

Revue de littérature sur les interactions conducteurs – usagers vulnérables



Institut national
de la recherche
scientifique

Revue de littérature sur les interactions conducteurs – usagers vulnérables

Rapport remis à la

SOCIÉTÉ DE L'ASSURANCE AUTOMOBILE DU QUÉBEC

Institut national de la recherche scientifique
Centre Urbanisation Culture Société

Février 2024

Responsabilité scientifique

Marie-Soleil Cloutier

marie-soleil.cloutier@inrs.ca

Nicolas Saunier

nicolas.saunier@polymtl.ca

Analyse et rédaction

Karine Lachapelle

karine.lachapelle@inrs.ca

Stagiaires à l'analyse de contenu

Joël Wheeler-Noiseux

Camille Antonuk

Alexis Beaulne

Julianne Turgeon-Chamelot

Alice Hiron

Zeinab Ali Yas

Diffusion :

Institut national de la recherche scientifique

Centre - Urbanisation Culture Société

385, rue Sherbrooke Est

Montréal (Québec) H2X 1E3

Téléphone : (514) 499-4000

Télécopieur : (514) 499-4065

www.uqs.inrs.ca

Projet de recherche financé par la Société de l'assurance automobile du Québec

ISBN 978-2-89575-483-1

Dépôt légal : Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2025

Table des matières

Table des matières	2
Liste des figures.....	3
Liste des graphiques.....	3
Liste des tableaux.....	3
Introduction	4
Contexte et mandat	4
Méthodologie	5
Stratégie de recherche	5
Étape 1 : Élaborer la liste des mots-clés.....	5
Étape 2 : Effectuer la recherche de documents dans des bases diverses.....	6
Étape 3 : Analyse des titres et des résumés des documents	6
Étape 4 : Analyse approfondie des documents.....	7
Étape 5 : Rédaction d'une synthèse	7
Résultats.....	8
Synthèse de la sélection des documents retenus.....	8
Statistiques descriptives des documents retenus	8
Définitions des interactions dans les documents retenus	12
Interactions (n=12)	13
Conflits (n=29).....	14
Quasi-accidents (n=9)	14
Types de collecte.....	15
Collecte de données par observation.....	15
Collecte de données par enquête	18
Principales mesures des interactions	19
Mesures des interactions basées sur le temps et la distance	19
Ampleur des conflits avec des usagers vulnérables	24
Variables influençant les interactions.....	24
Caractéristiques individuelles des usagers et temporalité.....	25
Caractéristiques de l'environnement bâti et routier, météo et flux.....	27
Comportements des usagers au moment de l'interaction	33
Aide à la conduite et éducation	36
Bibliographie	37

Liste des figures

Figure 1 : Diagramme de flux.....	8
Figure 2 : Types de collecte de données	15
Figure 3 : Exemple de mesures observationnelles par enregistrement vidéo et traitement par ordinateur.....	17
Figure 4 : Principales mesures des interactions	20
Figure 5 : Différentes mesures de PET.....	21
Figure 6 : Variables influençant les interactions.....	25
Figure 7 : Marquage au sol de lignes blanches parallèles et réalignement des lignes vis-à-vis les bateaux pavés.....	28
Figure 8 : Passages piétons pavés zébrés rouge et blanc.....	29
Figure 9 : Implantation d'une ligne centrale avec entrave.....	30

Liste des graphiques

Graphique 1 : Année de publication des articles.....	9
Graphique 2 : Domaine et discipline des auteurs.....	10
Graphique 3 : Approche méthodologique des études	11
Graphique 4 : Interactions entre les différents usagers de la route.....	12
Graphique 5: Type de milieu à l'étude	12

Liste des tableaux

Tableau 1: Mots-clés.....	5
Tableau 2 : Inclusions et exclusions	6
Tableau 3 : Grille d'analyse	7
Tableau 4 : Études selon le continent et pays	10
Tableau 5 : Définitions des interactions	13

Introduction

Contexte et mandat

Dans le cadre de sa Stratégie de prévention en sécurité routière, la Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ) s'est dotée d'un plan d'action sur le partage de la route afin d'améliorer le bilan routier et la sécurité des usagers vulnérables. Dans cette stratégie, les « usagers vulnérables » réfèrent aux piétons, aux cyclistes, et aux motocyclistes. Contrairement aux automobilistes protégés par l'habitacle de leur véhicule, ces usagers de la route n'ont aucune protection, ce qui les rend particulièrement vulnérables lors de collision. La SAAQ rapporte un bilan routier avec des proportions de décès et de blessés en augmentation. En 2006-2008, la proportion de décès et de blessés graves impliquant des usagers vulnérables représentait 28,5% alors qu'en 2016-2018, cette proportion s'élève à 36,5%. Dans ce contexte, la SAAQ a donné un mandat de recherche afin de réaliser une revue de littérature sur les études traitant des situations d'interactions entre les conducteurs (de véhicules de promenade ou de véhicules lourds) et les usagers vulnérables. Marie-Soleil Cloutier, directrice du Laboratoire piéton et espace urbain (LAPS) et Nicolas Saunier de Polytechnique Montréal, proposent ici un projet de revue systématique pour répondre aux besoins exprimés par la SAAQ.

Méthodologie

Notre stratégie méthodologique repose sur une revue systématique suivant le processus PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) afin de fournir une revue exhaustive des données probantes concernant les interactions des conducteurs avec les usagers vulnérables.

Stratégie de recherche

Étape 1 : Élaborer la liste des mots-clés

À partir du mandat qui vise à réaliser une revue de littérature systématique sur les études traitant des situations d'interactions entre les conducteurs (de véhicules de promenade ou de véhicules lourds) et les usagers vulnérables (piétons, cyclistes, motocyclistes), nous avons proposé une liste de mots-clés (différentes déclinaisons des noms donnés aux véhicules, aux usagers vulnérables et aux interactions provenant de nos connaissances et de lectures récentes). Cette liste, en anglais, a été validée par le sous-groupe d'experts de la SAAQ associés à ce mandat (Tableau 1).

Tableau 1: Mots-clés

<i>Objectif de départ</i>	<i>Mots-clés</i>
Usagers vulnérables	Vulnerable road user Other road user Pedestrian Cyclist / cycle / bicycle / biker / bike/ bicyclist Motorcyclist / motorcycle
Véhicule	Automobile Vehicle Driver Truck
Interactions	Interaction Conflict Near-miss Near-crash

Étape 2 : Effectuer la recherche de documents dans des bases diverses

Une recherche avec les mots-clés (au singulier et au pluriel) a été faite dans trois différentes bases de données regroupant les articles scientifiques de partout dans le monde : SCOPUS, Web of Science et TRID. Pour réduire le nombre de résultats (plus de 15 000 documents au départ), nous avons ciblé les articles scientifiques des 10 dernières années (2014 à 2024), les langues anglaises et françaises et les pays d'Amérique du Nord, de l'Europe et de l'Océanie (Tableau 2 : Inclusions et exclusions). Puis, nous avons exclu tous les rapports, les conférences et les livres, qui sont des documents plus difficiles à obtenir, donc à lire et à inclure dans le présent rapport. Nous avons également exclu les résultats hors sujet : il apparaît que les combinaisons de nos mots-clés ont aussi rapporté des articles scientifiques portant sur la chimie, les animaux, la neurologie, l'astrophysique, etc.

Tableau 2 : Inclusions et exclusions

<i>Source de données</i>	<i>Inclusion</i>	<i>Exclusion</i>
SCOPUS TRID Web of Science	Articles scientifiques de 2014 à 2024	Types de documents : rapports, conférences et livres
	Langue : anglais et français	Hors sujet: chimie, animaux, neurologie, astrophysique, etc.
	Pays : Amérique du nord, Europe, Océanie	

Étape 3 : Analyse des titres et des résumés des documents

Un premier tri de la pertinence des écrits a été effectué à partir de la lecture des titres et des résumés (*abstracts*) des documents, qui a été fait indépendamment par deux agentes de recherche de notre équipe à partir des mêmes paramètres d'exclusion. Des travaux sur les voitures autonomes n'impliquant aucun conducteur ont été exclus considérant les termes du mandat. Pour les articles qui n'ont pas fait l'unanimité entre les deux relectrices de départ, une troisième personne a aussi lu les titres et résumés pour trancher sur l'inclusion ou l'exclusion des documents.

Étape 4 : Analyse approfondie des documents

Une fois le premier tri effectué, les documents restants ont été lus au complet afin de s'assurer de la pertinence de leur contenu en lien avec le mandat, et un autre sous-groupe a été exclu. Les documents restants ont été analysés en fonction d'une grille de collecte des données, incluant des rubriques présentées au Tableau 3 : et inspirées d'une analyse SPIDER. Le SPIDER (**S**ample, **P**henomenon of Interest, **D**esign, **E**valuation, **R**esearch Type) est une grille d'analyse mieux adaptée aux études avec des méthodologies autres que quantitatives, ce qui est le cas ici, puisqu'on retrouve dans les documents sélectionnés plusieurs méthodologies différentes (qualitatives, quantitatives, mixtes). D'autres variables d'intérêt pour le mandat ont été ajoutées à la grille par la suite : lieu de l'étude de l'étude (ville, pays), type de milieu (urbain, suburbain, rural), type d'utilisateurs, définition de l'interaction.

Tableau 3 : Grille d'analyse

Lieu de l'étude
Type de milieu
Type d'utilisateurs en interaction
Définition de ce qu'est une « interaction »
Unité de mesure des interactions
S - Échantillon
PI - Phénomène d'intérêt
D - Conception méthodologique
E - Évaluation
R - Méthodologie

Étape 5 : Rédaction d'une synthèse

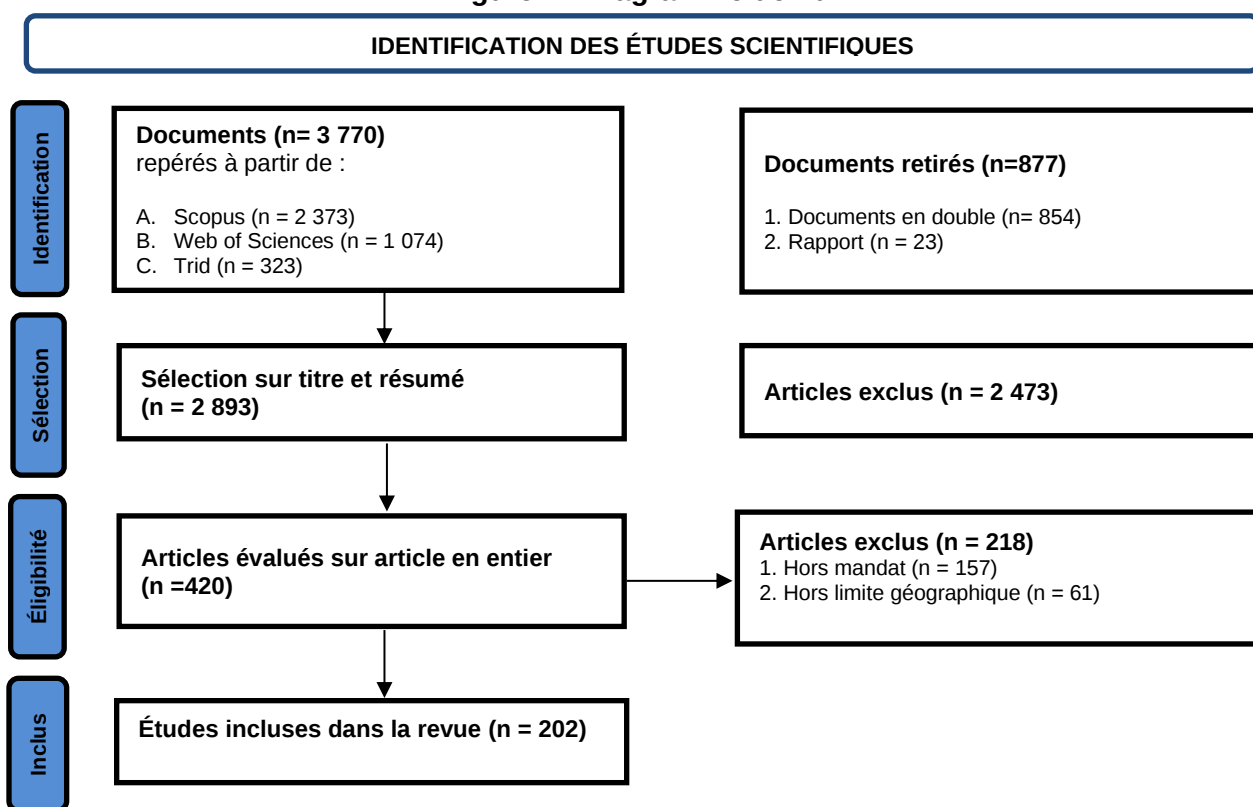
Une fois la grille d'analyse remplie (en format Excel) pour chacun des documents retenus, il a été possible de compiler les données et d'en extraire les informations présentées dans ce rapport.

