peu d'études sur son caractère sécuritaire. Il soulève des préoccupations relatives à ses rapports avec les piétons, qu'il peut effrayer, au manque d'entraînement des conducteurs, ainsi qu'à l'âge et au poids recommandés pour les utilisateurs. En outre, leur vitesse est trop rapide pour rouler sur les trottoirs et trop lente pour la rue. Certaines provinces (l'Ontario et le Yukon) ont interdit la circulation des gyropodes sur la voie publique, sauf pour les personnes à mobilité réduite. Il n'est pas nécessaire de suivre une formation ni d'obtenir un permis pour l'utiliser au Canada. Selon une étude américaine portant sur 41 collisions impliquant des gyropodes (avec des véhicules motorisés et d'autres types de véhicules), l'âge médian des personnes blessées était de 50 ans, ce qui laisse supposer que ces appareils sont généralement utilisés par

des adultes d'âge moyen et des personnes âgées<sup>92</sup>. La majeure partie des blessures étaient causées par des chutes.

Comment mieux protéger les utilisateurs d'appareils fonctionnels pour piétons en tenant compte de leurs besoins et de ceux des autres piétons? C'est là toute la question. Selon un rapport commandé par l'ATC<sup>93</sup>, le patin à roues alignées est un mode de transport viable qui devrait être autorisé sur certains trottoirs, sur les rues où la limite de vitesse est peu élevée et sur les pistes cyclables et à usages multiples. Le rapport ne s'est pas penché sur les autres types de véhicules.

## MESURES DE PRÉVENTION POSSIBLES

- Sensibiliser les utilisateurs de modes de transport fonctionnels à l'importance de porter l'équipement de protection approprié ainsi qu'aux dangers de la circulation routière.
- Sensibiliser les parents de jeunes enfants aux dangers associés à l'utilisation de modes de transport non motorisés et à l'importance du port d'équipement de protection et des pratiques sécuritaires.
- Promouvoir les directives relatives à l'utilisation sécuritaire des modes de transport non motorisés.
- Restreindre l'utilisation d'appareils fonctionnels sur certaines routes, en fonction du type de route et de la densité de la circulation.
- Si possible, obliger les utilisateurs de gyropodes à obtenir un permis et à porter l'équipement de protection.

## 2.9

# Application de la loi en matière de circulation piétonne

L'application de la loi concernant les piétons n'est pas une tâche facile. Contrairement aux lois qui régissent les comportements au volant, les règles qui s'appliquent aux piétons sont méconnues, elles n'exigent pas d'aptitudes particulières et elles concernent les personnes de tous les âges ayant des capacités différentes. La police pourrait difficilement mettre en œuvre des contrôles d'identité. Qu'ils connaissent ou non les règles, les piétons ne prennent pas toujours au sérieux les lois qui s'appliquent à eux ni les risques auxquels ils s'exposent lorsqu'ils les enfreignent. En témoigne la fréquence à laquelle les piétons choisissent le trajet le plus court au détriment du plus sécuritaire<sup>94</sup>.

Les sanctions exercent un effet dissuasif. Les infractions au code de la route sont frappées de sanctions allant du simple avertissement à la contravention assortie d'une amende ou à des accusations plus graves. Selon certaines études, les avertissements seraient plus efficaces que les sanctions pécuniaires pour les infractions mineures<sup>95</sup>. À l'inverse, d'autres experts soutiennent que si le niveau de risque associé à des comportements dangereux chez les piétons n'est pas corrélé à des sanctions, les comportements dangereux persisteront. Il y a lieu de vérifier ces hypothèses dans le cadre d'études approfondies<sup>96</sup>.

À la lumière d'un examen de la documentation, peu de mesures de prévention en matière d'application de la loi se sont révélées efficaces de façon isolée. Par conséquent, on adopte généralement une approche globale qui conjugue l'application ciblée de la loi et les campagnes d'information et de sensibilisation. La méthode globale repose sur une approche collaborative multidisciplinaire entre plusieurs organisations partenaires. Les passages pour piétons et la sécurité des piétons constituent des aspects importants de l'application des règlements de la circulation; en revanche, il est difficile de mobiliser des ressources policières dans le cadre d'une « approche ciblée ». Pour résoudre ce problème de sécurité publique, il faut adopter une approche stratégique qui conjugue des campagnes de sensibilisation du public et des programmes d'apprentissage dès le plus jeune âge, puisque les ressources et les capacités policières sont généralement limitées.

### Application ciblée de la loi

Les mesures efficaces d'application de la loi exigent une planification et une affectation des ressources minutieuses en vue d'optimiser les effets d'une stratégie particulière<sup>97</sup>. L'objectif de l'approche ciblée consiste à s'attaquer à certains comportements dangereux pour la sécurité des piétons et à renforcer le respect de la réglementation. L'approche vise tant les comportements des conducteurs que ceux des piétons. Il ne s'agit pas simplement d'observer les comportements des piétons et des conducteurs et de donner des avertissements et des contraventions; les agents de police et leurs partenaires peuvent décider de conjuguer ces mesures à des campagnes de sensibilisation du public. Il est souvent difficile de poursuivre un programme d'application ciblée de la loi de manière soutenue, en raison des ressources limitées. La présente section explique comment établir et mettre en œuvre de tels programmes<sup>98</sup>.

L'application des lois sur la sécurité des piétons s'appuie sur la collecte de données fiables sur les collisions impliquant des piétons, les blessures infligées, les types d'infractions commises par les piétons, ainsi que la culture des habitants de la collectivité et la présence d'aménagements pour les piétons. La collaboration avec d'autres organisations en vue de récolter et d'échanger de

l'information est le meilleur moyen d'apprendre à connaître une collectivité. Les partenariats favorisent la résolution de problèmes communs liés à la sécurité des piétons sous différents angles<sup>98 99</sup><sup>100</sup>. Le niveau de connaissances et la mobilisation de ressources suffisantes sont les deux principaux facteurs de réussite<sup>101</sup>.

Les forces policières doivent obtenir des données fiables sur les collisions afin de prévoir les ressources d'intervention optimales ou de poursuivre la mise en œuvre d'une stratégie efficace. Les stratégies d'application ciblée de la loi doivent s'appuyer sur des données relatives aux causes et à la fréquence des collisions, afin que les services de police puissent déterminer les lieux et les comportements prioritaires. Sans ces données, les services de police et leurs partenaires ne sont pas en mesure d'affecter les ressources appropriées<sup>102</sup>. Le succès de toute stratégie d'application ciblée de la loi est étroitement lié à la fiabilité et à l'exactitude de ces données<sup>103</sup>.

De plus, la connaissance des modèles de comportement et des mouvements de la circulation à l'intérieur d'une collectivité permet aux services de police d'établir des mesures de prévention liées à des situations particulières. Ainsi, ils peuvent effectuer des contrôles durant les périodes de pointe, par exemple la rentrée scolaire. De telles mesures encouragent les enfants, au retour des vacances d'été, à adopter des habitudes sécuritaires lorsqu'ils traversent la rue, et incitent les conducteurs à redoubler de prudence lorsqu'ils pénètrent dans une zone scolaire. Dans certaines collectivités, les piétons distraits ou ayant les facultés affaiblies par la drogue ou l'alcool sont plus nombreux; dans ces cas, il peut être avantageux de collaborer avec d'autres organismes, par exemple des groupes de promotion de la santé ou de prévention des accidents, afin de décourager ces types de comportements et de sensibiliser les personnes visées aux risques<sup>104</sup>. Si la police constate d'autres problèmes non liés aux piétons, par exemple la vitesse ou le franchissement de feu rouge, d'autres mesures de prévention devraient être envisagées en vue de s'attaquer aux causes fondamentales des collisions entre les véhicules et les piétons<sup>105</sup>.

### Formation des policiers

Pour veiller au respect des règles de la circulation piétonne, les agents de police doivent en premier lieu comprendre les lois et les méthodes d'application. Ils doivent y être préparés et avoir en main toute l'information nécessaire pour faire appliquer la loi et en parler avec le public. À Chicago, à Miami, en Caroline du Nord et en Géorgie, entre autres, les policiers suivent une formation particulière sur les règles de la circulation piétonne. On leur a également remis des guides qui leur indiquent les comportements

à surveiller chez les piétons et expliquent comment résoudre les problèmes liés à l'application du règlement<sup>106</sup>. Les activités de perfectionnement professionnel ont contribué à renforcer le respect des règles de la circulation piétonne.

Dans certaines régions des États-Unis et d'Australie, les agents de police ont reçu une formation sur les piétons et des manuels de référence complets, qui renferment de l'information sur les comportements courants des piétons et des conducteurs, les règlements connexes et les méthodes efficaces d'application. Les policiers sont plus susceptibles de comprendre les enjeux de la sécurité des piétons lorsque les activités de perfectionnement professionnel sont accompagnées de documents pertinents. Par ailleurs, il est essentiel de communiquer aux agents de police les nouvelles lois et méthodes d'application. Il importe également de reconnaître leur rôle d'éducateurs, puisqu'ils sont souvent les premiers à devoir commenter les nouveaux règlements et les enjeux de la sécurité des piétons.

### Sensibilisation et application de la loi

Les avertissements verbaux et les dépliants d'information sont parfois utilisés à des fins de sensibilisation du public. Le dialogue avec les membres de la collectivité favorise l'adoption des règles et, par conséquent, le changement d'attitude et de comportement<sup>107</sup>. Or, la sensibilisation par les agents de police se révèle généralement infructueuse. En effet, il est « largement admis dans le domaine de la sécurité routière que la sensibilisation soit plus efficace lorsqu'elle vise à communiquer ou à soutenir une modification de l'environnement et, par conséquent, des comportements, par exemple dans le cadre d'une campagne d'application de la loi »<sup>108</sup>.

L'effet conjugué de la sensibilisation et de l'application ciblée d'une législation claire renforce la confiance des policiers à l'égard de la loi et leur capacité de la faire respecter. Les lois clairement énoncées sont plus faciles à interpréter correctement pour les agents de police<sup>109</sup>.

### MESURES DE PRÉVENTION POSSIBLES

- Collecter des données exactes sur les collisions entre piétons et véhicules.
- Favoriser les contacts entre les policiers et les collectivités afin qu'ils comprennent mieux les mouvements de la circulation dans leur secteur.
- Conjuguer l'application ciblée de la loi avec les programmes de sensibilisation, d'information et d'évaluation.
- Donner aux agents de police des formations et des documents de référence sur les piétons.

## 3.0

# Le rôle du conducteur

3.1 Contexte

3.2 Facteurs de conduite automobile associés aux collisions véhicule-piéton

3.3 Vitesse

3.4 Distraction au volant

3.5 Omission de céder le passage

3.6 Formation des conducteurs et sensibilisation du public



## 3.1

# Contexte

Comme tous les types d'accident de la route, ceux qui mettent en cause des véhicules motorisés et des piétons peuvent être provoqués par une combinaison de facteurs environnementaux, mécaniques et comportementaux. Les collisions véhicule-piéton peuvent résulter d'une erreur ou d'une déficience du conducteur. Cette section décrit les caractéristiques et les comportements associés aux conducteurs responsables d'accidents ayant causé des blessures graves à des piétons et définit les meilleures stratégies pour changer leurs habitudes et leurs attitudes en vue d'améliorer la sécurité des piétons et de réduire le risque de blessure.

Dans sa publication intitulée *Safety of Vulnerable Road Users*, l'OCDE souligne l'incidence de l'environnement social sur la sécurité des usagers vulnérables de la route, qui y est définie comme le comportement des conducteurs en présence de piétons, leur degré de sensibilité aux besoins de ces derniers et le sens de la responsabilité à leur égard. Une recherche réalisée au Royaume Uni a révélé que les conducteurs ne se préoccupent pas des piétons, qu'ils estiment peu menaçants, et les excluent de leur évaluation des risques<sup>110</sup>. Par conséquent, les schèmes de comportement associés à la prudence des conducteurs ne tiennent pas compte des mouvements brusques et imprévus des usagers vulnérables de la route<sup>111</sup>. C'est pour cette raison qu'il est important d'instaurer un environnement social qui reconnaît la vulnérabilité des piétons et qui oblige les conducteurs à se préoccuper du sort de tous les usagers de la route, notamment de celui des piétons.

## 3.2

# Facteurs de conduite automobile associés aux collisions véhicule-piéton

La majorité des accidents de la route mettant en cause des véhicules et des piétons survient en milieu urbain; par ailleurs, ceux qui se produisent en milieu rural sont particulièrement graves<sup>112</sup>. Selon les données de 1998-2008 fournies par les services de police canadiens, l'omission de céder le passage et le

manque de vigilance (distraction et inattention) sont plus souvent en cause dans les accidents impliquant un piéton que tout autre manœuvre ou facteur lié à la conduite du conducteur. Or ces mauvaises manœuvres peuvent être attribuables à différentes déficiences visuelles et cognitives ainsi qu'à l'incapacité d'effectuer deux tâches à la fois. Pour l'ensemble de toutes les collisions véhicule-piéton survenues durant cette période, l'omission de céder le passage a été la cause la plus souvent relevée (28 %), suivie par le manque de vigilance (distraction et inattention) (20 %), les manœuvres d'un autre conducteur (5 %), la mauvaise négociation d'un virage (4 %), le non-respect de la signalisation routière ou des consignes d'un agent (3 %), la conduite en état d'ébriété (2,5 %), l'état d'un autre conducteur (2 %), la vitesse excessive étant donné les conditions routières (2 %) et les manœuvres imprudentes en marche arrière (2 %). Les autres conditions et manœuvres consignées dans la Banque nationale de données sur les collisions (BNDC) de Transports Canada ont été associées à moins de 1 % des accidents. Toutefois, les données rapportées par les services de police sont limitées et ne constituent que l'une des sources d'information permettant de mieux comprendre les accidents impliquant des piétons.

Une analyse des accidents de la route ayant causé la mort de piétons survenus au Canada, de 2004 à 2006, a révélé que plus d'un piéton blessé mortellement sur trois a été heurté par un véhicule dont le conducteur avait commis au moins une infraction au code de la route juste avant l'accident. Selon cette analyse, 11 % des accidents mortels sont attribuables à un conducteur ayant négligé de céder le passage, environ 9 % impliquent l'alcool au volant et 7 %, la vitesse excessive<sup>113</sup>.

## 3.3

# Vitesse

### Incidence de la vitesse sur les collisions véhicule-piéton

Il existe une corrélation directe entre l'augmentation de la vitesse d'un véhicule et l'augmentation du risque de blessure. On estime qu'un piéton heurté par une auto qui roule à 50 km/h est 8 fois plus susceptible d'être tué que s'il était frappé par une voiture se déplaçant à 30 km/h<sup>114</sup>. Même les réductions minimales de la vitesse peuvent avoir une incidence considérable. Chaque diminution de 1,6 km/h de la vitesse moyenne réduit la fréquence des collisions de 5 %<sup>115</sup>. Il a été prouvé que réduire la vitesse des véhicules constitue une mesure efficace pour prévenir les collisions impliquant un piéton et diminuer la gravité des blessures.

Lorsqu'un véhicule roule à plus de 40 km/h, les piétons et les conducteurs courent davantage le risque de mal calculer le temps nécessaire aux premiers pour traverser la rue et aux seconds pour immobiliser leur véhicule, d'autant plus que les conducteurs ont tendance à sous-estimer la vitesse de leur véhicule. À une vitesse de 30 km/h, véhicules et piétons peuvent coexister de façon relativement sûre. Cela signifie que les conducteurs ont le temps de s'arrêter pour les piétons et que les piétons peuvent prendre de meilleures décisions au moment de traverser.

Les excès de vitesse sont courants au Canada. D'après des enquêtes, environ 2,7 millions de Canadiens admettent « avoir l'habitude de conduire bien au-delà de la limite de vitesse »<sup>116</sup>. Selon une étude de Transports Canada sur les habitudes et l'attitude des conducteurs en matière d'excès de vitesse, sept conducteurs sur dix avouent conduire plus vite que la limite permise, du moins parfois. L'excès de vitesse moyen dépasse la limite de 12 km/h sur les autoroutes, de 10 km/h sur les routes à deux voies et de 7 km/h sur les avenues résidentielles.

Nombre de conducteurs croient que, à strictement parler, même s'ils dépassent la limite de vitesse leur conduite ne les met pas en danger ni d'autres personnes<sup>117</sup>. Or les faits, les données et la recherche décrivent une tout autre réalité.

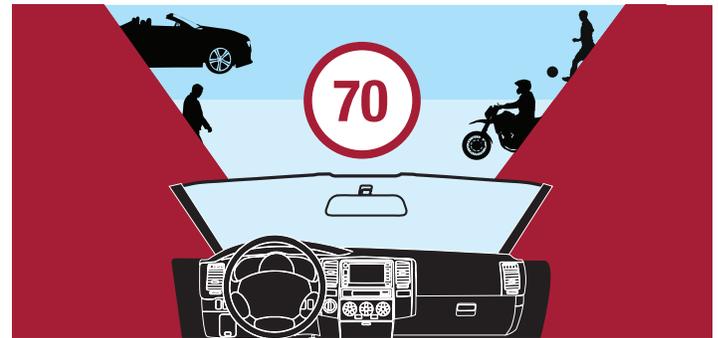
De nombreuses raisons expliquent pourquoi la vitesse augmente le risque d'accident. La première étant que le conducteur dispose d'un champ de vision réduit. En effet, le champ visuel du conducteur se rétrécit à mesure que la vitesse du véhicule augmente. À 40 km/h, son champ de vision est de 100°, ce qui lui permet de repérer les obstacles et autres dangers potentiels en bordure de la route, tandis qu'il n'est plus que de 30° à 130 km/h, ce qui réduit considérablement sa capacité d'évaluer le danger. Un piètre champ de vision augmente le risque d'accident puisque le conducteur n'est pas en mesure de distinguer les dangers ni d'apercevoir les autres usagers de la route. La figure 3.1 ci après illustre le lien entre la vitesse et le champ de vision.

### Figure 3.1 Vitesse et champ de vision.

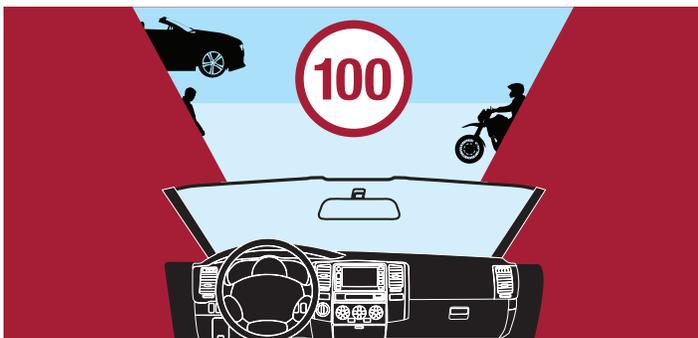
Source : ministère des Transports de la France



Champ de vision à 100°



Champ de vision à 75°



Champ de vision à 45°



Champ de vision à 30°

Le risque d'accident s'accroît en roulant à des vitesses élevées. C'est d'ailleurs ce que révèle une récente étude effectuée par Aarts et Schagen :

« Les résultats de Kloeden et coll. décrivent bien le lien entre la vitesse d'un véhicule et le taux d'accidents. En effet, il augmente de manière exponentielle à mesure que chaque véhicule accélère. Qui plus est, le taux d'accidents s'accroît plus rapidement en fonction d'une certaine augmentation de la vitesse sur les routes secondaires ou urbaines que sur les routes principales ou rurales<sup>118</sup>. »

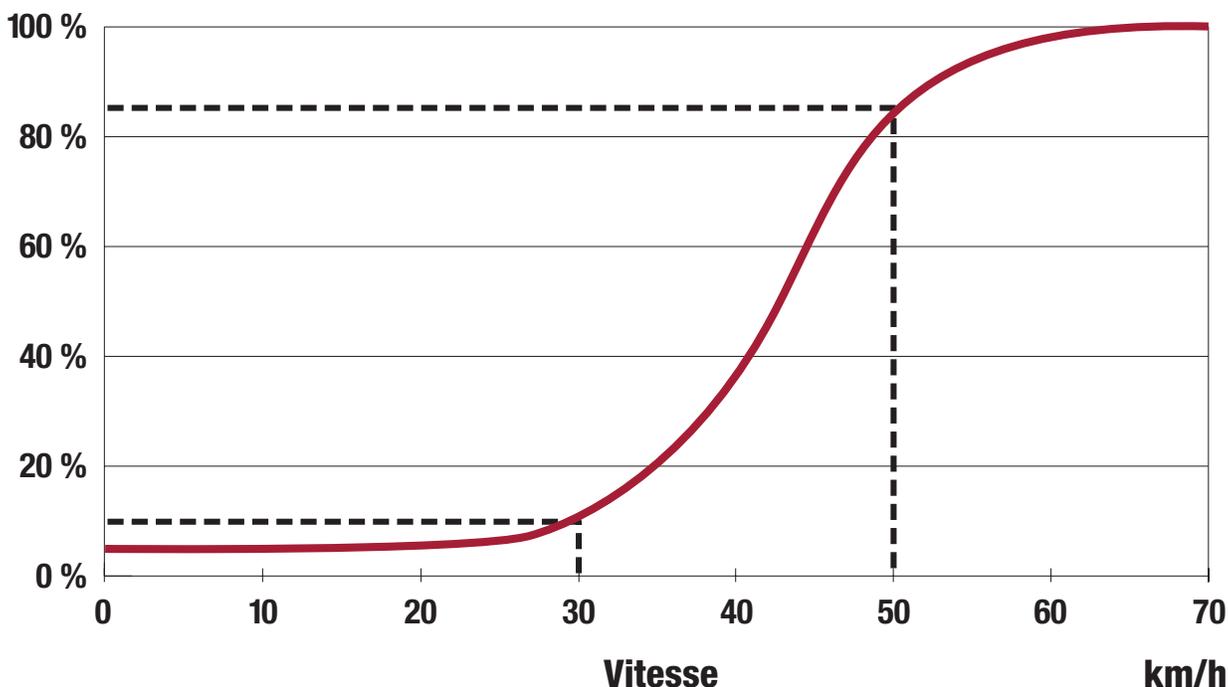
Cette découverte est déterminante pour la sécurité des piétons puisque la majorité des accidents dont ils sont victimes se produisent en milieu urbain, où se fait le plus sentir la nécessité d'aménager un réseau routier adapté aux usagers vulnérables comme les piétons et les cyclistes. Les nombreuses recherches effectuées sur le lien entre la vitesse et les blessures mortelles infligées aux piétons indiquent qu'une augmentation de la vitesse, aussi minime soit-elle, accroît considérablement le risque de décès. Plus la vitesse du véhicule est grande, plus grande est la distance parcourue par le véhicule pendant le temps qu'il faut au conducteur pour repérer un piéton, traiter cette information et réagir adéquatement en freinant ou en tournant le volant. Chaque conducteur met au moins une seconde pour réagir,

quoique le temps de réaction varie d'un conducteur à l'autre. Certaines études établissent le temps de réaction moyen à environ 1,5 seconde, mais ce délai peut se prolonger en fonction de facteurs comme l'âge et l'état du conducteur (alcool, fatigue, etc.) et de conditions environnementales comme le brouillard et la pluie. Il faut aussi tenir compte du fait que la distance de freinage est directement proportionnelle au carré de la vitesse et qu'en conséquence elle augmente de manière exponentielle en fonction de la vitesse. De plus, la distance d'arrêt dépend du type de chaussée (coefficient de friction), des conditions routières, ainsi que du type de véhicule et de son poids. La distance d'arrêt est beaucoup plus grande sur une chaussée mouillée que sur une chaussée sèche.

Les probabilités de décès d'un piéton heurté par un véhicule augmentent en fonction de la vitesse au moment de l'impact. Les résultats d'enquêtes sur les lieux d'accidents de la route impliquant des piétons établissent leur taux de survie à 90 % si l'impact se produit à 30 km/h, ce taux chute à 20 % si la collision survient à 50 km/h (voir la figure 3.2). Selon la figure 3.2 ci-dessous, le taux de survie des piétons est de 50 % si le véhicule roule à environ 40-45 km<sup>119 120</sup>.

**Figure 3.2 Probabilité de blessures mortelles pour un piéton heurté par un véhicule en fonction de la vitesse**

Source : OCDE OECD (2006) *Gestion de la vitesse* <http://www.internationaltransportforum.org/Pub/pdf/06SpeedF.pdf>



Le gouvernement du Royaume-Uni a martelé son message qui soulignait l'incidence de la vitesse sur le risque de décès des piétons. L'affiche représentée à la figure 3.3 faisait partie de cette campagne.

### Contrôle électronique de la vitesse

Les recherches démontrent systématiquement l'efficacité des radars photographiques pour réduire les accidents de la route et les blessures connexes. Parmi les 14 études par observation retenues pour un examen systématique de l'incidence des détecteurs de vitesse fixes ou mobiles, toutes sauf une démontrent l'efficacité

de tels dispositifs trois ans ou moins après leur mise en service<sup>121</sup>. Pour sa part, Elvik conclut que rien ne permet de douter de l'efficacité des caméras de contrôle de la vitesse comme mesure de sécurité routière<sup>122</sup>. Un examen Cochrane a également observé la cohérence entre les réductions de vitesse et les conséquences des accidents dans l'ensemble des études retenues<sup>123</sup>. Même si les études ont porté essentiellement sur la diminution du taux global de mortalité et de blessure, toute mesure de prévention capable de ralentir la vitesse des véhicules contribuera à atténuer les conséquences des blessures subies par les piétons.

**Figure 3.3** Affiche diffusée dans le cadre d'une campagne de sécurité routière au Royaume-Uni. La reproduction de l'affiche ci-dessus a été autorisée par écrit par le ministère des Transports du Royaume-Uni (40 mi/h = 64,37 km/h, 30 mi/h = 48,28 km/h)



## 3.4

# Distraction au volant

La distraction au volant désigne toute activité autre que la conduite entreprise par le conducteur qui pourrait le distraire de sa tâche principale (conduire) et augmenter ainsi le risque d'accident<sup>124</sup>. Il existe trois grands types de distraction : visuelle (quitter la route des yeux), physique (lâcher le volant) et cognitive (détourner son attention de la tâche à accomplir)<sup>125</sup>. Les distractions de nature visuelle et cognitive sont les plus courantes. Les appareils électroniques interactifs sans fil, notamment pour échanger des messages textes et parler avec des personnes ne se trouvant pas à bord du véhicule, constituent les principales et les pires sources de distraction durant la conduite d'un véhicule. Des milliers de Canadiens sont morts ou ont été grièvement blessés dans des accidents mettant en cause l'utilisation de tels appareils au volant. Les sources de distraction sont nombreuses tant à bord qu'à l'extérieur du véhicule. De façon générale, le conducteur distrait est moins sensible à ce qui se passe autour de lui sur la route, ce qui ralentit ses réflexes.

Au Canada, la plupart des provinces et des territoires disposent de lois interdisant la manipulation d'appareils de communication de poche, certaines limitant l'utilisation et l'emplacement des écrans d'appareils électroniques, notamment les appareils de géolocalisation (GPS). L'utilisation des appareils mains libres par les nouveaux conducteurs est frappée d'une interdiction par trois gouvernements au pays. Les autres activités distrayantes relèvent des lois sur la conduite imprudente ou dangereuse dont disposent la plupart des gouvernements.

Il est possible d'appliquer rigoureusement les lois interdisant la manipulation des appareils de poche à l'aide de mesures systématiques ou de campagnes ciblées. Le service de police de New York (NYPD) a donné plus de 7 000 constats d'infraction le 21 janvier 2010 au cours d'une opération éclair de 24 heures visant à contrer l'utilisation du téléphone cellulaire au volant<sup>126</sup>. En 2009, le NYPD a donné en moyenne 617 contraventions par jour pour cette infraction.

Un sondage récent établit que pas moins de 75 % des Canadiens sont distraits au volant; étrangement, la quasi-totalité d'entre eux estime qu'il s'agit d'un comportement nuisible chez les autres et d'une véritable menace à la sécurité routière<sup>127</sup>. Des efforts d'éducation et de sensibilisation pourraient contribuer à modifier les attitudes et les comportements des conducteurs en ce qui a trait à la distraction au volant<sup>128</sup>.

## 3.5

# Omission de céder le passage

Négliger de céder le passage à un piéton peut être attribué à l'un des facteurs humains décrits à la section 3.2, notamment la vision obstruée ou le repérage inadéquat du conducteur, ou découler d'une distraction ou d'un manque d'attention. Cette omission peut également être associée à un environnement social (défini précédemment) où les piétons ne bénéficient pas du même degré de considération que les autres véhicules. Des opérations policières ciblées ont été menées pour renforcer le respect des passages pour piétons. Le service de police de New York (NYPD), en coordination avec les efforts d'éducation et de marketing du ministère des Transports, mène des opérations aux carrefours où l'omission de céder le passage est le plus susceptible de se produire, comme l'indiquent les données sur les accidents antérieurs.

## 3.6

# Formation des conducteurs et sensibilisation du public

Les conducteurs pourraient être mieux renseignés sur les besoins et la vulnérabilité des piétons. Les cours de conduite pratique, les conseils prodigués aux conducteurs par les organismes de sécurité et les opérations policières devraient promouvoir des attitudes et des comportements qui placent les piétons au cœur de la sécurité routière<sup>129</sup>. La sensibilisation et la mobilisation de la population sont essentielles au succès des mesures de sécurité et à l'obtention du soutien nécessaire à leur mise en œuvre. Dans bon nombre d'autres pays, dont les Pays Bas, les cours de conduite insistent sur l'importance de détecter la présence de piétons et de cyclistes. Contrairement aux pays d'Amérique du Nord, de nombreux pays européens accordent une place considérable à la sécurité des usagers vulnérables de la route.

### Cours de conduite

Les cours de conduite conventionnels visent principalement l'acquisition de compétences et la connaissance du code de la route. Ces programmes devraient également enseigner aux conducteurs à partager la route avec les autres usagers et à réagir de façon sécuritaire en leur présence<sup>130</sup>. Ils constituent également une occasion de mettre en place un environnement social propice à la sécurité des piétons. Les conducteurs ainsi responsabilisés anticipent les mouvements des piétons et ralentissent en leur présence, notamment lorsqu'ils circulent dans les quartiers résidentiels, à proximité d'écoles, de parcs et de commerces ainsi que dans les rues où s'assemblent enfants et adolescents pour s'amuser (p. ex. jouer au hockey ou faire de la planche à roulettes). Les cours de conduite devraient également insister sur le risque élevé d'accident associé à la distraction au volant<sup>131</sup>.

### Programmes d'éducation et de sensibilisation du public

Les programmes d'éducation et de sensibilisation du public servent à promouvoir par divers canaux la sécurité routière auprès de tous les groupes cibles. Peu efficaces en soi, ils offrent leur plein potentiel lorsqu'ils sont conjugués à des programmes ciblés d'exécution de la loi.

La stratégie de communication visant à sensibiliser la population aux problèmes de sécurité piétonnière cernés dans l'étude sur la sécurité des piétons et le plan d'action de la Ville de New York (New York City Pedestrian Safety Study and Action Plan) s'appuyait sur les éléments suivants<sup>132</sup> :

- une vaste campagne de marketing et de relations publiques fondée sur la recherche et l'information des principaux intervenants;
- une grande variété de canaux de communication, notamment la télédiffusion et la radiodiffusion avec la participation de la population;
- l'exploitation de toute autre couverture médiatique de ces enjeux pour accroître la portée de la campagne;
- des tactiques ciblées de sensibilisation des conducteurs (diffuser le matériel de promotion et les messages d'intérêt public aux moniteurs de cours de conduite et à leurs apprentis; inclure une formation en sécurité routière dans les programmes scolaires; profiter des activités de sensibilisation des automobilistes pour diffuser le matériel de promotion).

Plusieurs campagnes médiatiques de sensibilisation du public ont remporté un vif succès, comme la campagne multimédia mise en œuvre à Victoria, en Colombie Britannique, pour améliorer la sécurité des piétons et encourager les conducteurs effectuant un virage à gauche à céder le passage aux piétons. Dans la foulée de cette campagne, on a noté une amélioration à long terme du respect des passages pour piétons<sup>133</sup>.

Un certain nombre de méthodes permettent d'aborder les caractéristiques et les comportements des conducteurs qui sont en cause dans les collisions véhicule-piéton. La plupart ne sont pas réservées à la prévention des traumatismes chez les piétons, puisqu'on s'en sert également dans la prévention d'accidents de la route de toutes sortes. C'est pourquoi elles ne sont mentionnées que brièvement dans le présent rapport qui porte sur les mesures de prévention expressément conçues pour améliorer la sécurité des piétons.

## MESURES DE PRÉVENTION POSSIBLES

- Envisager des mesures de prévention pour réduire toutes les formes de distraction au volant afin de permettre au conducteur de mieux percevoir la situation.
- Mettre sur pied des programmes d'application sélective-circulation (PASC) assortis de mesures d'application rigoureuse des lois en matière de sécurité routière et expliquer le tout à la population dans le cadre de vastes campagnes de communication, d'éducation et de sensibilisation.
- Organiser des activités d'information et de sensibilisation du public sur la vitesse et ses répercussions sur la sécurité des piétons.
- Recourir au contrôle routier automatisé (radars photographiques et caméras de contrôle aux carrefours) en milieu urbain et aux endroits appropriés.
- Mettre en œuvre des initiatives pour limiter la vitesse et promouvoir la diminution de la vitesse dans les secteurs à fort achalandage piétonnier.