Résultats

Synthèse de la sélection des documents retenus

La Figure 1 : Diagramme de flux présente le diagramme de flux qui illustre les quatre étapes de notre démarche et le nombre de documents propres à chacune des étapes. Lors de la sélection initiale en mai 2024, un total de 3770 articles ont été identifiés dans les bases de données. Par la suite, nous avons exclu : 877 doublons, 2473 documents hors-sujets après relecture des titres et résumés et 218 aussi hors-mandat après relecture de l'article au complet. Le présent rapport porte donc sur 202 documents, principalement des articles scientifiques.

Figure 1 : Diagramme de flux

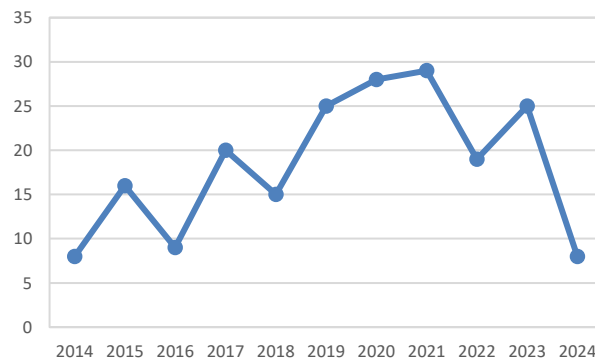


Statistiques descriptives des documents retenus

Le nombre de publications concernant les interactions entre les véhicules et les usagers vulnérables a augmenté entre 2014 et 2023, avec une année 2024 incomplète (fin des recherches en mai) qui était déjà à la hauteur de 2014

(Graphique 1). Le creux observé en 2022 est possiblement dû au ralentissement des publications causé par la pandémie.

Graphique 1 : Année de publication des articles (n=202)



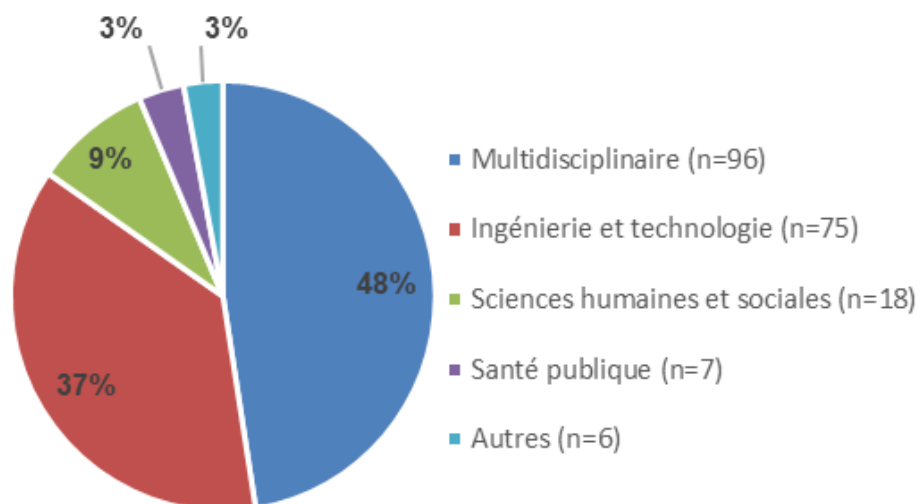
Dans le Tableau 4, on observe que les études retenues sur les interactions entre les conducteurs de véhicules et les usagers vulnérables proviennent surtout des pays d'Amérique du Nord (n=95) et des pays européens (n=81). Il y a quelques études qui combinent différents pays d'Europe (n=3), les pays nord-américains (n=2) ou encore qui sont intercontinentales (n=4). Finalement, certaines études n'ont pas de lieu, car elles font état de simulations sans associer la recherche à une ville ou un pays en particulier.

En ce qui concerne les articles selon le domaine et les disciplines des auteurs (: Domaine et discipline des auteurs (n=202)Graphique 2), la majorité des études sont multidisciplinaires (n=96) et couvrent à la fois les sciences humaines et sociales, l'ingénierie et technologie, ainsi que la santé publique. Ces derniers s'associent également, dans une moindre mesure, à d'autres domaines, tels que les sciences de la gestion et les sciences environnementales. On trouve plusieurs études menées par des auteurs provenant de l'ingénierie et des technologies (n=75) et, dans une moindre proportion, des auteurs venant des sciences humaines et sociales (n=18), de la santé publique (n=7), et dans un groupe « autres » qui couvre les mathématiques, les sciences décisionnelles et le domaine du transport (n=6).

Tableau 4 : Études selon le continent et pays (n=202)

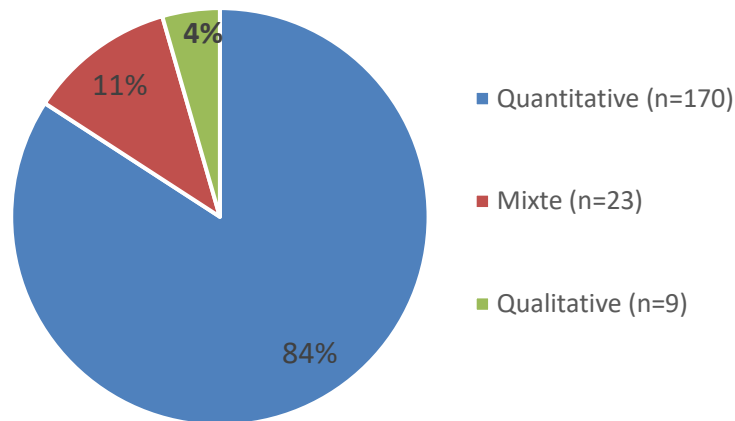
Amérique du Nord (95)	Canada	32
	États-Unis	61
	Combinaison de pays nord-américain	2
Europe (n=81)	Allemagne	11
	Belgique	1
	Danemark	2
	Espagne	7
	France	3
	Grèce	2
	Italie	19
	Norvège	5
	Pays-Bas	11
	Pologne	2
	Royaume-Uni	5
	Slovénie	1
	Stockholm	2
	Suède	5
	Tchéquie	2
	Combinaison de pays européens	3
Océanie (n=19)	Australie	18
	Nouvelle-Zélande	1
Intercontinentale (n=4)		
Non précisée (n=3)		

Graphique 2 : Domaine et discipline des auteurs (n=202)



Tel que présenté au Graphique 3, les approches méthodologiques montrent que les interactions sont majoritairement étudiées de façon quantitative (n=170) et en moins grands nombres de façon mixte (n=23) et qualitative (n=9). Les études en ingénierie et technologie tendent à adopter les approches quantitatives tandis que les sciences humaines et sociales, lorsqu'ils ne sont pas en collaboration, privilégient surtout les approches qualitatives. On observe ainsi une adéquation entre le domaine et discipline des auteurs et les approches méthodologiques présentées au Graphique 2.

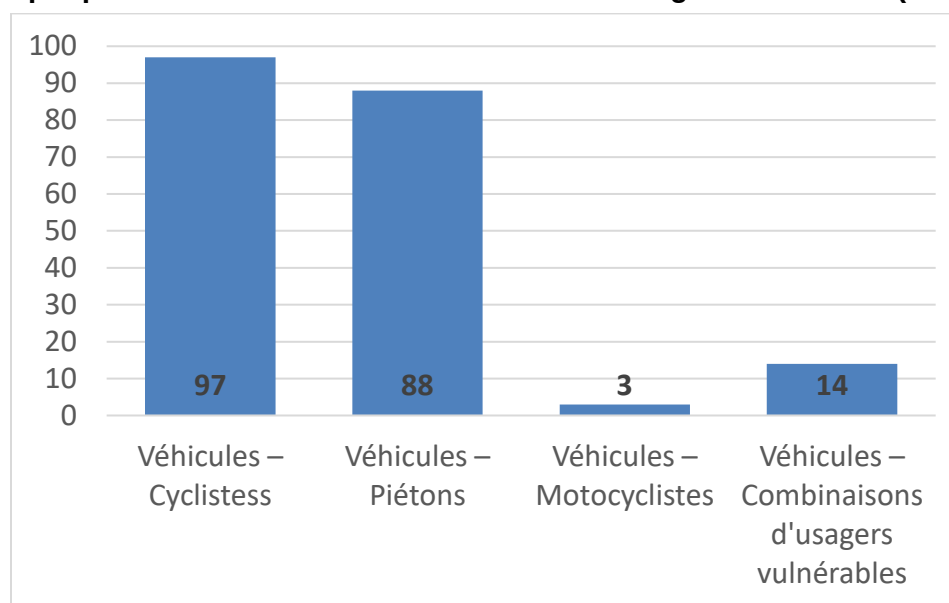
Graphique 3 : Approche méthodologique des études (n=202)



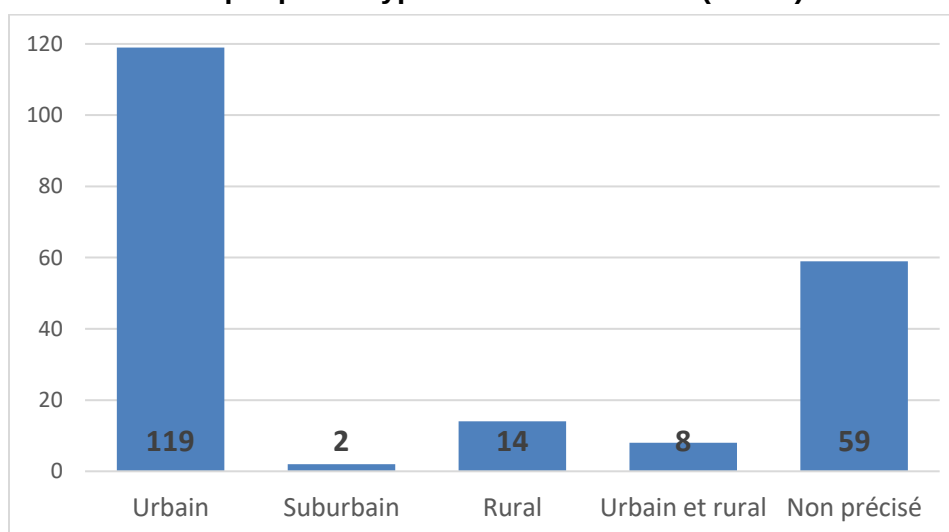
À la lumière du Graphique 4, on constate que les interactions entre les véhicules et les cyclistes prédominent dans les études sur le sujet (n=97), suivies de près par les interactions avec les piétons (n=88). Les motocyclistes reçoivent moins d'attention, avec seulement 3 articles. Néanmoins, on trouve quelques articles qui combinent différents usagers vulnérables (n=14). Le type de véhicules est rarement spécifié et il est souvent question des véhicules dans le sens général du terme sans distinction avec les véhicules lourds : seulement 9 études mentionnent spécifiquement les véhicules lourds, tels que les camions et les autobus.

Le Graphique 5 présente les types de milieu à l'étude. La grande majorité des articles traitent des milieux urbains (n=119) et dans une moindre mesure les milieux suburbains (n=2), ruraux (n=14), ou une combinaison des milieux urbains et ruraux (n=8). Il est à noter que plusieurs études ne précisent pas le milieu étudié (n=59).

Graphique 4 : Interactions entre les différents usagers de la route (n=202)



Graphique 5: Type de milieu à l'étude (n=202)



Définitions des interactions dans les documents retenus

Un des résultats de la présente revue des écrits est que les définitions de ce qu'est une interaction sont rarement présentes. Cela a pour conséquence que le lecteur ne sait pas toujours comment les auteurs conceptualisent le phénomène qu'ils sont censés étudier. Nous avons ainsi identifié 46 définitions parmi les 202 articles, et celles-ci peuvent être regroupées en trois grandes catégories : les interactions, les conflits et les quasi-accidents. Par ailleurs, à l'intérieur même d'une catégorie,

certaines définitions sont différentes, révélant que les auteurs ont parfois des compréhensions distinctes des termes, tandis que d'autres ajoutent des variantes à une base commune. Le Tableau 5 présente un résumé de ces définitions.

Tableau 5 : Définitions des interactions

Concept		Définition	Variation de la définition commune	Références
INTERACTIONS	Espace-temps	Une situation dans laquelle les usagers de la route d'intérêt sont suffisamment proches dans le temps et dans l'espace pour qu'ils puissent interagir.	• l'un des usagers doit démontrer ses intentions; • la proximité affecte la décision d'un usager de la route	[3-11]
	Modification de la trajectoire	Une situation dans laquelle l'un ou l'autre des usagers de la route doit modifier sa trajectoire pour éviter une collision potentielle.	• modification de la trajectoire ou de la vitesse d'un usager de la route en raison de la présence ou de l'absence de manœuvre d'évitement d'un autre usager	[12, 13]
	Manœuvre de dépassement	Une situation dans laquelle un conducteur effectue une manœuvre de dépassement d'un cycliste sur une route rurale.		[14]
CONFLITS	Manœuvre d'évitement et espace-temps	Une situation dans laquelle un ou deux usagers de la route se rapproche dans l'espace et le temps effectuent une manœuvre d'évitement pour éviter une collision.	• une manœuvre d'évitement soudaine	[1, 15-40]
	Processus social et psychologique	Processus subjectif lié à des situations de compétitivité, de stress, de frustration et d'inconfort entre différents usagers de la route		[41]
QUASI-COLLISION	Objective - Manœuvre d'évitement	Une situation soudaine dans laquelle au moins un usager de la route doit effectuer une manœuvre d'évitement pour prévenir une collision, laquelle aurait été inévitable en cas d'inaction.	• la manœuvre d'évitement doit être effectuée dans l'urgence	[42-45]
	Subjective - Perceptions	Perceptions désagréables , telles que la peur ou le sentiment d'irritation vécus par les usagers de la route face à une situation.	• évite un accident par hasard ou par une manœuvre d'évitement • la perception doit inclure la crainte de mourir, d'être blessé, ou de subir des dommages matériels	[46, 47]

Interactions (n=12)

La base commune des définitions des interactions est sur l'espace-temps : les interactions représentent des situations dans lesquelles les usagers de la route sont suffisamment proches dans le temps et dans l'espace pour qu'ils puissent interagir [3-11]. Plusieurs auteurs ajoutent et précisent cette définition dans les

articles recensés. Par exemple, Fricker et Zhang [4] ainsi que Pulvirenti et al. [9] ajoutent l'effet de proximité qui affecte la décision d'un des usagers de la route lors d'une interaction. Amado et al. [48], Zhang et Fricker [10] et Mohammadi et al. [8], quant à eux, ajoutent que l'un des usagers ne doit pas seulement pouvoir interagir, mais doit aussi démontrer ses intentions pour que cela soit considéré comme une interaction. L'étude de Bella et Silvestri [14], précise une définition assez étroite des interactions pour leur étude, à savoir une situation dans laquelle un conducteur effectue une manœuvre de dépassement d'un cycliste sur une route rurale. Finalement, d'autres auteurs utilisent le terme « interaction » pour des situations où l'un ou l'autre des usagers de la route doit modifier sa trajectoire pour éviter une collision potentielle [12, 13], ce qui s'apparente plutôt à la définition classique des conflits, comme nous allons le voir ci-bas.

Conflits (n=29)

Les définitions des conflits varient légèrement selon les auteurs et possèdent une base commune pour 28 des 29 articles. La base commune reprend en partie la définition des conflits de circulation suggérée lors du premier atelier ICTCT (International Cooperation in Traffic Conflict Techniques) sur les conflits de circulation en 1977 à Oslo : « a traffic conflict is an observable situation in which two or more road users approach each other in space and time to such an extent that there is a risk of collision if their movements remain unchanged » [49, p.2]. Certains auteurs reprennent cette notion de situation impliquant un ou plusieurs usagers de la route qui effectuent une manœuvre d'évitement pour éviter une collision, en intégrant la notion d'espace- temps [1, 17-19, 22, 23, 25, 27, 36, 37] et Buch et Jensen [16]. D'autres auteurs se démarque par son concept plus subjectif en définissant les conflits comme un processus social et psychologique lié à des situations de compétitivité, de stress, de frustration et d'inconfort entre différents usagers de la route [41].

Quasi-accidents (n=9)

Les quasi-accidents (*near miss* ou *near-crash* en anglais) font référence à des définitions objectives et subjectives. Les quatre définitions objectives reposent sur une situation soudaine dans laquelle au moins un des usagers de la route, laquelle aurait été inévitable en cas d'inaction, qui est très similaire aux définitions des conflits vus précédemment [42-45]. Pour Porter et al. [43] et Vlakveld et al. [45] les manœuvres d'évitement doivent être effectuées rapidement avec un sentiment d'urgence, comme un freinage brusque ou un changement de direction soudain, pour que cela soit appelé un quasi-accident.

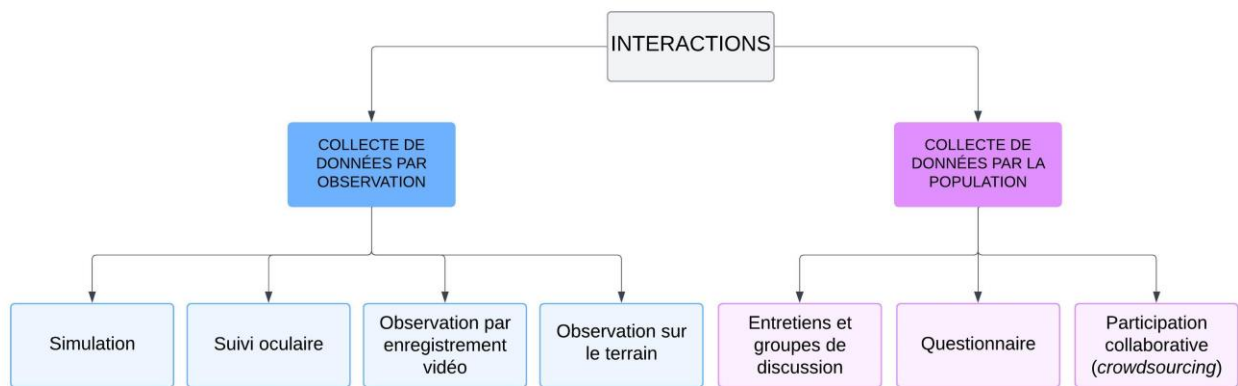
Deux articles adoptent plutôt une subjectivité dans leur définition des quasi-accidents, laissant la place aux perceptions des usagers. Les auteurs de l'une de ces études définissent les quasi-collisions comme une situation générant de la peur ou de l'inconfort, tout en excluant les accidents entraînant des dommages physiques ou matériels [47]. En plus de la perception de la peur et de l'inconfort, Cox et McLean [46] précisent qu'elles doivent inclure la crainte de mourir, d'être

blessé, ou de subir des dommages matériels. Enfin, pour éviter cette situation, un ou les deux usagers de la route doivent effectuer une manœuvre d'évitement, ramenant cette définition à une base commune tout de même.

Types de collecte

Une fois que les auteurs ont bien, ou pas, défini le concept d'interaction dans leurs travaux, ils doivent préciser le type d'indicateur choisi pour mesurer ces interactions, en particulier pour les travaux avec une méthode quantitative. Nous avons recensé deux grandes familles de mesures que nous présentons ici : celle par observation et celle par enquête (Figure 2).

Figure 2 : Types de collecte de données



Collecte de données par observation

Les auteurs, basant leurs travaux sur des observations, ont utilisé les simulateurs de conduite en automobile, en motocyclette ou de vélo ou de traversée dans des environnements se rapprochant de la réalité, les suivis oculaires, les observations sur le terrain et les observations par enregistrement vidéo pour mesurer les interactions.

Simulateur

Un simulateur permet d'étudier les interactions dans des conditions contrôlées et sécurisées, en laboratoire [14]. Ces études se font à partir de diverses configurations de simulateur, soit dans un habitacle de véhicule reproduit en laboratoire, un environnement immersif où marcher, une moto fixée dans une pièce (pour des mouvements en ligne droite seulement), ou encore en utilisant des casques de réalité virtuelle.

Les simulateurs permettent de recréer des scénarios potentiellement dangereux afin d'évaluer, par exemple, les réactions des conducteurs lorsqu'un piéton surgit devant lui, nécessitant une réaction immédiate pour éviter un conflit [50]. Ce type de collecte permet aussi d'évaluer l'efficacité des systèmes d'avertissement (sonores ou visuelles) dans les véhicules pour améliorer la sécurité lors des interactions, comme dans cette étude italienne qui évaluent trois systèmes d'avertissements conçus pour améliorer les interactions entre les véhicules et les cyclistes en milieu rural [51]. Les simulateurs servent également à analyser les effets de différentes caractéristiques de l'environnement (routier) sur les comportements des usagers, comme dans l'étude de Kalantari et al. [52] qui examinent les effets de passages piétons avec et sans marquage au sol sur les conducteurs et les piétons, ou l'étude de Friel et al. [53] qui simulent différentes configurations à une intersection dans un même espace. Toutes ces études permettent d'extraire des indicateurs à partir de l'instrumentalisation des outils servant à la simulation, comme par exemple le nombre de secondes de réaction devant un piéton qui surgit [50]. Par ailleurs, les études par simulation présentent certaines limites, comme c'est le cas pour tous les types de collectes de données. Le biais le plus courant étant le niveau de réalisme (variable) des simulations, que ce soit en lien avec les participants et leur acclimatation au simulateur, ou en lien avec les autres usagers simulés dans le monde virtuel et la calibration des modèles qui les sous-tendent. Ces limites peuvent mener à un transfert des résultats à la réalité qui est imparfait, mais plusieurs auteurs cherchent à limiter ces biais en validant leurs résultats à l'aide de bases de données réelles ou à partir de données naturalistes.