**4.0**

# Le rôle du réseau routier

## Conception de routes, ouvrage de génie civil et dispositifs de signalisation

- 4.1 Contexte
- 4.2 Aménagement de passages pour piétons
- 4.3 Signalisation routière : panneaux, feux et marques sur la chaussée
- 4.4 Dispersion de la circulation
- 4.5 Aménagement de trottoirs
- 4.6 Réduction de la vitesse et modération de la circulation
- 4.7 Passages à niveau
- 4.8 Chantiers

## 4.1

# Contexte

Ce survol des mesures actuelles qui contribuent à la sécurité des piétons est fourni à titre indicatif et ne constitue pas une analyse documentaire exhaustive. Bien des provinces et territoires suivent leurs propres lignes directrices et recourent à leurs propres pratiques exemplaires quand vient le temps de mettre en œuvre certaines mesures. Ils peuvent également se référer aux publications de l'Association des transports du Canada (ATC).

La conception de routes et les dispositifs de signalisation sont au cœur de la conception d'un réseau routier sécuritaire pour les piétons. De plus, un grand nombre des mesures citées dans cette section présentent l'avantage supplémentaire de ralentir la circulation, en particulier dans les secteurs fréquentés par les piétons.

Il est important de noter que la meilleure façon de protéger les piétons consiste à renforcer l'ensemble des mesures visant les piétons, les conducteurs, les véhicules et le réseau routier qui sont toutes complémentaires. Par exemple, si l'on reconnaît que les pare-chocs avant conçus pour protéger les piétons sont efficaces seulement sous la barre des 40 km/h, il est important de ralentir au moins à cette vitesse lorsque les véhicules et les piétons se côtoient. À l'évidence, il serait encore plus sécuritaire de réduire la vitesse à 30 km/h ou moins. Partout où la circulation excède cette vitesse, il faut séparer les véhicules et les piétons. Dans ces deux situations, la conception des routes et des carrefours ainsi que le renforcement des mesures visant les conducteurs demeurent complémentaires puisqu'elles contribuent à réduire l'incidence néfaste des traumatismes subis par les piétons.

Au Canada, la responsabilité de la sécurité routière incombe à trois ordres de gouvernement. La plupart des accidents de la route ayant causé des blessures ou la mort de piétons surviennent en milieu urbain où les autorités locales assurent la conception des routes et des carrefours. Les travaux de construction routière s'appuient sur des ouvrages de référence comme le *Manuel canadien de la signalisation routière* (MCSR), paru en 1998 et mis à jour par l'ATC, qui publie d'autres ouvrages communément utilisés, dont le *Pedestrian Crossing Control Guide* (en anglais seulement, mis à jour en 2012), et le *Guide canadien de conception géométrique des routes* (1999).

Voici la liste des guides de l'ATC en matière de construction de routes et de signalisation routière auxquels renvoie souvent le présent rapport :

1. LOANE, R. et R. Stewart. *Lignes directrices pour la compréhension, l'utilisation et la mise en œuvre de signaux sonores pour piétons*, 2008.
2. Comité national de la circulation routière. *Manuel canadien de la signalisation routière*, 1998.
3. ZEIN, S. Aires et zones scolaires et de terrains de jeux : Normes d'application et de mise en œuvre, 2006.
4. GUEBERT, A. Procédure canadienne d'établissement de la matrice de justification des feux de signalisation, 2005.
5. Pedestrian Countdown Signal Project Steering Committee. Informational Report on Pedestrian Countdown Signals du Comité permanent des techniques et de la gestion de la circulation, 1998.
6. MCLEAN, D., P. Lutkevich, I. Lewin et coll. *Guide de conception des systèmes d'éclairage routier*, 2006.
7. BAHAR, G et M. Parkhill. Synthesis of Practices for the Implementation of Centreline Rumble Strips, 2005.
8. Comité national de la circulation routière. *Pedestrian Crossing Control Manual*, 1998.
9. MONTUFAR, J, J. Regehr, J. Bahar, K. Patmore et C. Zegeer. *Pedestrian Crossing Control Guide*, 2012.

Les ingénieurs et les administrations locales trouveront dans ces ouvrages de référence les données techniques et les principes fondamentaux de la conception de telles structures. La plupart d'entre eux sont modifiés, révisés ou réédités au fil du temps pour intégrer les nouveautés (données, résultats de recherche, pratiques et concepts).

Dans le cadre d'une stratégie piétonnière intégrée, la mise en œuvre de nombreuses mesures touchant à la conception de route et de carrefour peut améliorer la sécurité des piétons. Une étude parue dans l'*American Journal of Public Health* révèle que la séparation des piétons et des véhicules dans le temps et l'espace est un principe fondamental essentiel à la protection des piétons<sup>134</sup>. Cette section présente d'ailleurs les mesures de prévention qui s'appuient sur ce principe ou sur toute autre structure ou dispositif de signalisation qui renforcent la sécurité des piétons.

Il existe de nombreuses mesures visant à réduire le taux de mortalité et de blessures chez les piétons. La présente section propose quelques exemples de pratiques éprouvées et émergentes sans toutefois en dresser la liste exhaustive. Elle vise plutôt à

relayer l'information sur certaines parmi les plus efficaces et à faire ressortir la variété des mesures prêtes à instaurer.

## 4.2

# Aménagement de passages pour piétons

Les réseaux routiers canadiens pourraient accorder davantage d'importance à la sécurité des piétons. Les moyens techniques de prévention en matière de sécurité piétonnière se divisent en grandes catégories : séparation dans le temps ou l'espace des piétons et des véhicules, réduction ou élimination des déplacements simultanés des piétons et des véhicules, diminution des distances à franchir pour traverser, augmentation de la visibilité des piétons (notamment par l'ajout d'éclairage), signalisation des passages piétonniers à l'intention des conducteurs et réduction des limites de vitesse. Une mesure de prévention associée à l'une des catégories principales peut avoir de bonnes chances de renforcer la sécurité des piétons. C'est sans compter toutes les autres mesures qui servent à la protection des piétons suivant des méthodes différentes. Pensons à l'aménagement d'accès efficaces aux passages piétonniers comme l'ajout de bateaux de trottoir, pour les personnes en fauteuil roulant, et de marquage tactile, pour les malvoyants.

L'aménagement de passages piétonniers joue un rôle prépondérant dans la sécurité des piétons : il consiste essentiellement à leur procurer un espace sécuritaire pour traverser les voies de circulation tout en leur permettant, ainsi qu'aux conducteurs, de prendre de meilleures décisions pour réduire au minimum le risque d'accident. Les autorités gouvernementales concrétisent leur volonté d'accorder plus d'importance aux déplacements à pied par l'aménagement de tels passages.

Au Canada, l'ATC a développé des lignes directrices nationales de signalisation routière, notamment en ce qui concerne les passages piétonniers, les panneaux et les feux de signalisation, ainsi que le marquage de la chaussée. Les provinces et territoires qui approuvent ces directives et pratiques exemplaires peuvent, à leur guise, les adopter en bloc ou séparément et les intégrer à leur réglementation et à leurs normes respectives. Une municipalité qui cherche à faire adopter un traitement particulier doit d'abord vérifier qu'il satisfait tous les règlements provinciaux; sinon, elle s'efforce de les faire modifier.

Au Canada, les provinces et les territoires ont une définition de « passage pour piétons » dans leur loi sur la sécurité automobile. En général, cette définition comprend les passages pour piétons, qu'ils soient clairement identifiés ou non. La plupart des carrefours comportent des passages piétonniers non délimités que les conducteurs doivent respecter en laissant passer les piétons<sup>135</sup>. Même si aux termes de la loi chaque carrefour comporte des passages piétonniers, le recours à des dispositifs supplémentaires de signalisation et de marquage à certains endroits améliorera la sécurité des piétons. Ils attireront l'attention des conducteurs sur la présence des passages pour piétons, la nécessité de ralentir, ainsi que la distance et le nombre de voies que doivent franchir les piétons, en plus mettre en évidence d'autres éléments de sécurité routière. Ils encouragent également les piétons à traverser aux endroits appropriés.

L'éclairage et l'accessibilité constituent deux autres éléments majeurs de l'aménagement des passages pour piétons. À ce chapitre, on peut consulter le *Guide de conception des systèmes d'éclairage routier* de l'ATC paru en 2006. L'éclairage est essentiel en soirée dans les secteurs à fort achalandage piéton. En plus d'aider les conducteurs à mieux voir les piétons, l'éclairage rend les rues plus sécuritaires pour les marcheurs la nuit tombée. L'analyse de l'efficacité de l'éclairage routier de Siddiqui, Chu et Guttenplan<sup>136</sup> a révélé que, comparativement aux conditions d'obscurité sans réverbère, la lumière du jour réduit le risque de blessures mortelles de 75 % aux passages piétonniers à section courante et de 83 % aux passages situés à un carrefour, tandis que l'éclairage des rues diminue ce risque de 42 % et de 54 % pour ces deux types de passages piétonniers respectivement.

L'aménagement de passages pour piétons doit prendre en considération tous les usagers potentiels et s'appuyer sur une méthode inclusive. Les bateaux de trottoir en facilitent l'accès aux personnes à mobilité réduite qui utilisent un fauteuil roulant, une aide à la locomotion motorisée ou tout autre aide à la marche, ainsi qu'aux poussettes. De plus, l'alignement du bateau de trottoir vis à vis du passage piétonnier positionne le piéton face au passage qu'il souhaite emprunter, ce qui constitue un message clair pour les conducteurs qui s'approchent.

La plupart des autres traitements d'accessibilité utilisés pour améliorer les passages pour piétons sont décrits dans le guide de l'ATC *Lignes directrices pour la compréhension, l'utilisation et la mise en œuvre de signaux sonores pour piétons* publié en 2008. Ces lignes directrices procurent aux organismes gouvernementaux des renseignements pratiques et cohérents sur la détermination des besoins, la conception, l'installation, le fonctionnement et l'entretien des émetteurs de signaux sonores pour piétons.

Elles recommandent de normaliser l'emplacement du bouton sur le poteau au moyen de signaux sonores pour aider les piétons malvoyants à le localiser et à traverser en toute sécurité.

L'installation d'un passage pour piétons doit respecter la réglementation en vigueur dans chaque territoire ou province ou s'appuyer sur les recommandations de l'ATC présentées dans ses guides *Procédure canadienne d'établissement de la matrice de justification des feux de circulation* (MCSR) (1998) et *Pedestrian Crossing Control Manual* (1998). Pour assurer l'efficacité des dispositifs de signalisation visant les conducteurs et les piétons, il faut les surveiller constamment et les améliorer afin qu'ils soient conformes aux nouvelles normes, notamment les nouvelles installations de signalisation et les projets de réaménagement<sup>137</sup>.

### Traitements des passages pour piétons conventionnels

Cette section fournit un aperçu des aménagements et des traitements de passages pour piétons les plus courants.

La décision d'installer un passage pour piétons s'appuie sur un certain nombre de considérations et de facteurs en vue de déterminer le type d'aménagement et les traitements les mieux adaptés. Pour étayer leurs décisions, les ingénieurs consultent les guides de l'ATC suivants : *Pedestrian Crossing Control Guide*, *Pedestrian Crossing Control Guide: Technical Knowledge Base* et *MCSR*. Dans la mesure où les divers usagers de la route, la recherche, les pratiques exemplaires et les priorités sociales changent constamment, ils savent que toutes les exigences, normes ou règles en la matière doivent être passées en revue et modifiées au fil du temps.

Dans le cas de l'installation d'un passage pour piétons dans une zone scolaire, le processus décisionnel s'appuie sur des critères semblables et seules les composantes de l'aménagement varient.

En général, les réseaux routiers complexes (limites de vitesse limites élevées, voies multiples, présence de refuges) nécessitent de multiples traitements de délimitation des passages pour piétons. Les traitements sélectionnés à l'aide des critères susmentionnés doivent être organisés selon une hiérarchie.

L'exemple ci-dessous illustre de manière simplifiée la hiérarchie des traitements de délimitation; les deux guides cités précédemment contiennent toutes les explications sur le sujet : *Pedestrian Crossing Control Guide*, *Pedestrian Crossing Control Guide: Technical Knowledge Base* et *MCSR*.

Une fois que l'ingénieur aura évalué et déterminé la nécessité de délimiter un passage piétonnier, il faut établir quels panneaux, marques et dispositifs de signalisation seront

utilisés. Pour ce faire, on choisit les traitements de délimitation de passage pour piétons puis on les applique selon un ordre hiérarchique, du plus simple au plus complexe, comme un dispositif de signalisation activé par les piétons.



### Passage pour piétons élémentaire

Le passage pour piétons le plus simplement délimité consiste en deux lignes parallèles en travers de la chaussée et d'un panneau de signalisation de passage piétonnier (voir l'illustration ci-dessus) installé de chaque côté de la rue et visibles dans les deux sens de la circulation. On désigne souvent ce panneau de signalisation par le code RA-4, soit RA-4L s'il est installé à gauche et RA-4R, à droite. On retrouve ce type de passage dans les secteurs à faible densité de circulation où les véhicules circulent à basse vitesse (50 km/h) sur des routes comportant une ou deux voies dans chaque direction. Dans une zone scolaire, les traitements de délimitation comprennent des bandes sur la chaussée, des panneaux de signalisation de zone scolaire et, dans certains cas, la présence d'un brigadier<sup>137</sup>.

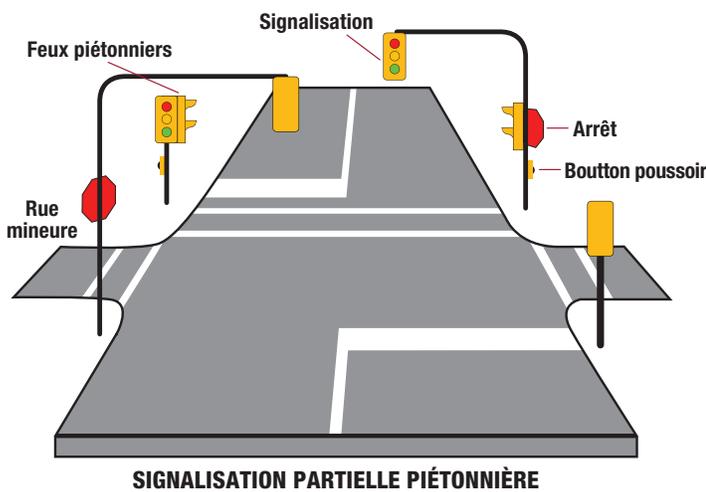


### Passage pour piétons doté de panneaux de signalisation suspendus

Il s'agit d'un passage pour piétons élémentaire complété par des panneaux de signalisation suspendus (voir l'illustration ci-dessus). Ce type de passage est aménagé dans les secteurs à circulation dense et rapide (60 km/h) où il n'y a pas de refuge surélevé pour les piétons. L'achalandage nocturne du passage constitue un autre facteur à prendre en considération. En effet, on aménage de tels passages dans les secteurs où la circulation piétonnière est importante en soirée et où les véhicules en approche roulent à vitesse élevée<sup>137</sup>.

## Passage pour piétons doté d'éclairage suspendu et de feux jaunes clignotants activés par les piétons

Aux endroits où ce dispositif est justifié, les concepteurs de la route envisagent de délimiter le passage pour piétons et d'y ajouter de l'éclairage suspendu. Cet aménagement est complété par l'installation au-dessus du passage pour piétons de panneaux RA-5 encadrés par deux feux jaunes clignotants activés par les piétons. Chaque panneau flanqué de feux est visible dans les deux sens de la circulation. Les ingénieurs doivent programmer ces feux de façon à ce qu'ils clignotent suffisamment longtemps pour permettre aux piétons de traverser complètement la rue; tous les véhicules en approche, peu importe la voie ou la direction, doivent s'immobiliser pour laisser passer les piétons en toute sécurité<sup>137</sup>. Ce type de passage pour piétons convient aux secteurs où la vitesse est élevée (70 km/h) et où il y a un refuge pour les piétons (surélevé ou non).



## Passage pour piétons délimité et signalisation activée par les piétons ou signalisation unidirectionnelle

Dans un secteur où la densité de la circulation ne permet pas aux piétons de traverser de manière sécuritaire, on recourt parfois à la signalisation activée par les piétons ou à la signalisation unidirectionnelle (voir l'illustration ci-dessus). L'ATC recommande d'installer le passage pour piétons à proximité (de 100 à 200 mètres) d'un feu de signalisation ou d'un passage piétonnier doté de feux clignotants activés par les piétons; toutefois, les autorités peuvent, à leur discrétion, déterminer une autre distance en fonction de circonstances particulières. Si le passage piétonnier se situe à un carrefour, la densité de la circulation doit être suffisamment faible pour ne pas nécessiter

la présence d'une signalisation bidirectionnelle complète. La signalisation activée par les piétons utilise des signaux conventionnels pour contrôler la circulation des véhicules et des piétons aux passages piétonniers. Lorsque le passage pour piétons traverse une route principale à un carrefour important, ce type d'aménagement s'appelle « signalisation unidirectionnelle » puisqu'il vise seulement la route principale. La circulation de la route transversale, ou mineure, est contrôlée par un panneau « Arrêt ». La signalisation unidirectionnelle change les feux de signalisation pour les véhicules et les piétons seulement lorsqu'elle est activée<sup>137</sup>. Le temps nécessaire pour effectuer ce changement varie. Si la signalisation unidirectionnelle est coordonnée avec d'autres feux de signalisation dans le secteur, le contrôleur communique avec les autres contrôleurs pour synchroniser l'affichage des feux et assurer la fluidité de la circulation<sup>137</sup>.

## Carrefour à signalisation complète

L'aménagement d'un carrefour à signalisation complète s'appuie sur une analyse des besoins fondée sur la densité de la circulation des véhicules et des piétons au carrefour en question. Le guide de l'ATC *Procédure canadienne d'établissement de la matrice de justification des feux de circulation* (2005) en fournit un exemple. Il s'agit d'un calcul mathématique utilisé par les ingénieurs pour déterminer la nécessité d'ajouter des feux de signalisation à un carrefour besoins<sup>137</sup>.

Un carrefour à signalisation complète comprend souvent un passage pour piétons à chaque embranchement. Dans ce cas, chaque passage piétonnier est doté de feux pour piétons reliés aux feux de signalisation ou activés par les piétons. Si les feux pour piétons sont reliés aux feux de signalisation, les piétons attendent l'apparition du signal les autorisant à s'engager dans la direction voulue. Au même moment, le feu de signalisation de la voie transversale devient rouge, ce qui empêche les véhicules de traverser le passage piétonnier. Si les feux pour piétons ne sont pas reliés aux feux de signalisation, les piétons doivent appuyer sur le bouton pour activer l'affichage du signal les autorisant à traverser<sup>138</sup>. Après avoir vu l'aménagement élémentaire des carrefours à feux, il convient d'explorer les possibilités d'amélioration offertes par des mesures de synchronisation relativement simples, comme la traversée dans toutes les directions, les intervalles d'engagement, les phases strictement réservées aux piétons et la restriction des virages, toutes conçues pour réduire, voire éliminer, le danger inhérent aux mouvements concomitants à l'origine de nombreuses collisions véhicule-piéton, même lorsque la traversée du carrefour s'effectue en toute légalité.



Figure 4.1 : Carrefour avec dispositif de signalisation, photographie par David Coburn et Neil Arason

## Détection des piétons

Au chapitre des mesures d'innovation figurent les systèmes de détection des piétons qui adaptent la durée de la signalisation au temps dont les piétons ont besoin pour traverser et qui, dans certains cas, ne s'activent qu'en présence d'un piéton. Ce type de passage « intelligent » appelé PUFFIN (*Pedestrian User-Friendly Intelligent Crossing*) s'appuie sur un système non temporisé dont les détecteurs et les capteurs suivent le déplacement des piétons dans le passage piétonnier et adaptent la durée du feu de signalisation à leur vitesse de marche. Tant que le système détecte la présence d'un piéton dans le passage, la silhouette blanche du feu piéton demeure allumée. Il s'éteint aussitôt qu'il n'y a plus personne dans le passage, ce qui élimine l'attente des véhicules. Le PUFFIN a pour principal avantage d'encourager les piétons à rester dans le passage piétonnier, autrement le feu s'éteint. Des lignes brisées (zigzags) sont parfois peintes dans les voies de circulation aux abords de tels passages pour rappeler aux conducteurs qu'ils doivent ralentir à l'approche d'un passage pour piétons<sup>139</sup>. Ce type de système de détection des piétons est largement utilisé au Royaume-Uni.

## Traitements d'élimination des manœuvres conflictuelles associées aux virages à gauche et à droite

Aux carrefours à signalisation conventionnelle, même à ceux dotés de feux pour piétons, il subsiste un risque de conflit entre les véhicules motorisés et les piétons plus vulnérables. Les situations conflictuelles surviennent lorsque les véhicules peuvent effectuer des virages à droite et à gauche au moment

où les piétons sont autorisés à traverser. La plupart des incidents où un piéton est blessé à un carrefour mettent en cause un véhicule qui tournait à gauche ou à droite. Quatre mesures de prévention peuvent réduire le risque de collision associé aux manœuvres de virage, soit :

- la traversée dans toutes les directions;
- le feu vert devancé pour les piétons;
- la phase de virage à gauche protégé;
- l'interdiction d'effectuer un virage à droite au feu rouge.

## Traversée dans toutes les directions

Cette mesure de prévention, appelée aussi « phase réservée exclusivement aux piétons », immobilise la circulation dans les quatre directions et permet aux piétons de traverser le carrefour dans toutes les directions, y compris en diagonale. Durant cette phase, les conducteurs ne peuvent effectuer ni virage à gauche ni virage à droite, ce qui élimine les situations conflictuelles entre la circulation automobile et piétonnière. Le département des Transports des États-Unis rapporte une diminution de 34 % des collisions de piétons aux carrefours où a été instaurée la traversée dans toutes les directions<sup>140</sup>. À l'heure actuelle, on retrouve ce type d'intersection à Calgary, Montréal et Toronto. Cette solution réduit les conflits entre les véhicules et les piétons aux carrefours contrôlés par des feux de signalisation et, par le fait même, le danger qui menace les personnes qui traversent une intersection en milieu urbain. La traversée dans toutes les directions démontre une volonté nouvelle de mettre le piéton au cœur de l'aménagement de l'espace public lié aux déplacements urbains.

Un essai pilote des autorités albertaines visant à démontrer l'efficacité de la traversée dans toutes les directions à deux carrefours du centre-ville de Calgary<sup>141</sup> a constaté une nette réduction du nombre de conflits piéton-véhicule. Cette étude a également permis d'observer les divers conflits piéton-véhicule et les infractions connexes. Le paramètre le plus important, les conflits, a diminué. Sur l'ensemble des infractions de piétons, 13 % sont survenues dans la direction sécuritaire, c'est-à-dire dans le même sens que la circulation. Environ 40 % des infractions se sont produites au début de la phase d'interdiction de passage. Une enquête a révélé que la population a réagi de manière positive à l'instauration de la nouvelle signalisation. Selon une autre étude, la majorité des piétons qui empruntent ces carrefours profitent pleinement de la traversée en diagonale, manœuvre impossible à un carrefour doté de feux de signalisation conventionnels.



Figure 4.2 : Traversée dans toutes les directions, photographie gracieuseté de la ville de Calgary

### Feu vert devancé pour les piétons (ou intervalle d'engagement réservé aux piétons)

Il n'est pas rare qu'à un carrefour conventionnel, doté de feux pour piétons et feux de signalisation fonctionnant simultanément, que des piétons soient heurtés juste après s'être engagés dans le passage, bien que leur feu (silhouette blanche) les y autorise, habituellement en raison d'un virage à droite et, à l'occasion, d'un virage à gauche. Or l'intervalle réservé aux piétons constitue une mesure de prévention peu coûteuse à ce problème courant en procurant aux piétons une longueur d'avance (de 3 à 6 secondes) sur le feu vert de la circulation routière. Cette solution présente de nombreux avantages, notamment la possibilité pour les piétons de s'engager dans l'intersection avant les véhicules, ce qui permet aux conducteurs de les repérer facilement avant d'entreprendre un virage. Qui plus est, une fois habitués à ce signal avancé, les piétons réussissent à franchir une bonne partie du carrefour durant l'intervalle qui leur est réservé. Les intervalles longs s'avèrent particulièrement efficaces aux carrefours à voies multiples<sup>142 143 144</sup>.

L'étude de Van Houton et coll.<sup>145</sup> a porté sur un intervalle d'engagement de trois secondes, soit un feu pour piétons (silhouette blanche) qui s'allume trois secondes avant le feu vert des véhicules. Le traitement a entraîné une réduction de 95 % des conflits pour les piétons qui commençaient la traversée dès le début de l'intervalle. Les probabilités qu'un piéton doive céder le passage à un véhicule ont pour leur part diminué d'environ 60 %. Le recours à cette mesure accroît la sécurité des passages piétonniers en plus d'augmenter le niveau de confort et le sentiment de sécurité des piétons. La distance franchie par les piétons durant l'intervalle d'engagement devrait suffire à faire valoir leur priorité d'accès sur les véhicules. La nécessité absolue d'un intervalle minimal de trois secondes est mise en évidence

par le fait que les piétons âgés mettent environ 2,5 secondes avant de réagir au signal et de commencer à traverser<sup>146</sup>.

### Phase de virage à gauche protégé

Certaines autorités ont augmenté le nombre de carrefours dotés de phases de virage à gauche protégé et ainsi que ceux frappés d'une interdiction d'effectuer un virage à droite au feu rouge. Dans la plupart des carrefours visés, les conducteurs pouvaient difficilement entreprendre des manœuvres de virage en toute sécurité. Pour réduire le risque de conflits, des phases de virage à gauche protégé peuvent être ajoutées aux séquences des feux de signalisation. Dans ce type de traitement, la main rouge empêche les piétons de traverser, tandis que le feu rouge interdit immobilise les véhicules qui vont tout droit, ce qui permet aux conducteurs qui doivent effectuer une manœuvre de virage de le faire sans risque de conflit avec les piétons.



Figure 4.3 : Virage à gauche protégé, photographie de David Coburn et Neil Arason

### Interdiction d'effectuer un virage à droite au feu rouge

Comme nous l'avons indiqué précédemment, l'une des causes de collisions véhicule-piéton découle du conflit que crée le virage à droite au feu rouge, en particulier lorsque le feu est rouge dans la direction qu'empruntent les piétons qui ont la priorité. Le virage à droite au feu rouge (VDFR) constitue une des principales menaces à la sécurité des piétons. Malgré l'obligation d'immobiliser leur véhicule et de céder le passage aux piétons dans cette situation, les conducteurs omettent souvent de le faire. Ce problème a été mis en évidence par l'étude de Preusser et coll.<sup>147</sup> qui a révélé une hausse importante des cas de blessures graves chez les piétons et les cyclistes après l'instauration du VDFR aux carrefours dotés de feux de signalisation. Dans les

quatre territoires de l'étude, la hausse des collisions impliquant des piétons varie de 43 à 107 %. Selon l'analyse des rapports de police, les conducteurs s'arrêtent au feu rouge, regardent à gauche pour repérer une occasion de s'engager dans la circulation, mais omettent de vérifier à droite si des piétons ou des cyclistes s'en viennent. L'interdiction du VDFR élimine le risque de conflits entre les véhicules et les piétons dans la mesure où les conducteurs la respectent<sup>148</sup>.



Figure 4.4 : Interdiction d'effectuer un virage à droite au feu rouge, photographie de David Coburn et Neil Arason

## Réduction de la distance à franchir pour traverser

### Îlot séparateur et îlot central surélevé

Les îlots séparateurs et les îlots centraux surélevés constituent d'excellentes solutions, surtout pour les routes à voies multiples dont la longueur de la traversée met en péril la sécurité des piétons. Les îlots centraux fractionnent la traversée en distances plus faciles à franchir. La présence d'un îlot central est particulièrement profitable aux piétons qui mettent plus de temps pour traverser comme les enfants, les aînés et les personnes à mobilité réduite<sup>149</sup>. Il va sans dire que tous les piétons bénéficient du niveau accru de sécurité d'une telle structure.

L'installation d'îlots centraux surélevés ou d'îlots séparateurs réduit considérablement le taux de collisions sur les routes à voies multiples, que le passage piétonnier soit délimité ou non<sup>150</sup>. Le département des Transports des États-Unis a constaté que la présence d'un îlot central surélevé avait entraîné une baisse de 46 % du taux d'accidents impliquant des piétons aux endroits dépourvus de signalisation<sup>151</sup>. En revanche, les îlots centraux peints directement sur la chaussée n'ont pas démontré les mêmes avantages. De plus, Fitzpatrick et coll.<sup>152</sup> ont remarqué que les îlots centraux et les refuges pour piétons renforcent le taux de conformité aux règles des conducteurs sur les routes à vitesse réduite.



Figure 4.5 : Îlot central avec traverse pour piétons, photographie de David Coburn et Neil Arason



Figure 4.6 : Îlot central avec traverse pour piétons, photographie de David Coburn et Neil Arason

### Passage pour piétons en deux segments décalés (modèle danois)

Un passage pour piétons en deux temps décalés constitue une configuration de passage pour piéton simple mais judicieuse. Cette application comporte un îlot central décalé qui divise la distance à franchir et empêche les piétons de traverser la route en ligne droite en les amenant à se positionner directement face à la circulation dans la seconde portion du parcours. Le décalage est formé par un système de barrière ou de clôture, par exemple une série de bornes rapprochées. L'îlot central fournit un espace sécuritaire aux piétons qui attendent le moment propice pour traverser<sup>153</sup>. La longueur du décalage varie en fonction de la densité de la circulation piétonnière. Un décalage plus prononcé crée un refuge plus spacieux pouvant accueillir un grand nombre de piétons, ce qui s'avère fort utile aux endroits où ils sont nombreux à traverser. La photo ci-contre (à gauche) montre le passage piétonnier en deux temps décalés entre une école secondaire et un centre commercial qu'empruntent beaucoup d'élèves le midi.



Figure 4.7 : Passage en deux segments décalés (modèle danois), photographie de David Coburn et Neil Arason



Figure 4.8 : Passage en deux segments décalés (modèle danois), photographie de David Coburn et Neil Arason

## Restrictions de stationnement et emplacement des arrêts d'autobus

De nombreux cas de piétons grièvement blessés sont attribuables à des véhicules garés qui obstruaient le champ de vision des conducteurs à l'approche d'un carrefour ou d'un passage pour piétons délimité. Les véhicules garés empêchent également les piétons, à l'abri en bordure de la route, de voir les véhicules qui arrivent. Pour réduire le risque de collisions, de nombreuses autorités ont interdit le stationnement à proximité des passages pour piétons et éloigné les arrêts d'autobus de ces points critiques<sup>154</sup>. Les ministres des Transports européens ont adopté une résolution qui bannit le stationnement à proximité des passages piétonniers dans les zones scolaires<sup>155</sup>. Idéalement, la délimitation d'un périmètre dissuade les piétons de traverser aux abords d'un arrêt d'autobus en les guidant plutôt vers un endroit plus sécuritaire.

Les arrêts d'autobus à proximité des passages pour piétons et des carrefours constituent des facteurs de risque supplémentaires. En effet, lorsqu'un autobus s'immobilise pour faire monter ou descendre des passagers, les conducteurs peuvent profiter de la situation pour tenter de le dépasser. Cette manœuvre est particulièrement dangereuse puisque l'autobus immobilisé obstrue le champ de vision du conducteur, qui n'est pas en mesure de voir les piétons qui traversent devant l'autobus, tout comme il empêche ceux-ci de repérer les véhicules qui passent<sup>156</sup>. Dans son document intitulé *Toolbox of Countermeasures and Their Potential Effectiveness for Pedestrian Crashes*, le département des Transports des États-Unis note que le déplacement des arrêts d'autobus loin des passages pour piétons dissuade ces derniers de traverser juste devant l'autobus.

## Autres pratiques exemplaires

### Carrefour giratoire

Le carrefour giratoire est un modèle d'intersection fort efficace qui assure la fluidité de la circulation des véhicules qui roulent autour de l'îlot central dans le sens contraire des aiguilles d'une montre. Inspiré d'un ancien concept, le carrefour giratoire moderne gagne en popularité depuis les années 1990 pour ses grands avantages sur le plan de la sécurité, sa capacité à ralentir la vitesse de véhicules et à réguler la circulation sans feux de signalisation, sans oublier sa contribution à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Le carrefour giratoire diminue considérablement les blessures subies par les usagers de la route en raison de la faible vitesse et du nombre limité de points de conflits comme l'illustre la figure 4.3. L'aménagement d'un tel carrefour peut réduire le nombre de points de conflit de 24 à 8. Grâce à cette diminution du risque de conflits et au ralentissement de la vitesse maximale moyenne, les carrefours giratoires ont clairement démontré qu'ils pouvaient réduire la gravité et la probabilité des blessures en cas de collision.