Suivi oculaire

Les suivis oculaires (*eye tracking*) utilisent les comportements visuels des participants comme indicateur de leur gestion des interactions (mouvement des yeux, nombre de secondes lorsque le regard se pose) [54-58]. Par exemple, dans une situation où les conducteurs doivent interagir avec des cyclistes [54] ou des piétons [57]. Pour la collecte des données par suivi oculaire, des lunettes munies de capteurs sont portées par les participants. Par ailleurs, cet outil est rarement utilisé seul, mais il est plutôt combiné dans le cadre de protocole avec un simulateur : par exemple, les conducteurs dans un simulateur vont aussi porter ces lunettes.

Observation sur le terrain

Les observations sur le terrain consistent à examiner des interactions telles qu'elles se produisent dans un environnement réel, avec ou sans intervention des chercheurs [12, 59-61]. Les mesures des interactions proviennent alors d'une grille d'évaluation remplie par les observateurs et concluant, par exemple, à la présence ou non d'une interaction. Ce type de méthode nécessite une période de formation des personnes qui collecteront les données afin d'éviter des biais d'observations. Une variante se retrouve dans l'étude de Morris, Craig et Van Houten [62], qui introduit un caractère expérimental à l'observation sur le terrain en provoquant

volontairement des interactions à l'aide d'un chercheur jouant le rôle de piétons pour évaluer les comportements de céder le passage des « vrais » conducteurs.

On trouve également étude sur piste d'essai [63]. Ce type d'étude permet davantage de réalisme pour analyser les préférences et les comportements des conducteurs que sur simulateur, mais sont coûteuses car elles demandent un plus grand espace que les reproductions en laboratoire où les environnements routiers peuvent être projetés sur des écrans pour une vue allant jusqu'à 330 degrés.

Observation par enregistrement vidéo

Comme pour les observations sur le terrain, les observations par enregistrement vidéo consistent à identifier des interactions dans un environnement réel, avec ou sans intervention des chercheurs, à partir d'images vidéo [1, 3-6, 9, 10, 13, 15, 16, 20-23, 25, 29, 32, 36-38, 45, 64-113]. Les enregistrements vidéo sont obtenus soit par l'installation temporaire de caméras à des lieux précis (fixes : un poteau près d'une intersection) ou sur des véhicules (vélo, motocyclettes, voiture), soit en exploitant les systèmes de caméras déjà en place pour les systèmes de surveillance urbains. Une fois les images vidéo traitées, il est possible d'en extraire différents indicateurs d'interactions en fonction de l'espace-temps entre les trajectoires des protagonistes (voir plus bas pour plus de détails). La Figure 3 illustre ce traitement des données pour en extraire des trajectoires.

Figure 3 : Exemple de mesures observationnelles par enregistrement vidéo et traitement par ordinateur



Figure 2. Data collection site: (a) world image, (b) camera 1 image, (c) camera 2 image, and (d) camera 3 image.

Source : [55]

L'analyse qualitative à partir de ces images est également présente. Par exemple, une étude allemande observe les différences dans les conflits entre les cyclistes avec et sans assistance électrique [114]. Pour ce faire, des vélos étaient instrumentés de caméras enregistrant 4 semaines de trajets et ces images ont été

utilisées pour décrire qualitativement les comportements selon des principes bien définis par les auteurs. Dans le même sens, une étude états-unienne utilise également des enregistrements obtenus à l'aide de vélos instrumentés de caméra capturant non seulement le visuel, mais aussi l'audio pour une approche ethnographique saisissant les subtilités des réactions aux événements « critiques » des cyclistes et des conducteurs [115].

Collecte de données par enquête

La seconde catégorie de mesures regroupe celles qui utilisent d'autres méthodes que l'observation, à savoir celles par des entretiens et groupes de discussion, par des questionnaires et de la collaboration participative (*crowdsourcing*).

Entretiens et groupes de discussion

Les entretiens et les groupes de discussion se concentrent sur la sécurité perçue des usagers vulnérables en recueillant leurs perceptions et attitudes lors des interactions qu'ils et elles avaient pu vivre précédemment. Dans les études recensées ici, des auteurs ont interrogé des cyclistes par entretiens individuels [53, 116], tandis que d'autres ont utilisé les groupes de discussion pour des motocyclistes [117] et des conducteurs [118] pour obtenir un regard sur les interactions. Les analyses qualitatives subséquentes se basent alors sur la perception des interactions et sur les thèmes et caractéristiques qui se dégagent des propos des participants.

Questionnaires

Les questionnaires permettent de mesurer des éléments subjectifs, tels que la peur et le sentiment d'inconfort vécu lors des interactions [119]. Toutes les études recensées ici impliquent des questionnaires qui ont été conçus pour leurs objectifs spécifiques tandis qu'une étude se démarque par le visionnement de situations critiques d'interactions en amont des réponses à donner à un questionnaire sur la capacité de prédiction des manœuvres des conducteurs [120]. Les données ainsi recueillies auprès de populations diverses sont par la suite analysées quantitativement ($n=24$) ou qualitativement, à partir des réponses à des questions ouvertes ($n=1$).

Collaboration participative

La collaboration participative par la population, ou le *crowdsourcing* en anglais, est une méthode de collecte qui repose sur la communauté, où on demande aux gens de collecter des données sur un sujet spécifique (ex : la sécurité routière) via un portail, une application ou une carte interactive sur le web. Les informations recueillies peuvent alors être analysées selon les indicateurs proposés au départ. Plusieurs chercheurs utilisent ce type de mesure pour étudier les quasi-accidents perçus [31, 46, 121-124] de façon qualitative et quantitative, en rapportant, par exemple, les fréquences d'incidents à des lieux spécifiques, ou encore les

insécurités perçues par différents sous-groupes de la population (aînés, hommes/femmes, etc.).

Finalement, bien que les différents types de collecte de données aient été abordés séparément, il est à noter que plusieurs études combinent plus d'une méthode de collecte et d'analyse pour évaluer différents phénomènes des interactions. Par exemple, des mesures d'observation par simulateur seront combinées à des questionnaires ou à des suivis oculaires. La combinaison de ses méthodes permet de faire ressortir des données plus subjectives, complémentaires aux données objectives. Par exemple, une étude a instrumenté un vélo avec une caméra (observations) et a associé les images vidéo à un questionnaire qui évalue la perception des cyclistes pour chacune des interactions vécues [125].

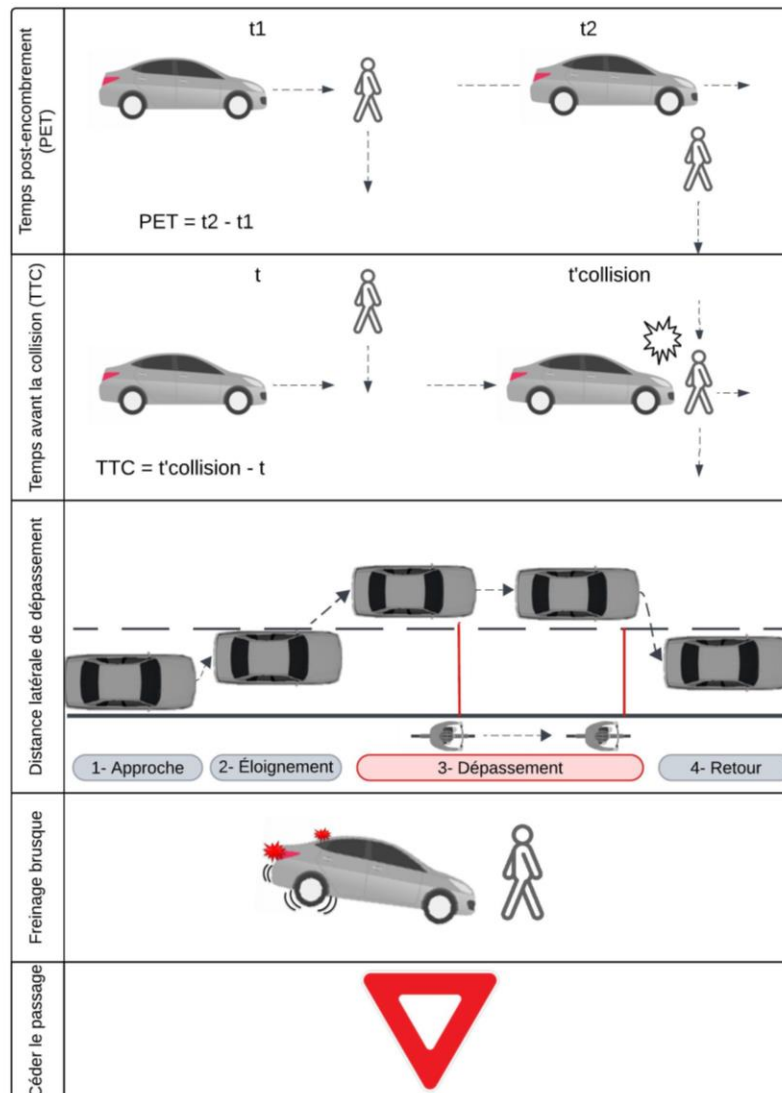
Principales mesures des interactions

Mesures des interactions basées sur le temps et la distance

Les types de collectes basées sur les observations créent des bases de données desquelles il est possible d'extraire différentes mesures des interactions sur le temps et la distance entre les différents usagers de la route. Nous présentons ici les cinq plus fréquentes dans les travaux recensés : le temps post-encombrement, le temps avant la collision, la distance latérale lors des dépassements, le freinage brusque et le céder le passage.

Il est à noter qu'il n'y a pas de mesure unique qui soit meilleure pour évaluer les interactions. Le choix des mesures est propre aux auteurs, aux données disponibles, et aux types d'interaction.

Figure 4 : Principales mesures des interactions



Source : les auteurs

Temps post-empiètement

Le temps post-encombrement ou post-empiètement, ou le *Post-Enchroachment Time (PET)* en anglais, repose sur les données de trajectoire qui se définit comme la durée de l'intervalle de temps écoulé entre le moment où un usager de la route quitte le point ou zone de conflit ou collision potentielle et celui où le second usager arrive à ce même point [23, 73, 103]. Cette mesure saisit le moment entre la fin de l'empiètement d'un usager et l'instant où un autre usager atteint le point potentiel de collision, permettant ainsi d'évaluer le risque de collision potentielle [23]. Les PET se mesurent soit manuellement par un observateur sur le terrain ou qui

regarde les images vidéo, ou automatiquement en utilisant des techniques de vision par ordinateur pour suivre et mesurer les positions des deux usagers de la route. Des auteurs utilisent la valeur du PET pour classer la sévérité ou gravité d'une interaction. Par exemple, dans cette étude, le PET de plus de 5 secondes est considéré comme une interaction « normale », entre 3 et 5 secondes comme une « interaction » et en deçà de 3 secondes comme une « interaction dangereuse » [105].

L'étude de Kassim, Ismail et Hassan [79] indique que des variantes du PET retrouvées dans les écrits scientifiques se concentrent sur le même point de conflit, et la différence est dans leur manière d'évaluer la sévérité d'un conflit potentiel. La Figure 5 illustre le lien entre trois mesures différentes pour un même point de conflit potentiel. D'ailleurs, plusieurs auteurs utilisent une combinaison de mesures incluant les temps post-empiètement (PET) et les temps avant la collision (TTC) pour classer et évaluer la gravité des conflits à un lieu précis [22].