De nombreuses provinces et municipalités ont déployé beaucoup d'efforts pour l'adoption du concept de carrefour giratoire. Certaines d'entre elles ont d'ailleurs aménagés un grand nombre de carrefours giratoires à voie unique ou à voies multiples dans des lieux variés. La région de Waterloo, en Ontario, s'est si bien engagée dans cette voie qu'on la surnomme « capitale canadienne du carrefour giratoire ». Pas moins de 13 carrefours giratoires ont été installés sur de grandes routes périphériques en plus de tous ceux aménagés sur des rues de moindre importance. La popularité du carrefour giratoire auprès de divers gouvernements au Canada se traduit par la création de plusieurs politiques qui précisent que ce modèle d'aménagement de carrefour devrait être retenu par défaut. Trois raisons déterminent le niveau de sécurité accru des piétons à un carrefour giratoire :

1) la longueur du passage pour piétons réduite par l'absence de voies supplémentaires à l'approche du carrefour et, le cas échéant, la présence d'îlots séparateurs qui divisent la traversée en deux étapes; 2) la nécessité de regarder d'un seul côté pour voir les véhicules en approche; 3) le ralentissement de la circulation inhérent à ce type d'aménagement associé à des réductions de vitesse allant jusqu'à 85 %, ce qui laisse plus de temps pour établir un contact visuel entre piétons et automobilistes et leur permet d'éviter les accidents ou, sinon, d'en diminuer la gravité. Les carrefours giratoires bien aménagés où la sécurité des piétons est une priorité prennent en considération des facteurs comme la distance à parcourir pour le traverser (en général, plus l'aménagement est compact, plus il ralentit la vitesse), le nombre limité de voies, la simplicité des règles de circulation des véhicules et des piétons à l'intérieur du carrefour, la nécessité d'ajouter des mesures pour ralentir la vitesse, l'ajout d'éléments propres aux passages comme l'îlot central, l'éclairage de bonne qualité et toutes les autres caractéristiques générales du passage pour piétons présentées dans ce rapport.

### Passerelle et passage souterrain pour piétons

Dans certaines situations, notamment lorsqu'il est impossible de traverser la route en toute sécurité, le passage pour piétons conventionnel ne peut être envisagé. Les risques peuvent être attribuables à différents facteurs, dont la vitesse élevée des véhicules ou la densité de la circulation piétonne à un endroit précis. Des passerelles et des passages souterrains sont communément aménagés pour permettre aux piétons de traverser des voies rapides fortement achalandées ou des lieux où ils sont particulièrement vulnérables. On les retrouve principalement à proximité d'écoles, d'universités, de parcs, de centres commerciaux, d'installations récréatives et de sentiers polyvalents ou, encore, à certains longs tronçons de voies rapides n'offrant aucune possibilité de traverser. De plus, pour en assurer la meilleure efficacité possible, l'aménagement des passerelles et des souterrains pourrait devoir comporter des rampes d'accès et des ascenseurs. Il faut également veiller à ce que les souterrains soient suffisamment éclairés le soir et à y déployer des mesures de sécurité pour prévenir toute forme d'acte criminel. Qui plus est, il faut savoir que les usagers n'empruntent pas ce type de passage lorsqu'ils les perçoivent comme un inconfort<sup>157</sup>. Une étude japonaise sur 31 passerelles en milieu urbain a observé une diminution de 91 % des collisions impliquant des piétons dans un rayon de 100 mètres<sup>158</sup>.

**LÉGENDE**  
 ○ Points de conflit véhicule-véhicule  
 ● Points de conflit véhicule-piéton

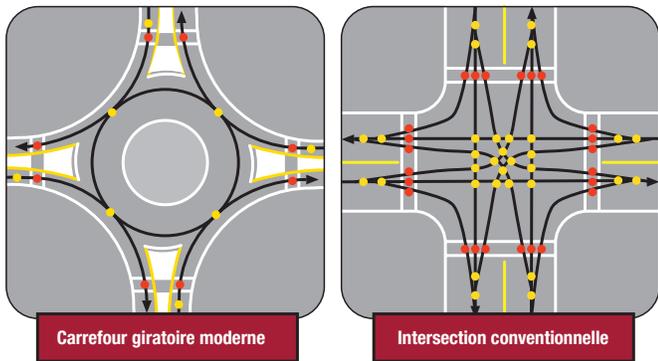


Figure 4.9 : Points de conflit véhicule-véhicule et véhicule-piéton



Figure 4.11 : Passerelle à piétons, photographie gracieuseté du Ministère des Transports et de l'infrastructure de la Colombie-Britannique



Figure 4.10 : Carrefour giratoire, photographie de David Coburn et Neil Arason

## MESURES DE PRÉVENTION POSSIBLES

- Intégrer la sécurité des piétons dans la planification et la conception des nouveaux projets ou des projets de réaménagement.
- Choisir les traitements pour passage piétonnier en fonction des piétons et de leurs capacités, des données sur les collisions impliquant des piétons (p. ex. la gravité des blessures) et des caractéristiques des lieux des accidents (p. ex. secteur fréquenté par les aînés, zone scolaire, rue commerciale).
- Installer des passages pour piétons et appliquer les traitements adéquats là où le contexte le justifie, selon les normes techniques et les pratiques.
- Utiliser la signalisation unidirectionnelle si le contexte le permet.
- Aux carrefours dotés de feux de circulation, ajouter des capteurs qui peuvent détecter la présence des piétons et accorder à chacun d'eux suffisamment de temps pour traverser en toute sécurité.
- Recourir à des dispositifs de séparation des piétons et des véhicules dans le temps : la traversée dans toutes les directions, les intervalles de passage piétonnier, l'interdiction d'effectuer un virage à droite au feu rouge et la séparation des différentes manœuvres de virage aux carrefours à feux de signalisation.
- Installer des dispositifs de séparation des piétons et des véhicules dans l'espace : le passage pour piétons en section courante avec îlot central, l'avancée de trottoir et les différentes déclinaisons du passage piétonnier décalé.
- Situer les arrêts d'autobus loin des passages pour piétons, ajouter des clôtures et restreindre le stationnement en bordure de la rue.
- Multiplier les carrefours giratoires, en particulier dans une perspective de renforcement de la sécurité des piétons par l'aménagement de lieux de traversée sûrs à l'aide des différentes caractéristiques présentées dans ce rapport.
- Construire des passerelles ou des passages souterrains pour séparer physiquement les piétons et les véhicules.

## 4.3

# Signalisation routière : panneaux, feux et marques sur la chaussée

Dans la présente section, il sera question des dispositifs de signalisation routière qui servent à prévenir les automobilistes de la présence potentielle de piétons et guident ces derniers vers les passages piétonniers ou routes sécuritaires. Les panneaux de signalisation sont les dispositifs les plus utilisés pour avertir les conducteurs de la présence d'un passage pour piétons, d'un terrain de jeux ou d'une zone scolaire et les inciter à adopter un comportement sécuritaire au volant. À l'instar de la circulation routière, la circulation piétonnière doit être encadrée, dirigée et prévenue de tout danger par des panneaux, feux et marquage de signalisation. On retrouve les feux aux carrefours et, à l'occasion, aux passages pour piétons en section courante. Les marques sur la chaussée délimitent le passage piétonnier et dirigent les piétons dans un parcours sécuritaire. Toutefois, ces dispositifs de signalisation ne présentent pas tous la même efficacité<sup>159</sup>. Les paragraphes suivants s'appuient sur les résultats des recherches sur la signalisation visant les piétons pour mettre en évidence certaines difficultés qui en découlent ainsi que les différents niveaux d'efficacité des nombreux panneaux, feux et marques sur la chaussée.

### Panneaux de signalisation pour piétons aux passages piétonniers

Le Royaume-Uni et d'autres pays utilisent les panneaux de signalisation et le marquage pour encadrer la circulation piétonnière. On retrouve généralement les panneaux visant les piétons aux carrefours à feux où ils leur rappellent les dangers que présentent la route et les véhicules. Les panneaux ci-dessous relèvent davantage de la stratégie éducative que d'un concept

Figures 4.12 Panneaux d'avertissement pour piétons installés aux passages piétonniers Source : Crosswalk Safety Task Force Final Report (2007)



technique; toutefois, ils peuvent être combinés avec d'autres traitements de passage pour piétons, notamment pour les informer de la façon d'utiliser le bouton de commande du feu pour piétons et les encourager à être prudents dans les carrefours à feux. À ces intersections, il arrive parfois que les piétons, trop confiants, oublient de vérifier si des véhicules effectuent un virage ou si leur feu vert (silhouette blanche) est allumé<sup>160</sup>.

## Panneaux de signalisation visant les conducteurs et les piétons

On retrouve une grande variété de panneaux qui préviennent les conducteurs de la présence possible de piétons ou qui rappellent à ceux-ci de vérifier si des véhicules approchent. Dans le cadre d'une étude visant à établir un lien entre l'âge du conducteur et la compréhension du panneau rappelant aux conducteurs qui effectuent un virage qu'ils doivent céder le passage aux piétons, Abdulsattar et McCoy<sup>161</sup> ont constaté que ce message est bien respecté dans les situations de virage à droite, tandis que dans les situations de virage à gauche, les conducteurs de 56 ans comprennent le message ou y accordent une certaine attention comparativement aux conducteurs plus âgés. Les auteurs expliquent cet écart par le fait que les conducteurs ne perçoivent pas l'obligation de céder le passage de la même manière dans les deux situations, à savoir qu'ils estiment ne pas devoir céder le passage aux piétons lorsqu'ils tournent à gauche, d'autant qu'ils bénéficient souvent d'une phase de virage à gauche protégé.

Dans le cadre d'une étude récente menée par Retting et coll.<sup>162</sup>, des panneaux spéciaux portant le message « ATTENTION AUX VÉHICULES QUI TOURNENT » assorti du pictogramme du passage piétonnier et des marques sur la chaussée arborant le même message ont été installés à trois carrefours à feux.

Les conflits entre piétons et véhicules ont été consignés et les comportements des piétons au moment de traverser la rue ont été observés avant, immédiatement après et un an après l'ajout de ces messages. Le pourcentage de piéton qui négligent de vérifier si des véhicules présentent une menace et le nombre de conflits ont chuté de manière spectaculaire après les deux essais, le premier fondé sur la seule utilisation de panneaux et le deuxième sur une combinaison de panneaux et de marques sur la chaussée. Aucun conflit n'a été relevé lors du suivi après un an comparativement à environ 2,7 % pour les conditions piétonnières de référence.

Une autre étude du même genre<sup>163</sup> a évalué dans quelle mesure les conducteurs respectent les panneaux de signalisation rappelant de céder le passage aux piétons aux 12 passages piétonniers délimités. L'analyse avant-après a révélé que les conflits entre piétons et conducteurs effectuant un virage ont diminué de 20 % à 65 % pour les virages à gauche et de 15 % à 30 % pour

les virages à droite. En dépit de ces progrès, le nombre de conflits est demeuré assez élevé après l'installation de la signalisation, soit 35 % pour les virages à gauche et 38 % pour les virages à droite.

### *Marquage et panneaux en amont*

Au Canada, par le passé, on a eu recours au X avancé peint sur la chaussée à l'approche des passages pour piétons. À l'heure actuelle, on ne les utilise plus que pour signaler la présence des passages à niveau. Toutefois, une recherche a démontré que d'autres marques peintes à une certaine distance avant le passage piétonnier permettent d'augmenter la distance accordée pour céder le passage aux piétons<sup>164</sup>.

Parmi les facteurs de risque multiples, notons la collision impliquant un véhicule qui s'immobilise pour laisser passer un piéton et un autre véhicule roulant dans la même direction qui omet d'arrêter et happe le piéton. En effet, un véhicule arrêté trop près du passage piétonnier peut cacher la présence des piétons qui s'y engagent. Une étude a observé l'effet du panneau « ARRÊTEZ ICI ET CÉDEZ LE PASSAGE AUX PIÉTONS » et des marques peintes en amont des passages piétonniers sur le nombre de conflits entre piétons et véhicules traversant plusieurs voies situées à des carrefours en T<sup>165</sup>. Le marquage de la chaussée en amont était formé de lignes brisées (zigzags). L'étude a révélé qu'un panneau seul réduit les conflits et augmente la distance à laquelle le véhicule s'immobilise pour céder le passage aux piétons. L'ajout de marques sur la chaussée a contribué encore davantage à l'élargissement de la distance d'arrêt pour laisser passer les piétons et à la diminution des conflits. Cette mesure de prévention convient parfaitement aux routes à voies multiples puisque, grâce à la distance supplémentaire, piétons et conducteurs peuvent se voir.

Au cours de leur expérience de simulation, Fisher et Garay ont observé l'effet des marques sur la chaussée et des panneaux installés en amont d'un passage pour piétons (à environ 10 m avant un carrefour signalisé par des panneaux Arrêt) dans des situations à risques multiples<sup>166</sup>. La capacité du conducteur à fixer son regard sur les piétons et à les laisser traverser aux passages piétonniers en section courante a été examinée au moment où il s'approchait du carrefour. Les sujets du groupe témoin ont été exposés à des marques conventionnelles, dont une ligne d'arrêt à 3 m avant le carrefour, tandis que ceux du groupe expérimental ont été soumis à la combinaison de marques sur la chaussée et de panneaux en amont d'un passage pour piétons. Ces derniers ont repéré les piétons 69 % du temps, comparativement au groupe témoin qui a effectué ce repérage 47 % du temps, tout en l'entreprenant plus tôt. De plus, 61 % des conducteurs du groupe expérimental ont ralenti ou immobilisé leur véhicule

lorsqu'un piéton a surgi devant un autre véhicule arrêté comparativement à aucun pour le groupe témoin. À l'évidence, les avertissements situés en amont du passage pour piétons ont grandement atténué le danger associé à la situation de conduite à risques multiples.

L'utilisation de lignes d'arrêt et de panneaux d'avertissement a réduit les conflits entre piétons et véhicules de près de 80 % à un passage pour piétons d'une route urbaine à six voies<sup>167</sup>. Dans une rue où la vitesse limite était de 50 km/h, on a observé des conflits avant et après l'application de lignes d'arrêt sur la chaussée et l'installation de panneaux indiquant le message « ARRÊTEZ ICI ET CÉDEZ LE PASSAGE AUX PIÉTONS » assorti d'une flèche pointant à 45° vers la route 15 m avant le passage pour piétons. La proportion de conducteurs qui cèdent le passage aux piétons s'est légèrement accrue en présence de lignes d'arrêt et de panneaux; toutefois, ceux-ci s'arrêtaient bien plus loin du passage pour piétons durant l'expérience, ce qui accroît la possibilité que les conducteurs et les piétons se voyaient. Le marquage de la chaussée utilisé seul s'est révélé aussi efficace que la combinaison marquage de la chaussée et panneaux, ce qui permet de croire que les marques peintes sur la chaussée constituent un élément essentiel à l'amélioration de la sécurité des piétons.

Il ne faut toutefois pas présumer que le marquage entraîne systématiquement une plus grande sécurité des piétons lorsqu'il est utilisé aux passages pour piétons dépourvus d'autres formes de signalisation<sup>168</sup>. Une étude sur les passages pour piétons dans 30 villes des États-Unis a recueilli des données sur 1 000 passages délimités par des marques sur la chaussée et 1 000 passages qui en sont dépourvus<sup>169</sup>. Sur les routes à deux voies, aucune différence n'a été observée entre la présence ou l'absence de marquage aux passages pour piétons. De même, dans les routes à voies multiples dont le débit journalier moyen (DJM) est de 12 000 véhicules ou moins, la présence de marquage n'a eu aucune incidence sur le taux d'accidents. Toutefois, la seule présence d'un passage pour piétons délimité par des marques sur la chaussée (sans autre traitement) a été associée à un taux de collisions entre véhicules et piétons plus élevé que les passages dépourvus de marquage traversant les routes à voies multiples à haut débit (DJM supérieur à 12 000 véhicules). Même lorsqu'ils étaient dotés d'îlots centraux surélevés, les secteurs dont le DJM était supérieur à 15 000 véhicules présentaient un taux d'accidents plus important que les passages pour piétons délimités par des marques sur la chaussée. L'aménagement de passages piétonniers délimités par des marques sur la chaussée amène plus de piétons à traverser à cet endroit, sauf qu'il peut également leur donner un faux sentiment de sécurité qui réduit leur vigilance. Pour les passages piétonniers qui traversent les routes à fort débit,

les auteurs recommandent d'apporter des améliorations importantes que les seuls passages délimités par des marques sur la chaussée, notamment des îlots centraux surélevés, des feux de signalisation conventionnels et piétonniers (si la situation l'exige), un éclairage de nuit de meilleure qualité et la diminution du nombre de voies<sup>170</sup>.

Une étude de Fitzpatrick et coll.<sup>171</sup> a examiné la visibilité de trois types de marquage de passages piétonniers : paires de barres, marques de style continental et lignes transversales parallèles. La distance de visibilité des deux premiers était comparable quoique supérieure à celle des lignes transversales parallèles. Selon l'évaluation de l'appréciation effectuée à l'aide d'une échelle, les conducteurs ont préféré les lignes transversales parallèles aux marques de style continental. Finalement, on a recommandé l'utilisation des paires de barres pour l'aménagement des passages piétonniers.

On retrouve une variété de marques sur la chaussée dans les passages pour piétons, dont la plus rudimentaire est la ligne blanche continue qui traverse toute la chaussée. Lorsque cela convient, une ligne d'arrêt est également peinte en travers des voies à l'approche du passage pour piétons afin d'indiquer aux conducteurs l'endroit où ils doivent immobiliser leur véhicule. On retrouve également les bandes longitudinales parallèles dans le sens de la circulation (zébrures) et le mot ÉCOLE peints sur la chaussée en amont des passages pour piétons dans les zones scolaires. En zone scolaire, en plus de la signalisation conventionnelle et des panneaux installés en amont, on peint également le pictogramme du passage pour écoliers directement sur la chaussée et on recourt aux services d'un brigadier pour diriger la circulation les jours de classe.

## Feux d'avertissement dans la chaussée et autres nouvelles technologiques

Les feux d'avertissement dans la chaussée ressemblent aux feux des pistes de décollage et d'atterrissage des aéroports. Ces feux sont encastrés dans la chaussée tout le long du passage pour piétons face à la circulation qui approche et s'allument si un piéton appuie sur le bouton de commande, à la manière des autres dispositifs activés par les piétons. Les feux encastrés dans la chaussée diffusent différentes couleurs, blanc ou rouge, pour encourager les conducteurs à arrêter.

Des études suggèrent que ces types de traitement renforcent le respect des règlements par les conducteurs, réduisent les conflits entre piétons et véhicules et ralentissent la circulation. Les feux encastrés dans la chaussée sont plus efficaces la nuit, dans la mesure où ils sont invisibles le jour<sup>172</sup>. Carson et coll.<sup>173</sup> ont recensé les applications de tels dispositifs aux États-Unis, dont seulement quelques-uns étaient intégrés à des passages pour piétons. Ils soulignent que ces feux ont eu pour effet d'accroître l'attention

des conducteurs qui ont davantage cédé le passage aux piétons, de ralentir la vitesse d'approche des véhicules, de réduire les conflits entre piétons et véhicule et de diminuer le temps d'attente des piétons. Plusieurs autres études ont obtenu des résultats similaires en ce qui a trait au ralentissement de la circulation, à la réduction des conflits, à l'augmentation de la distance d'arrêt et à la hausse de la conformité aux règlements<sup>174 175 176 177</sup>. L'entretien de ces feux en raison de l'exposition aux conditions hivernales et aux opérations de déneigement constitue un des principaux désavantages à leur utilisation. Bien que tout semble indiquer que ces dispositifs attirent l'attention des piétons et favorisent le respect des règlements par les conducteurs, les difficultés d'entretien doivent être prises en considération dans les régions nordiques, du moins en attendant le perfectionnement de cette technologie<sup>178</sup>.

### *Feux jaunes clignotants suspendus*

Les feux jaunes clignotants suspendus installés sur les poteaux de feux de signalisation alertent les conducteurs que des piétons traversent la route. Ces feux clignotants peuvent être programmés pour fonctionner en permanence ou seulement lorsqu'un piéton veut s'engager dans le passage piétonnier. La photo suivante montre un feu clignotant suspendu situé à proximité d'un passage pour écoliers. On a constaté que les conducteurs respectent généralement ce type de feu clignotant, mais que le taux de conformité était supérieur lorsque ces feux étaient activés par les piétons<sup>179</sup>.

### *Feux à haute intensité activés par les piétons*

Les feux à haute intensité activés par les piétons, ou système HAWK (**H**igh intensity **A**ctivated cross**W**alk), mis au point dans les années 1990, ont été testés par de nombreux États américains. Le système HAWK vise à augmenter le respect des passages piétonniers par les conducteurs pour permettre aux piétons de traverser la route. En plus d'encourager les conducteurs à immobiliser leur véhicule pour laisser passer les piétons, cet aménagement singulier leur permet de poursuivre leur route dès que le piéton est passé. Le système HAWK comporte un feu clignotant et des feux de signalisation, à la manière de la signalisation unidirectionnelle. Son installation convient aux endroits nécessitant l'aménagement d'un passage pour piétons sans l'ajout de feux de signalisation pour la rue transversale<sup>180</sup>.

Les feux demeurent éteints jusqu'à ce qu'un piéton les active<sup>181</sup>. Les feux sont disposés comme suit : un feu jaune surmonté de deux feux rouges (côte à côte). En arrivant au passage piétonnier, les piétons voient la main rouge allumée (interdiction de traverser). Dès qu'un piéton appuie sur le bouton, le feu jaune se met à clignoter, ce qui indique aux conducteurs que le feu est sur le point de changer. Ensuite, le feu jaune cesse de clignoter et demeure

allumé avant de passer au rouge. À ce moment, le feu pour piétons affiche la silhouette blanche, ce qui indique aux piétons qu'ils peuvent commencer à traverser. La main rouge commence à clignoter et les deux feux rouges s'allument en alternance, ce qui signale aux conducteurs à l'arrêt qu'ils peuvent poursuivre leur route à condition que le piéton ait traversé et se trouve en sécurité. Tant que les feux rouges clignotent, les autres conducteurs derrière doivent effectuer un arrêt et peuvent ensuite reprendre la route si cela ne met personne en danger. Il semble que l'utilisation des feux rouges incite davantage les conducteurs à respecter les passages pour piétons. Cette hypothèse est d'ailleurs corroborée par une certaine quantité de données factuelles<sup>182</sup>.

Après l'installation d'un système HAWK, les accidents entre piétons et véhicules ont diminué de 69 %. Or, aux carrefours à feux, on a observé une très légère réduction ou une nette augmentation d'accidents<sup>183</sup>. Au Canada, le fait que les feux ne s'allument que lorsqu'ils sont activés est un sujet de préoccupation, car dans la plupart des provinces et territoires, un feu éteint, qui est peut-être en panne, signifie l'obligation d'effectuer un arrêt. Par conséquent, les feux de signalisation unidirectionnelle constituent un traitement de passage pour piétons mieux adapté aux routes principales à voies multiples traversées par une route secondaire sans feux de signalisation<sup>184</sup>. Le système HAWK figure désormais dans le *Manual of Uniform Traffic Control Devices*<sup>185</sup> des États-Unis, mais pas dans le *Pedestrian Crossing Control Guide* de l'ATC.



*Figure 4.13 : Passage piétonniers à feux à haute intensité activés par les piétons (système HAWK), source : [www.pedbikeimages.org](http://www.pedbikeimages.org), photographie de Sree Gajula*

### *Feux à décompte numérique pour piétons*

La durée d'un feu pour piétons est un élément important de la sécurité piétonnière. Ces feux servent à offrir aux piétons suffisamment de temps pour traverser sans immobiliser indûment la circulation routière. Pour ce faire, ils indiquent aux piétons combien de temps il leur reste pour traverser. Plusieurs pays ont adopté les feux à décompte numérique pour piétons grâce auxquels les piétons savent le temps dont ils disposent lorsque

la main rouge commence à clignoter. Le rapport d'information de l'ATC intitulé *Informational Report on Pedestrian Countdown Signals* fournit plus de renseignements sur le sujet. Le décompte numérique est également utile aux conducteurs pour lui indiquer le temps résiduel de la phase réservée à la traversée des piétons. L'installation de feux à décompte numérique dans les passages pour piétons est devenue une pratique répandue ces dernières années. Leur efficacité a été évaluée en Allemagne par Schlabbach<sup>186</sup> dans le cadre d'une étude avant-après. Au total, 45 000 autos et 71 000 piétons ont été enregistrés et 760 piétons ont répondu aux questionnaires. Les violations de feu rouge par les piétons ont diminué de 21 % à 16,7 % après l'installation des feux pour piétons. Près du quart de ceux interrogés ont affirmé que ces nouveaux feux avaient changé leur comportement.

Dans les carrefours à feux à décompte numérique pour piétons, les conducteurs sont susceptibles d'accélérer lorsqu'ils s'aperçoivent que le décompte arrive à la fin de la phase réservée aux piétons. Ce phénomène a été étudié par Nambisan et Karkee<sup>187</sup> qui ont mesuré les vitesses des véhicules immédiatement après la ligne d'arrêt et durant les différentes indications des feux pour piétons, soit à 15 secondes, entre 15 et 10 secondes et à moins de 5 secondes de la fin du signal. Les vitesses étaient plus grandes durant le décompte et le feu rouge des piétons (main rouge) que durant le feu vert des piétons (silhouette blanche) et le décompte.

Parmi les autres technologies récentes, on retrouve les surfaces antidérapantes en polymère et les passages piétonniers colorés dotés de billes rétroréfléchissantes pour une visibilité accrue dans l'obscurité<sup>188</sup>.

#### ***Panneaux lumineux aux passages pour piétons***

Fitzpatrick et col.<sup>189</sup> ont constaté que les traitements comportant des feux rouges ou des balises lumineuses entraînaient une



**Figure 4.14 :** Clignotants rapides jaunes de forme rectangulaire, source : [www.pedbikeimages.org](http://www.pedbikeimages.org), photographie de Michael Frederick

hausse du respect des règlements par les conducteurs (plus de 95 %), tandis que les panneaux et les pictogrammes de passage piétonnier peints sur la chaussée étaient moins efficaces (65 % et 87 % respectivement).

Shurbutt et col.<sup>190</sup> ont comparé l'effet des différents types de balises lumineuses sur la propension des conducteurs à laisser passer les piétons aux passages traversant plusieurs voies. Les clignotants rapides jaunes à DEL de forme rectangulaire se sont révélés beaucoup plus efficaces que les feux jaunes clignotants conventionnels suspendus ou montés en bordure de la route. Ces clignotants à DEL ont donné lieu à une augmentation du respect de l'obligation de céder le passage de 2 % à 86 % aux endroits sélectionnés pour l'étude effectuée en Floride; le taux d'observation de la règle était de 85 % deux ans plus tard. Ces résultats étaient encore meilleurs le soir et la nuit où 90 % des conducteurs ont respecté le droit de passage des piétons.

#### ***Panneaux et marquage de signalisation***

Les piétons négligent souvent de balayer du regard l'ensemble de l'environnement routier et sont donc susceptibles d'être happés par les véhicules qui effectuent un virage. Van Houton et coll.<sup>191</sup> ont démontré l'efficacité d'une nouvelle méthode utilisée pour rappeler aux piétons qui veulent emprunter un passage piétonnier qu'ils doivent prendre garde aux véhicules. Cette nouvelle technique, en vigueur à deux carrefours situés en Floride, s'appuie sur l'affichage d'« YEUX » avec les feux de signalisation piétonniers. Les deux yeux, formés de DEL bleues, regardaient de gauche à droite à un rythme d'un cycle/seconde. Chaque feu de signalisation conventionnel pour piétons était surmonté d'un œil, soit un au-dessus de la main (feu rouge) et un autre au-dessus de la silhouette blanche (feu vert), tous deux également dotés d'une configuration à DEL.

La condition de référence comportait des feux de signalisation conventionnels pour piétons, tandis que les conditions expérimentales comprenaient l'affichage des « YEUX » pendant 2,5 secondes immédiatement avant l'apparition de la silhouette blanche ou en même temps, puis à intervalles de 9,5 secondes par la suite. Le pourcentage de piétons qui n'a pas vérifié si des véhicules effectuaient un virage a chuté considérablement dans la condition de référence et les conditions expérimentales. Les conflits entre les piétons et les véhicules qui effectuent un virage ont eux aussi beaucoup diminué grâce à l'affichage des « YEUX ».

#### ***Messages vocaux***

Une étude réalisée aux États Unis<sup>192</sup> a déterminé dans quelle mesure trois messages vocaux adressés aux piétons pouvaient réduire les conflits entre piétons et véhicules aux carrefours.

Ces messages prononcés par une femme ou un enfant et diffusés juste avant le feu vert pour piétons rappellent à ces derniers qu'ils devraient attendre l'autorisation de traverser et vérifier si des véhicules effectuent un virage. Dans les conditions de référence, 16,3 % des piétons n'ont pas cherché la présence de menaces (les véhicules) et il y a eu un conflit en moyenne par séance d'observation. Le message vocal a réduit le taux de piétons qui négligent de regarder à 4,2 % et le nombre de conflits à 0,25 par séance d'observation. La voix d'enfant s'est révélée plus efficace que celle d'un adulte pour encourager le repérage de menaces potentielles.

Les consignes vocales indiquant aux personnes malvoyantes ou aveugles le moment propice à la traversée sécuritaire d'un carrefour signalisé (feu vert pour piétons allumés) sont accompagnées de sons comme le chant d'un coucou ou d'un autre oiseau. Toutefois, l'audition adéquate de ces messages n'est pas toujours possible aux carrefours à fort achalandage en raison du bruit des véhicules.

### Nouveaux traitements de signalisation passages piétonniers mis à l'épreuve

Différents pays ont décidé d'utiliser un certain nombre de traitements plus récents (panneaux, marques sur la chaussée et feux de signalisation) dont les avantages ont été confirmés par des études. Ils sont présentés dans ce document à des fins de réflexion et pour encourager les ingénieurs et les planificateurs à surveiller les résultats de l'installation de tels dispositifs. Cette section vise à dresser un panorama des pratiques actuelles et non une liste exhaustive. Le *Pedestrian Crossing Control Guide* de l'ATC sera assorti d'un rapport sur les connaissances techniques de base (Technical Knowledge Base Report) qui comporte un examen exhaustif des nombreux traitements de signalisation pour passages piétonniers.

## MESURES DE PRÉVENTION POSSIBLES

### *Panneaux et feux de signalisation :*

- Aux carrefours, installer des panneaux qui avertissent les conducteurs de faire attention aux piétons et à ceux-ci de prendre garde aux véhicules qui effectuent un virage.
- Aux carrefours, installer des panneaux où on peut lire « CÉDEZ LE PASSAGE AUX PIÉTONS » ou « ARRÊTEZ ICI ET CÉDEZ LE PASSAGE AUX PIÉTONS ».
- Aux passages pour piétons signalisés, placer des panneaux qui expliquent le fonctionnement des feux activés par les piétons et la signification des pictogrammes aux endroits où l'on observe fréquemment des infractions de la part des piétons.
- Commencer à utiliser des applications innovantes comme le système HAWK et les messages vocaux qui indiquent le moment propice pour traverser en toute sécurité.

- Utiliser les clignotants rapides à DEL de forme rectangulaire, en particulier dans les passages piétonniers traversant une route à voies multiples.

### *Marques sur la chaussée :*

- Peindre des lignes d'arrêt avancées au moins 15 m en amont des carrefours.
- Recourir aux marques sur la chaussée pour rappeler aux piétons de faire attention aux véhicules qui effectuent un virage.
- Installer des clignotants dans la chaussée aux endroits appropriés.
- Limiter l'utilisation du marquage pour signaler les passages pour piétons qui traversent les routes dont le DJM est inférieur à 12 000 véhicules.
- Entretenir le marquage des passages pour piétons afin d'en assurer la grande visibilité.

## 4.4

# Dispersion de la circulation

On utilise les mesures de régulation du débit de la circulation dans les rues de quartier pour permettre aux habitants de se les réapproprier et ainsi offrir aux piétons et aux cyclistes un environnement plus sécuritaire. La plupart de ces mesures visent à empêcher que les rues locales deviennent des raccourcis ou servent à la circulation de transit. La présente section fournit une description des principales mesures de prévention utilisées pour réguler le débit de la circulation et recommandées à cette fin par les autorités canadiennes. Presque toutes ont fait preuve d'efficacité pour réduire nettement le débit de la circulation dans les rues qui en étaient dotées. De plus, les mesures de régulation du débit de la circulation renforcent la sécurité des piétons en réduisant leur exposition aux véhicules dans les secteurs où elles sont en vigueur.

La plupart des mesures de prévention limitent l'accès aux quartiers résidentiels et peut diriger la circulation vers d'autres rues<sup>193</sup>. Ainsi, il est nécessaire de tenir compte de l'impact de ces mesures.