Figure 5 : Différentes mesures de PET

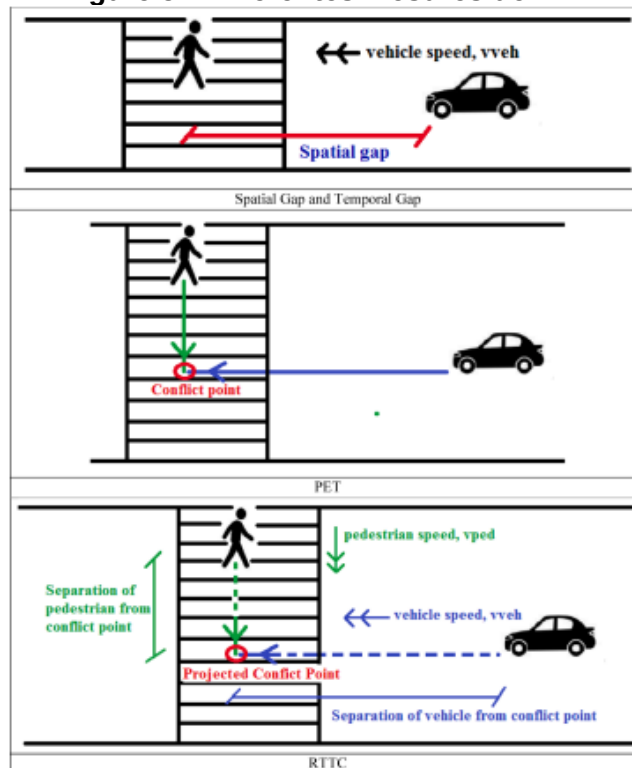


Fig. 5. Different Surrogate Safety Measures used in the Study. Post Encroachment Time (PET).

Source : [67]

Temps avant la collision

Le temps avant la collision, ou *Time-to-Collision (TTC)* en anglais, qui correspond au temps restant avant qu'une collision survienne si deux usagers de la route continue sur leur trajectoire. Calculer le temps avant la collision (TTC) dépend

donc d'une méthode de prédiction du mouvement des usagers : la plus courante, rarement explicitement spécifiée, est de prédire le mouvement à vitesse et direction constante, mais d'autres hypothèses, comme l'accélération constante, sont possibles, et les trajectoires extraites des données vidéos permettent d'utiliser des méthodes plus avancées. Il se mesure typiquement en secondes [37]. Le temps avant la collision (TTC) est une mesure de proximité temporelle couramment utilisée et qui est appliquée pour tous les types d'usagers de la route que ce soient les piétons, les cyclistes ou les motocyclistes [93]. Cependant, le seuil où le temps avant la collision (TTC) devient problématique et donc où la situation devient un conflit ne fait pas l'unanimité au sein de la communauté des chercheurs (pas plus que pour le post-empiètement (PET)). Les études recensées ici utilisent entre 1,5 seconde [111] et 7 secondes [98] comme seuil pour détecter des conflits tandis que d'autres ne mentionnent tout simplement pas de seuil. D'ailleurs, Tageldin et Sayed (2019) démontrent que le seuil du temps avant la collision (TTC) est variable selon le lieu des observations [37]. Dans leur étude, ils adoptent le nombre de secondes en fonction des caractéristiques propres aux villes étudiées et le temps avant la collision (TTC) minimum varie donc entre 1,5 et 2 secondes. De plus, comme les temps de post-empiètement (PET), des auteurs associent les valeurs de temps avant la collision (TTC) comme une mesure pour quantifier la sévérité des interactions. Par exemple, les auteurs Gagliardi, Ferrante et Bella [22] catégorisent les temps avant la collision (TTC) au-delà de 3 secondes comme des interactions « sûres », entre 1,5 et 3 secondes comme des interactions critiques et les temps avant la collision (TTC) inférieurs à 1,5 seconde comme des interactions conflictuelles.

Discussion des mesures temporelles (PET et TTC)

Les temps de post-empiètement (PET) et les temps avant la collision (TTC) sont des mesures de proximité temporelle entre les usagers de la route, mais ils diffèrent significativement et sont souvent utilisés de façon complémentaire. Le PET repose sur l'observation des mouvements des usagers et nécessite que leurs trajectoires se croisent. Il résulte généralement au plus en une mesure, hormis pour les situations de suivi, mais manque pour de nombreuses interactions. Il est limité dans la description de l'ensemble de l'interaction puisqu'il n'est mesuré qu'à un seul instant, parfois après la manœuvre d'évitement d'un des usagers, par exemple lorsqu'un conducteur cède le passage à un piéton, puis passe derrière. Quant à lui, le TTC dépend d'une méthode de prédiction des mouvements (une sorte de simulation de scénario alternatif à ce qui s'est réellement passé) et résulte généralement dans des mesures sur plusieurs instants successifs, soit une série temporelle. Différentes méthodes sont appliquées pour en dériver une valeur représentative pour caractériser la dangerosité de l'interaction, comme la valeur minimale (méthode la plus courante) ou la valeur au moment où le premier usager initie une manœuvre d'évitement (Time to Accident dans la méthode d'observation des conflits suédoise).

Distance latérale de dépassement

La distance latérale est une mesure qui est largement utilisée dans les études sur les manœuvres de dépassement des cyclistes par les conducteurs. Les distances latérales se mesurent notamment avec un capteur laser positionné sur le vélo [87]. Tel que la Figure 4 l'illustre, la mesure latérale est considérée au moment de dépassement du véhicule entre son éloignement et son retour en position dans sa voie qui est considérée. Une distance latérale suffisante permet également à assurer le confort et le sentiment de sécurité des cyclistes [68]. D'ailleurs, les législations encadrant les manœuvres de dépassement ne sont pas uniformes d'un endroit à l'autre, voire inexistante [126]. Au Québec, par exemple, en vertu de son Code de la sécurité routière, impose, de laisser un espace d'au moins 1 mètre à 50 km/h et de 1,5 mètre à plus de 50 km/h lors du dépassement d'un cycliste [127].

Freinage brusque

Les manœuvres d'évitement tel que les freinages brusques est une mesure utilisée pour déterminer une situation d'interaction entre les véhicules et les usagers vulnérables. Le freinage brusque répond à une situation d'urgence, d'évitement à une distance insuffisante avec l'utilisateur vulnérable [21]. Par exemple, dans l'étude de Foster, Monsere et Carlos [21], les freinages brusques des usagers de la route sont relevés manuellement par des observateurs sur le terrain. L'étude par simulateur de conduite de Bella et Silvestri [128] calcule les freinages brusques en utilisant la vitesse initiale et minimale à la fin de la phase de décélération du véhicule et se dote de barèmes indiquant si le freinage est brusque ou non. Les caractéristiques du milieu entourant le conducteur ne sont pas systématiquement prises en compte dans ces études. Par exemple, l'étude de Foster, Monsere et Carlos [21] a pris en compte le pourcentage d'inclinaison de la route dans leurs observations pour ajuster les distances à partir desquelles les véhicules auraient dû avoir le temps de céder le passage. Zangenehpour et al. [112] mentionnent également que l'un des facteurs contributifs aux conflits est la visibilité limitée en raison de la géométrie de l'intersection.

Céder le passage

Des auteurs s'intéressent particulièrement aux céder le passage des usagers de la route. L'incertitude face à la traversée de la route, la mauvaise interprétation des signaux de la part d'un usager de la route peuvent mener à des interactions potentiellement graves pour les usagers vulnérables [32, 129] et nécessitent une communication directe et indirecte. De plus, le non-respect de céder le passage est l'un des conflits les plus commun entre les usagers de la route [104]. L'étude de Soathong et al. [104], reposant sur des données d'observation relevées par enregistrement vidéo, utilise la variable « céder le passage » en identifiant la façon

dont le conducteur cède, ou pas, le passage aux piétons et la manière dont il le fait : « ne cède pas le passage » s'il ne s'arrête pas, « cède le passage doucement », s'il ralentit ou avance lentement sans s'arrêter complètement et « cède le passage » si le conducteur s'arrête complètement avant d'entrer dans la zone de conflit [104].

Ampleur des conflits avec des usagers vulnérables

La partie introductive des différents articles retenus nous informe sur l'ampleur des interactions entre les usagers vulnérables et les conducteurs, mais aucune étude recensée n'en fait son sujet principal. Par exemple, en Australie, le taux de quasi-accidents est de 57,5 pour 1000 heures de cyclisme, soit 5 fois plus élevés que les accidents [46]. Une autre étude australienne rapporte que les taux de quasi-accidents des cyclistes sont 72% plus importants avec les conducteurs qu'avec les autres usagers de la route [44]. Dans une autre étude avec des données collectées sur une plateforme cartographique de collecte par la population, on estime que les quasi-accidents impliquant un véhicule et un cycliste sont sept fois plus élevés que ceux avec d'autres usagers de la route [121]. En Oregon, aux États-Unis, les interactions impliquant des bus avec des cyclistes suscitent également des inquiétudes puisqu'on estime qu'il y aurait plus de 11 000 conflits annuellement entre ces usagers de la route [82]. De même, une étude new-yorkaise estime que les conflits entre piétons et véhicules se produisent fréquemment, avec 72 conflits par heure en moyenne dans leur base de données d'images vidéo [25], et une autre étude à Vancouver a recensé 40 interactions piétons-véhicules par heure sur des passages piétons en milieu urbain [3]. En parallèle à ces fréquences importantes de conflits, une étude à Portland a obtenu des résultats préoccupants en ayant observé uniquement 2 cas de manœuvres d'évitement brusque de la part des conducteurs sur 351 interactions, soulignant le faible recours aux manœuvres d'évitement brusque [21].

Variables influençant les interactions

La lecture des 202 articles à l'étude illustre la complexité des interactions puisqu'on y retrouve toutes sortes de variables potentiellement explicatives des interactions. Nous en faisons le résumé ici sous quatre grandes catégories : a) les caractéristiques des individus en cause et la temporalité, b) celles de l'environnement bâti, de la météo et des flux, c) les comportements des usagers en amont de l'interaction, et d) les aides à la conduite et l'éducation.

Figure 6 : Variables influençant les interactions

Caractéristiques individuelles des usagers et temporalité	Caractéristiques de l'environnement bâti et routier, météo et flux	Comportements des usagers	Aides à la conduite et l'éducation
• Âge • Genre • Habitudes des usagers • Couleur des vêtements des usagers vulnérables • Expérience des usagers de la route • Période de la journée	• Configuration de la chaussée • Conditions météo • Flux piétonnier • Débit de trafic	• Vitesse • Distances d'arrêt des cyclistes • Distances latérales dans les manœuvres de dépassement des cyclistes • Comportements agressifs des conducteurs • Distraction des usagers de la route • Comportements illégaux des conducteurs	• Systèmes d'avertissement sonores et visuels • Formation des usagers de la route

Caractéristiques individuelles des usagers et temporalité

Âge

- Dans une étude italienne, les piétons adultes et les personnes âgées ont moins de probabilités de conflits que les piétons plus jeunes [22]. Une autre étude italienne révèle que les personnes âgées ont moins d'interactions avec les conducteurs, notamment parce que ceux-ci cèdent davantage le passage aux conducteurs [130].
- Dans une étude menée dans l'Indiana aux États-Unis, les jeunes piétons adultes âgés de moins de 30 ans ont plus d'interactions, puisqu'ils ont tendance à traverser plutôt qu'attendre qu'un conducteur leur cède le passage [10].
- Dans une étude australienne, les cyclistes âgés de plus de 60 ans ont signalé plus de quasi-accidents que les cyclistes plus jeunes [44].
- Dans une étude menée aux États-Unis en simulateur, les jeunes conducteurs avaient plus d'interactions que les conducteurs plus vieux puisqu'ils regardaient moins les cyclistes et vérifiaient moins à droite lors de leur virage à l'intersection [131].