### **Avancée demi-chaussée**

L'avancée demi-chaussée (voir l'illustration à la page 58) consiste en une avancée de bordure de trottoir ou une barrière verticale qui se prolonge plus ou moins jusqu'au centre de la route pour bloquer la circulation dans une direction. Utilisée avec d'autres mesures réparties ailleurs dans le quartier, l'avancée demi-chaussée empêche les raccourcis ou la circulation de transit. Les vélos peuvent

habituellement y circuler dans les deux directions. Dans certains cas, des ouvertures ou une voie de circulation à contresens sont aménagées pour fournir un accès aux vélos<sup>194</sup>. Il a été établi que les avancées demi-chaussées réduisent considérablement le débit de la circulation des rues résidentielles qui en sont dotées<sup>195</sup>.

### Barrière de déviation

La barrière de déviation (voir l'illustration à la page 58) est un obstacle vertical disposé en travers d'un carrefour pour y bloquer le courant de circulation. Habituellement, un certain nombre de barrières de déviation réparties de façon stratégique créent un parcours sinueux dans les quartiers résidentiels pour y réduire le débit de la circulation<sup>196</sup>. Elles peuvent comporter des ouvertures pour permettre le passage des piétons, des fauteuils roulants, des vélos et même des véhicules d'urgence. Selon une étude réalisée à Regina dans une rue dotée de deux barrières de déviation disposées à cinq pâtés de maisons d'intervalle, le débit de la circulation est passé de 3 050 véhicules par jour à 500 véhicules par jour<sup>197</sup>. Une autre étude réalisée à Vancouver a observé une réduction du débit de la circulation dans l'ensemble du secteur étudié de l'ordre de 20 % à 70 % selon la portée des barrières de déviation utilisées.

### Barrière cul-de-sac

La barrière cul-de-sac s'étend sur toute la largeur d'une route pour empêcher les véhicules de continuer tout droit. Ce type de barrière permet de transformer un carrefour en croix en carrefour en T (4 embranchements à 3 embranchements) ou tout simplement d'éliminer un carrefour en T. Elle peut comporter des ouvertures pour permettre le passage des piétons, des fauteuils roulants et des vélos, et les véhicules d'urgence peuvent la franchir en passant par-dessus.

### Carrefour canalisé

Le terre-plein de carrefour est un terre-plein surélevé au milieu d'une route à double sens qui traverse un carrefour pour empêcher les véhicules de tourner à gauche dans la route transversale ou de traverser la route principale à partir de la route transversale. Son objectif consiste à bloquer les raccourcis et à réduire la distance à franchir par les piétons qui traversent la route. Le terre-plein de carrefour sert de refuge aux piétons et aux cyclistes et leur permet de traverser une section à la fois, ce qui réduit le temps d'attente du moment propice à la traversée.

### Terre-plein de carrefour

Le terre-plein de carrefour est un terre-plein surélevé au milieu d'une route à double sens qui traverse un carrefour pour empêcher les véhicules de tourner à gauche dans la route transversale ou de traverser la route principale à partir de la route transversale. Son objectif consiste à bloquer les raccourcis et à réduire la

distance à franchir par les piétons qui traversent la route. Le terre-plein de carrefour sert de refuge aux piétons et aux cyclistes et leur permet de traverser une section à la fois, ce qui réduit le temps d'attente du moment propice à la traversée.

### Îlot tourne à droite

L'îlot tourne à droite est un îlot séparateur triangulaire érigé à l'approche d'une intersection de façon à forcer le virage à droite de la voie parallèle à l'îlot et à interdire le virage à gauche de la voie perpendiculaire (rue, carrefour ou allée d'accès). En général, les vélos sont autorisés à effectuer un virage à gauche ou à continuer tout droit à partir de la route transversale en empruntant les ouvertures qui y sont aménagées ou en contournant l'îlot.



Figure 4.15 : Avancée demi-chaussée, source : [www.pedbikeimages.org](http://www.pedbikeimages.org), photographie de Dan Burden



Figure 4.16 : Barrière de déviation, source : [www.pedbikeimages.org](http://www.pedbikeimages.org), photographie de Dan Burden

## MESURE DE PRÉVENTION POSSIBLE

- Les mesures suivantes peuvent être prises en considération pour réguler le débit de la circulation : l'avancée demi-chaussée, la barrière de déviation, la barrière cul-de-sac, le carrefour canalisé, le terre-plein de carrefour et l'îlot tourne à droite. Pour tout savoir sur les mesures préventives ci-dessus, consulter *L'apaisement de la circulation dans les zones urbaines au Canada* de l'ATC.

# 4.5 Aménagement de trottoirs

Le *Guide canadien de conception géométrique des routes* définit le trottoir comme suit : « voie aménagée pour les piétons, généralement parallèle à la chaussée adjacente ». Le trottoir procure aux piétons un espace pour se déplacer sur la voie publique à l'écart des véhicules. Les recherches indiquent que séparer les piétons des véhicules réduit le nombre de piétons blessés dans un accident de la route. En général, plus le trottoir est éloigné de la route, plus il constitue un environnement sécuritaire pour les piétons. Dans son document intitulé *Toolbox of Countermeasures and Their Potential Effectiveness for Pedestrian Crashes*, le département des Transports des États-Unis reconnaît que le trottoir renforce la sécurité des piétons et entraîne une réduction de 88 % des collisions entre piétons et véhicules<sup>198</sup>. Une étude transversale américaine portant sur les voies de circulation en milieu urbain, dotées ou non de trottoirs, a constaté que, pour une exposition équivalente, les collisions impliquant un piéton sont deux fois plus susceptibles de se produire dans les rues dépourvues de trottoir que dans celles qui en sont dotées<sup>199</sup>.

La plupart des trottoirs sont généralement constitués de béton, quoiqu'on utilise de plus en plus d'autres matériaux comme la brique, la pierre et même le caoutchouc. Peu importe leur composition, il est primordial que les trottoirs soient en bon état, bien entretenus et dégagés, et que leur surface présente un coefficient de friction suffisamment élevé pour éviter que les piétons n'y glissent. La plupart des rues en milieu urbain sont bordées d'un trottoir, à l'exception des voies à accès limité comme les boulevards urbains, les autoroutes et autres voies rapides. Règle générale, on interdit aux piétons de circuler aux abords des voies à accès limité où leur sécurité est compromise par la vitesse élevée et les dangers. Il est préférable d'aménager des trottoirs de chaque côté d'une rue, surtout dans les quartiers résidentiels.

On en détermine la largeur en fonction du débit et de la composition des usagers de la route. Pour permettre à un piéton de dépasser un autre piéton immobilisé ou se déplaçant plus lentement ou un couple de marcheurs, le trottoir doit mesurer 1,8 m de largeur; toutefois, la largeur minimale est de 1,5 m<sup>200</sup>. Il faut prévoir une largeur minimale d'environ 0,7 m pour chaque voie piétonnière supplémentaire. Un objet (lampadaire, borne-fontaine, poteau de feux de signalisation, etc.) ne doit pas se trouver dans cet espace. Dans les secteurs commerciaux à fort achalandage piétonnier, la largeur des trottoirs est habituellement de 2,4 m<sup>201</sup>. Les arrêts d'autobus doivent offrir un espace suffisant pour accueillir les usagers qui attendent et permettre aux autres piétons de circuler. À ces endroits, le trottoir mesure 3 m de large<sup>202</sup>. Les environs d'un hôpital ou d'un centre de soin de santé méritent une attention particulière, car les personnes en fauteuil roulant ont besoin de plus d'espace. En effet, il leur faut un trottoir d'environ 1,2 m de largeur pour se déplacer librement; par conséquent, ceux que l'on retrouve dans ces secteurs présentent généralement une largeur totale de 2 m<sup>203</sup>.



Figure 4.17 : Trottoir séparé de la route, photographie de David Coburn et Neil Arason



Figure 4.18 : Trottoir séparé de la route, photographie de David Coburn et Neil Arason

## Rampe et bateau de trottoir

Des bordures, terre-pleins surélevés et îlots de canalisation mal aménagés peuvent poser des difficultés aux personnes à mobilité réduite, en particulier à celles qui se déplacent en fauteuil roulant. Pour y remédier, on dispose des bateaux de trottoir et des rampes d'accès à intervalles réguliers dans les terre-pleins et les îlots, ainsi que dans les bordures et les trottoirs de chaque côté d'un passage pour piétons. En revanche, ces variations de trottoir compliquent les déplacements des piétons malvoyants ou aveugles qui doivent repérer le bout du trottoir et le début de la route. On pallie cette lacune en texturant bateaux de trottoir et rampes d'accès, ce qui leur confère également des propriétés antidérapantes. Le cas échéant, il est important de traiter de façon uniforme tous les éléments de trottoir d'un même secteur pour faciliter la tâche des piétons.



Figure 4.19 : Bateau de trottoir, photographie de David Coburn et Neil Arason



Figure 4.20 : Marquages tactiles, photographie de David Coburn et Neil Arason

## Trottoir de type boulevard

Dans la mesure où l'on a déterminé que la séparation des voies réservées aux véhicules de celles réservées aux piétons renforce la sécurité de ces derniers et des enfants qui y jouent, il n'est pas rare d'aménager un espace supplémentaire entre la bordure et le trottoir. C'est ce qui s'appelle le trottoir de type boulevard. En général, ce type de trottoir mesure 3 m le long des artères principales et 2 m le long d'artères collectrices et de rues secondaires. Si l'espace est limité et si le fort achalandage piétonnier nécessite des trottoirs plus larges, on peut réduire la largeur de la bande entre la bordure et le trottoir<sup>204</sup>. En plus de constituer une barrière entre les piétons et les véhicules, cet espace est également utilisé pour entasser la neige de déblaiement et de déneigement.

## Aménagement de rues conviviales

L'aménagement de rues conviviales accorde une place prépondérante à la sécurité, en particulier à celle des piétons et des cyclistes et, dans un deuxième temps, à la sécurité routière<sup>205</sup>. Plusieurs mesures peuvent contribuer à la création d'espaces piétonniers adéquats et d'autres éléments d'aménagement de rues, notamment :

- élargir le trottoir en réduisant, voire en éliminant, la bande entre celui-ci et la bordure du boulevard;
- modifier une rue à double sens en rue à sens unique et récupérer une voie au profit des piétons et des vélos;
- s'il y a lieu, utiliser la bande de recul (terrains privés) entre l'emprise de la route et la façade d'un bâtiment pour élargir la voie piétonne;
- réduire la largeur des voies de circulation ou des espaces de stationnement à l'extrémité inférieure de la zone d'aménagement;
- diminuer le nombre de voies ou en réduire la largeur;
- interdire la circulation des véhicules privés pour créer une voie de circulation de transit ou une rue piétonnière<sup>206</sup>.

Règle générale, les projets d'aménagement de rues conviviales prévoient l'élargissement des bandes pour assurer l'espace suffisant à la circulation des piétons et à l'installation des éléments requis et autres accessoires de voirie. Les végétaux plantés le long des rues forment un écran entre l'espace où circulent les piétons et les voies réservées aux véhicules, à condition que leur présence ne compromette pas la sécurité routière<sup>207</sup>. Dans les secteurs commerciaux, l'aménagement de rues conviviales prévoit généralement des trottoirs dont la largeur totale varie de 2 m à 3,5 m<sup>208</sup>. Toutefois, on peut aménager des

trottoirs plus larges dans les secteurs où beaucoup de personnes en fauteuil roulant et de personnes âgées circulent<sup>209</sup>.



Figure 4.21 : Aménagement de rues conviviales, photographie de David Coburn et Neil Arason

### Érection de barrières

L'érection de barrières constitue une protection supplémentaire entre les véhicules et les piétons. En plus de former un obstacle, la barrière peut diriger les piétons vers un parcours plus sécuritaire. Les barrières sont souvent composées de bornes ou de poteaux reliés par des chaînes ou des cordes. Quelques exemples de barrières sont illustrés ci-dessous. Il est important de noter que certaines barrières ou clôtures utilisées dans les espaces réservés aux piétons sont suffisamment résistantes pour protéger contre les embardées de véhicules motorisés, contrairement à d'autres qui ne constituent qu'un obstacle qui empêche les piétons de passer ou de tomber ou, encore, qui servent de repère visuel aux différents usagers de la route.



Figure 4.22 : Bornes de protection, photographie de David Coburn et Neil Arason

### MESURE DE PRÉVENTION POSSIBLE

- Les mesures suivantes peuvent renforcer la sécurité des piétons : trottoirs conventionnels et trottoirs de type boulevard, rampe d'accès, bateaux de trottoir, aménagement de rues conviviales et érection de barrières. Pour tout savoir sur les mesures préventives ci-dessus, consulter le *Guide canadien de conception géométrique des routes* de l'ATC.

## 4.6

# Réduction de la vitesse et modération de la circulation

La réduction de la vitesse est un élément fondamental de la sécurité piétonnière dans le réseau routier. Cette mesure de sécurité routière par excellence possède deux grands avantages : dans un premier temps, elle contribue à la réduction du risque d'accident, dans un deuxième temps, à celle de la gravité des blessures causées par les accidents de la route. Ces deux avantages suivent une courbe exponentielle en fonction de chaque kilomètre à l'heure de vitesse perdue. Les réseaux routiers sont des systèmes complexes qui bénéficient invariablement de tout abaissement de la vitesse, surtout dans la mesure où il est impossible d'éliminer complètement les erreurs humaines et les accidents. Il s'agit d'un principe de physique simple : une réduction de la vitesse globale dans l'ensemble du réseau se traduira par une diminution du nombre de traumatismes humains causés par les accidents.

Dépourvus de toute forme de protection contre la force immense des véhicules en mouvement, la vitesse fait subir aux piétons des répercussions disproportionnées. Les collisions dont ils sont victimes surviennent habituellement en milieu urbain et souvent à des vitesses qui dépassent le seuil de la tolérance humaine.

On peut généralement établir clairement le lien entre la vitesse et le risque d'accident : plus un véhicule roule vite, plus les probabilités d'accidents sont grandes, car la vitesse entraîne le rétrécissement du champ de vision, le prolongement de la distance parcourue durant le temps de réaction du conducteur et l'augmentation de la distance de freinage pour immobiliser le véhicule (voir la section 3.3).

Même lorsque la vitesse n'est pas la principale cause d'un accident, la gravité des blessures est étroitement liée à la vitesse du véhicule au moment de la collision. Les effets suivent les lois

de la physique relativement à la libération d'énergie cinétique brute au cours d'un bref instant. La quantité d'énergie cinétique libérée puis absorbée lors d'un accident est fonction de la vitesse au moment de la collision; la majeure partie de cette énergie est transférée à l'élément le plus léger de la collision, souvent l'usager vulnérable de la route<sup>210</sup>.

## Contexte international

Selon l'OCDE, « une réduction des vitesses excessives diminuera immédiatement le nombre de tués et de blessés sur les routes et constitue un moyen sûr de progresser réellement vers les objectifs ambitieux de sécurité routière »<sup>210</sup>. En ce qui a trait à la sécurité des piétons, les mesures de réduction de la vitesse visent principalement les milieux urbains où la gestion de la vitesse est particulièrement compatible avec la mobilité et les impératifs économiques. Qui plus est, les conducteurs surestiment généralement l'incidence de la vitesse sur le temps de déplacement en milieu urbain, car souvent le temps gagné en roulant plus vite est annulé par le temps perdu aux carrefours, aux feux de signalisation, dans les manœuvres de virage et à divers autres endroits. La diminution de la vitesse moyenne de la circulation ne se traduit pas nécessairement par une diminution de la capacité routière<sup>210</sup>. La réduction de la vitesse contribue également à l'amélioration de la qualité de vie, notamment par la diminution du bruit et de la consommation de carburant, ainsi que par l'augmentation de la qualité de l'air attribuable à la réduction des émissions de polluants comme le monoxyde de carbone, les hydrocarbures, les oxydes d'azote et les particules.

Bien des régions du monde disposent de stratégies de limitation de la vitesse pour diminuer les taux d'accidents de la route mortels ou causant des blessures chez les piétons, y compris les enfants. De nombreux pays de premier plan, dont les Pays-Bas et le Royaume-Uni, ont fait de la réduction de la vitesse une des principales priorités de leur stratégie de sécurité routière. Aux Pays Bas, les principes de sécurité durable établissent à 30 km/h la limite de vitesse dans les secteurs résidentiels puisque sous cette barre les collisions entraînent rarement la mort. Les usagers de la route qui circulent lentement (piétons, cyclistes et conducteurs de véhicules à basse vitesse) et les véhicules motorisés peuvent se côtoyer en toute sécurité à des vitesses inférieures à cette limite. Depuis 1983, les Pays-Bas disposent d'une loi qui permet de délimiter des zones où la vitesse limite est de 30 km/h<sup>211</sup>. Le Royaume-Uni s'est lui aussi doté du *Traffic Calming Act* (loi sur la modération de la circulation) devant la nécessité de réduire la vitesse pour des considérations de santé publique. Ce pays a également assisté, en 2007, à la naissance

du mouvement *20's Plenty for Us* dont l'objectif consiste à réduire la circulation urbaine à seulement 20 miles à l'heure ou 32 km/h.

## Mesures de modération de la circulation

Les mesures de modération de la circulation réduisent la vitesse des véhicules motorisés, créent des conditions sécuritaires et agréables pour les piétons, les cyclistes et les conducteurs, améliorent l'environnement et la qualité de vie des quartiers et préviennent l'utilisation des rues résidentielles pour la circulation de transit. Voici les principales mesures de modération de la circulation dont la mise en œuvre est recommandée au Canada.

### *Ralentisseurs sonores*

Les ralentisseurs sonores consistent en une série de bandes étroites, surélevées ou à texture spéciale, disposées en travers ou en bordure de la chaussée qui, au contact des pneus, produisent du bruit et des vibrations pour signaler aux conducteurs l'approche d'un carrefour ou d'une zone à vitesse réduite ou le fait qu'ils roulent sur la bordure de la route. Les ralentisseurs sonores en bordure de la route aident à prévenir les sorties de route. Lorsqu'ils sont disposés en travers de la chaussée d'une voie rapide, ils produisent un bruit et des vibrations indiquant aux conducteurs qu'ils approchent d'un carrefour. Ils sont généralement peints en blanc pour faciliter leur repérage.

### *Prolongement de trottoir*

Le prolongement de trottoir désigne la partie de la chaussée en prolongement du trottoir à un carrefour. Le prolongement de trottoir surélevé à un carrefour conserve quant à lui sa hauteur originale jusqu'à la chaussée surélevée. À l'inverse, le prolongement de trottoir arasé est abaissé au niveau de la chaussée où il se prolonge. Cette extension de la surface piétonne facilite le repérage du passage pour piétons et leur rappelle qu'ils ont priorité de passage; l'inclinaison de la chaussée immédiatement en amont et en aval du prolongement de trottoir surélevé varie selon les types de véhicule qui y circulent et la vitesse souhaitée<sup>212</sup>.



Figure 4.23 : Prolongement du trottoir, photographie de David Coburn et Neil Arason

### *Passage pour piétons surélevé et dos d'âne en amont*

Les dos d'âne et les passages piétonniers surélevés sont le plus souvent utilisés pour ralentir la circulation dans les petites rues, les stationnements, les voies d'accès et les secteurs dépourvus de voies empruntées par les services d'urgence. Leur utilisation se limite à ces endroits parce qu'ils peuvent endommager les véhicules. En général, on recourt davantage aux traitements tactiles pour apaiser la circulation que pour aménager un passage pour piétons<sup>213</sup>. Surélever le passage pour piétons ou installer un dos d'âne rend le passage pour piétons plus visible en plus d'inciter les conducteurs à ralentir.

### *Dos d'âne allongé*

Le dos d'âne allongé est une partie surélevée de la voie. Il sert principalement à modérer la vitesse des véhicules. La déviation verticale exercée sur les roues provoque une sensation désagréable chez les passagers lorsque le véhicule roule sur le dos d'âne allongé plus vite que la vitesse visée par un tel aménagement.



Figure 4.24 : Dos d'âne allongé, photographie de David Coburn et Neil Arason

### *Coussin*

Le terme coussin désigne un dos d'âne très long et très large ou un dos d'âne allongé avec plateau, sur lequel on aménage parfois un passage pour piétons. Le coussin peut prendre une forme parabolique, dans ce cas il ressemble à un dos d'âne, ou une forme trapézoïdale, comme c'est souvent le cas en Europe. On retrouve souvent la combinaison coussins et avancées de bordure dans les aires de stationnement.

### *Carrefour surélevé*

Comme son nom l'indique, le carrefour surélevé est plus haut que les routes adjacentes. Ce type d'aménagement sert principalement à réduire la vitesse des véhicules et les conflits entre piétons et

véhicules ainsi qu'à mieux délimiter les passages piétonniers. La déviation verticale exercée sur les roues provoque une sensation désagréable chez les passagers lorsque le véhicule roule sur le carrefour surélevé à une vitesse excessive, et la surélévation rappelle que les piétons ont la priorité de passage au carrefour. L'inclinaison de la chaussée immédiatement en amont et en aval du carrefour surélevé varie selon les types de véhicule qui y circulent et la vitesse souhaitée<sup>214</sup>.

### *Passage pour piétons texturé*

Un passage pour piétons texturé présente une texture ou un relief qui tranche avec la surface de la chaussée adjacente. Il sert à délimiter le parcours du passage piétonnier et peut contribuer à réduire les conflits entre piétons et véhicules. La meilleure perception visuelle et tactile du passage pour piéton signale que les piétons ont priorité. De plus, les pneus qui roulent sur une texture grossière ou prononcée peuvent accroître le bruit, ce qui incite les conducteurs à ralentir, un peu de manière similaire aux ralentisseurs sonores. Les pavés autobloquants, le béton armé coloré à motifs estampés et l'asphalte sont souvent utilisés à cette fin. Seule ombre au tableau, la présence de rainures profondes parallèles au sens de la circulation peut créer des problèmes de traction ou stabilité pour les personnes âgées ou handicapées, celles qui se déplacent en fauteuil roulant, en vélo ou en moto<sup>215</sup>.



Figure 4.25 : Passage pour piétons texturé, photographie de David Coburn et Neil Arason

### Chicane et avancée de bordure

Une chicane est formée d'une série d'avancées de bordure disposées en alternance de part et d'autre de la route pour obliger les conducteurs à négocier des courbes. Chaque série est habituellement composée d'au moins trois avancées de bordure. En plus de ralentir la vitesse, la chicane empêche les raccourcis et la circulation de transit.



Figure 4.26 : Chicane de modulation de la circulation, photographie de David Coburn et Neil Arason

L'avancée de bordure est une bordure qui se prolonge à l'horizontale dans la route servant à en rétrécir un tronçon. Disposée d'un seul côté ou de part et d'autre de la route, la bordure peut réduire la largeur d'une route à double sens à aussi peu que 6 mètres. On recourt à l'avancée de bordure pour ralentir la circulation, réduire la distance à franchir dans les passages pour piétons, améliorer la visibilité de ces derniers et empêcher le stationnement à proximité d'un carrefour<sup>216</sup>.

### Réduction du rayon de la bordure

La réduction du rayon de la bordure consiste à réduire entre 3 et 5 mètres le rayon dans le carrefour. Le resserrement du rayon permet de ralentir les véhicules qui effectuent un virage à droite, de réduire la distance à franchir dans les passages pour piétons et d'améliorer la visibilité de ces derniers<sup>217</sup>.

### Petit carrefour giratoire

Le petit carrefour giratoire est un îlot central circulaire surélevé au milieu d'un carrefour dans un quartier résidentiel qui oblige les véhicules à en faire le tour dans le sens des aiguilles d'une montre. Il a pour avantage de ralentir la circulation et, par conséquent, de réduire les blessures des usagers de la route dans les carrefours.



Figure 4.27 : Petit carrefour giratoire, source : [www.pedbikeimages.org](http://www.pedbikeimages.org), photographie de Carl Sundstrom

### Goulot d'étranglement

Le goulot d'étranglement est créé par des avancées de bordure en vue de réduire la largeur de la route et d'élargir les trottoirs ou les espaces de plantation pour former un étranglement de la route. Ce type d'aménagement ralentit la circulation entre deux carrefours, crée une transition nette entre un secteur commercial et un quartier résidentiel, réduit la largeur des carrefours et des tronçons entre deux carrefours, en plus d'élargir l'espace réservé aux trottoirs, à la plantation ou au mobilier urbain<sup>218</sup>.



Figure 4.28 : Goulot d'étranglement, photographie de David Coburn et Neil Arason

### *Entrée de rue aménagée*

L'entrée de rue aménagée est un repère physique ou géométrique qui incite les conducteurs à circuler plus lentement et à être plus attentifs à la présence de piétons lorsqu'ils quittent une route à grande vitesse et entrent dans un secteur commercial ou un quartier résidentiel. Ils servent fréquemment à délimiter les quartiers résidentiels ou commerciaux situés à l'intérieur de secteurs urbains plus vastes. L'aménagement d'une telle entrée peut comporter un rétrécissement de chaussée, un terre-plein, des panneaux de signalisation, une arcade, un carrefour giratoire et d'autres éléments distinctifs. L'entrée de rue aménagée indique clairement aux conducteurs qu'ils franchissent un point de transition et doivent ralentir. Pour que le ralentissement soit maintenu dans le secteur visé, cet élément d'introduction doit s'accompagner du réaménagement de l'ensemble du secteur ou d'autres mesures de modération de la circulation<sup>218</sup>.

### *Aménagement paysager*

L'aménagement paysager en bordure des routes peut servir à séparer les véhicules et les piétons, réduire la largeur du champ visuel d'une route (ce qui peut aider à ralentir la circulation) et créer un environnement routier harmonieux. Cette mesure peut comporter la plantation de végétaux variés dans l'espace séparant le trottoir et la rue ou dans l'îlot central d'un petit carrefour giratoire. L'aménagement paysager rehausse l'apparence de l'environnement routier et apaise la circulation grâce au rétrécissement du champ visuel<sup>218</sup>.

### *Pavage*

Le pavage de la chaussée peut apaiser la circulation (p. ex. chaussée recouverte de briques ou de pavés). L'aspect visuel du pavage fournit des indications sur la fonction de la rue, en rehausse l'esthétique et délimite les espaces réservés aux piétons ou aux vélos. Toutefois, ce type de matériau de recouvrement de chaussée est bruyant et peu convivial pour les vélos, les piétons, les fauteuils roulants et les lames des véhicules de déneigement. D'ailleurs, on recommande d'éviter de recouvrir de pavés les parcours où circulent des piétons ou des vélos, quoiqu'ils puissent faire partie du plan d'aménagement paysager<sup>219</sup>.

### *Parcours sinueux*

Le parcours sinueux consiste à aménager une rue tortueuse agrémentée d'éléments d'enjolivement qui permettent la circulation directe tout en forçant le ralentissement de la circulation. L'aménagement paysager fournit l'occasion de créer une ambiance de parc. Cette mesure est habituellement mise en œuvre au moment de construire une nouvelle rue résidentielle ou de réaménager une rue existante. Le parcours sinueux peut être plus

coûteux que les autres mesures de modération de la circulation et doit prendre en considération la voie d'accès aux propriétés<sup>218</sup>.

### *Concept Woonerf*

Le terme néerlandais *woonerf* désigne un espace commun partagé par les piétons, les vélos et les véhicules à basse vitesse. Il s'agit en général d'une rue étroite sans bordure ni trottoir. La circulation des véhicules y est ralentie par des espaces de stationnement et d'autres obstacles disposés dans la rue. Les conducteurs y deviennent des intrus qui doivent y circuler à moins de 16 km/h. Un panneau installé à chaque extrémité signale l'entrée du *woonerf*. Ce type d'aménagement doit prévoir, s'il y a lieu, l'accès aux véhicules d'urgence et de service. Un *woonerf* réduit le débit de véhicules motorisés, surtout dans les voies de circulation locales. Il crée également un espace public idéal pour les activités sociales et commerciales.

### *Rétrécissement de chaussée*

Le rétrécissement de chaussée peut réduire la vitesse des véhicules sur un tronçon de route, faciliter les déplacements à pied et augmenter la sécurité des piétons. L'aménagement d'une voie cyclable peut accroître les déplacements à vélo et la sécurité des cyclistes<sup>218</sup>.

### *Abaissement des limites de vitesse*

De nombreux pays comme l'Afrique du Sud, la Belgique, la Finlande, la France, l'Allemagne, la Nouvelle-Zélande, le Royaume-Uni et les États-Unis ont réalisé des recherches sur la réduction des limites de vitesse dans le cadre desquelles un abaissement de la limite de vitesse s'est traduit par une diminution de la vitesse de déplacement et des accidents de la route de 8 % à 40 %<sup>220</sup>. À Londres, une série chronologique sur 20 ans a révélé que les zones où la limite de vitesse est établie à 20 mi/h (32 km/h) constituent des mesures efficaces pour diminuer le nombre de blessés et de décès en contexte routier et que leur entrée en vigueur est associée à une réduction de 41,9 % des accidents de la route<sup>221</sup>. La limite de vitesse actuelle de 50 km/h dans la plupart des rues résidentielles ne reflète pas les conclusions des recherches ni les pratiques exemplaires de gestion de la vitesse et d'atténuation des risques, en particulier en ce qui a trait aux enfants. L'ATC fournit plus d'information à ce sujet dans *Guidelines for Establishing Posted Speed Limits* (2009) et *Aires et zones scolaires et de terrain de jeux : normes d'application et de mise en œuvre* (2006).

## MESURES DE PRÉVENTION POSSIBLES

- Établir un espace communautaire sécuritaire et réduire les limites de vitesse. Fixer la vitesse maximale à 30 km/h ou à 40 km/h dans les secteurs où se côtoient piétons et véhicules. Abaisser la limite de vitesse à 30 km/h ou à 40 km/h dans les rues résidentielles. Pour ce faire, on peut notamment habiliter les autorités locales à réduire la limite de vitesse en milieu urbain sous la barre des 50 km/h dans les grandes zones géographiques.
- Instaurer une limite de vitesse par défaut à trois paliers : 30 km/h dans les secteurs dépourvus de marques sur la chaussée; 50 km/h dans les autres secteurs urbains et 80 km/h en milieu rural.
- Mettre en œuvre des mesures de modération de la circulation et des mesures d'ingénierie généralement efficaces pour ralentir la circulation.
- Établir des zones scolaires autour des écoles primaires et secondaires.
- Les mesures suivantes sont reconnues pour réduire la vitesse des véhicules motorisés et renforcer la sécurité des piétons de manière générale : ralentisseurs sonores, prolongement de trottoirs, passage pour piétons surélevé et dos d'âne, dos d'âne allongé, coussin, carrefour surélevé, passage pour piétons texturé, chicane et avancée de bordure, réduction du rayon de la bordure, petit carrefour giratoire, goulot d'étranglement, entrée de rue aménagée, aménagement paysager, pavage, parcours sinueux, *woonerf*, rétrécissement de chaussée et abaissement des limites de vitesse. Pour tout savoir sur les mesures préventives ci-dessus, consulter *L'apaisement de la circulation dans les zones urbaines au Canada* de l'ATC.

## 4.7

# Passages à niveau

Les accidents de passage à niveau mettant en cause un piéton sont rares, mais souvent mortels. Au Canada, 181 collisions de ce type sont survenues entre 1995 et 2002.

La promotion de la sécurité des piétons aux passages à niveau vise principalement à modifier leurs comportements et à limiter le risque d'erreurs auquel ils sont exposés.

Les piétons sont souvent peu conscients de la nature restrictive des emprises ferroviaires. Une voie ferrée peut être un obstacle sur le chemin le plus court vers une destination (p. ex. école,

magasin, quai d'embarquement), ce qui n'empêche pas les piétons de la traverser à l'endroit et au moment où ils ne le devraient pas. Souvent, les piétons qui traversent une voie ferrée ne s'attendent pas et ne portent pas attention à l'arrivée d'un train. Ceux qui portent des écouteurs au passage à niveau peuvent parfois ne pas entendre un train qui arrive.

### Limites de la perception humaine à l'approche d'un train

Une des erreurs humaines les plus courantes est sans doute la mauvaise estimation de la vitesse du train ou de la distance à laquelle il se trouve<sup>222</sup>. Certaines collisions ferroviaires impliquant un piéton ou un conducteur surviennent lorsque ces derniers croient pouvoir traverser la voie ferrée avant l'arrivée du train. L'estimation de la vélocité d'un train qui approche s'appuie sur différents facteurs, comme les repères visuels des lieux (p. ex. la présence d'éléments visuels en arrière-plan), l'obscurité, la trajectoire du train et sa vitesse réelle. Les trains posent des difficultés de perception particulières. L'une d'elles est certainement l'illusion créée par un objet de grande dimension, c'est à dire l'impression que les gros objets se déplacent plus lentement que ceux de plus petite taille allant pourtant à la même vitesse<sup>222</sup>. De plus, un piéton qui se trouve tout près de la voie ferrée ne perçoit pratiquement aucun mouvement latéral (important indicateur de la vitesse) d'un train qui approche. Il néglige souvent de prendre la vitesse du train en considération et n'appuie sa décision que sur l'estimation de la distance qui les sépare. Les piétons âgés de 65 ans et plus perçoivent moins bien les variations de vitesse que les plus jeunes.