Genre

- Une étude suédoise a démontré que les conducteurs masculins ont effectué des manœuvres de dépassement des cyclistes plus risquées qui se sont soldées par des interactions [63].
- Une étude italienne abonde dans le même sens, puisqu'elle démontre que les femmes ont un comportement plus prudent que les hommes dans les manœuvres de dépassement des cyclistes et qu'elles conservent de plus grandes distances latérales [132].

Habitudes des usagers

- Les cyclistes se déplaçant pour le travail ont une plus grande probabilité d'interactions que les cyclistes se déplaçant pour le loisir dans une étude canadienne menée à Victoria et Vancouver [121]. Ce phénomène s'explique par le choix des trajets. Les déplacements pour le loisir privilégieront des routes « sûres », caractérisées par un faible débit de circulation automobile et opteront pour la présence d'infrastructures cyclables, tandis que les trajets liés au travail sont contraints dans l'espace et le temps, menant alors les cyclistes à circuler davantage sur des routes à fort débit de circulation automobile, dont des artères, pour se rendre à leur destination utilitaire (travail, lieu d'enseignement, etc.).
-
- Les piétons qui pratiquent fréquemment la marche ont davantage une perception négative des interactions avec les conducteurs à Vancouver par rapport aux piétons qui pratiquent moins la marche alors que les cyclistes plus expérimentés par rapport aux moins expérimentés ont à l'inverse une vision plus positive des interactions avec les conducteurs [3].

Couleur des vêtements

- Les couleurs sombres ou noires portées par les cyclistes augmentent les risques d'être impliqués dans des conflits chez les cyclistes par rapport à ceux qui portent des vêtements de couleurs clairs, au Danemark [16].
- Une étude des États-Unis a également découvert une différence significative entre les piétons portant des couleurs sombres ou claires, ces derniers étant moins propices à être impliqués dans des interactions [39].

Expérience des usagers de la route

- Les cyclistes et les motocyclistes expérimentés anticipent mieux les conflits potentiels et, pour les motocyclistes, adoptent des accélérations plus fluides améliorant ainsi les interactions avec les conducteurs [133].
- Les conducteurs expérimentés aux États-Unis présentent un taux de quasi-accidents avec les piétons et les cyclistes plus élevé avec un taux de 2,7 par million de miles parcourus contre 0,7 pour les conducteurs de 16 à 19 ans [101]. Ce phénomène s'explique notamment parce que les conducteurs moins expérimentés ont davantage d'accidents que de quasi-accidents.
- Les motocyclistes italiens ayant également une expérience comme conducteur d'une automobile ont 3,33 fois plus de probabilités de détecter rapidement les clignotants lors d'interactions potentiellement dangereuses [91].
- Dans une étude menée sur un simulateur de conduite au Texas, aux États-Unis, les conducteurs qui s'identifient également comme cyclistes effectuent leurs manœuvres de dépassement des vélos à 10 cm de moins que les conducteurs qui ne s'identifient pas comme cycliste, mais effectuent leurs dépassements plus lentement de 1 mph que les conducteurs non

cyclistes [134]. Les auteurs supposent que ces conducteurs aussi cyclistes sont plus confiants dans leur capacité à dépasser un cycliste, ce qui est une hypothèse encore à confirmer.

- Dans une étude australienne, les cyclistes moins expérimentés étaient plus susceptibles de signaler un quasi-accident que les cyclistes plus expérimentés [44].
- Afin d'optimiser la conduite des camionneurs et pour améliorer la sécurité routière, une étude à Linköping en Suède évalue l'effet d'une formation donnée à des camionneurs en vue d'améliorer leur anticipation, leur positionnement et leur contrôle de la vitesse vis-à-vis les cyclistes [135]. Les résultats démontrent que les camionneurs expérimentés présentent deux fois plus de freinages brusques dans leurs interactions avec les cyclistes et une vitesse plus élevée de 2km/h lors des virages à droite que les camionneurs moins expérimentés qui ont eu la même formation. L'une des hypothèses soulignées par les auteurs est la possibilité que les camionneurs expérimentés nécessitent davantage de temps pour intégrer la nouvelle formation, en raison de leurs anciennes habitudes, ce qui peut entraîner des manœuvres telles que des freinages brusques.

Période de la journée

- Le taux des conflits et des quasi-accidents entre les piétons et les conducteurs sont plus importants le jour que le soir et la nuit [73, 84, 136] ainsi qu'aux heures de pointe [64]. Cette étude sur les conflits entre les cyclistes et les autobus démontrent également une augmentation aux heures de pointe [82]. Néanmoins, les piétons ont des probabilités plus élevées de collisions graves la nuit en raison d'une vitesse de circulation plus élevées des sites étudiées selon une étude montréalaise menée sur deux sites observées [73].
- Les freinages brusques sont plus importants lorsque les conducteurs interagissent avec les piétons la nuit [39], probablement en raison de l'effet de surprise lors de mauvais éclairage.

Caractéristiques de l'environnement bâti et routier, météo et flux

Configuration de la chaussée

Passage piéton

- Une étude italienne a révélé que les conducteurs avaient un faible taux, soit 48%, de céder le passage à un passage zébré [130].
- Les passages piétons avec des panneaux d'arrêt diminuent le taux des interactions comparativement aux passages non protégés [74].
- Les saillies de trottoir réduisent la fréquence des conflits entre les piétons et les véhicules, ainsi que leur gravité [137, 138].
- Les passages piétons avec un panneau d'arrêt diminuent les interactions par des véhicules qui ont une meilleure décélération (m/s) ce qui facilite la décision de traverser pour les piétons [139].

- Aux passages piétons zébrés, où ils ont la priorité, les piétons sont plus susceptibles de traverser rapidement, tandis qu'ils regardent davantage l'approche des véhicules avant de traverser aux passages non marqués [140].
- Des observations sur le terrain dans une étude tchèque ont révélé que 36% de conducteurs n'ont pas cédé le passage aux piétons alors qu'il y avait un passage piéton marqué [129].
- Le marquage de lignes blanches parallèles aux passages piétons augmente la proportion des véhicules qui cèdent le passage aux piétons, passant d'un taux de 20% à 97% dans une étude effectuée en Angleterre [66]. Un effet positif similaire a aussi été observé dans une étude à Surrey en Colombie-Britannique, notamment lorsque le marquage était aligné avec le bateau pavé [1] (voir Figure 6).

Figure 7 : Marquage au sol de lignes blanches parallèles et réalignement des lignes vis-à-vis les bateaux pavés

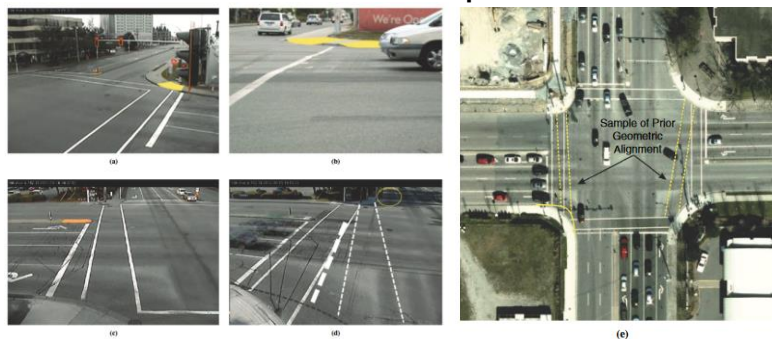


FIGURE 2 Intersection countermeasures: highlighted changes to pedestrian crossing ramps from (a) single drop to (b) dual drop; western crosswalk repositioning (c) before and (d) after; and (e) highlighted prior alignment of crosswalks.

Source : [1]

- Dans une étude états-unienne, les traversées à mi-bloc pour les piétons avec un *Pedestrian Hybrid Beacon* se montrent plus efficaces pour réduire les situations de quasi-collisions que celles avec des *Rectangular Rapid Flashing Beacon* [67]. Les conducteurs sont plus enclins à ralentir et à laisser une marge de sécurité plus importante aux piétons traversant la route à ces endroits. Une autre étude démontre que l'implantation de *Pedestrian Hybrid Beacon* s'est avérée efficace pour augmenter le respect de la priorité piétonne par les conducteurs [141].
- À St-Paul, MN, aux États-Unis, un programme d'amélioration de la visibilité (*High-Visibility Enforcement : HVE*), misant sur la combinaison d'une forte présence policière avec des campagnes de sensibilisation pour réduire les comportements à risque tels que la conduite en état d'ébriété, l'excès de vitesse et l'utilisation du cellulaire lors de la conduite, a permis d'augmenter le taux de respect des priorités aux passages piétons, passant de 33,9% à 61,5% [62].

- Les passages piétons pavés en zébrés rouge et blanc (Figure 8) bénéficient d'un taux de respect 20% plus élevé qu'aux passages uniquement zébrés blancs [2].

Figure 8 : Passages piétons pavés zébrés rouge et blanc



Source : [2]

Nombre de voies

- Un plus grand nombre de voies est associé à une augmentation du nombre d'interactions entre les cyclistes et les véhicules [112]. Une autre étude révèle que les conducteurs avaient plus d'interactions sur les routes à deux voies que sur une route à une voie [39].

Présence de voies de virage à droite ou à gauche

- La présence de voies de virage à droite ou à gauche augmente les quasi-accidents et les conflits entre les piétons et les véhicules [84, 90, 124] ainsi que les interactions potentiellement dangereuses [64].
- Une étude d'observation naturaliste à Bellevue, WA, aux États-Unis, constate qu'un volume de piétons supérieur à 160 piétons/h est associé à des quasi-accidents critiques dans les virages à gauche alors que les quasi-accidents non critiques sont associés à des véhicules tournant à droite [28].
- Les virages à droite sont problématiques à plusieurs égards. Des études menées aux États-Unis ont observé que les conducteurs regardaient peu à droite lors des virages lorsqu'ils tournaient à une intersection avec une piste cyclable [131] et qu'ils respectaient peu l'interdiction de tourner à droite au feu rouge [97]. Une de ces études démontre même que dans les situations où les conducteurs ne se sont pas arrêtés complètement lors des virages à droite, 80% ont mené à un quasi-accident [108].
- Toutefois, aux intersections avec virage à droite, une étude canadienne mentionne que la présence d'une pente montante vers l'intersection, par rapport à une pente d'approche descendante, était associée à une diminution du nombre de conflits [90].
- Quelques études se sont penchées sur les aménagements qui diminuent les interactions aux virages à gauche. Le passage d'un phasage semi-protégé à un phasage protégé à une intersection à Tucson, Arizona, aux

États-Unis, a diminué les quasi-collisions entre les véhicules tournant à gauche et les piétons, mais a toutefois entraîné une augmentation des véhicules bloquant le passage piéton [86]. À Washington, D.C., aux États-Unis, l'implantation d'une ligne centrale avec entrave (*hardened-centerline treatment* : voir Figure 8) s'est avérée efficace pour ralentir les véhicules lors des virages à gauche et ainsi réduire les conflits avec les piétons [24].

Figure 9 : Implantation d'une ligne centrale avec entrave



Source : [24]

Largeurs des voies

- Plus une voie est étroite, plus les conducteurs effectueront des manœuvres de dépassement proche des cyclistes [14], ce qui a pour effet de diminuer le confort des cyclistes [68].

Feux de circulation

- À Montréal, une étude a révélé que les conflits entre les véhicules et les piétons, incluant les conflits dangereux, étaient moins susceptibles de se produire immédiatement après une phase de feu rouge [105].
- Deux études, l'une italienne et l'autre menée dans l'état de Washington aux États-Unis, ont montré que la probabilité de conflits augmente proportionnellement avec la durée du cycle des feux de circulation [22] [142]. Cela s'explique en partie par le fait que l'attente peut mener à de l'impatience envers les piétons.