Les humains ont de la difficulté à déterminer la vitesse d'approche d'un train qui se dirige directement vers eux parce que la taille de l'image sur la rétine s'amplifie progressivement jusqu'à ce que le train soit tout près<sup>223</sup>. Ce n'est que très près que l'image grossit rapidement et que le piéton se rend compte de la proximité et de la rapidité du train. Souvent, il est trop tard pour réagir et éviter la collision.

Ce phénomène visuel, illusion d'optique par rapport aux objets de grande taille et perception de la profondeur du mouvement, entraîne une mauvaise évaluation de la vitesse et de la distance du train qui s'approche, ce qui expliquerait pourquoi tant de gens estiment pouvoir battre un train de vitesse au passage à niveau.

### Dispositifs d'avertissement

Malgré la présence assez fréquente de panneaux d'avertissement aux abords des passages à niveau, il semble que les usagers de la route ne les voient pas ou négligent d'en tenir compte. Étant donné que l'apparition d'un train au moment de traverser la voie

ferrée est un événement plutôt rare, ils ont tendance à minimiser le danger. De plus, certains d'entre eux présument, à tort, que tous les passages à niveau sont dotés de dispositifs de signalisation active (feux clignotants, alertes sonores, etc.) et peuvent donc croire qu'aucun train n'arrive puisqu'aucune signalisation ne s'active pour les en aviser. Richards et Heatherington<sup>224</sup> ont rapporté qu'environ 20 % des conducteurs estiment que tous les passages à niveau disposent de signalisation active et que l'absence d'avertissement signifie qu'aucun train n'approche. Cette constatation pourrait s'appliquer aux piétons.

Les usagers de la route peuvent perdre patience en attendant le train et faire preuve d'imprudance lorsqu'ils traversent le passage à niveau malgré les avertissements. En général, ils s'attendent à voir passer le train en moins de 20 secondes après l'activation des signaux et commencent à douter du système de signalisation si le délai excède 40 secondes pour les feux clignotants et 60 secondes pour la barrière<sup>225</sup>.

Un autre facteur humain intervient dans certains accidents ferroviaires mettant en cause un piéton aux passages à niveau où deux voies ferrées traversent une route : l'apparition soudaine d'un autre train juste après le passage du premier. Comme cela ne se produit que très rarement, les piétons, ne s'attendant pas à l'arrivée d'un deuxième train, s'engagent très souvent aussitôt que le premier a dégagé le passage à niveau. Or, le temps de réaction aux événements routiers imprévus est plus long que normalement étant donné qu'il faut à la fois détecter le danger et y réagir<sup>226</sup>. Les voies ferrées constituent des situations particulièrement dangereuses pour les amateurs de patin à roues alignées et de planche à roulettes qui risquent de coincer une roulette entre les rails ou de tomber en roulant sur une surface inégale<sup>227</sup>.

Ce bref survol des facteurs humains démontre clairement que le comportement des piétons et les limites de la perception sont les causes principales des accidents ferroviaires impliquant un piéton.

## MESURES DE PRÉVENTION POSSIBLES

- Installer des dispositifs d'avertissement signalant de manière adéquate l'arrivée d'un train. Mettre en œuvre des mesures axées sur la sécurité piétonnière, notamment :
  - installer des panneaux pour les piétons leur indiquant ce qu'il faut faire (vérifier des deux côtés si un train s'approche, ne traversez pas ici) pour renforcer le comportement sécuritaire;
  - appliquer des marques sur la chaussée pour délimiter le passage piétonnier aux abords et dans le passage à niveau et indiquer le lieu d'attente souhaitable;

- dresser des obstacles comme une barrière et des demi-barrières disposées en chicane qui encouragent les piétons à vérifier de chaque côté;
- opter pour des traitements de la chaussée comme des éléments de contraste visuel, des dômes tronqués surélevés, des surfaces directionnelles et des entretoises d'ornières pour que la chaussée du passage piétonnier soit égale et régulière d'une extrémité à l'autre du passage à niveau;
- installer un système de signalisation active qui déclenche les signaux visuels et sonores dès que le train approche du passage à niveau ou qu'il le croise; envisager d'intégrer des entrées piétonnières aux passages à niveau comportant plus d'une voie ferrée.
- Réduire les comportements à risque des piétons qui traversent les passages à niveau en sévissant contre les coupables d'entrées interdites et de non-respect de la signalisation.
- Sensibiliser les piétons à l'importance de prévenir les accidents en vérifiant la présence d'un train au moment de traverser un passage à niveau.
- Il faut plus particulièrement apprendre aux jeunes à faire preuve de prudence et de vigilance aux passages à niveau, surtout lorsqu'ils utilisent des appareils électroniques.

## 4.8

# Chantiers

Depuis toujours, la signalisation sur les chantiers routiers vise essentiellement à procurer un environnement sécuritaire aux véhicules motorisés. À l'instar des conducteurs, les piétons doivent eux aussi pouvoir circuler en toute sécurité dans les propriétés adjacentes aux chantiers. Les problèmes de sécurité dans les chantiers concernent les piétons qui ont besoin d'un parcours sécuritaire pour le traverser ou le contourner ainsi que les nombreux travailleurs qui s'y déplacent à pied. Durant la majeure partie de leur temps au travail, ils sont exposés aux dangers posés par la circulation routière et les véhicules du chantier. Toutefois, la portée du présent rapport ne s'étend pas à la sécurité des chantiers, étant donné que les lois et règlements en milieu de travail comportent des dispositions pour ce type particulier de piétons, et le rapport n'a certes pas l'intention de les commenter. En vertu de ces lois et règlements, les travailleurs des chantiers sont tenus de porter des vêtements de couleur vive pour que les conducteurs les repèrent facilement. Les exigences relatives aux vêtements de travail et l'adoption de normes de visibilité sont la responsabilité des provinces.

Le bruit visuel associé aux chantiers peut induire les conducteurs en erreur et les distraire. À cette source de distraction s'ajoute l'activité du chantier, ce qui mobilise l'attention des conducteurs qui, par conséquent, sont moins susceptibles de remarquer les piétons qui marchent le long de la route ou qui la traversent. Le parcours réservé aux piétons est un enjeu de taille qui doit être pris en considération durant la planification, la conception et l'installation des dispositifs de signalisation dans les chantiers. Cela est d'autant plus vrai dans les secteurs à fort achalandage piétonnier.

### Examen des ressources disponibles

Il faut une signalisation appropriée pour les piétons qui circulent dans un chantier et aux alentours pour leur permettre de repérer les dangers potentiels et d'y marcher en toute sécurité. Il n'est pas simple de guider les piétons dans le dédale d'un chantier en raison, notamment, des configurations de circulation particulières et des détours. Pour ce faire, on utilise habituellement des panneaux de signalisation. Dans le cadre de leur recherche, lorsqu'ils ont fourni des directives pour diriger les piétons, Ullman et Ullman<sup>228</sup> ont observé que la phrase active « Circulez de l'autre côté de la rue » donnait de meilleurs résultats que « Traversez ici ».

Ils ont recommandé de fournir l'information sur la distance bien avant les tronçons fermés à la circulation piétonnière.

La circulation dans les chantiers et aux alentours est un véritable défi pour les personnes atteintes d'une déficience visuelle. Ullman et Trout<sup>229</sup> ont examiné la meilleure méthode pour communiquer à l'aide de messages audio avec ces piétons dans de telles situations. En fonction d'une étude de laboratoire et d'essais pratiques sur les messages audio dans le contexte d'une simulation de chantier, les auteurs ont formulé un certain nombre de recommandations, notamment celle d'indiquer un itinéraire de rechange précis pour atteindre le trottoir de l'autre côté de la rue, accompagné de consignes pour effectuer des virages et traverser, et la distance à parcourir pour franchir ce détour.

Souvent, la délimitation du périmètre du chantier suffit pour alerter les piétons des dangers potentiels. Dans les situations plus exigeantes sur le plan cognitif, par exemple lorsque les piétons doivent emprunter une passerelle ou un détour, il faut installer des dispositifs de signalisation routière adaptés aux exigences de communication propres à chaque situation.

Il faut prévenir les piétons bien avant qu'ils n'arrivent sur les lieux d'un chantier que le parcours habituel est entravé et qu'ils doivent redoubler de prudence. Selon Chadda et McGee<sup>230</sup>, l'information prédictive désigne toute information utile placée à une distance appropriée d'un chantier pour permettre aux piétons de s'adapter à une situation et d'opter rapidement pour un itinéraire de rechange. De plus, ils ont souligné que l'information prédictive convient parfaitement aux situations nécessitant la fermeture d'un passage piétonnier ou un détour dans la mesure où elle est placée de manière stratégique aux points de décision<sup>230</sup>. Il faut également procurer aux piétons de l'information de transition pour les guider vers un parcours sécuritaire dans les chantiers et aux alentours.



Figure 4.29 : Zones de construction, source : [www.pedbikeimages.org](http://www.pedbikeimages.org), photographie de Dan Burden

Cette information est particulièrement importante lorsque les activités d'un chantier réduisent la largeur des voies de circulation piétonnière ou nécessitent l'aménagement d'une passerelle ou d'un détour. Dans les zones de transition, on recommande les lignes directrices suivantes<sup>230</sup> :

- Délimiter clairement les zones de transition pour redéfinir ou déplacer les voies de circulation à l'aide de marques sur la chaussée, de rubans, de balises, de cônes, de panneaux de signalisation, de garde-corps en bois, de barrières, de glissière en béton ou de tout autre dispositif d'orientation efficace.
- Envisager l'érection de barrières physiques pour empêcher les piétons d'emprunter des parcours dangereux ou des zones de construction.
- Dans les voies où les piétons circulent le soir, prévoir un éclairage permanent.
- Délimiter clairement tous les trottoirs temporaires à l'aide de panneaux de signalisation et de marques sur la chaussée.

Il existe d'autres stratégies de circulation piétonnière sécuritaires, notamment :

- Tenir les piétons à l'écart des véhicules, de l'équipement et des activités du chantier.
- Éviter d'interrompre ou de déplacer une voie de circulation piétonnière pour des activités qui ne relèvent pas de la construction, p. ex. des espaces de stationnement pour les véhicules ou l'équipement du chantier.
- Considérer l'installation temporaire d'une glissière de sécurité pour séparer les piétons et les véhicules à la suite du détournement de leurs voies de circulation respectives pour éviter tout conflit.

## MESURE DE PRÉVENTION POSSIBLE

- Mettre en œuvre les lignes directrices de sécurité piétonnière sur les chantiers établies par Chadda et McGee<sup>230</sup> dans leur rapport intitulé *Pedestrian Safety Through Workzones: Guidelines* qui devraient devenir la règle d'or de la conception des zones de transition aux abords des chantiers.

## 5.0

# Le rôle du véhicule

## Amélioration de la sécurité des véhicules automobiles pour la protection des piétons

5.1 Contexte

5.2 Possibilités d'améliorer les véhicules canadiens pour renforcer la protection des piétons

5.3 Modification des véhicules après fabrication



## 5.1

# Contexte

Il ne faut pas négliger le rôle du véhicule dans l'approche systémique de la sécurité routière. Les normes de construction et la conception des véhicules automobiles améliorent leur capacité d'éviter les collisions et protègent mieux l'ensemble des usagers de la route en cas d'accident. Au Canada et aux États-Unis, diverses caractéristiques ont permis de renforcer la sécurité des véhicules : les coussins gonflables, les ceintures de sécurité, les signaux sonores et lumineux rappelant de boucler les ceintures de sécurité, les zones de déformation et de nombreuses autres améliorations ont contribué à atténuer les traumatismes pour les occupants des véhicules. Dans tous les pays à revenu élevé, on observe depuis quelques décennies une diminution du nombre de décès causés par les accidents de la route<sup>231</sup>. Ces progrès sont en grande partie attribuables à la meilleure conception des véhicules automobiles<sup>232</sup>. Selon une étude de la National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), l'amélioration des normes de sécurité des véhicules aurait permis de sauver environ 328 551 vies aux États-Unis entre 1960 et 2002<sup>234</sup>.

Cependant, le nombre de piétons blessés ou tués dans des collisions avec des véhicules automobiles n'a pas enregistré une diminution comparable. Contrairement à d'autres pays, notamment ceux de l'Union européenne et le Japon, le Canada et les États-Unis ne se sont pas dotés d'un règlement sur la conception des véhicules qui renferme des dispositions pour la protection des piétons. Même constat en Australie. Une étude de l'Université d'Adélaïde estime que l'adoption d'une règle de conception conforme au Règlement technique mondial no 9 proposé par les Nations unies, conjuguée à l'assistance au freinage d'urgence, permettrait chaque année de réduire d'environ 28 le nombre de piétons tués en Australie, le nombre de blessés graves d'environ 947 et les blessés légers d'environ 1 247, en plus d'économiser quelque 385 millions de dollars par an en coûts liés à ces accidents<sup>235</sup>.

La présente section examine le rôle du véhicule dans la réduction des traumatismes causés aux piétons par des collisions avec des véhicules automobiles.

La conception des véhicules s'attache moins à réduire le risque de blessure ou de mort chez les piétons que chez les occupants des véhicules<sup>236</sup>. Étant donné que, dans la plupart des cas, c'est l'avant du véhicule qui heurte le piéton, la conception de cette partie du véhicule a un effet déterminant sur le type et la gravité des blessures infligées aux piétons<sup>236</sup>. Les constructeurs européens et japonais s'emploient à concevoir des véhicules qui

offrent une meilleure protection aux piétons en cas de collision<sup>237</sup>. Des études démontrent que la conception des véhicules influe considérablement sur les blessures subies par les piétons : plus le véhicule est lourd, plus le pare-chocs est rigide et moins le capot offre une capacité de déflexion, plus le risque de blessure grave ou de mort augmente<sup>238 239</sup>.

Au Canada, la *Loi sur la sécurité automobile* régit la fabrication et l'importation de véhicules de moins de 15 ans depuis 1971. Ainsi, toute amélioration des normes de sécurité automobile introduite au Canada sera sans effet sur les véhicules existants, mais entraînera des changements pour environ 1,5 million de véhicules automobiles vendus chaque année au pays. Sont exemptés des normes canadiennes les véhicules automobiles de 15 ans et plus importés au Canada, y compris les modèles à conduite à droite, tandis que les véhicules de moins de 15 ans doivent simplement être conformes à la réglementation fédérale qui était en vigueur l'année de leur fabrication. Néanmoins, les véhicules neufs à passagers doivent respecter plus de 40 normes de sécurité différentes, notamment des normes axées sur le rendement vérifié dans le cadre d'essais des éléments et du véhicule.

La politique actuelle du Canada relative à la réglementation des véhicules automobiles soutient l'harmonisation des règles de sécurité en Amérique du Nord et dans le monde. Le pays s'efforce donc d'harmoniser ses normes de sécurité des véhicules automobiles avec celles des États-Unis, sauf dans les cas où le Canada a nettement avantage à adopter une approche différente. Le Canada est également signataire du traité de la Commission économique pour l'Europe des Nations Unies (CEE-ONU) intitulé *Accord de 1998*, par lequel il s'engage à collaborer avec d'autres organismes de réglementation à l'élaboration de règlements internationaux sur la sécurité automobile. Les travaux exécutés dans le cadre de cet accord ont mené à la création de multiples normes harmonisées à l'échelle mondiale, dont l'une concerne la sécurité des piétons. Dans le cadre du Conseil Canada-États-Unis de coopération en matière de réglementation (CCR), les deux gouvernements se concertent en vue d'harmoniser les normes de sécurité, dans la mesure du possible et s'il y a lieu, notamment celles qui touchent la sécurité des piétons, en vue d'alléger le fardeau et les coûts pour les fabricants.

Néanmoins, en tant qu'État souverain, le Canada a le pouvoir de réglementer les produits de consommation s'il le juge nécessaire, dans la mesure permise selon les exigences énoncées dans la Directive du Cabinet sur la gestion de la réglementation, notamment l'obligation d'obtenir un ratio coûts-avantages positif (Secteur des affaires réglementaires : <http://www.tbs-sct.gc.ca/tbs-sct/organization-organisation/ras-sar-fra.asp>). En 2011, à l'occasion de la modernisation du Centre d'essais pour véhicules automobiles

situé à Blainville, au Québec, le gouvernement fédéral a construit un laboratoire sur la sécurité des piétons en vue d'approfondir la recherche dans ce domaine. Le laboratoire sera bientôt équipé de têtes et de jambes factices à des fins d'essai.

## 5.2

# Possibilités d'améliorer les véhicules canadiens pour renforcer la protection des piétons

### Sécurité active des piétons

Les meilleures solutions consistent à prévenir les collisions, à plus forte raison celles qui impliquent des usagers vulnérables, soit les piétons et les cyclistes. Les systèmes de détection active sont peut-être les plus efficaces pour réduire le nombre de traumatismes causés par les accidents de la route.

Les collisions entre des véhicules en marche arrière et des piétons sont encore trop fréquentes au Canada, et la plupart pourraient être évitées grâce à une meilleure conception des véhicules. Selon une étude menée en 2009 au Canada, des 4 295 jeunes piétons blessés dans des collisions durant la période de douze ans de 1993 à 2004, 148 ont été renversés par une voiture en marche arrière, et 49 de ces collisions sont survenues dans une voie d'accès privée<sup>240</sup>. Les États-Unis entendent durcir les normes de sécurité relatives à la vue arrière des véhicules, dans la foulée de l'adoption de la *Cameron Gulbransen Kids Transportation Safety Act of 2007*<sup>241</sup>. La National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) a proposé d'élaborer un règlement sur la question et évalue actuellement les observations qui lui ont été soumises. Le Canada pourrait lui aussi renforcer la protection des enfants en reproduisant ce règlement s'il est adopté aux États-Unis, à condition que l'analyse coûts-avantages soit positive, comme l'exigent les critères de changement. Cette analyse est menée dans le contexte canadien.

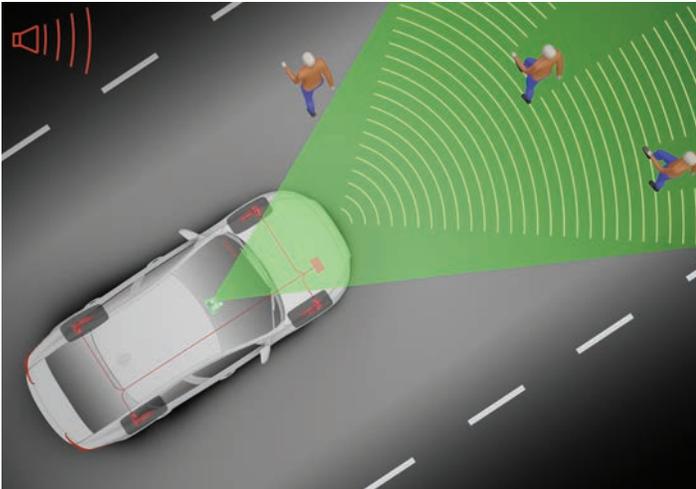
L'assistance au freinage d'urgence (AFU) est une autre caractéristique de sécurité des véhicules qui n'est pas réglementée au Canada. Il s'agit d'un système qui surveille l'utilisation de la pédale de frein; selon la rapidité et la force avec lesquelles

le conducteur applique les freins, le système analyse le degré d'urgence de l'action. Si l'application des freins correspond à une situation de panique, l'AFU est actionnée et applique le frein d'urgence en vue d'augmenter la puissance de freinage et de réduire la distance d'arrêt. D'après un rapport de DaimlerChrysler, les résultats des essais sur piste démontrent que l'AFU contribue à réduire la distance d'arrêt jusqu'à 45 % sur une chaussée sèche<sup>242</sup>. L'AFU fait également l'objet de nouveaux règlements de l'Union européenne, qui insistent particulièrement sur ses avantages pour la sécurité des piétons et des autres usagers vulnérables de la route<sup>243</sup>. Une étude commandée par la Commission européenne indique que l'AFU, conjuguée à l'amélioration des caractéristiques de sécurité passive, augmenterait nettement le niveau de protection des piétons. Il est donc souhaitable d'obliger l'installation de l'AFU sur les nouveaux véhicules automobiles. Cependant, cette technologie ne doit pas remplacer, mais bien compléter, les systèmes sophistiqués de sécurité passive.

L'adaptation intelligente de la vitesse (AIV) est un autre dispositif de sécurité et le plus prometteur des systèmes perfectionnés d'aide à la conduite dont, d'un point de vue technique, le déploiement à grande échelle est possible à court terme<sup>244</sup>. Ce système avertit le conducteur dès qu'il détecte un écart entre la vitesse du véhicule et la vitesse limite autorisée sur la route. Il peut également être programmé pour empêcher le véhicule de dépasser la limite de vitesse autorisée. Même les plus simples caractéristiques déjà intégrées à certaines voitures neuves, par exemple les phares adaptatifs qui orientent leur faisceau dans la direction que prend le véhicule dans un virage, contribuent à l'amélioration de la sécurité routière dans diverses situations, notamment en éclairant mieux les piétons dans les courbes. L'existence de telles technologies aujourd'hui prouve leur faisabilité sur les plans technique et économique. Il reste à déterminer si celles-ci peuvent être réglementées et, le cas échéant, dans quels délais.

### Systemes de détection des piétons

Les systèmes de détection des piétons peuvent repérer les obstacles devant le véhicule au moyen, par exemple, d'une caméra et d'un radar. Le radar mesure la distance entre le véhicule et l'obstacle, tandis qu'un logiciel de reconnaissance visuelle analyse l'image captée par la caméra afin de déterminer la nature de l'objet. S'il s'agit d'un piéton, le système actionne automatiquement les freins du véhicule. La Volvo S60 2011, mise sur le marché en septembre 2010, a été le premier véhicule équipé d'un tel système<sup>245</sup>.



Pedestrian Detection with full auto brake consists of a radar unit integrated into the car's grille, a camera fitted in front of the interior rear-view mirror and a central control unit. The radar's task is to detect objects in front of the car and to determine the distance to them. The camera determines what type of object it is. In an emergency situation, the driver receives an audible warning combined with a flashing light in the windscreen's head-up display. At the same time, the car's brakes are pre-charged. If the driver does not react to the warning and an accident is imminent, full braking is automatically applied.

Figure 5.1 : Sécurité active des piétons, source : La Compagnie des Automobiles Volvo

### Détection auditive des véhicules

Les piétons ayant une déficience visuelle ont parfois de la difficulté à détecter les véhicules électriques et hybrides, plus silencieux que les véhicules à moteur à combustion interne. Garay-Vega et coll.<sup>246</sup> se sont penchés sur ce problème : ils ont mesuré les niveaux sonores produits par les véhicules hybrides et les véhicules à moteur à combustion interne. Les niveaux sonores de certains hybrides étaient trop bas pour être enregistrés. Ceux-ci étaient plus silencieux que les moteurs à combustion interne à des vitesses de 9,6 km/h et de 16 km/h ainsi qu'en marche arrière, mais leurs niveaux sonores s'équivalaient à 32 km/h et plus. Les chercheurs ont constaté de faibles écarts entre ces deux types de véhicules lorsqu'ils ralentissaient et accéléraient à un arrêt. Dans le cadre d'autres essais, des personnes non voyantes devaient détecter ces véhicules à l'aide d'enregistrements audio de véhicules qui roulaient dans leur direction, en marche arrière et dans le même sens qu'elles. Le taux de détection était généralement bon, variant entre 83,3 % pour les véhicules qui décéléraient de 32 à 16 km/h et 95,8 % pour les véhicules qui s'approchaient à une vitesse de 9,6 km/h. Or, 10 % des sujets n'ont pas détecté un ou plusieurs des véhicules hybrides en marche arrière, et un sixième d'entre eux n'ont détecté aucun des véhicules qui ralentissaient. Sachant que les essais se sont déroulés dans un contexte peu bruyant, il est probable qu'on obtienne des résultats inférieurs dans un environnement routier normal. Il serait donc souhaitable d'établir un seuil de bruit pour

ces véhicules afin qu'ils soient plus faciles à détecter lorsqu'ils roulent à faible vitesse. Les gouvernements des États-Unis et du Canada ont uni leurs efforts en vue de relever les niveaux sonores minimaux des véhicules électriques et hybrides. En janvier 2013, le gouvernement des États-Unis a publié un avis de projet de réglementation et lancé un appel d'observations.

### Sécurité passive des piétons

Il est prouvé hors de tout doute que la conception des véhicules influe sur les chances de survie des piétons et la gravité de leurs blessures en cas de collision, particulièrement en milieu urbain, à faible vitesse. Les études dans ce domaine indiquent que les deux tiers des piétons mortellement blessés ont été heurtés par l'avant d'une voiture. Les collisions entre voitures et piétons comportent en général deux phases : dans un premier temps, les multiples impacts avec différentes parties de l'avant du véhicule causent les blessures les plus graves; dans un deuxième temps, la chute du piéton sur la chaussée cause généralement des lésions moins importantes<sup>247</sup>. Les blessures graves ou mortelles subies par les piétons lors de collisions avec des voitures sont causées par l'impact de la tête du piéton sur le capot, le pare-brise et le cadre de la voiture, l'impact du bassin ou de l'abdomen des adultes sur le bord du capot, et l'impact de l'abdomen, de la poitrine ou de la tête des enfants sur le bord du capot ou l'impact des jambes sur le pare-chocs<sup>248 249</sup>.

De façon générale, les traumatismes des membres inférieurs sont les blessures les plus fréquentes chez les piétons, tandis que les traumatismes crâniens sont les principales causes de décès<sup>250 251</sup>.

Les répercussions sur le corps humain des impacts avec un véhicule automobile ont fait l'objet d'études et de descriptions dès les années 1960. Aujourd'hui, nous disposons de toutes les données utiles et nous connaissons bien les propriétés de la partie avant du véhicule qui atténuent la gravité des blessures lorsque celui-ci heurte un piéton<sup>252</sup>. En outre, grâce aux nouvelles technologies et à une meilleure compréhension des blessures infligées aux piétons lors de collisions, de nouvelles solutions ont vu le jour, notamment un écart d'au moins 10 cm entre le bloc-moteur et le capot, des dispositifs pyrotechniques ou le soulèvement du capot lorsque le véhicule heurte un piéton, la redéfinition de la hauteur et de la forme géométrique du pare-chocs, ainsi que l'absorption de l'énergie par la carrosserie en vue d'amortir la décélération<sup>253 254</sup>.

Les règlements adoptés aux États-Unis et au Japon en 2005 obligent les fabricants à exécuter avec succès un certain nombre d'essais dynamiques qui permettent de mesurer la réduction des forces cinétiques lors d'une collision avec un piéton à certains points d'impact, dans le but d'atténuer le plus possible la gravité des blessures à la tête (chez l'enfant et l'adulte) et aux jambes.

Toutes les normes de sécurité des piétons sont conçues en fonction d'un impact latéral par un véhicule dont la vitesse n'excède pas 40 km/h, soit la limite au-delà de laquelle la protection des piétons ne peut raisonnablement pas être assurée.

C'est au fabricant automobile qu'il appartient de décider comment atteindre les valeurs d'essai énoncées dans le règlement. L'un des principaux essais concerne les critères de protection de la tête et est inclus dans la plupart des règlements sur la sécurité des piétons, y compris dans le Règlement technique mondial n° 9 des Nations unies. Or, la sécurité passive des piétons a ses limites : il n'est pas possible d'empêcher le corps d'être projeté sur la chaussée ou sur un autre véhicule, ni d'atténuer les effets de ce deuxième impact. Toute collision implique un grand nombre de variables incontrôlables, inconnues ou qui ont des effets aléatoires. Il n'en demeure pas moins que le premier impact du piéton avec le véhicule est souvent le plus important et qu'il est possible d'atténuer la gravité des blessures à des vitesses inférieures à environ 40 km/h en améliorant la structure frontale des véhicules automobiles légers<sup>255</sup>.

### *Coussins gonflables pour piétons*

La Volvo V40 2013 est munie à l'avant de coussins gonflables externes pour piétons, une mesure efficace puisque les poches d'air protègent la tête du piéton contre le montant avant et les autres surfaces qui ne pardonnent pas. Étant donné que le fabricant commence la production en série, il importe de déterminer à quel moment ces dispositifs seront réglementés et obligatoires dans tous les véhicules. Ils procureront une protection passive inégalée pour le corps et la tête. Dès que les organismes publics de réglementation disposeront des données suffisantes pour en évaluer le rendement et le rapport coûts-avantages, ils pourront décider si cette technologie doit être obligatoire pour tous les véhicules automobiles légers.



Figure 5.2 : Véhicule d'essai muni d'un coussin gonflable pour piétons et de caractéristiques de pointe  
Photo reproduite avec l'autorisation écrite du Centre de recherches Fiat : un projet de recherche d'APROSYS commandité par la Commission européenne : [www.aprosys.com](http://www.aprosys.com)

## Réglementation des véhicules en Union européenne et au Japon

Le Parlement européen a adopté un règlement contraignant assorti de directives qui comprennent une série d'essais dynamiques sur les véhicules liés à la protection des piétons. La première directive a pris effet en 2005, et la troisième, le règlement (CE) n° 78/2009 du Parlement européen et du Conseil, actuellement en vigueur, comporte plusieurs phases. Le règlement est désigné comme la phase II, car il comprend des paramètres d'essai modifiés ainsi qu'un nouveau calendrier. Les différentes phases du règlement prendront effet en huit étapes, en fonction des catégories et des masses des véhicules. La portée du règlement s'étendra graduellement jusqu'à 2019. Alors que ces règlements prendront effet à une date ultérieure, la phase I est en vigueur depuis 2005, en vertu des directives CE 2003/102 et 2004/90. La protection des piétons est également prise en compte dans le nouveau système de classement Euro NCAP. En incluant ce critère, Euro NCAP oblige les fabricants automobiles à améliorer la protection des piétons afin de se voir attribuer quatre ou cinq étoiles pour leurs prochains modèles<sup>256</sup>. Le Japon a établi des règlements similaires qui ont aussi pris effet en 2005.

## Règlement technique mondial (RTM) n° 9 des Nations unies (ONU) sur la sécurité des piétons

Les travaux sur le RTM n° 9 de l'ONU se sont achevés en 2009 sous l'égide de la Commission économique pour l'Europe des Nations Unies (CEE-ONU), dont sont membres 56 pays de l'Union européenne (UE), d'Europe de l'Ouest et de l'Est hors de l'UE, d'Europe du Sud-Est et de la Communauté des États indépendants (CEI), et d'Amérique du Nord. Le Règlement technique mondial est publié dans Internet<sup>257</sup>.

Ces changements sont motivés par un examen des données internationales sur les blessures. Selon les données collectées en Australie, au Japon, aux États-Unis, en Allemagne, en Italie, en Espagne, au Canada, aux Pays-Bas, en Suède et en Corée, on recense chaque année environ 8 000 piétons et cyclistes tués et 300 000 blessés en Union européenne, approximativement 5 000 piétons tués et 85 000 blessés en Amérique du Nord, environ 3 300 piétons et cyclistes tués et 27 000 gravement blessés au Japon, et quelque 3 600 piétons tués et 90 000 blessés en Corée<sup>258</sup>.

Le Règlement technique mondial se fonde essentiellement sur les données indiquant que plus de 75 % des blessures subies par des piétons sont causées par des collisions avec un véhicule roulant à une vitesse maximale de 40 km/h<sup>258</sup>. Par conséquent, si l'on tient compte d'une vitesse d'impact maximale de 40 km/h, la gravité des blessures subies par les piétons lors d'un impact frontal avec un véhicule automobile s'en trouvera considérablement réduite<sup>258</sup>.

Tous les véhicules devraient être assujettis à un règlement sur la protection des piétons pour que son efficacité soit optimale; or, étant donné qu'il serait impossible d'appliquer un tel règlement aux véhicules lourds, seuls les véhicules à passagers, les véhicules commerciaux légers et les véhicules utilitaires légers y sont assujettis. Cela dit, ces catégories représentent la vaste majorité des véhicules en circulation. Les données canadiennes indiquent d'ailleurs que les véhicules légers sont responsables d'une très grande proportion des décès de piétons.

### RTM n° 9 de l'ONU sur la sécurité des piétons

Les parties du corps les plus fréquemment touchées par des blessures graves ou mortelles (classées de 2 à 6 sur la liste type des blessures) sont la tête chez les enfants et les adultes, et les jambes chez les adultes<sup>258</sup>. Les parties d'un véhicule les plus susceptibles de heurter un piéton sont le capot, le pare-brise et les montants avant (les deux supports verticaux et inclinés qui encadrent le pare-brise). La forme du véhicule a aussi de l'importance, car elle peut influencer sur la gravité des lésions<sup>258</sup>. Le RTM n° 9 de l'ONU concentre donc les procédures d'essai sur ces parties du corps et ces zones d'impact sur les véhicules, et s'appuie sur des essais distincts au moyen d'impacteurs de tête et de jambe. Les caractéristiques de ces appareils et la conduite des essais sont décrites en détail dans le Règlement technique mondial.

Le RTM n° 9 comporte deux ensembles de critères de rendement applicables (a) au capot et (b) au pare-chocs avant. Des procédures d'essai ont été élaborées pour chaque partie du véhicule à l'aide d'impacts de sous-systèmes pour évaluer la protection de la tête chez les adultes et les enfants et des jambes chez les adultes. Une deuxième phase du RTM n° 9 de l'ONU est en cours. Ces travaux visent à améliorer les essais sur la jambe inférieure en vue de mieux évaluer les lésions. Un nouveau type d'impacteur pour la jambe inférieure est en développement en vue d'améliorer sa biofidélité. Le Japon dirige les travaux de recherche, avec le soutien du Canada.

Signalons enfin que l'amélioration des normes de conception des véhicules conjuguée à une stratégie de conception des routes augmente considérablement les chances de réduire les traumatismes chez les piétons résultant d'accidents de la route. Étant donné que les normes des véhicules relatives à la protection des piétons ne sont efficaces qu'à une vitesse n'excédant pas 40 km/h, la réduction des limites de vitesse et les mesures de modération de la circulation, de même que la conception améliorée de l'avant des véhicules, constituent les meilleures solutions pour réduire le nombre de piétons blessés ou tués sur les routes.

## 5.3

# Modification des véhicules après fabrication

### Véhicules rehaussées et modifiées

Que se passe-t-il lorsqu'un piéton se fait frapper par une voiture dont le châssis est rehaussé ou qui a subi d'autres modifications? Nous savons déjà qu'il y a une différence considérable entre une collision avec une voiture à passagers et avec un véhicule utilitaire léger<sup>259</sup> (ces derniers étant généralement plus hauts et plus lourds). Dans le cas d'une collision avec un véhicule rehaussé après sa sortie de l'usine, l'impact subi par le piéton est presque toujours pire, et souvent catastrophique.

Un véhicule rehaussé ou abaissé au-delà des seuils de tolérance opérationnelle définis par les fabricants d'équipement d'origine (FEO) peut être non conforme aux exigences d'essai des Normes de sécurité des véhicules automobiles du Canada. Si un véhicule est modifié après son immatriculation, c'est le bureau d'immatriculation concerné qui en est responsable. Dans le cas d'un véhicule étranger, de telles modifications rendraient illégale son importation au Canada, en vertu des règlements de Transports Canada. L'efficacité des freins et les distances d'arrêt peuvent être considérablement modifiées sur une voiture rehaussée. Par-dessus tout, la partie du véhicule qui entre en contact avec le piéton est plus rigide que le capot et peut causer des blessures plus graves. En outre, plus le véhicule est haut, plus le piéton risque de se faire renverser puis écraser par le véhicule, au lieu d'être « soulevé » et d'atterrir sur le capot, moins dangereux.

### Pare-buffles

Les pare-buffles sont des barres métalliques rigides fixées à l'avant d'une voiture, d'une camionnette ou d'un véhicule utilitaire sport (VUS), conçues à l'origine pour prévenir les dommages en cas de collision avec un animal dans les zones rurales. Leur utilisation dans des zones urbaines densément peuplées est très controversée en raison du risque qu'elles représentent pour les usagers vulnérables de la route<sup>260</sup>.

Ces dix dernières années, les pare-buffles ont fait l'objet d'intenses débats quant à leur dangerosité pour les piétons et les autres usagers vulnérables de la route et à leur pertinence dans les zones urbaines à circulation mixte. Les pare-buffles indéformables sont

très rigides et concentrent la force d'impact sur une plus petite zone; ils risquent davantage de blesser les piétons et les cyclistes en cas de collision que les véhicules qui n'en sont pas équipés<sup>261 262 263</sup>.

Il est reconnu depuis les années 1970 que les pare-buffles modifient le profil de l'avant du véhicule et peuvent augmenter sa dangerosité en cas de collision avec un piéton<sup>264</sup>. De nombreuses simulations de collisions ont été menées sur des mannequins au moyen de véhicules munis ou non de pare-buffles, afin d'étudier les mécanismes et les cinématiques responsables des lésions chez les piétons. Les chercheurs ont constaté à maintes reprises que les pare-buffles causaient des lésions plus graves à la tête, au bassin, à l'abdomen et au fémur, et chez les enfants, des lésions plus importantes à la tête, au cou et au thorax. Le risque de blessure augmente plus rapidement avec la vitesse pour les véhicules équipés de pare-buffles, comparativement à ceux qui en sont dépourvus. En outre, le risque d'être écrasé par le véhicule après l'impact est plus grand.

Le pare-buffle présente une surface d'impact rigide et beaucoup plus dure que la carrosserie, qui se déforme moins et, par conséquent, absorbe moins d'énergie. La force d'impact sur le piéton est donc évidemment accrue, de même que la gravité des blessures. Il a été suggéré de fabriquer ces accessoires dans un matériau moins rigide, comme le plastique, pour mieux protéger les piétons. Selon la documentation limitée sur les pare-buffles, ceux-ci présentent un risque accru pour les piétons et les autres usagers vulnérables de la route, et même pour les occupants des autres véhicules.

D'après Higgins, en plus de la fonction des pare-buffles, l'image et la mode sont aussi de puissantes motivations chez les utilisateurs<sup>265</sup>. Cette constatation corrobore les résultats d'une enquête beaucoup plus ancienne de Page et coll. auprès d'un grand nombre de conducteurs. En effet, les trois principales raisons invoquées pour installer un pare-buffle sur une berline étaient : protéger le véhicule en cas de collision durant les manœuvres de stationnement, le rendre plus visuellement attrayant et pouvoir adopter une conduite plus agressive aux heures de pointe<sup>266</sup>.

Il est prouvé que les piétons heurtés par un véhicule équipé d'un pare-buffle sont généralement projetés avec violence. Ainsi, même à faible vitesse, une collision avec un véhicule muni d'un tel accessoire risque davantage d'être fatale au piéton. En Australie, une simulation avec MADYMO a démontré que les barres modifiaient la trajectoire de la chute du piéton et augmentaient par conséquent le risque de traumatisme crânien fatal.

Dans un rapport datant de 1980, Chiam et Tomas ont décrit les effets des pare-buffles dans la dynamique des collisions entre un

véhicule et un piéton<sup>267</sup>. Ils ont reproduit des collisions entre un mannequin masculin de taille adulte et des voitures munies ou non de pare-buffles, à des vitesses d'impact de 20 km/h. Les résultats montrent que les impacts avec des pare-buffles causent davantage de fractures du genou ou de la cheville et des traumatismes crâniens plus importants que les impacts avec l'avant d'un véhicule. Les chercheurs ont conclu que l'aggravation des risques de blessures est due à la position plus haute et à la concentration plus élevée des points d'impact sur les pare-buffles<sup>268</sup>.

Le Transport Research Laboratory (TRL) en Grande-Bretagne a examiné 1 994 collisions : 2 ou 3 décès et environ 40 blessures graves étaient causés par des véhicules équipés de pare-buffles<sup>269</sup>. En Australie, on estime que jusqu'à 12 % des collisions fatales avec des piétons impliquent ces accessoires<sup>270</sup>. Zellmer et Otte ont mené des essais de collisions au Federal Highway Research Institute (BASt) en Allemagne. Ils ont conclu que les pare-buffles augmentent fortement le risque de blessure en cas de collision avec des piétons ou des cyclistes<sup>271</sup>. Ils affirment en outre que le risque de blessure chez les enfants en cas d'impact avec un pare-buffle à 20 km/h est égal au risque de blessure en cas d'impact avec un véhicule hors route à 30 km/h et avec une voiture normale à 40 km/h. Enfin, ils estiment que le risque de fracture de la hanche ou de la jambe inférieure chez l'adulte en cas d'impact avec un pare-buffle à 25 km/h équivaut à un impact avec le capot d'une voiture à 40 km/h<sup>272</sup>.

Dans le cadre de récentes simulations menées à l'Université d'Adélaïde, le choc de la tête d'un piéton sur l'avant d'un VUS muni d'un pare-buffle produisait sur la tête une décélération généralement 249 % plus forte que dans les essais menés sur des véhicules sans pare-buffle, ce qui accroît considérablement le risque de blessure mortelle. Les barres en aluminium ne réduisaient pas beaucoup le risque par rapport aux barres en acier<sup>273</sup>.

Des essais d'impact réalisés par Mizuno et coll. au moyen d'une tête factice d'enfant montrent que les critères de traumatismes crâniens sont plus élevés dans le cas d'une collision avec un VUS pourvu d'un pare-buffle en acier et que le risque de blessure est accru<sup>274</sup>. Les chercheurs ont constaté en outre que l'incompatibilité géométrique des VUS (notamment due aux pare-buffles en acier et à la hauteur plus élevée du capot) est la principale cause de l'augmentation du taux de mortalité.

D'autres études connexes indiquent que les pare-buffles en acier ou en aluminium peuvent produire une charge d'impact extrêmement élevée<sup>275 276 277 278</sup>. Elles décrivent également les autres effets potentiels des pare-buffles en cas de collision avec un piéton : ils modifient la géométrie de l'avant du véhicule et, par conséquent, la cinématique du piéton heurté, lequel est

projeté soit sur la partie supérieure du véhicule, soit sur la route. Les résultats des simulations par ordinateur montrent que l'ajout d'un pare-buffle à l'avant d'un véhicule augmente la vitesse de l'impact de la tête sur le capot<sup>279</sup>.

En somme, il est prouvé que les pare-buffles multiplient le risque de blessure en cas de collision avec un piéton ou un autre usager de la route, alors qu'ils offrent des avantages discutables aux propriétaires des véhicules qui en sont munis, particulièrement en milieu urbain.



Figure 5.3 : Véhicule muni de bare-buffles, photographie de David Coburn et Neil Arason



Figure 5.4 : Véhicule muni de bare-buffles, photographie de David Coburn et Neil Arason

### Harmonisation par le Conseil de coopération en matière de réglementation

Aujourd'hui, l'industrie automobile au Canada est étroitement liée à celle des autres pays, essentiellement les États-Unis. En raison des difficultés économiques qui touchent le secteur

de la fabrication, le Canada considère que les deux pays ont encore intérêt à harmoniser leurs normes et leurs règlements applicables aux véhicules automobiles. En vertu des règles en vigueur, les véhicules construits selon les normes d'un pays peuvent en général être importés chez son voisin. La libre circulation des véhicules de part et d'autre de la frontière est autorisée à des fins touristiques et commerciales.

La création du Conseil Canada–États-Unis de coopération en matière de réglementation (CCR) fut annoncée en février 2011 dans le but d'harmoniser les règlements des deux pays, s'il y a lieu. Dans le cadre du CCR, les deux pays conservent leur propre système de réglementation souverain pour la protection de la santé et de la sécurité des consommateurs ainsi que de l'environnement, mais, dans la mesure du possible, ils élaboreront de nouveaux systèmes de réglementation communs. L'objectif définitif consiste à harmoniser davantage la réglementation en vigueur au Canada et aux États-Unis, afin d'améliorer la sécurité et d'alléger le fardeau financier de même que les besoins en ressources qui pèsent sur les entreprises et, *in fine*, les consommateurs.

Ces principes obligeront les ministères fédéraux à mener de vastes consultations auprès des autres gouvernements, du milieu des affaires et de la population canadienne aux fins de l'élaboration des règlements.

En pratique, la position adoptée par le gouvernement du Canada favorise l'harmonisation, dans la mesure du possible, des règlements canadiens et américains concernant les véhicules automobiles. Ainsi, il incombe aux deux pays de collaborer à l'élaboration de normes et de règlements en matière de sécurité visant à améliorer l'efficacité et la sécurité des véhicules automobiles. Cette coopération a déjà commencé en ce qui a trait aux nouvelles normes de sécurité, comme en témoigne le règlement proposé sur les niveaux de bruit minimaux pour les véhicules naturellement silencieux.

### MESURES DE PRÉVENTION POSSIBLES

- Envisager l'élaboration de règlements en matière de protection passive des piétons, qui intègrent les exigences énoncées dans le Règlement technique mondial (RTM) n° 9 des Nations unies dans le contexte du Conseil Canada–États-Unis de coopération en matière de réglementation.
- Envisager l'adoption d'un règlement obligeant les fabricants à intégrer aux véhicules neufs vendus au Canada des systèmes de freinage perfectionnés, notamment l'assistance au freinage d'urgence et d'autres systèmes existants qui assistent le conducteur en cas de panique ou de situation d'urgence.

- Envisager l'adoption d'un règlement obligeant les fabricants à intégrer aux véhicules neufs vendus au Canada des phares adaptatifs qui orientent leur faisceau dans la direction que prend le véhicule dans un virage.
- Envisager l'adoption d'un règlement obligeant les fabricants à intégrer aux véhicules neufs vendus au Canada des technologies de pointe de contrôle de la vitesse, qui aident les conducteurs à surveiller leur vitesse, les avertit s'ils dépassent la limite permise et favorise le respect des limites de vitesse.
- Envisager l'adoption d'un règlement obligeant les fabricants à intégrer aux véhicules neufs vendus au Canada des systèmes perfectionnés qui protègent les autres usagers de la route, notamment les enfants, lorsque le véhicule fait marche arrière. Aux États-Unis, la NHTSA a proposé un règlement visant à améliorer les dispositifs de rétrovision, et le Canada pourrait adopter un règlement similaire, si les directives réglementaires canadiennes le justifient.
- Envisager l'adoption d'un règlement obligeant les fabricants à intégrer aux véhicules neufs vendus au Canada des systèmes anticollision avec détection des piétons par radar et freinage d'urgence, qui repèrent la présence d'un piéton et actionnent automatiquement les freins du véhicule avant qu'il ne le heurte.
- Envisager l'adoption d'un règlement exigeant que les véhicules électriques (et autres) atteignent un seuil minimum de détection auditive, afin d'améliorer la protection des piétons, en particulier ceux qui ont une déficience visuelle.
- Évaluer la pertinence d'un règlement provincial ou territorial interdisant ou limitant l'élévation du châssis d'un véhicule à l'empattement, pour éviter que les piétons ne heurtent le châssis rigide du véhicule au lieu du capot.
- Évaluer la pertinence d'un règlement provincial ou territorial interdisant l'installation de pare-buffles rigides sur les véhicules, qui augmentent la violence du choc et la gravité des blessures en cas de collision du véhicule avec un piéton.

**6.0**

# **Sommaire des mesures de prévention possibles**



## Visibilité des piétons

- On peut envisager d'intégrer aux vêtements d'extérieur et aux chaussures pour adultes et pour enfants du matériel rétro réfléchissant placé de façon stratégique. Il importe de sensibiliser les enfants à la visibilité sur la route. De plus, on devrait leur fournir des outils tels que des accessoires rétro réfléchissants qu'ils peuvent facilement porter sur leurs vêtements.
- Sensibiliser les conducteurs au sujet de la difficulté de détecter les piétons la nuit, des distances d'arrêt et des limites des phares.
- Lancer des campagnes de sensibilisation qui déconseillent le port de vêtements sombres la nuit et encouragent le port d'accessoires rétro réfléchissants ou de couleur jaune-vert s'ils ne sont pas fluorescents.

## Distraction et inattention des piétons

- Sensibiliser les piétons aux dangers de la distraction dans la circulation.
- Encourager les piétons, en particulier les enfants, à s'abstenir d'utiliser des cellulaires ou d'autres appareils électroniques lorsqu'ils traversent la rue, en tenant compte de leur développement physique et intellectuel.

## Piétons ayant les facultés affaiblies

- Intégrer aux programmes de formation des serveurs un volet obligatoire sur la sécurité des piétons et la conduite avec les facultés affaiblies.
- Localiser les zones urbaines où se concentrent les collisions impliquant des personnes ayant les facultés affaiblies par l'alcool ou la drogue et collecter des données en vue de déterminer quels aménagements seraient les plus efficaces dans ces zones.
- Mettre en œuvre des mesures de prévention axées sur la connaissance des collectivités et des lieux, par exemple des aménagements techniques en vue de séparer les piétons de la circulation, des mesures de modération de la circulation, des panneaux avertissant les conducteurs, des restrictions de stationnement ou la distribution de vêtements ou de bandes rétro réfléchissantes, ainsi que des campagnes de sensibilisation à l'intention des piétons et des conducteurs.

## Jeunes piétons

- Établir une stratégie nationale d'amélioration de la sécurité des piétons qui comporte des mesures visant particulièrement les enfants.

- Renforcer la sécurité des jeunes piétons en milieu urbain grâce à la mise en œuvre de solutions d'ingénierie à grande échelle et à la réduction des limites de vitesse en vue d'atténuer les risques (notamment des installations piétonnières, des aires de jeu sécuritaires et des infrastructures de modération de la circulation).
- Créer des programmes communautaires de sensibilisation et de défense en vue de prévenir les blessures chez les piétons de 0 à 14 ans, qui comportent un volet d'information pour les parents et des exercices pratiques pour apprendre aux enfants à traverser la rue.
- Sensibiliser les parents aux risques auxquels sont exposés les enfants dans la circulation et au rôle qu'ils peuvent jouer pour atténuer ces risques (p. ex. dans les établissements de santé publique, les garderies, les écoles maternelles, etc.).

## Piétons âgés

- Allonger le délai alloué pour traverser aux carrefours munis de feux de signalisation pour piétons où circule une forte concentration de personnes âgées.
- Abaisser les limites de vitesse dans les secteurs où circule une forte concentration de piétons âgés.

## Piétons ayant des besoins particuliers

- Régler la durée des feux de signalisation pour piétons afin de permettre aux personnes à mobilité réduite de traverser en toute sécurité.
- Assurer un accès facile aux boutons de commande des feux de signalisation pour piétons.
- Concevoir les trottoirs et les pentes en fonction des normes d'accessibilité des fauteuils roulants et réduire le nombre d'obstacles matériels en bordure des rues.
- Guider les personnes ayant une déficience visuelle au moyen de bateaux de trottoir, de bandes tactiles et de signaux sonores.
- Simplifier autant que possible les panneaux à l'intention des piétons afin que les personnes ayant des limitations cognitives puissent facilement les comprendre.
- Informer les personnes souffrant d'une perte auditive des dangers auxquels elles sont exposées dans la circulation; leur apprendre à analyser les indices visuels pour évaluer la vitesse et la distance des véhicules qui roulent dans leur direction.
- Les marques sur les trottoirs à l'intention des piétons souffrant d'une perte de la vision doivent être

conformes aux lignes directrices de conception pour une détectabilité optimale.

### Piétons sur roues

- Sensibiliser les utilisateurs de modes de transport fonctionnels à l'importance de porter l'équipement de protection approprié ainsi qu'aux dangers de la circulation routière.
- Sensibiliser les parents de jeunes enfants aux dangers associés à l'utilisation de modes de transport non motorisés et à l'importance du port d'équipement de protection et des pratiques sécuritaires.
- Promouvoir les directives relatives à l'utilisation sécuritaire des modes de transport non motorisés.
- Restreindre l'utilisation d'appareils fonctionnels sur certaines routes, en fonction du type de route et de la densité de la circulation.
- Si possible, obliger les utilisateurs de gyropodes à obtenir un permis et à porter l'équipement de protection.

### Application de la loi en matière de circulation piétonne

- Collecter des données exactes sur les collisions entre piétons et véhicules.
- Favoriser les contacts entre les policiers et les collectivités afin qu'ils comprennent mieux les mouvements de la circulation dans leur secteur.
- Conjuguer l'application ciblée de la loi avec les programmes de sensibilisation, d'information et d'évaluation.
- Donner aux agents de police des formations et des documents de référence sur les piétons.

### Conducteurs

- Envisager des mesures de prévention pour réduire toutes les formes de distraction au volant afin de permettre au conducteur de mieux percevoir la situation.
- Mettre sur pied des programmes d'application sélective-circulation (PASC) assortis de mesures d'application rigoureuse des lois en matière de sécurité routière et expliquer le tout à la population dans le cadre de vastes campagnes de communication, d'éducation et de sensibilisation.
- Organiser des activités d'information et de sensibilisation du public sur la vitesse et ses répercussions sur la sécurité des piétons.
- Recourir au contrôle routier automatisé (radars

photographiques et caméras de contrôle aux carrefours) en milieu urbain et aux endroits appropriés.

- Mettre en œuvre des initiatives pour limiter la vitesse et promouvoir la diminution de la vitesse dans les secteurs à fort achalandage piétonnier.

### Aménagement des passages pour piétons

- Intégrer la sécurité des piétons dans la planification et la conception des nouveaux projets ou des projets de réaménagement.
- Choisir les traitements pour passage piétonnier en fonction des piétons et de leurs capacités, pour les distances plus longues, aménager des avancées de trottoir ou des refuges en îlot central.
- Choisir les traitements pour passage piétonnier en fonction des données sur les collisions impliquant des piétons (p. ex. la gravité des blessures) et des caractéristiques des lieux des accidents (p. ex. secteur fréquenté par les personnes âgées, zone scolaire, rue commerciale).
- Installer des passages pour piétons et appliquer les traitements adéquats là où le contexte le justifie, selon les normes techniques et les pratiques.
- Réduire le risque de collision causé par les manœuvres de virage aux carrefours, notamment au moyen de la traversée dans toutes les directions, du feu vert devancé pour les piétons, du virage à gauche protégé et de l'interdiction du virage à droite au feu rouge s'il y a lieu.

### Signalisation routière : panneaux, feux et marquage

#### *Panneaux et feux de signalisation*

- Aux carrefours, installer des panneaux qui avertissent les conducteurs de faire attention aux piétons et à ceux-ci de prendre garde aux véhicules qui effectuent un virage.
- Aux carrefours, installer des panneaux où on peut lire « CÉDEZ LE PASSAGE AUX PIÉTONS » ou « ARRÊTEZ ICI ET CÉDEZ LE PASSAGE AUX PIÉTONS ».
- Aux passages pour piétons signalisés, placer des panneaux qui expliquent le fonctionnement des feux activés par les piétons et la signification des pictogrammes aux endroits où l'on observe fréquemment des infractions de la part des piétons.
- Commencer à utiliser des applications innovantes comme le système YEUX et les messages vocaux qui indiquent le moment propice pour traverser en toute sécurité.
- Installer des feux à décompte numérique pour piétons.

### Marquage

- Peindre des lignes d'arrêt avancées au moins 15 m en amont des carrefours.
- Recourir aux marques sur la chaussée pour rappeler aux piétons de faire attention aux véhicules qui effectuent un virage.
- Installer des clignotants dans la chaussée aux endroits appropriés.
- Limiter l'utilisation du marquage pour signaler les passages pour piétons qui traversent les routes dont le DJM est inférieur à 12 000 véhicules.
- Entretien du marquage des passages pour piétons afin d'en assurer la grande visibilité.

### Dispersion de la circulation

- Les mesures suivantes peuvent être prises en considération pour réguler le débit de la circulation : l'avancée demi-chaussée, la barrière de déviation, la barrière cul-de-sac, le carrefour canalisé, le terre-plein de carrefour et l'îlot tourne à droite. Pour tout savoir sur les mesures préventives ci-dessus, consulter *L'apaisement de la circulation dans les zones urbaines au Canada* de l'ATC.

### Aménagement de trottoirs

- Les mesures suivantes peuvent renforcer la sécurité des piétons : trottoirs conventionnels et trottoirs de type boulevard, rampe d'accès, bateaux de trottoir, aménagement de rues conviviales et érection de barrières. Pour tout savoir sur les mesures préventives ci-dessus, consulter le *Guide canadien de conception géométrique des routes* de l'ATC.

### Réduction de la vitesse et modération de la circulation

- Établir un espace communautaire sécuritaire et réduire les limites de vitesse. Fixer la vitesse maximale à 30 km/h ou à 40 km/h dans les secteurs où se côtoient piétons et véhicules. Abaisser la limite de vitesse à 30 km/h ou à 40 km/h dans les rues résidentielles. Pour ce faire, on peut notamment habiliter les autorités locales à réduire la limite de vitesse en milieu urbain sous la barre des 50 km/h dans les grandes zones géographiques.
- Instauration d'une limite de vitesse par défaut à trois paliers : 30 km/h dans les secteurs dépourvus de marques sur la chaussée; 50 km/h dans les autres secteurs urbains et 80 km/h en milieu rural.
- Mettre en œuvre des mesures de modération de la circulation et des mesures d'ingénierie généralement efficaces pour ralentir la circulation.

- Établir des zones scolaires autour de toutes les écoles primaires et secondaires.
- Les mesures suivantes sont reconnues pour réduire la vitesse des véhicules motorisés et renforcer la sécurité des piétons de manière générale : ralentisseurs sonores, prolongement de trottoirs, passage pour piétons surélevé et dos d'âne, dos d'âne allongé, coussin, carrefour surélevé, passage pour piétons texturé, chicane et avancée de bordure, réduction du rayon de la bordure, petit carrefour giratoire, goulot d'étranglement, entrée de rue aménagée, aménagement paysager, pavage, parcours sinueux, *woonerf*, rétrécissement de chaussée et abaissement des limites de vitesse. Pour tout savoir sur les mesures préventives ci-dessus, consulter *L'apaisement de la circulation dans les zones urbaines au Canada* de l'ATC.

### Passages à niveau

- Installer des dispositifs d'avertissement signalant de manière adéquate l'arrivée d'un train. Mettre en œuvre des mesures axées sur la sécurité piétonnière, notamment :
  - installer des panneaux pour les piétons leur indiquant ce qu'il faut faire (vérifier des deux côtés si un train s'approche, ne traversez pas ici) pour renforcer le comportement sécuritaire;
  - appliquer des marques sur la chaussée pour délimiter le passage piétonnier aux abords et dans le passage à niveau et indiquer le lieu d'attente souhaitable;
  - dresser des obstacles comme une barrière et des demi-barrières disposées en chicane qui encouragent les piétons à vérifier de chaque côté;
  - opter pour des traitements de la chaussée comme des éléments de contraste visuel, des dômes tronqués surélevés, des surfaces directionnelles et des entretoises d'ornières pour que la chaussée du passage piétonnier soit égale et régulière d'une extrémité à l'autre du passage à niveau;
  - installer un système de signalisation active qui déclenche les signaux visuels et sonores dès que le train approche du passage à niveau ou qu'il le croise; envisager d'intégrer des entrées piétonnières aux passages à niveau comportant plus d'une voie ferrée.

- Réduire les comportements à risque des piétons qui traversent les passages à niveau en sévissant contre les coupables d'entrées interdites et de non-respect de la signalisation.
- Sensibiliser les piétons à l'importance de prévenir les accidents en vérifiant la présence d'un train au moment de traverser un passage à niveau.
- Il faut plus particulièrement apprendre aux jeunes à faire preuve de prudence et de vigilance aux passages à niveau, surtout lorsqu'ils utilisent des appareils électroniques.

## Chantiers

- Mettre en œuvre les lignes directrices de sécurité piétonnière sur les chantiers établies par Chadda et McGee dans leur rapport intitulé *Pedestrian Safety Through Workzones: Guidelines* qui devraient devenir la règle d'or de la conception des zones de transition aux abords des chantiers.

## Amélioration de la sécurité des véhicules pour la protection des piétons

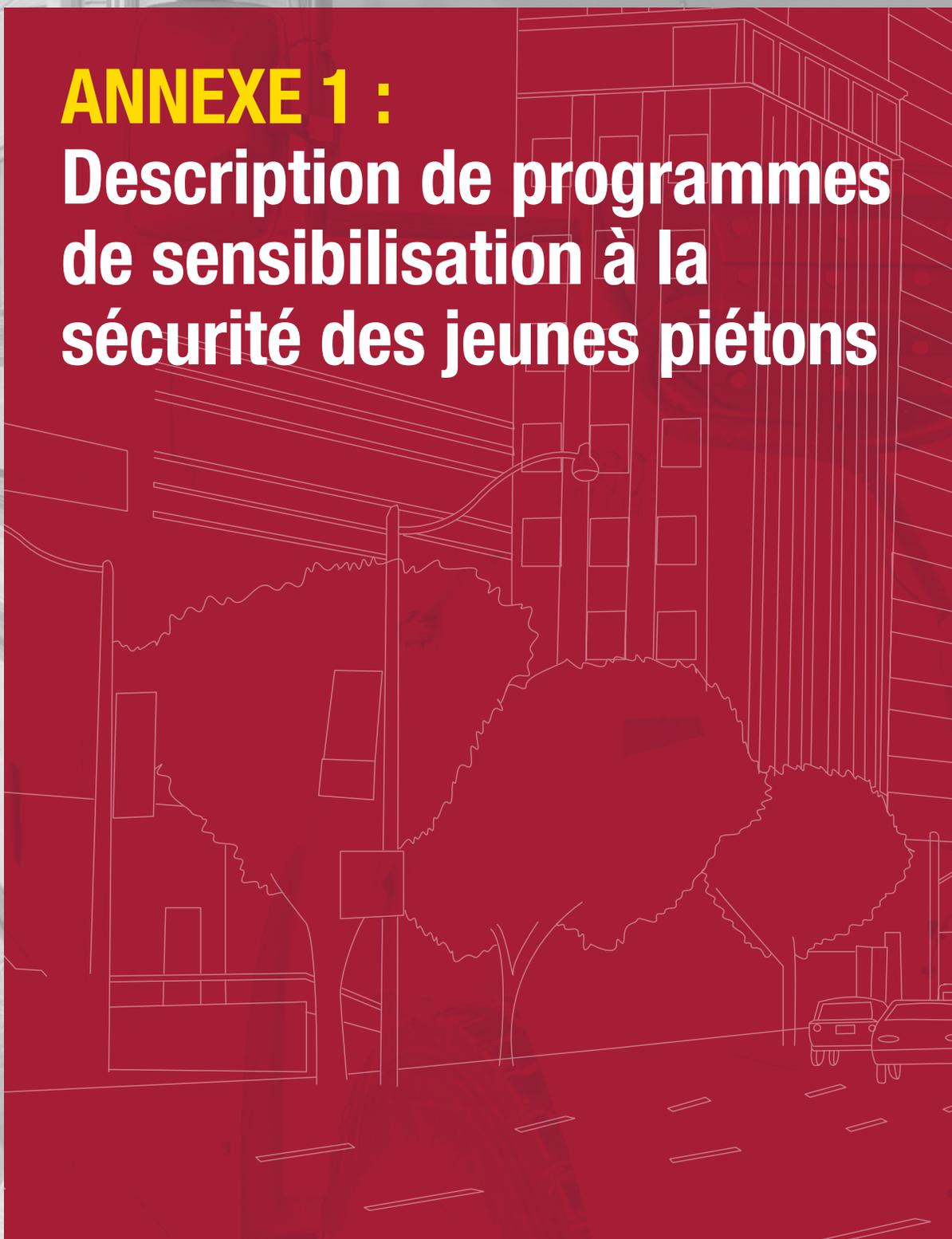
- Envisager l'élaboration de règlements en matière de protection passive des piétons, qui intègrent les exigences énoncées dans le Règlement technique mondial (RTM) n° 9 des Nations unies dans le contexte du Conseil Canada-États-Unis de coopération en matière de réglementation.
- Envisager l'adoption d'un règlement obligeant les fabricants à intégrer aux véhicules neufs vendus au Canada des systèmes de freinage perfectionnés, notamment l'assistance au freinage d'urgence et d'autres systèmes existants qui assistent le conducteur en cas de panique ou de situation d'urgence.
- Envisager l'adoption d'un règlement obligeant les fabricants à intégrer aux véhicules neufs vendus au Canada des phares adaptatifs qui orientent leur faisceau dans la direction que prend le véhicule dans un virage.
- Envisager l'adoption d'un règlement obligeant les fabricants à intégrer aux véhicules neufs vendus au Canada des technologies de pointe de contrôle de la vitesse, qui aident les conducteurs à surveiller leur vitesse, les avertit s'ils dépassent la limite permise et favorise le respect des limites de vitesse.
- Envisager l'adoption d'un règlement obligeant les fabricants à intégrer aux véhicules neufs vendus au Canada des systèmes perfectionnés qui protègent les autres usagers de la route, notamment les enfants, lorsque le véhicule fait

marche arrière. Aux États-Unis, la NHTSA a proposé un règlement visant à améliorer les dispositifs de rétrovision, et le Canada pourrait adopter un règlement similaire, si les directives réglementaires canadiennes le justifient.

- Envisager l'adoption d'un règlement obligeant les fabricants à intégrer aux véhicules neufs vendus au Canada des systèmes anticollision avec détection des piétons par radar et freinage d'urgence, qui repèrent la présence d'un piéton et actionnent automatiquement les freins du véhicule avant qu'il ne le heurte.
- Envisager l'adoption d'un règlement exigeant que les véhicules électriques (et autres) atteignent un seuil minimum de détection auditive, afin d'améliorer la protection des piétons, en particulier ceux qui ont une déficience visuelle. En collaboration avec Transports Canada, le gouvernement américain a publié une proposition de règlement en vue d'obtenir des commentaires.
- Évaluer la pertinence d'un règlement provincial ou territorial interdisant ou limitant l'élévation du châssis d'un véhicule à l'empattement, pour éviter que les piétons ne heurtent le châssis rigide du véhicule au lieu du capot.
- Évaluer la pertinence d'un règlement provincial ou territorial interdisant l'installation de pare-buffles rigides sur les véhicules, qui augmentent la violence du choc et la gravité des blessures en cas de collision du véhicule avec un piéton.