Infrastructure cyclable

- La séparation entre la circulation automobile et les cyclistes réduit les conflits, favorise le sentiment de sécurité perçu, et encourage l'utilisation du vélo [53]. De plus, les pistes cyclables continues et bien conçues assurent une réduction des interactions dangereuses, tandis que les discontinuités dans le réseau cyclable augmentent l'intensité et l'insécurité des interactions [93]. La présence d'infrastructures cyclables est liée avec moins d'interactions et des interactions moins sévères selon une étude

menée par des observations obtenues par des enregistrements vidéo [112] et par du « crowdsourcing » [121].

- Les cyclistes privilégient les pistes cyclables en site propre et évitent les artères, qui sont des sources d'interactions négatives avec les conducteurs [116]. Selon deux études, les tensions entre les cyclistes et les véhicules sont effectivement moins nombreuses en présence d'infrastructures cyclables [80, 93]. En présence de camions, le sentiment de sécurité des cyclistes augmente avec du marquage au sol, bien que cela n'ait aucun effet sur les interactions [143]. Une étude italienne conclut qu'une piste cyclable plus large assure une plus grande distance de dégagement latéral entre le conducteur et le cycliste, permettant ainsi une manœuvre de dépassement plus sûre [14]. Alors qu'au contraire, une autre étude menée dans le Michigan aux États-Unis, constate que la présence de pistes cyclables ou d'accotements est associée à une réduction des distances de dépassements [72].

Présence de stationnement

- Dans une étude faite à Ottawa, la présence de stationnement sur rue a un impact négatif sur le confort perçu des cyclistes lors des manœuvres de dépassement [68].

Présence d'arrêts d'autobus

- Une étude canadienne évaluant le comportement de conformité des piétons aux traverses a révélé que la présence d'arrêts d'autobus avait un effet sur l'augmentation du nombre de conflits entre les conducteurs et les piétons [110]. Les observations ont démontré que les piétons avaient tendance à se précipiter rapidement dans la traverse sans porter attention au trafic venant en sens inverse pour attraper leur autobus.

Espace partagé

- En Italie, des vitesses plus faibles ont été observées lors des interactions entre les conducteurs et les piétons suite à l'implantation d'un espace partagé [144].
- Dans une étude menée en Nouvelle-Zélande évaluant les effets de l'implantation d'un espace partagé, les nombres d'interactions entre les véhicules et les piétons restent similaires, mais les interactions sont plus sécuritaires pour les piétons en raison d'une diminution de la vitesse de circulation [78].
- Une étude menée à Londres sur l'implantation d'un espace partagé a démontré que les piétons étaient plus à l'aise dans leurs interactions avec les conducteurs [6]. Les piétons ont adopté une vitesse de marche plus lente et les véhicules circulaient à une vitesse moins élevée après l'implantation de l'espace partagé.

Conditions météorologiques

Les conflits entre cyclistes et véhicules se produisent davantage lors de météo défavorable (conditions de brouillard, de neige et de pluie) dans une étude menée à Melbourne en Australie [145], mais les auteurs n'émettent pas d'hypothèse en lien avec ce résultat. l'étude de Ansariyar et Jeyhani menée à Baltimore, MD, aux États-Unis a observé une augmentation de 68% des traversées illégales des piétons lors de journées nuageuses et pluvieuses. Toutefois, les journées pluvieuses présentent des conflits moins graves que les journées ensoleillées ou nuageuses [146]. En revanche, les conflits les plus sévères sont survenus lors des journées enneigées, bien que les piétons évitent généralement de traverser illégalement. Ces auteurs constatent que les conditions météorologiques jouent un rôle dans l'augmentation des traversées illégales et de la sévérité des conflits, mais ne proposent aucune explication qui mènent ces résultats.

Flux piétonnier

- La forte présence de piétons augmente les interactions [64]. Dans une étude effectuée à Edmonton, les conflits entre les véhicules et les usagers vulnérables sont plus fréquents lorsque le volume de piétons et de cyclistes est plus élevé [111]. À Baltimore, MD, une étude révèle que l'augmentation du flux piétonnier a un effet sur les comportements des conducteurs, qui sont alors moins respectueux envers les piétons [146]. C'est également ce qu'affirment les auteurs des études mentionnées précédemment. La présence de piétons âgés ainsi que de familles, marchant plus lentement, accentueraient l'agressivité des conducteurs [64]. D'autres hypothèses supposent que les conducteurs seraient alors confus quant à qui aurait la priorité de passage et mèneraient à des erreurs qui augmenteraient les conflits [111].

Débit de trafic

- Un débit de trafic élevé augmente les conflits avec les cyclistes, en particulier lorsque ce débit dépasse les 100 véhicules par heure [100, 145]. Cela diminue aussi le confort des cyclistes [68]. Les quasi-collisions sont plus fréquentes lorsque le débit de circulation est inférieur à 400 véhicules par heure, tandis que les probabilités de conflits diminuent lorsque ce débit dépasse les 400 véhicules par heure [147]. Les auteurs suggèrent que l'augmentation du débit de circulation réduit le nombre de conflits, mais que cette réduction pourrait être compensée par une augmentation des collisions réelles.
La densité de circulation, calculée selon les ratios entre les volumes de véhicules et de piétons et mesurée à différents moments de la journée, incluant les périodes de pointe et les périodes plus calmes, démontre une augmentation de l'irrespect des conducteurs envers l'obligation de céder le passage aux piétons [129].

Comportements des usagers au moment de l'interaction

Vitesse

- Plus la vitesse d'un véhicule est élevée, moins un piéton est susceptible de traverser [10]. De plus, une vitesse élevée augmente le nombre de quasi-accidents [84].

Distances d'arrêt des cyclistes

- En présence de camions, les cyclistes sont plus prudents qu'en présence de voitures. Se sentant moins en sécurité en présence d'un camion, les cyclistes s'arrêtent à 0,6 m plus en arrière et plus à gauche [143].

Distances (latérales) dans les manœuvres de dépassement des cyclistes

- À Ottawa, une étude d'observation naturaliste a constaté que plus de 90% des dépassements se font à 1,23 m d'espacement latéral [68]. Une étude française a aussi découvert que les conducteurs dépassent les cyclistes en dessous des distances permises par la loi (1,5 m) avec une distance latérale moyenne de 1,29 m [147].
- Dans le Michigan, aux États-Unis, une étude d'observation naturaliste a révélé que les distances de dépassement des conducteurs sont plus grandes dans les lieux où la loi sur le dépassement à cinq pieds s'applique (1,5 m) [126]. Les distances latérales dans les manœuvres de dépassement sont associées à une meilleure perception du confort pour les cyclistes [68].

Comportements agressifs des conducteurs

- Les interactions entre les cyclistes et les conducteurs ayant un comportement agressif sont corrélées avec le sentiment de danger perçu et l'intensité de la colère [148]. Les comportements agressifs des conducteurs se manifestent, par exemple, par des klaxons, des gestes ou des commentaires hostiles [149, 150].

Distraction des usagers de la route

Distraction des conducteurs

- Les observations naturalistes ont démontré que les conducteurs se concentrent davantage sur les feux de circulation et la voie devant eux négligeant souvent les zones latérales, ce qui peut mener à des quasi-accidents, car ils n'ont pas conscience des autres usagers sur les côtés tels que les cyclistes et les motocyclistes [151].
- Le regard distrait des conducteurs augmente les interactions. Lorsqu'un événement dangereux était anticipé, les conducteurs non distraits ralentissaient davantage (réduction de la vitesse de 28,95 mph à 20,28 mph) par rapport aux conducteurs distraits (réduction de la vitesse de 25,36 mph à 19,85 mph) [54].

- Sur une plateforme en ligne rapportant les collisions et quasi-collisions par les cyclistes, les raisons fréquemment identifiées à la source des quasi-collisions entre les véhicules et les cyclistes sont les distractions des conducteurs, comme celle de texter au volant ou de faire un appel téléphonique [150].

Distraction des piétons

- Les piétons qui utilisent un téléphone ont plus d'interactions avec les conducteurs puisque leur temps de réaction est plus lent, soit de 5,19 s en moyenne comparativement à 2,82 s sans téléphone [55].
- Les piétons distraits lorsqu'ils traversent la route augmentent les risques d'interactions avec les véhicules par rapport aux piétons non distraits [129].
- Les piétons qui marchent plus vite que la vitesse moyenne (3 à 5 mph) sont plus susceptibles de ne pas respecter les règles de sécurité routière, ce qui peut augmenter les conflits avec les véhicules [142].
- Les piétons distraits par l'envoi de texto, l'utilisation du téléphone ou d'un appel téléphonique réduisent leur vitesse de marche et la longueur de leurs pas et augmentent ainsi la probabilité d'interactions risquées avec les véhicules [142].
- L'utilisation du cellulaire par les piétons réduit leur vitesse de traversée et augmente leur probabilité d'être impliqués dans un accident [99].

Comportements illégaux des conducteurs

- Les violations de la réglementation par les conducteurs, telles que le non-respect de la priorité et la vitesse excessive, entraînent une augmentation des conflits entre piétons et cyclistes [111].
- Les interactions augmentent lorsque les conducteurs ne respectent pas le céder le passage aux cyclistes [150].
- Les conducteurs qui effectuent un virage illégalement sans que la signalisation le permette augmentent les conflits avec les piétons, mettant ainsi en évidence des problèmes récurrents dans les interactions routières [64].

Comportements illégaux des piétons et des cyclistes

- Les comportements illégaux des piétons augmentent la fréquence des conflits avec les véhicules [64] ainsi que leur gravité [128, 146]. Les freinages brusques sont alors plus importants [128].
- Une augmentation des conflits est observée lorsque les piétons traversent en dehors des passages piétons ou durant la phase de feu vert destinée aux véhicules [111].
- Les traversées illégales des piétons entraînent des interactions véhicule-piéton plus critiques, qui mènent souvent à des accidents [128].
- Selon une étude menée à Auckland, Australie, les conducteurs ajustent différemment leur comportement face aux piétons traversant illégalement,

selon qu'ils soient seuls ou en groupe. Environ 80% des conducteurs cèdent le passage à des piétons lorsqu'ils font partie d'un groupe, contre seulement 18% lorsqu'ils sont isolés [152].

Irrespect de la priorité des usagers de la route

- Les conflits ont lieu lorsque les cyclistes passent sur le feu jaune ou vert au même moment où les conducteurs tournent à droite [16].
- Une étude à Chemnitz en Allemagne démontre que les vélos électriques sont moins propices à se faire céder le passage par les conducteurs que les vélos « traditionnels » [114].
- Dans une configuration à deux voies dans les deux sens, 64,3% des interactions où les conducteurs n'ont pas cédé le passage aux cyclistes sont attribuables à une vitesse excessive et à une position trop proche du point de conflit de leur part [71].
- Les véhicules circulant à grande vitesse ont moins de chances de céder le passage aux cyclistes, car les conducteurs disposent de moins de temps pour les détecter et réagir à leur présence [103].
- Les véhicules avec une immatriculation enregistrée hors de la ville sont plus susceptibles de ne pas accorder la priorité de passage aux cyclistes comparés aux véhicules dont l'immatriculation est enregistrée en ville, ce qui s'explique probablement par le fait qu'ils sont moins familiers avec la présence de vélos sur leurs itinéraires [153].