## **ANNEXE 1 :**

# **Description de programmes de sensibilisation à la sécurité des jeunes piétons**



***Kerbcraft***

Kerbcraft est un programme créé par l'Université de Strathclyde, en Écosse, dans le but d'enseigner aux écoliers de 5 à 7 ans les principes de la sécurité piétonnière sur le terrain, et non en classe. Le programme est approuvé par l'Alliance européenne pour la sécurité de l'enfant dans son *Guide des bonnes pratiques relatives à la sécurité des enfants*. Le faible ratio d'enfants par adulte est le principal point fort du programme, mais sa mise en œuvre est lourdement tributaire de la disponibilité d'un nombre suffisant de ressources bénévoles formées à cette fin. En 2007, l'Université de l'Ouest de l'Angleterre a accordé une très bonne note au programme.

***Kidestrian***

Ce programme axé sur un guide de 28 pages à l'intention des parents a été conçu en Allemagne puis adapté en 1994 par la police régionale de Hamilton-Wentworth, en Ontario. Il propose une série d'activités simples accompagnées d'information sur les limites développementales des enfants, qui n'ont pas toutes les aptitudes requises pour se déplacer en toute sécurité dans la circulation. Le programme rappelle aux parents que les enfants de moins de 9 ans ne devraient jamais traverser seuls la rue et souligne l'importance du rôle parental.

***Photovoice***

Ce programme novateur, issu du Royaume-Uni, a été adapté ailleurs dans le monde sous différentes formes, avec d'autres applications et champs d'action. Il est idéal pour inculquer aux enfants de 10 ans et plus les principes de la sécurité piétonnière, dans le cadre d'activités telles que des promenades, des cours sur l'utilisation d'un appareil photo, des prises de photos, des exercices d'observation, des descriptions et, éventuellement, des activités d'engagement communautaire. Les enfants décrivent ainsi leur environnement piétonnier et prennent ensemble conscience des comportements dangereux et des milieux peu sécuritaires pour les piétons. Les effets à long terme de l'initiative n'ont pas été déterminés, mais elle pourrait modifier les comportements de façon durable si elle est intégrée à un programme ciblant les jeunes enfants.

***Ressource sur les routes sécuritaires pour les enseignants***

Ce programme coproduit en 2009 par le ministère des Transports de l'Ontario et l'Association pour la santé et l'éducation physique de l'Ontario (ASEPO) fournit aux enseignants du primaire et du secondaire une série de leçons et d'activités traitant d'une multitude de sujets liés à la sécurité routière. Le volet concernant les piétons cible les écoliers de la maternelle à la sixième année, et sa force réside dans les promenades dans la collectivité (en compagnie de deux enseignants), qui consolident l'apprentissage par la découverte guidée. Le programme comporte également des leçons sur la sécurité en autobus scolaire, très importantes dans le contexte de la vulnérabilité des piétons. On déplore toutefois l'absence de discussion au sujet du rôle essentiel de l'accompagnement parental pour les enfants de moins de 9 ans. ([www.ontarioroadsafety.ca](http://www.ontarioroadsafety.ca))

***Écoliers actifs et en sécurité***

Ce programme aide les écoles et les parents à mettre sur pied un programme communautaire de Pédibus (une sorte d'autobus piéton constitué d'enfants qui marchent ensemble). Le programme souligne les bienfaits de la marche pour la santé et l'environnement, mais le feuillet d'information à l'intention des parents met l'accent sur l'importance d'inculquer les pratiques sécuritaires tout au long de l'enfance, et le thème de la sécurité est omniprésent dans la documentation. ([www.saferoutestoschool.ca](http://www.saferoutestoschool.ca))

# BIBLIOGRAPHIE



- 1 International Traffic Safety Data & Analysis Group. 2009. IRTAD Road Safety, OECD. <http://www.internationaltransportforum.org/irtad/pdf/09IrtadReportFin.pdf>
- 2 Pasanen, E., Salminvaara, H. (1993). Driving Speeds and Pedestrian Safety in the City of Helsinki. *Traffic Injury and Control*, Vol 34(6), 308-310.
- 3 Richard A. Retting, MS, Susan A. Ferguson, PhD, and Anne T. McCartt, PhD (September 2003) - A Review of Evidence-Based Traffic Engineering Measures Designed to Reduce Pedestrian–Motor Vehicle Crashes
- 4 Khasnabis, S., Zegeer, C. V. and. Cynecki, M. J. (1982). Effects of pedestrian signals on safety, operations, and behavior - literature review. *Transportation Research Record* # 847, 78 - 86.
- 5 Zegeer, Charles V. et al. (2005). *Safety Effects of Marked Vs. Unmarked Crosswalks at Uncontrolled Locations*. FHWA-RD-04-100. McLean, VA: Department of Transportation & Federal Highway Administration. pg 51.
- 6 Leibowitz, H. W. (1985). Grade Crossing Accidents and Human Factors Engineering. *American Scientist*, 73, 558-562.
- 7 *Statistiques sur les collisions de la route au Canada : 2008*, Transports Canada, Ottawa.
- 8 Institut canadien d'information sur la santé, Registre national des traumatismes, Toronto, 2011.
- 9 OCDE, *Zéro tué sur la route : Un système sûr, des objectifs ambitieux*, Forum international des transports, ISBN 978-92-821-0195-7, 2008.
- 10 International Traffic Safety Data & Analysis Group, *IRTAD Road Safety*, OCDE, 2009. <http://www.internationaltransportforum.org/irtad/pdf/09IrtadReportFin.pdf>
- 11 Forum international des transports, *IRTAD Road Safety 2009 Annual Report*, OCDE, 2010. [http://www.irfnet.ch/files-upload/knowledges/IRTAD-ANNUAL-REPORT\\_2009.pdf](http://www.irfnet.ch/files-upload/knowledges/IRTAD-ANNUAL-REPORT_2009.pdf)
- 12 Organisation mondiale de la santé, *Rapport de situation sur la sécurité routière dans le monde : il est temps d'agir*, Genève, 2009. [http://www.who.int/violence\\_injury\\_prevention/road\\_safety\\_status/report/cover\\_and\\_front\\_matter\\_fr.pdf](http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/report/cover_and_front_matter_fr.pdf)
- 13 Christie, N., Cairns, S., Ward, H., Towner, E., 2004. Road safety research report no. 50. Children's traffic safety: international lessons for the U.K. Department for Transport: London.
- 14 Van der Molen, H. « Child pedestrian's exposure, accidents and behaviour », *Accident Analysis and Prevention*, 13, p. 193-224, 1981.
- 15 Ernst, M. et L. Shoup. *Dangerous by design. Surface Transportation Policy Partnership*, Transportation for America, Washington, D.C. (<http://www.transact.org>)
- 16 Snyder, M. B. « Traffic Engineering for Pedestrian Safety: Some New Data and Solutions », *Highway Research Record*, 406, p. 21-27, 1972.
- 17 Zegeer, C.V. et M. Bushell. Pedestrian crash trends and potential countermeasures from around the world. *Accident Analysis and Prevention*, 43 (2), 2011.
- 18 Source : Données issues de la Base nationale de données sur les collisions, Transports Canada, 12 avril 2012.
- 19 Allen, M. J., B. S. Abrams, A. P. Ginsburg et L. Weintraub. *Forensic Aspects of Vision and Highway Safety*. Tucson, AZ: Lawyers & Judges Publishing Co., 1996.
- 20 Blomberg, R. D., A. Hale et D. F. Preusser. « Experimental Evaluation of Alternative Conspicuity-Enhancement Techniques for Pedestrians and Bicyclists », *Journal of Safety Research*, 17, p. 1-12, 1986.
- 21 Owens, D. A., R. J. Antonoff et E. L. Francis. « Biological motion and nighttime pedestrian conspicuity », *Human Factors*, 36, 4, p. 718-732, 1994.
- 22 Wood, J. M., R. A. Tyrrell et T. P. Carberry. « Limitations in drivers' ability to recognize pedestrians at night », *Human Factors*, 47, 3, p. 644-654, 2005.

- 23 Olson, P. L., R. E. Dewar et E. Farber. *Forensic Aspects of Driver Perception and Response. 3rd edition*, Tucson, AZ: Lawyers & Judges Publishing Co., 2010
- 24 Tyrrell, R. A., J. M. Wood et T. P. Carberry. « On-road estimates of pedestrians' estimates of their own nighttime conspicuity », *Journal of Safety Research*, 35, 5, p. 483-490, 2004.
- 25 Tyrrell, R. A., C. W. Patton et J. O. Brooks. « Educational interventions successfully reduce pedestrians' overestimates of their own nighttime visibility », *Human Factors*, 46, 1, p. 170-182, 2004.
- 26 Kwan, I. et J. Mapstone. « Visibility aids for pedestrians and cyclists: a systematic review of randomised controlled trials », *Accident Analysis and Prevention*, 36, p. 305-312, 2004.
- 27 <http://www.vogue.co.uk/news/daily/080619-lagerfeld-in-road-safety-campaign.aspx>
- 28 *Road Safety Research Report No. 47, Children's Road Traffic Safety: An International Survey of Policy and Practice*, Department for Transport, London, juin 2004 [www.dft.gsi.gov.uk](http://www.dft.gsi.gov.uk)
- 29 Scanglo, 2010 : <http://www.scanglo.co.uk/content/cats-eyes/>
- 30 Mihailovic, A., C. Nasamba, P. Coyte et A. Howard. *Children's Injury in Uganda: Access to Care and Application of Data*, Département de chirurgie, Université de Toronto, Canada, 2006.
- 31 Distraction.gov., site Web officiel du gouvernement des États-Unis sur la distraction au volant, statistiques et faits sur la distraction au volant : <http://www.distraction.gov/stats-and-facts/index.html>
- 32 Hatfield, J. et S. Murphy. « The effects of mobile phone use on pedestrian crossing behaviour at signalised and unsignalised intersections », *Accident Analysis and Prevention*, 39, 1, p. 197-205, 2007.
- 33 Bungum, T. J., C. Day et L. J. Henry. « The association of distraction and caution displayed by pedestrians at a lighted crosswalk », *Journal of Community Health*, 30, 4, p. 269-279, 2005.
- 34 Nasar, J., P. Hecht et R. Wener. « Mobile telephones, distracted attention, and pedestrian safety », *Accident Analysis and Prevention*, 40, 1, p. 69-75, 2008.
- 35 Stewart, K. « Report of the ICADTS working group on alcohol-involved pedestrians », dans Kloeden, C. N. et A. J. McLean (dir.). *Proceedings of the 13th International Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety*, NHMRC Road accident Research Unit, University of Adelaide, Adelaide, Australie, p. 700-710, 1995.
- 36 Blomberg, R.D. et A. M. Clevon. *Development, implementation and evaluation of a countermeasure program for alcohol-involved pedestrian crashes. Final report*, Washington, D.C., National Highway Traffic Safety Administration, contrat no DTNH22-91-C-0202, 2000.
- 37 Conseil canadien des administrateurs en transport motorisé. *Le problème des accidents liés à l'alcool au Canada*, Ottawa, 2010, [http://www.ccmta.ca/french/pdf/alcohol\\_crash10\\_F.pdf](http://www.ccmta.ca/french/pdf/alcohol_crash10_F.pdf)
- 38 Blomberg, R. D., D. Preusser, A. Hale et R. Ulmer. *A comparison of alcohol involvement in pedestrians and pedestrian casualties*, Washington, D.C., National Highway Traffic Safety Administration, DOT HS 805 248, 1979.
- 39 Wilson, R. J. et M. Fang. « Alcohol and drug impaired pedestrians killed or injured in motor vehicle collisions », T2000, *Actes de la 15<sup>e</sup> Conférence internationale sur l'alcool, les drogues et la sécurité routière*, Stockholm, Suède, 2000.
- 40 Lang, C. P., R. Tay, B. Watson, C. Edmonston et E. O'Connor. « Drink walking: an examination of the related behaviour and attitudes of young people », *Proceedings of the 2003 Road Safety Research, Policy and Education Conference – From Research to Action*, Sydney, Australie, p. 164-169, 2003.
- 41 Oxley, J., M. Lenné et B. Corben. « The effect of alcohol impairment on road-crossing behaviour », *Transportation Research Part F: Traffic psychology and behaviour*, 9, 4, p. 258-268, 2006.

- 42 Blomberg, R. D. et A. M. Cleven. *Development, implementation and evaluation of a countermeasure program for alcohol-involved pedestrian crashes. Final report*, Washington, D.C., National Highway Traffic Safety Administration, contrat no DTNH22-91-C-0202, 2000.
- 43 Schieber, R.A., Thompson, N.J. (1996). Developmental risk factors for childhood pedestrian injuries. *Injury Prevention*, 2, 228-236.
- 44 Public Health Agency of Canada, *Injury Surveillance On-line*. Leading causes of unintentional injury deaths in Canada for 2000-2005, both sexes, ages 0-14 years.
- 45 Tabibi, Z. and Pfeffer, K. (2007). Finding a safe place to cross the road: the effect of distracters and the role of attention in children's identification of safe and dangerous road-crossing sites. *Infant and child development*, 16, 2, 193-206.
- 46 Goswami, U., (ed). (2004). *Blackwell Handbook of Childhood Cognitive Development*. Oxford, UK. Blackwell Publishing Ltd.
- 47 Roberts I. (1995). Adult accompaniment and the risk of pedestrian injury on the school-home journey. *Injury Prevention*, Vol 1(4), 242-244.
- 48 Morrongiello, B.A., Dayler, L. (1996). A community-based study of parents' knowledge, attitudes and beliefs related to childhood injuries. *Canadian Journal of Public Health*, Vol 87(6), 383-388.
- 49 Gielen A.C., DeFrancesco, S., Bishai, D., Mahoney, P., Ho, S., Guyer, B. (2004). Children Pedestrians: The role of parental beliefs and practices in promoting safe walking in urban neighborhoods. *Journal of Urban Health*, Vol 81(4), 545-555.
- 50 Zeedyk, M., Kelly, L. (2003). Behavioural observations of adult-child pairs in pedestrian crossings. *Accident Analysis and Prevention*, Vol 35, 771-776.
- 51 Pfeffer, K., Fagbemi, H.P., Stennet, S., (2010). Adult pedestrian behaviour when accompanying children on the route to school. *Traffic Injury Prevention*, Vol 11(2), 188-93.
- 52 Barton, B.K., Schwebel, D.C., Morrongiello, B.A. (2007). Brief Report: Increasing children's safe pedestrian behaviors through simple skills training. *Journal of Pediatric Psychology*, Vol 32(4), 475-480.
- 53 Roberts, I. (1995). Adult accompaniment and the risk of pedestrian injury on the school-home journey. *Injury Prevention*, Vol 1(4), 242-244.
- 54 Roberts, I., Norton, R., Jackson, R., Dunn, R., Hassall, I. (1995). Effect of environmental factors on risk of injury of child pedestrians by motor vehicles: A case-control study. *BMJ*, Vol 310, 91-94.
- 55 Stevenson, M.R., Jamrozik, K.D., Spittle, J., (1995). A Case-Control Study of Traffic Risk Factors and Child Pedestrian Injury. *International Journal of Epidemiology*, Vol 24(5), 957-964.
- 56 Barton, B.K., Schwebel, D.C. (2007). The influences of demographics and individual differences on children's selection of risky pedestrian routes. *Journal of Pediatric Psychology*, Vol 32(3), 343-353.
- 57 Donohue, M., (2007). Walk a Mile in Their Shoes: results from a focus group research study to determine pedestrian related behaviour and environmental risk factors among high-risk child pedestrians. *Safe Kids Worldwide Report*.
- 58 Christie, N., Ward, H., Kimberlee, R., Towner, E., Sloney, J. (2007). Understanding high traffic injury risk for children in low socioeconomic areas: A qualitative study of parents' views. *Injury Prevention*, Vol 13, 394-397.
- 59 Gielen AC, DeFrancesco, S., Bishai, D., Mahoney, P., Ho, S., Guyer, B. (2004). Children Pedestrians: The role of parental beliefs and practices in promoting safe walking in urban neighborhoods. *Journal of Urban Health*, Vol 81(4), 545-555.
- 60 Bishai, D., Mahoney, P., Defrancesco, S., Guyer, B., Gielen, A.C. (2003). How willing are parents to improve pedestrian safety in their community? *Journal of Epidemiology and Community Health*, Vol 57, 951-955.

- 61 Jacobsen, L. (2003). Safety in numbers: More walkers and bicyclist, safer walking and bicycling. *Injury Prevention*, Vol 9, 205-209.
- 62 Go For Green. (2008). The Business Case for Active Transportation. <http://www.hkpr.on.ca/uploadedFiles/CKL%20Forum%20updated.pdf>
- 63 Duperrex, O.J.M., Roberts, I., Bunn, F., (2009). Safety education of pedestrians for injury prevention (Review). *The Cochrane Library* 2009. Issue 1.
- 64 MacKay, M., Vincenten, M., Brussoni, M., Towner, L., (2006). Child Safety Good Practice Guide: Good investments in unintentional child injury prevention and safety promotion. *European Association for Injury Prevention and Safety Promotion*, Report 296.
- 65 United States Department of Transportation. (2010). Pedestrian and Bicyclist Safety and Mobility in Europe, Page 6 and 31. <http://www.international.fhwa.dot.gov/pubs/pl10010/pl10010.pdf>
- 66 Transport Canada National Collision Database On-line Grouping was for ages 55+. <http://wwwapps2.tc.gc.ca/Saf-Sec-Sur/7/NCDB-BNDC/p.aspx?c=100-0-0&l=en>
- 67 Demetriades, D., Murray, J., Martin, M., Velmahos, G., Salim, A., Alo, K. and Rhee, P. (2004). Pedestrians injured by automobiles: relationship of age to type and severity. *American Journal of the College of Surgeons*. 19, 3, 382-387.
- 68 Davis, G. A. (2001). Relating severity of pedestrian injury to impact speed in vehicle-pedestrian crashes: simple threshold model. *Transportation Research Record* # 1773, 108-113.
- 69 Dewar, R. E. (2007). Age differences – drivers old and young. In Dewar, R. E. and Olson, P. L. *Human Factors in Traffic Safety*. Second edition. Tucson, AZ: Lawyers and Judges Publishing Co., 143-158.
- 70 McKnight, A. J. (1988). Driver and Pedestrian Training, In *Transportation in an Aging Society*, Vol. 2, *Special Report* # 218, Transportation Research Board, Washington, DC: 101-133.
- 71 Anineri, E. and Shinar, D. (2010). Elderly pedestrians' behaviour at crosswalks: A study of risk perceptions. *Proceedings of the International Conference on Pedestrian Safety*, Haifa, Israel.
- 72 Sheppard, D. and Pattinson, M. (1988). *Interviews with elderly pedestrians involved in road accidents*. Transportation and Road Research Laboratory Research Report # 98, TRRL, Crowthorne, U K.
- 73 Oxley, J., Charlton, J. and Fildes, B. (2005). *The effects of cognitive impairment on older pedestrian behaviour and crash risk*. Report No. 244, Accident Research Centre, Monash University.
- 74 Langlois, J. A., Kyle, P. M., Gurainik, J. M., Foley, D. J., Marottoli, R. A. and Wallace, R. B. (1997). Characteristics of older pedestrians who have difficulty crossing the street. *Amer. Jour. of Public Health*. 87, 3, 393-397.
- 75 Hauer, E. (1988). The Safety of Older People at Intersections. In *Special Report* # 281, *Transportation in an Aging Society*, Transportation Research Board, (Washington, DC,), 194-252.
- 76 Dahlstedt, S. (undated). *Walking Speeds and Walking Habits of Elderly People*, National Swedish Road and Traffic Research Institute, Stockholm, Sweden, undated.
- 77 Knoblauch, R. L., Pietruch, M. T. and Nitzburg, M. (1996). Field studies of pedestrian walking speed and start-up time. *Transportation Research Record*, # 1538, 27-38.
- 78 Oxley, J., Fildes, B. Ihsen, E, Charlton, J. and Day, R. (1997). Differences in traffic judgments between young and old adult pedestrians. *Accident Analysis and Prevention*, 28, 6, 839-847.
- 79 Montufar, J., Araango, J., Porter, M. and Nakagawa, S. (2007). Pedestrians' normal walking speed and speed when crossing a street, *Transportation Research Record*, #2002, 90-97.
- 80 Coffin, A. and Morrall, J. (1995). Walking speeds of elderly pedestrians at crosswalks. *Transportation Research Record*, # 1487, 63-67.

- 81 Bowman, B. L. and Vecellio, R. L. (1994). Pedestrian walking speeds and conflicts at urban median locations. *Transportation Research Record*, # 1438, 67-73.
- 82 Perry, J. (1992) *Gait Analysis*. New York: McGraw Hill.
- 83 Harkey, D.L., Carter, D., Bentzen, B. L. and Barlow, J. M. (2010). *Accessible pedestrian signals: A guide to best practices*. National Cooperative Highway Research Program. Washington, DC.
- 84 Ashmead, D. H., Guth, D., Wall, R. S., Long, R. G. and Ponchilla, P. E. (2005). Street crossing by sighted and blind pedestrian at modern roundabouts. *Journal of Transportation Engineering*, 131, 11, 812-821.
- 85 Jenness, J. and Singer, J. (2006). *Visual detection of detectable warning materials by pedestrians with visual impairments*. Final report. Federal Highway Administration, Washington, DC.
- 86 Roberts, I. and Norton, R. (1995). Sensory deficit and the risk of pedestrian injury. *Injury Prevention*, 1, 1, p 12-14.
- 87 Hodgson, B. (2009). Signal crossings: designing for learning disabled pedestrians. Transport for London QA document SQA-0064
- 88 Graham, T., MacMillan, K., Murray, A. and Reid, S. (2005). Improving road safety education for children with additional support needs. Transportation Research Laboratory, UK.
- 89 Canadian Council of Motor transport Administrators (2010). CCMTA Discussion Paper and Recommendations Regarding Issues of Managing Motorized Personal Mobility Devices (MPMDs). October 25, 2010. [http://www.ccmta.ca/english/pdf/personal\\_mobility\\_devices\\_oct\\_2010.pdf](http://www.ccmta.ca/english/pdf/personal_mobility_devices_oct_2010.pdf)
- 90 Rutenberg, U., Suen, L., Little, A., and Mitchell, K. (2011). Analysis and Assessment of the Environment for Three- and Four-Wheel Mobility Scooters and Identification of Future Needs. Prepared for Transportation Development Centre of Transport Canada. TP 15168E
- 91 Eubanks, J. J. and Hill, P. L. (1998). *Pedestrian Accident Reconstruction and Litigation* (2nd edition), Tucson, AZ: Lawyers & Judges Publishing Co.
- 92 Boniface, K., McKay, M. P., Lucas, R., Shaffer, A. and Sikka, N. (2010). Serious injuries related to the Segway personal transporter: a case series. *Annals of Emergence Medicine* ePub. (accessed January 13, 2011).
- 93 Allingham, D. I. and MacKay, D. (1997). In line Skating Review Phase 2. Technical Report, Transportation Association of Canada, Ottawa, ON: December.
- 94 King, M. J.1, Soole D.1, Ghafourian. (November 2008) *Relative risk of illegal pedestrian behaviours*. Centre for Accident Research and Road Safety - Queensland. Australasian Road Safety Research, Policing and Education Conference. Adelaide: South Australia.
- 95 Zaal, D. (1994). *Traffic Law Enforcement: A review of the Literature*. Report No 53. Melbourne, Australia: Monash University Accident Research Centre. 25.
- 96 King, M. J.1, Soole D.1, Ghafourian. (November 2008) *Relative risk of illegal pedestrian behaviours*. Centre for Accident Research and Road Safety - Queensland. Australasian Road Safety Research, Policing and Education Conference. Adelaide: South Australia. 776-777.
- 97 Zaal, D. (1994). *Traffic Law Enforcement: A review of the Literature*. Report No 53. Melbourne, Australia: Monash University Accident Research Centre. 2.
- 98 National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). (2009) *Countermeasures That Work: A Highway Safety Countermeasures Guide for State Highway Safety Offices 2010*. 5th Edition (NHTSA: Washington, DC).
- 99 Florida Bicycle Association. (2007) *Florida Pedestrian Law Enforcement Guide: A review of Florida's pedestrian traffic laws to help with warnings, citations, and crash reports*, 2nd ed. Waldo, Florida : Florida Department of Transportation;

- 100 North Carolina Department of Transportation Division of Bicycle & Pedestrian Transportation. (September 2004). *A Guide to North Carolina Bicycle and Pedestrian Laws: Part 2*. (Institute for Transportation Research and Education at North Carolina State University: Raleigh, NC).
- 101 Zaal, D. (1994). *Traffic Law Enforcement: A review of the Literature*. Report No 53. Melbourne, Australia: Monash University Accident Research Centre. 29.
- 102 Zaal, D. (1994). *Traffic Law Enforcement: A review of the Literature*. Report No 53. Melbourne, Australia: Monash University Accident Research Centre. 16-17.
- 103 Heinonen J. A. and Eck, J. E. (October 2007) *Problem-Oriented Guides for Police Problem-Specific Guides Series: Pedestrian Injuries and Fatalities*. Guide No. 51. Pg 32.
- 104 Heinonen J. A. and Eck, J. E. (October 2007) *Problem-Oriented Guides for Police Problem-Specific Guides Series: Pedestrian Injuries and Fatalities*. Guide No. 51. Pg. 5, 11, & 32.
- 105 National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). (2009) *Countermeasures That Work: A Highway Safety Countermeasures Guide for State Highway Safety Offices 2010*. 5th Edition (NHTSA : Washington, DC).
- 106 National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). (2009) *Countermeasures That Work: A Highway Safety Countermeasures Guide for State Highway Safety Offices 2010*. 5th Edition (NHTSA : Washington, DC); Florida. Florida Bicycle Association. (2007) *Florida Pedestrian Law Enforcement Guide: A review of Florida's pedestrian traffic laws to help with warnings, citations, and crash reports*, 2nd ed. Waldo, Florida: Florida Department of Transportation; North Carolina Department of Transportation Division of Bicycle & Pedestrian Transportation. (September 2004). *A Guide to North Carolina Bicycle and Pedestrian Laws: Part 2*. (Institute for Transportation Research and Education at North Carolina State University: Raleigh, NC).
- 107 Zaal, D. (1994). *Traffic Law Enforcement: A review of the Literature*. Report No 53. Melbourne, Australia: Monash University Accident Research Centre. 7.
- 108 King, M. J.1, Soole D.1, Ghafourian. (November 2008) *Relative risk of illegal pedestrian behaviours*. Centre for Accident Research and Road Safety - Queensland. (Australasian Road Safety Research, Policing and Education Conference. Adelaide: South Australia). 776
- 109 North Carolina. Division of Bicycle and Pedestrian Transportation. (n.d.) *Training for Law Enforcement Officers on Bicycle and Pedestrian Laws and Local Law Enforcement Strategies to Improve Safety*. North Carolina, Department of Transportation.: 1; George Branyan. (8 September 2004) *Pedestrian Safety Enforcement: The Maryland Experience*, Presentation available [www.bikewalk.net/sessions/24\\_Ped\\_Safety\\_Enforcement/Branyan\\_MD\\_Ped\\_Enf\\_9\\_04.ppt](http://www.bikewalk.net/sessions/24_Ped_Safety_Enforcement/Branyan_MD_Ped_Enf_9_04.ppt) (Maryland : Maryland Highway Safety Office & State Highway Administration,) Accessed: August 2007; Florida. Florida Bicycle Association. (2007) *Florida Pedestrian Law Enforcement Guide: A review of Florida's pedestrian traffic laws to help with warnings, citations, and crash reports*, 2nd ed. (Waldo, Florida : Florida Department of Transportation).
- 110 OECD (1998). Safety of Vulnerable Road Users. Scientific Expert Group on the Safety of Vulnerable Road Users (RS7)
- 111 Hydén, C., Nilsson, A., & Risser, R. (1999). WALCYNG – How to enhance WALKing and CycliNG instead of shorter car trips and to make these modes safer. Deliverable D6. Public. Department of Traffic Planning and Engineering, University of Lund, Sweden. Available at [http://safety.fhwa.dot.gov/ped\\_bike/docs/walcyng.pdf](http://safety.fhwa.dot.gov/ped_bike/docs/walcyng.pdf)
- 112 OECD (1998). Safety of Vulnerable Road Users. Scientific Expert Group on the Safety of Vulnerable Road Users (RS7).
- 113 Transport Canada (2009). A Quick Look at Fatally Injured Vulnerable Road Users. Fact Sheet TP 2436E. Available at <http://www.tc.gc.ca/eng/roadsafety/tp-tp2436-rs201002-1067.htm>

- 114 Pasanen, E., Salminvaara, H. (1993). Driving Speeds and Pedestrian Safety in the City of Helsinki. *Traffic Injury and Control*, Vol 34(6), 308-310.
- 115 UK Department of Road Safety. [www.thinkroadsafety.gov.uk](http://www.thinkroadsafety.gov.uk)
- 116 Traffic Injury Research Foundation. (2006). Aggressive Driving. *The Road Safety Monitor*, [www.trafficinjuryresearch.com](http://www.trafficinjuryresearch.com) (accessed February 2008).
- 117 Transport Canada. (2007). Driver Attitude to Speeding Management: A Quantitative and Qualitative Study – Final Report.
- 118 Aarts, L and Schagen, I. Van (2006). Driving speed the risk of road accidents: a review of recent studies. *Accident Analysis and Prevention*; 38: 215-224.
- 119 Transport Research Centre. (2006). Speed Management. OECD: Paris.
- 120 INRETS. (2005). Effet de la vitesse de circulation sur la gravite des blessures des pietons. Rapport No. 256: Arcueil.
- 121 Pilkington, P., & Kinra, S. 2005. Effectiveness of Speed Cameras in Preventing Road Traffic Collisions and Related Casualties: Systematic Review. *BMJ*, 330: PP. 331 – 334. <http://www.bmj.com/cgi/content/full/330/7487/331?linkType=FULL&journalCode=bmj&resid=330/7487/331>
- 122 Elvik, R. 2004. Speed, Speed Cameras and Road Safety Evaluation Research. Institute of Transport Economics, Norway. [http://www.rss.org.uk/rssadmin/uploads/3952\\_Rune%20Elvik%20paper.pdf](http://www.rss.org.uk/rssadmin/uploads/3952_Rune%20Elvik%20paper.pdf)
- 123 Wilson, C., Willis, C., Hendrikz, J.K., Bellamy, N. 2006. Speed Enforcement Detection Devices for Preventing Road Traffic Injuries. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, Issue 2. Art. No.: CD004607. DOI: 10.1002/14651858.CD004607.pub2.
- 124 Distraction.gov. Official US Government Website for Distracted Driving. Statistics and Facts about Distracted Driving. Available at <http://www.distraction.gov/stats-and-facts/index.html>
- 125 Ranney, T.A., Mazzae, E., Garrott, R., and Goodman, M.J., (2000). *NHTSA driver distraction research: Past, present and future*, Internet Forum on Driver Distraction. <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/departments/Human%20Factors/driver-distraction/PDF/233.PDF>
- 126 Viola R, Roe M, Shin H. The New York City Pedestrian Safety Study and Action Plan. New York City Department of Transportation: August 2010.
- 127 Thornley Fallis, Distracted Driving Campaign Research, July 2010, Leger Marketing
- 128 The Traffic Injury Research Foundation (2006). *The Road Safety Monitor: Distracted Driving*.
- 129 Oxley, J., Corben, B., Fildes, B., O'Hare, M., & Rothengatter, T. (2004). Older Vulnerable Road Users – measures to reduce crash and injury risk. Monash University Accident Research Centre. Available at <http://www.monash.edu.au/muarc/reports/muarc218.pdf>
- 130 OECD (1998). Safety of Vulnerable Road Users. Scientific Expert Group on the Safety of Vulnerable Road Users (RS7).
- 131 OECD (1998). Safety of Vulnerable Road Users. Scientific Expert Group on the Safety of Vulnerable Road Users (RS7).
- 132 Viola R, Roe M, Shin H. The New York City Pedestrian Safety Study and Action Plan. New York City Department of Transportation: August 2010.
- 133 Koenig, D. J., Wu, Z. (1994) The impact of a media campaign on the reduction of risk-taking behavior on the part of drivers. *Accident Analysis and Prevention*, Volume 26, Issue 5, 625-633. Available at <http://www.tirf.ca/main.php>
- 134 Retting, R.A., Ferguson, S.A., & McCartt, Anne T. 2003. A review of evidence-based traffic engineering measures designed to reduce pedestrian-motor vehicle crashes. *American Journal of Public Health*, Vol. 93, No. 9. PP. 1456-1463.

- 135 Highway Safety Code. No. R.S.Q. c. C-24.2. Quebec Government. Updated 15 April 2007.
- Highway Traffic Act. No. C.C.S.M. c. H60. Manitoba Government. updated 2007.
- Highway Traffic Act. No. R.S.O. CHAPTER H.8. Ontario. 1990.
- Highway Traffic Act. No. RSNL CHAPTER H-3. Newfoundland and Labrador. 1990.
- Highway Traffic Act. No. Chapter H-5. Prince Edward Island Government.
- Highway Traffic Act. No. R.S.A. 2000, c. H-8. Alberta Government.
- Motor Vehicle Act. No. CHAPTER M-17. New Brunswick Government.
- Motor Vehicle Act. No. [RSBC 1996] CHAPTER 318. British Columbia Government.
- Motor Vehicle Act . No. CHAPTER 153. Yukon Government. Revised Statutes of the Yukon 2002.
- Motor Vehicle Act. . No. R.S., c. 293, s. 1. Nova Scotia Government. 1989.
- 136 Siddiqui, N. A., Chu, X and Guttenplan, M. (2006), Crossing locations, light conditions, and pedestrian injury severity. *Transportation Research Record* # 1982, 141-149.
- 137 Crosswalk Safety Task Force. (2007). Crosswalk Safety in Nova Scotia: The Final Report of the Crosswalk Safety Task Force. <http://www.halifax.ca/traffic/documents/CrosswalkSafetyTaskForceFinalReport.pdf>.
- 138 DKS Associates, Overhead Flashing Beacons-Springfield Pedestrian Safety Study
- 139 Transport Canada. (2009). International road engineering safety countermeasures and their applications in the Canadian context. Synectics Transportation Consultants Inc., CIMA+, Lund University; U.K. Department for Transport. (2001). Traffic Advisory Leaflet 1/01. Puffin Pedestrian Crossing. <http://www.dft.gov.uk/adobepdf/165240/244921/244924/TAL1-01.pdf>
- 140 U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration. (2008). Toolbox of countermeasures and their potential effectiveness for pedestrian crashes, FHWA-SA-014; Zegeer, C.V., Opiela, K.S., Cynecki, M.J. (1982). Effect of pedestrian signals and signal timing on pedestrian accidents. *Transportation Res Rec.*, 847:62-72.
- 141 Kattan, L., Shah, M., Acharjee, S. and Tay, R. (2010). A follow-up study on pedestrian scramble operations in Calgary. *Proceedings of the Transportation Research Board 89th Annual Meeting*, Washington, DC.
- 142 U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration. (2008). Toolbox of countermeasures and their potential effectiveness for pedestrian crashes, FHWA-SA-014.
- 143 Zegeer, C.V., Opiela, K.S., Cynecki, M.J. (1982). Effect of pedestrian signals and signal timing on pedestrian accidents. *Transportation Res Rec.*, 847:62-72.
- 144 Van Houten, R., Retting, R.A., Farmer, C., Van Houten, J. (2000). *Field evaluation of a leading pedestrian interval signal phase at three urban intersections*. *Transportation Res Rec.*, 1734: 86-92.
- 145 Van Houton, R., Retting, R. A., Farmer, C. M. and Van Houton, J. (1997). Field evaluation of a leading pedestrian interval signal phase at three urban intersections. Insurance Institute for Highway Safety, Arlington, VA.
- 146 Knoblauch, R. L., Pietruch, M. T. and Nitzburg, M. (1996). Field studies of pedestrian walking speed and start-up time. *Transportation Research Record*, # 1538, 27-38.
- 147 Preusser, W., Leaf, K., DeBartolo, R., Blomberg, R. D. and Levy, M. (1984). The Effect of Right-Turn-On-Red on Pedestrian and Bicyclist Accidents, *Journal of Safety Research*, 13, 45-55.
- 148 Elvik, R., Vaa, T (eds.). (2004). *The Handbook of Road Safety Measures*. (pp. 547). Oxford, U.K.: Elsevier.

- 149 Fitzpatrick, Kay et al. (2006). *Improving Pedestrian Safety at Unsignalized Crossings*. Report No. 112. Washington, D.C.: Transportation Research Board; Chisholm, Sarah and Catherine Kennedy. (2007) "Crosswalk Safety: Current Themes in Literature." Literature Review for Nova Scotia Health Promotion and Protection and Department of Transportation and Public Works.
- 150 C. V. Zegeer, et al. (2004). Safety Analysis of Marked Versus Unmarked Crosswalks in 30 Cities *Institute of Transportation Engineers. ITE Journal*. (74.1), 34.
- 151 Department of Transportation Federal Highway Administration. (2008). *Toolbox of countermeasures and their potential effectiveness for pedestrian crashes*. FHWA-SA-014.
- 152 Kay Fitzpatrick, et al. (2006). *Improving Pedestrian Safety at Unsignalized Crossings*, Report No. 112. Washington, D.C.: Transportation Research Board, 76.
- 153 U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration. (2008). *Toolbox of countermeasures and their potential effectiveness for pedestrian crashes*. FHWA-SA-014.
- 154 Retting, R.A., Ferguson, S.A., & McCartt, Anne T. (2003). A review of evidence-based traffic engineering measures designed to reduce pedestrian-motor vehicle crashes. *American Journal of Public Health*. (Vol. 93, No. 9). PP. 1456-1463; U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration. (2008). *Toolbox of countermeasures and their potential effectiveness for pedestrian crashes*, FHWA-SA-014; Roberts, I., Norton, R., Jackson, R., Dunn, R., Hassall, I. (1995). Effect of environmental factors on risk of injury of child pedestrians by motor vehicles: a case-control study. *British Medical Journal*. (310): 91-94. <http://www.bmj.com/content/310/6972/91.full>
- 155 Organization for Economic Co-operation and Development. (2009). Road Safety; Recommendations from Ministers. International Transport Forum. <http://www.internationaltransportforum.org/Pub/pdf/09CDsr/index.pdf>
- 156 Retting, R., Ferguson, S., McCartt, A. 2003. A review of evidence-based traffic engineering measures designed to reduce pedestrian-motor vehicle crashes. *American Journal of Public Health*; Vol. 93, No. 9: 1456-1463.
- 157 U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration. (2008). *Toolbox of countermeasures and their potential effectiveness for pedestrian crashes*, FHWA-SA-014.
- 158 Accident Prevention Effects of Road Safety Devices. (1969). Tokyo, Japan: Japan Road Association.
- 159 Khasnabis, S., Zegeer, C. V. and. Cynecki, M. J. (1982). Effects of pedestrian signals on safety, operations, and behavior - literature review. *Transportation Research Record* # 847, 78 - 86.
- 160 Crosswalk Safety Task Force. (2007). *Crosswalk Safety in Nova Scotia: The Final Report of the Crosswalk Safety Task Force*. <http://www.halifax.ca/traffic/documents/CrosswalkSafetyTaskForceFinalReport.pdf>.
- 161 Abdulsattar, H. M. and McCoy, P. T. (1999). Effects of drivers' age on the comprehension of a pedestrian right-of-way sign. *Transportation Research Record*. 1674, 27 -31.
- 162 Retting, R. A., Van Houton, R., Malenfant, L., Van Houton, J. and Farmer, C. M. (1996). Special Signs and Pavement Markings Improve Pedestrian Safety, *ITE Journal* 66, 12, 28-35.
- 163 Abdulsattar, H. N., Tarawneh, M. S., McCoy, P. T. and Kachman, S. D. (1996). Effect on vehicle-pedestrian conflicts of "Turning Traffic Must Yield to Pedestrians" sign. *Transportation Research Record* # 1553, 38-45.
- 164 Van Houten, Ron, Sherry Huybers, & J. E. Louis Malenfant. (2004). "Reducing Conflicts Between Motor Vehicles and Pedestrians: The Separate and Combined Effects of Pavement Markings and A Sign Prompt." *Journal of Applied Behavioural Analysis* (37), 445-456.

- 165 Huybers, S., Van Houton, R. and Malenfant, J. E. (2004). Reducing conflicts between motor vehicles and pedestrians: the separate and combined effect of pavement markings and sign prompt. *Journal of Applied Behavioral Analysis*, 37, 4, 445-456.
- 166 Fisher, D. L. and Garay-Vega, L. (2010). Advanced yield markings and drivers' performance in response to multiple-threat scenarios at mid-block crosswalks. Paper presented at the *International Conference on Safety and Mobility of Vulnerable Road Users: Pedestrians, Motorcyclists, and Bicyclists*. Jerusalem, Israel, June 2010.
- 167 Van Houton, R. (1988). The effectiveness of advance stop lines and sign prompts on pedestrian safety in a crosswalk on a multilane highway. *Journal of Applied Behavior Analysis*. 21, 245-251.
- 168 Zegeer, Charles V. et al. (2005). *Safety Effects of Marked Vs. Unmarked Crosswalks at Uncontrolled Locations*. FHWA-RD-04-100. McLean, VA: Department of Transportation & Federal Highway Administration. pg 51.
- 169 Zegeer, C. V., Stewart, J. R. and Huang, H. and Langerwey, P. (2001). Safety effects of marked vs. unmarked crosswalks at uncontrolled locations. *Transportation Research Record # 1773*, 56-68.
- 170 Zegeer, C.V. and Bushell, M. (2011). Pedestrian crash trends and potential countermeasures from around the world. *Accident Analysis & Prevention*, 43 (2).
- 171 Fitzpatrick, K., Chrysler, S. T., Iragavarapu, V. and Park, E. S. (2010). *Crosswalk marking field visibility study*. Report No. FHWA-HRT-10-062. Federal Highway Administration, Washington, DC.
- 172 Carson, Jodi L. et al. (2008). *Applications of Illuminated, Active, In-Pavement Marker Systems*. Washington, D.C.: Transportation Research Board.
- 173 Carson, J. L., Tydlacka, J., Gray, L. S. and Voigt, A. P. (2008). *Applications of illuminated, active, in-pavement marker systems*. NCHRP Synthesis 380. Transportation Research Board, Washington, DC.
- 174 Karkee, G. J., Manbisan, S. S. and Pulugurtha, S. S. (2010). Motorist actions at a crosswalk with an in-pavement flashing light system. *Traffic Injury Prevention*, 11, 6, 642-649.
- 175 Van Derlofske, J. F., Boyce, P. R. and Gilson, C. H. (2003). Evaluation of in-pavement flashing warning lights on pedestrian crosswalk safety. *International Municipal Signal Association Journal*. May/June.
- 176 Kannel, E. J. and Jansen, W. (2004). *In-pavement pedestrian flasher evaluation: Cedar Rapids, Iowa. Final Report*, Center for Transportation Research and Education, Ames. Iowa.
- 177 Miller, R. (2003). In-pavement flashing crosswalks – State of the art. *Paper presented at the 2nd Urban Street Symposium*, Anaheim CA.
- 178 Carson, Jodi L. et al. (2008). *Applications of Illuminated, Active, In-Pavement Marker Systems*. Washington, D.C.: Transportation Research Board.
- 179 DKS Associates, Overhead Flashing Beacons-Springfield Pedestrian Safety Study
- 180 Fitzpatrick, Kay & Eun Sug Park. (2010). *Safety Effectiveness of the HAWK Pedestrian Crossing Treatment*. Alexandria, Virginia: U.S. Federal Highway Administration.
- 181 Fitzpatrick, Kay et al. (2006). *Improving Pedestrian Safety at Unsignalized Crossings*. Report No. 112. Washington, D.C.: Transportation Research Board.
- 182 Tucson, Arizona, HAWK Operation Video. Available on the World Wide Web: <http://www.dot.ci.tucson.az.us/traffic/HAWK.wmv>; Richard B. Nassi, P.E., Ph.D. & Michael J. Barton. (2006). *HAWK Beacon Signals to Facilitate Pedestrian Crossings - Operational Report*, Paper. Presented Pittsburgh, Pennsylvania; Fitzpatrick, Kay & Eun Sug Park. (2010). *Safety Effectiveness of the HAWK Pedestrian Crossing Treatment*. Alexandria, Virginia: U.S. Federal Highway Administration.
- 183 Fitzpatrick, K. and Park, E. S. (2009). Safety effectiveness of HAWK pedestrian treatment (with discussion and closure). *Transportation Research Record*, # 2140, 214-223.

- 184 Tucson, Arizona, HAWK Operation Video. Available on the World Wide Web: <http://www.dot.ci.tucson.az.us/traffic/HAWK.wmv>; Richard B. Nassi, P.E., Ph.D. & Michael J. Barton. (2006). *HAWK Beacon Signals to Facilitate Pedestrian Crossings - Operational Report*, Paper. Presented Pittsburgh, Pennsylvania.
- 185 Manual on Uniform Traffic Control Devices. Federal Highway Administration, Washington, D.C., (2009). FHA Website: [http://mutcd.fhwa.dot.gov/kno\\_2009.htm](http://mutcd.fhwa.dot.gov/kno_2009.htm)
- 186 Schlabach, K. (2010). Countdown signals for pedestrians in Germany. *Paper presented at the International Conference on Safety and Mobility of Vulnerable Road Users: Pedestrians, Motorcyclists, and Bicyclists*. Jerusalem, Israel, June 2010.
- 187 Nambisan, S. S. and Karkee, G. J. (2010). Do countdown signals influence vehicle speeds? *Transportation Research Record*, #2149, 70-76.
- 188 Dinitz, A. (2010). Emerging technology for roads, crosswalks and pedestrian safety zones. *Paper presented at the International Conference on Safety and Mobility of Vulnerable Road Users: Pedestrians, Motorcyclists, and Bicyclists*. Jerusalem, Israel, June 2010.
- 189 Fitzpatrick, K., Turner, S., Brewer, M, Carlson, P., Ullman, B., Trout, N. Park, Whitacre, J., Lalani, N. and Lord, D. (2006). *Improving pedestrian safety at unsignalized intersections. TCRP Report 112/ NCHRP Report 562* Transportation Research Board, Washington, DC.
- 190 Shurbutt, J., Van Houten, R., Turner, S. and Huitema, B. (2009). Analysis of effects of LED rectangular rapid-flash beacons on yielding to pedestrians in multi-lane crosswalks. *Transportation Research Record*, # 2140, 85-95.
- 191 Van Houton, R., Retting, R. A., Van Houton, J., Farmer, C. M. and Malenfant, J. E. L. (1999). Use of animation in LED pedestrian signals to improve pedestrian safety. *ITE Journal*, 69, 30-38.
- 192 Van Houton, R., Malenfant, J. E. L., Van Houton, J. and Retting, R. A. (1997). Using Auditory Pedestrian Signals to Reduce Pedestrian and Vehicle Conflicts. *Transportation Research Record* # 1578, 20-22.
- 193 Transportation Association of Canada. (1998). *Canadian Guide to Neighbourhood Traffic Calming*. Ottawa, Ontario, Canada.
- 194 Transportation Association of Canada. (1998). *Canadian Guide to Neighbourhood Traffic Calming*. Ottawa, Ontario, Canada.
- 195 Transportation Association of Canada. (1998). *Canadian Guide to Neighbourhood Traffic Calming*. Ottawa, Ontario, Canada.
- 196 LRRB Local Road Research Board. [http://mn-traffic-calming.org/cgi-bin/search.cgi?by\\_class=1;classification=1](http://mn-traffic-calming.org/cgi-bin/search.cgi?by_class=1;classification=1)
- 197 Transportation Association of Canada. (1998). *Canadian Guide to Neighbourhood Traffic Calming*. Ottawa, Ontario, Canada.
- 198 U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration. 2008. *Toolbox of countermeasures and their potential effectiveness for pedestrian crashes*, FHWA-SA-014.
- 199 Knoblauch, R.L., Tustin, B.H., Smith, S.A., Pietrucha, M.T. 1987. *Investigation of Exposure-Based Pedestrian Accident Areas: Crosswalks, Sidewalks, Local Streets, and Major Arterials*. Washington, DC: U.S. Dept of Transportation; DOT publication FHWA-RD-87-038.
- 200 Transportation Association of Canada (1999). *Geometric Design Guide for Canadian Roads: 1999 Edition*. Ottawa
- 201 Transportation Association of Canada (1999). *Geometric Design Guide for Canadian Roads: 1999 Edition*. Ottawa
- 202 Transportation Association of Canada (1999). *Geometric Design Guide for Canadian Roads: 1999 Edition*. Ottawa

- 203 Transportation Association of Canada (1999). Geometric Design Guide for Canadian Roads: 1999 Edition. Ottawa
- 204 Transportation Association of Canada (1999). Geometric Design Guide for Canadian Roads: 1999 Edition. Ottawa
- 205 Transportation Association of Canada (1999). Geometric Design Guide for Canadian Roads: 1999 Edition. Ottawa
- 206 Transportation Association of Canada (1999). Geometric Design Guide for Canadian Roads: 1999 Edition. Ottawa
- 207 Transportation Association of Canada (1999). Geometric Design Guide for Canadian Roads: 1999 Edition. Ottawa
- 208 Transportation Association of Canada (1999). Geometric Design Guide for Canadian Roads: 1999 Edition. Ottawa
- 209 Transportation Association of Canada (1999). Geometric Design Guide for Canadian Roads: 1999 Edition. Ottawa
- 210 Transport Research Centre. (2006). Speed Management. OECD: Paris.
- 211 SWOV Institute for Road Safety Research. January 2009. SWOV Fact Sheet: Zones 30: Urban Residential Streets. /www.swov.nl/rapport/Factsheets/UK/FS\_Residential\_areas.pdf
- 212 Transportation Association of Canada. (1998). Canadian Guide to Neighbourhood Traffic Calming. Ottawa, Ontario, Canada.
- 213 Fitzpatrick, Kay et al. (2006). *Improving Pedestrian Safety at Unsignalized Crossings*. Report No. 112. Washington, D.C.: Transportation Research Board
- 214 Transportation Association of Canada. (1998). Canadian Guide to Neighbourhood Traffic Calming. Ottawa, Ontario, Canada.
- 215 Transportation Association of Canada. (1998). Canadian Guide to Neighbourhood Traffic Calming. Ottawa, Ontario, Canada.
- 216 Transportation Association of Canada. (1998). Canadian Guide to Neighbourhood Traffic Calming. Ottawa, Ontario, Canada.
- 217 Transportation Association of Canada. (1998). Canadian Guide to Neighbourhood Traffic Calming. Ottawa, Ontario, Canada.
- 218 PEDSAFE. Pedestrian Safety Guide and Countermeasure Selection System. [http://www.walkinginfo.org/pedsafe/pedsafe\\_curb1.cfm?CM\\_NUM=-4](http://www.walkinginfo.org/pedsafe/pedsafe_curb1.cfm?CM_NUM=-4)
- 219 PEDSAFE. Pedestrian Safety Guide and Countermeasure Selection System. Available from the World Wide Web (2011) at: [http://www.walkinginfo.org/pedsafe/pedsafe\\_curb1.cfm?CM\\_NUM=-4](http://www.walkinginfo.org/pedsafe/pedsafe_curb1.cfm?CM_NUM=-4)
- 220 World Health Organization. (2008). Speed Management: A road safety manual for decision-makers and practitioners. Geneva Global Road Safety Partnership. [http://www.who.int/roadsafety/projects/manuals/speed\\_manual/speedmanual.pdf](http://www.who.int/roadsafety/projects/manuals/speed_manual/speedmanual.pdf)
- 221 Grundy, C., Steinbach, R., Edwards, P., Green, J., Armstrong, B., Wilkinson, P. 2009. Effect of 20 mph traffic speed zones on road injuries in London, 1986 – 2006: controlled interrupted time series analysis. *BMJ*; 339:b4469. Available from the World Wide Web at: [http://www.bmj.com/cgi/content/full/339/dec10\\_3/b4469](http://www.bmj.com/cgi/content/full/339/dec10_3/b4469).
- 22 Leibowitz, H. W. (1985). Grade Crossing Accidents and Human Factors Engineering. *American Scientist*, 73, 558-562.
- 223 Mortimer, R. (1988). Human Factors in Highway-railroad Grade Crossing Accidents. In G. A. Peters and B. J. Peters (eds.) *Automotive Engineering and Litigation*, Vol. 2, New York: Garland Law Publishing, 35-69.

- 224 Richards, S. H. and Heatherington, K. W. (1988). Motorist Understanding of Railroad-highway Grade Crossing Traffic Control Devices and Associated Traffic Laws. *Transportation Research Record* # 1160, 52-59.
- 225 Lerner, N., Ratte, D. and Walker, J. (1990). *Driver Behavior at Rail-highway Crossings*. Final Report # FHWA-SA-90-008, Federal Highway Administration, Washington, DC.
- 226 Olson, P.L., Dewar, R. E. and Farber, E. (2010). *Forensic Aspects of Driver Perception and Response*, Third Edition, Tucson, AZ, Lawyers & Judges Publishing Company, Inc.
- 227 Dewar, R. E. (2007). Pedestrians and Bicyclists. In Dewar, R. E. and Olson, P. L. (2007). *Human Factors in Traffic Safety. Second edition*. Tucson, AZ: Lawyers and Judges Publishing Co., 427-461.
- 228 Ullman, B. R. and Ullman, G. L. (2010). Evaluating innovative ideas in pedestrian signing for temporary traffic control. *Transportation Research Record* # 2149, 21-29.
- 229 Ullman, B. R. and Trout, N. D. (2009). Accommodating pedestrians with visual impairments in and around work zones. *Transportation Research Record*, #2140, 96-102.
- 230 Chadda, H. S. and McGee, H. W. (1984) Pedestrian Safety Through Work Zones: Guidelines. *ASCE Journal of Transportation Engineering*, 109, 6, American Society of Civil Engineers, New York.
- 231 World Health Organization. 2009. Global status report on road safety: time for action. [http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241563840\\_eng.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241563840_eng.pdf)
- 232 Farmer, C., & Lund, A. 2006. Trends over time in the risk of driver death: what if vehicle designs had not improved? *Traffic Injury Prevention*, 7(4), 335-342.
- 233 Richter, M., Pape, H., Otte, D., & Krettek, C. 2005. Improvements in passive car safety led to decreased injury severity – a comparison between the 1970s and 1990s. *International Journal of the Care of the Injured*, 36, 484-488.
- 234 National Highway Traffic Safety Administration. 2004. Lives saved by the Federal motor vehicle safety standards and other vehicle safety technologies. 1960-2002. <http://www.nhtsa.gov/cars/rules/regrev/evaluate/pdf/809833Part1.pdf>
- 235 Anderson, RWG. Ponte, G., & Searson, D. 2008. Benefits for Australia of the introduction of an ADR on pedestrian protection. Centre for Automotive Research, CASR Report Series, CASR048. <http://digital.library.adelaide.edu.au/dspace/bitstream/2440/48074/1/CASR048.pdf>
- 236 Ballesteros, M.F., Dischinger, P., Langenberg, P. 2004. Pedestrian injuries and vehicle type in Maryland 1995-1999. *Accident Analysis and Prevention*, 36, 73-81.
- 237 Matsui, Y. 2005. Effects of vehicle bumper height and impact velocity on type of lower extremity injury in vehicle-pedestrian accidents. *Japan Automobile Research Institute*, 37, 633-640.
- 238 Ballesteros, M.F., Dischinger, P., Langenberg, P. 2004. op cite.
- 239 European New Car Assessment Programme. Date unknown. Pedestrian protection. <http://www.euroncap.com/Content-Web-Page/ed4ad09d-1d63-4b20-a2e3-39192518cf50/pedestrian-protection.aspx>
- 240 Nhan, C., Rothman, L., Slater, M., Howard, A.. 2009. Back-over collisions in child pedestrians from the Canadian Hospitals Injury Reporting and Prevention Program. *Traffic Injury Prevention*, 10:4, 350-353.
- 241 National Highway Traffic Safety Administration. 2010. U.S. DOT. 49 CFR Parts 571 and 585. Available from the World Wide Web at: <http://edocket.access.gpo.gov/2010/2010-30353.htm>
- 242 Breuer, J., Faulhaber, A., Frank, P., & Gleissner, S. 2007. Real world safety benefits of brake assist systems. DaimlerChrysler, Mercedes Car Group, Germany. <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/pdf/esv/esv20/07-0103-O.pdf>

- 243 Official Journal of the European Union. January 14, 2009. Regulation (EC) No 78/2009 of the European Parliament and the Council. Available from the World Wide Web at: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:035:0001:0031:EN:PDF>
- 244 SWOV Fact Sheet. 2007. Intelligent Speed Assistance Fact Sheet. The Netherlands. Available from the World Wide Web at: [http://www.swov.nl/rapport/Factsheets/UK/FS\\_ISA\\_UK.pdf](http://www.swov.nl/rapport/Factsheets/UK/FS_ISA_UK.pdf)
- 245 Shuldiner, H. December 2009. Volvo demos pedestrian safety system. *Ward's Auto World*, Vol. 45, Issue 12, P.13.
- 246 Garay-Vega, L., Hastings, A., Pollard, J. K., Zuschlag, M. and Stearns, M. D. (2010). *Quieter cars and the safety of blind pedestrians: phase I* Report No. DOT HS811 304. National Highway Traffic Safety Administration. Washington, DC.
- 247 Mackay M. 1994. Engineering in accidents: vehicle design and injuries. *Injury*, 25:615–621
- 248 Improved test methods to evaluate pedestrian protection afforded by passenger cars. European Enhanced Vehicle-safety Committee, EVEC Working Group 17, 1998. Available from the World Wide Web at: [http://www.evec.org/publicdocs/WG17\\_Improved\\_test\\_methods\\_updated\\_sept\\_2002.pdf](http://www.evec.org/publicdocs/WG17_Improved_test_methods_updated_sept_2002.pdf)
- 249 Shida, R., Uzawa, K., Ohsawa, I., & Takahashi, J. 2007. Structural design of CFRP automobile body for pedestrian safety. 10th Japan International SAMPE Symposium & Exhibition, Tokyo Big Sight, Tokyo, Japan. Available from the World Wide Web at: [http://sunshine.naoe.t.u-tokyo.ac.jp/jun/publications/071127/AMC\\_1\\_3.pdf](http://sunshine.naoe.t.u-tokyo.ac.jp/jun/publications/071127/AMC_1_3.pdf)
- 250 Crandall JR, Bhalla KS, Madely J. 2002. Designing road vehicles for pedestrian protection. *British Medical Journal*, 324:1145–1148.
- 251 Institute for Traffic Accident Research and Data Analysis. 2000. Annual Report on Traffic Accident Statistics (In Japanese).
- 252 McLean, A.J. 2005. Vehicle design for pedestrian protection. Centre for Automotive Safety Research, The University of Adelaide, Report No. CASR037. Available from the World Wide Web at: <http://casr.adelaide.edu.au/reports/CASR037.pdf>
- 253 Inomata, Y., Iwai, N., Maeda, Y., Kobayashi, S., Okuyama, H., & Takahashi, N. 2009. Development of the pop-up engine hood for pedestrian head protection. Nissan Motor Co., Ltd., Japan, Paper Number 09-0067. Available from the World Wide Web at: <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/pdf/esv/esv21/09-0067.pdf>
- 254 Shida, R., Uzawa, K., Ohsawa, I., & Takahashi, J. 2007. Structural design of CFRP automobile body for pedestrian safety. 10th Japan International SAMPE Symposium & Exhibition, Tokyo Big Sight, Tokyo, Japan. Available from the World Wide Web at: [http://sunshine.naoe.t.u-tokyo.ac.jp/jun/publications/071127/AMC\\_1\\_3.pdf](http://sunshine.naoe.t.u-tokyo.ac.jp/jun/publications/071127/AMC_1_3.pdf)
- 255 Appendix 1 to Global Technical Regulation No. 9. Pedestrian Safety. January 2009. United Nations. Available from the World Wide Web at: <http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29registry/ECE-TRANS-180a9app1e.pdf>
- 256 European Commission Enterprise and Industry (2003, last updates December 31, 2010) [http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/automotive/documents/directives/directive-2003-102-ec\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/automotive/documents/directives/directive-2003-102-ec_en.htm).
- 257 UNECE (2009). <http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29registry/gtr9.html>
- 258 United Nations. 2009. Global Registry. Agreement Concerning the Establishing of Global Technical Regulations for Wheeled Vehicles, Equipment and Parts Which Can be Fitted and/or Used on Wheeled Vehicles. Addendum to Global Technical Regulation No. 9, Geneva. Available from the World Wide Web at: <http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29registry/gtr9.html>
- 259 Desapriya, E., Subzwari, S., Sages, D., Basic, A., Alidina, A., Turcotte, K. and Pike, I. (2010). Do

- light truck vehicles (LTV) impose greater risk of pedestrian injury than passenger cars? A Meta-analysis and Systematic Review. *Traffic Injury Prevention*, 11: 1, pp. 48 — 56. <http://dx.doi.org/10.1080/15389580903390623>
- 260 Attewell, R. & Glase, K. (2000). Bull bars and road trauma. Report CR200, Canberra: Australian Transport Safety Bureau.
- 261 Peden M, Scurfield R, Sleet D, et al. (2004). World Report on Road Traffic Injury Prevention. Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- 262 Attewell, R. & Glase, K. (2000). Bull bars and road trauma. Report CR200, Canberra: Australian Transport Safety Bureau.
- 263 Clark, B. (2009). Design of a roadside observation survey for measuring occupant behavior and vehicle type characteristics. Monash University Accident Research Centre - Report #288.
- 264 Chiam, H.K. & Tomas, J.A. (1980). Investigation of the effect of bull bars on vehicle pedestrian collision dynamics. Department of Transport Australia. Office of Road Safety CR13.
- 265 Higgins, T. (1994). Why do motorists fit bull bars? In Griffiths, M.J. & Jones, C.J. (Eds). Bull bar safety: proceedings of a workshop held in Sydney, Australia, 4 May 1994. Road Safety Bureau, Roads and Traffic Authority NSW.
- 266 Page, G., Hird, T. & Tomas, J. (1984). *Safety of vehicle structures*. The SAE Australasia, pp. 36-40.
- 267 Chiam, H.K. & Tomas, J.A. (1980). Investigation of the effect of bull bars on vehicle pedestrian collision dynamics. Department of Transport Australia. Office of Road Safety CR13.
- 268 Haley, J. (1994). Pedestrian friendly vehicle design. In Griffiths, M.J. & Jones, C.J. (Eds). Bull bar safety: proceedings of a workshop held in Sydney, Australia, 4 May 1994. Road Safety Bureau, Roads and Traffic Authority NSW.
- 269 Transport Research Laboratory. (1996). A Study of Accidents Involving Bull Bar Equipped Vehicles, Report 243
- 270 Federal Office of Road Safety (1996). Pedestrian fatalities in Australia. Monograph 7, Federal Office of Road Safety, Canberra, Australia. [http://www.infrastructure.gov.au/roads/safety/publications/1996/pdf/Ped\\_Crash\\_2.pdf](http://www.infrastructure.gov.au/roads/safety/publications/1996/pdf/Ped_Crash_2.pdf).
- 271 Zellmer, H. & Otte, D. (1995). Injury risk of vulnerable road users in case of accidents with crash bar equipped off-road vehicles. International IRCOBI conference on the biomechanics of impact, pp. 119-132.
- 272 Zellmer, H. & Otte, D. (1995). Injury risk of vulnerable road users in case of accidents with crash bar equipped off-road vehicles. International IRCOBI conference on the biomechanics of impact, pp. 119-132.
- 273 Anderson, R.W.G., Doecke, S., Van Den Berg, A.L., Searson, D.J., Ponte, G. (2009). The effect of bull bars on head impact kinematics in pedestrian crashes. CARS Report Series: CASR059. Adelaide, South Australia: Centre for Automotive Safety Research.
- 274 Mizuno, K., Yonezawa, H. & Kajzer, J. (2001). Pedestrian headform impact tests for various vehicle locations. Traffic Safety and Nuisance Res Inst, Japan.
- 275 Zellmer, H. & Otte, D. (1995). Injury risk of vulnerable road users in case of accidents with crash bar equipped off-road vehicles. International IRCOBI conference on the biomechanics of impact, pp. 119-132.
- 276 Shield, J. (1999). Bull bars. *Injury Prevention*; 5:80 doi:10.1136/ip.5.1.80.
- 277 Anderson, R. W. G., van den Berg, A. L., Ponte, G., Streeter, L. D., McLean A. J. (2006). Performance of bull bars in pedestrian impact tests. Adelaide, South Australia: Centre for Automotive Safety Research.

- 278 McLean, A.J. (1994). Head injury, mechanism and mitigation. In Griffiths, M.J. & Jones, C.J. (Eds). Bull bar safety: proceedings of a workshop held in Sydney, Australia, 4 May 1994. Road Safety Bureau, Roads and Traffic Authority NSW.
- 279 Anderson, R.W.G., Doecke, S., Van Den Berg, A.L., Searson, D.J., Ponte, G. (2009). The effect of bull bars on head impact kinematics in pedestrian crashes. CARS Report Series: CASR059. Adelaide, South

[www.strategie securiteroutiere.ca](http://www.strategie securiteroutiere.ca)

[www.ccmta.ca](http://www.ccmta.ca)

**CCMTA · CCATM**  
CANADIAN COUNCIL OF MOTOR TRANSPORT ADMINISTRATORS  
CONSEIL CANADIEN DES ADMINISTRATEURS EN TRANSPORT MOTORISÉ