Communication visuelle entre les usagers de la route

- Une étude montre que les conducteurs sont plus enclins à ralentir ou à réagir positivement lorsque le piéton cherche activement leur regard, signalant ainsi une coordination implicite entre les deux usagers [154].
- Les piétons qui font des gestes de la main pour indiquer leur intention de traverser ont un impact significatif sur les conducteurs, augmentant la probabilité que ces derniers leur cèdent le passage [104].

Position et formation des cyclistes en groupe

- La durée de dépassement est plus longue lorsque les cyclistes roulent en groupe, plutôt que côte à côte [155].
- La formation du groupe de cyclistes, en ligne ou positionné deux cyclistes côte à côte, a un effet significatif à la fois sur l'écart latéral et sur la vitesse du véhicule de dépassement. Lorsque les cyclistes étaient en ligne, les conducteurs ont laissé des distances latérales plus importantes et adoptaient des vitesses de dépassement plus élevées, jusqu'à 0,17 m et 5,83 km/h de plus que lorsque les cyclistes étaient côte à côte [156].

Comportements défensifs des cyclistes

- En raison des interactions tendues avec les conducteurs, les cyclistes peuvent adopter un mode de conduite défensif en circulant au centre de la

voie [149] pour forcer les véhicules à ralentir lors de leur dépassement [115].

Aide à la conduite et éducation

Systèmes d'avertissement sonores et visuels

- Un système d'avertissement visuel affiché sur le pare-brise des autobus permet de réduire de 26% le nombre de conflits avec des piétons, de diminuer les freinages brusques, et d'augmenter le taux de conducteurs cédant le passage aux piétons [76].
- Un signal d'avertissement visuel redondant affiché sur le tableau de bord dans des situations de danger inattendu, comme lorsqu'un piéton surgit soudainement, améliore les réactions des conducteurs. Ces messages réduisent les temps de réaction et de freinage, rendant les interactions conducteur-piéton plus sécuritaires [50].
- Une étude menée en Italie, utilisant un simulateur de conduite, a évalué l'efficacité d'avertissements sonores et visuels dans l'habitacle pour aider les conducteurs à dépasser les cyclistes de manière plus sûre [58]. Une même approche a été utilisée dans une étude éducative, en utilisant des sons spécifiques et des cercles colorés affichés dans le champ visuel du conducteur pour signaler les comportements positifs ou négatifs. Ces dispositifs ont réduit les interactions et augmenté les distances de dépassement des cyclistes chez les conducteurs moins expérimentés, mais n'ont eu aucun effet significatif chez les conducteurs expérimentés [132].

Formation des usagers de la route

- Certaines études voient dans la formation des usagers de la route une façon de réduire les interactions entre eux. Par exemple, une étude menée en Australie a analysé le document pédagogique *Road Ready*, utilisé pour former les apprentis conducteurs. Ce document souligne que les cyclistes sont perçus comme une source de danger sur la route. Toutefois, l'étude par questionnaire révèle que 57,6% des apprentis n'ont reçu aucune orientation sur les interactions avec les cyclistes, et seulement 6,1% se souvenaient de conseils précis [157].

Conclusion

Ainsi, cette revue systématique a porté sur les interactions entre les véhicules motorisées et les usagers vulnérables (piétons, cyclistes et motocyclistes). De nombreuses études ont traité de ce sujet dans les dix dernières années. Toutefois, l'analyse de ses travaux révèle un intérêt pour la sécurité des piétons et des cyclistes, mais démontre un déséquilibre marqué pour les motocyclistes, qui malgré leur statut d'usagers vulnérables, sont moins étudiés. Les définitions des interactions sont variées et, dans certains cas, confondues avec d'autres termes. La diversité dans le type de méthodes de collecte utilisées permet d'obtenir un large éventail sur la situation des interactions, que ce soit par de l'observation ou par enquête. Les données provenant de la population (crowdsourcing), par exemple, permettent de couvrir un plus large territoire et semblent fiables. D'autre part, la combinaison des méthodes d'observations avec d'autres méthodes pour obtenir les perceptions sont prometteuses. Cette diversité de méthodes permet de combiner à la fois les données statistiques et les perceptions des usagers vulnérables. Les résultats montrent que les interactions entre les véhicules et les usagers vulnérables sont nombreuses et multifactorielles. Peu importe les méthodes utilisées, les interactions sont influencées par des caractéristiques individuelles des usagers et temporalité (âge, genre, habitudes des usagers, couleurs des vêtements des usagers vulnérables, expérience des usagers de la route et période de la journée), caractéristiques de l'environnement bâti et routier, conditions météo et flux (configurations de la chaussée, conditions météorologiques, flux piétonnier et débit de circulation), comportements des usagers (vitesse, distances d'arrêt, distances latérales dans les dépassement des cyclistes, comportements agressifs des conducteurs, distraction des usagers de la route et comportements illégaux des conducteurs) ainsi que les aides à la conduite et l'éducation (systèmes d'avertissement sonores et visuels, formation des usagers de la route). Dans l'étude des interactions entre les véhicules et les usagers vulnérables, il importe de voir la problématique de façon multifactorielles.

Bibliographie

1. Pin, C., T. Sayed, et M.H. Zaki. 2015. « Assessing safety improvements to pedestrian crossings using automated conflict analysis. » *Transportation Research Record* 2514: 58-67. Article. doi: 10.3141/2514-07.
2. Bella, F. et C. Ferrante. 2021. « Drivers' Yielding Behavior in Different Pedestrian Crossing Configurations: A Field Survey. » *Journal of Advanced Transportation*. Article. doi: 10.1155/2021/8874563.
3. Bigazzi, A., G. Gill, et M. Winters. 2021. « Contrasting Perspectives on the Comfort and Safety of Pedestrians Interacting with Other Road Users. » *Transportation Research Record* 2675 (3): 33-43. Article. doi: 10.1177/0361198121992272.
4. Fricker, J.D. et Y.C. Zhang. 2019. « Modeling Pedestrian and Motorist Interaction at Semi-Controlled Crosswalks: The Effects of a Change from One-Way to Two-Way Street Operation. » *Transportation Research Record* 2673 (11): 433-446. doi: 10.1177/0361198119850142.
5. Fu, T., et al. 2019. « Investigating secondary pedestrian-vehicle interactions at non-signalized intersections using vision-based trajectory data. » *Transportation Research Part C-Emerging Technologies* 105: 222-240. doi: 10.1016/j.trc.2019.06.001.
6. Kaparias, I., et al. 2016. « Pedestrian gap acceptance behavior in street designs with elements of shared space. » *Transportation Research Record* 2586: 17-27. Article. doi: 10.3141/2586-03.
7. Mamidipalli, S.V., et al. 2015. « Probit-Based pedestrian gap acceptance model for midblock crossing locations. » *Transportation Research Record* 2519: 128-136. Article. doi: 10.3141/2519-14.
8. Mohammadi, A., C. Moretto, et M. Dozza. 2023. « How do cyclists interact with motorized vehicles at unsignalized intersections? Modeling cyclists' yielding behavior using naturalistic data. » *Accident Analysis & Prevention* 190: 107156. Web. doi: 10.1016/j.aap.2023.107156.
9. Pulvirenti, G., et al. 2021. « Safety of bicyclists in roundabouts with mixed traffic: Video analyses of behavioural and surrogate safety indicators. » *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 76: 72-91. Article. doi: 10.1016/j.trf.2020.11.006.
10. Zhang, Y.C. et J.D. Fricker. 2021. « Investigating temporal variations in pedestrian crossing behavior at semi-controlled crosswalks: A Bayesian multilevel modeling approach. » *Transportation Research Part F-Traffic Psychology and Behaviour* 76: 92-108. doi: 10.1016/j.trf.2020.11.002.
11. Zhang, Y. et J.D. Fricker. 2021. « Incorporating conflict risks in pedestrian-motorist interactions: A game theoretical approach. » *Accident Analysis and Prevention* 159. Article. doi: 10.1016/j.aap.2021.106254.
12. Cloutier, M.S., et al. 2022. « An Examination of Child Pedestrian Rule Compliance at Crosswalks around Parks in Montreal, Canada. »

- International Journal of Environmental Research and Public Health* 19 (21). Article. doi: 10.3390/ijerph192113784.
13. Silvano, A.P., H.N. Koutsopoulos, et X. Ma. 2016. « Analysis of vehicle-bicycle interactions at unsignalized crossings: A probabilistic approach and application. » *Accident Analysis and Prevention* 97: 38-48. Article. doi: 10.1016/j.aap.2016.08.016.
 14. Bella, F. et M. Silvestri. 2017. « Interaction driver–bicyclist on rural roads: Effects of cross-sections and road geometric elements. » *Accident Analysis and Prevention* 102: 191-201. Article. doi: 10.1016/j.aap.2017.03.008.
 15. Ansariyar, A., A. Ardeshiri, et M. Jeihani. 2023. « Investigating the collected vehicle-pedestrian conflicts by a LIDAR sensor based on a new Post Encroachment Time Threshold (PET) classification at signalized intersections. » *Advances in Transportation Studies* 61: 103-118. Article. doi: 10.53136/97912218091907.
 16. Buch, T.S. et S.U. Jensen. 2017. « Incidents between Straight-ahead Cyclists and Right-turning Motor Vehicles at Signalised Junctions. » *Accident Analysis and Prevention* 105: 44-51. Article. doi: 10.1016/j.aap.2016.07.035.
 17. Cantisani, G., L. Moretti, et Y.D. Barbosa. 2019. « Safety Problems in Urban Cycling Mobility: A Quantitative Risk Analysis at Urban Intersections. » *Safety* 5 (1). doi: 10.3390/safety5010006.
 18. Cloutier, M.S., et al. 2017. « “Outta my way!” Individual and environmental correlates of interactions between pedestrians and vehicles during street crossings. » *Accident Analysis and Prevention* 104: 36-45. Article. doi: 10.1016/j.aap.2017.04.015.
 19. Dey, K.C., et al. 2023. « Left-turn phasing selection considering vehicle to vehicle and vehicle to pedestrian conflicts. » *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)* 10 (1): 58-69. Article. doi: 10.1016/j.jtte.2021.07.006.
 20. Ezzati Amini, R., K. Yang, et C. Antoniou. 2022. « Development of a conflict risk evaluation model to assess pedestrian safety in interaction with vehicles. » *Accident Analysis and Prevention* 175. Article. doi: 10.1016/j.aap.2022.106773.
 21. Foster, N., C.M. Monsere, et K. Carlos. 2014. « Evaluating driver and pedestrian behaviors at enhanced, multilane, midblock pedestrian crossings: Case study in Portland, Oregon. » *Transportation Research Record* 2464: 59-66. Review. doi: 10.3141/2464-08.
 22. Gagliardi, V., C. Ferrante, et F. Bella. 2024. « Safety assessment of pedestrian-vehicle interaction at signalized intersections: An observational study. » *Journal of Transportation Safety and Security*. Article. doi: 10.1080/19439962.2023.2300280.
 23. Hewett, N., et al. 2024. « Using extreme value theory to evaluate the leading pedestrian interval road safety intervention. » *Stat* 13 (2). Article. doi: 10.1002/sta4.676.

24. Hu, W. et J.B. Cicchino. 2020. « The effects of left-turn traffic-calming treatments on conflicts and speeds in Washington, DC. » *Journal of Safety Research* 75: 233-240. Article. doi: 10.1016/j.jsr.2020.10.001.
25. Hussein, M., et al. 2015. « Automated pedestrian safety analysis at a signalized intersection in New York city: Automated data extraction for safety diagnosis and behavioral study. » *Transportation Research Record* 2519: 17-27. Article. doi: 10.3141/2519-03.
26. Jarry, V. et P. Apparicio. 2021. « Ride in peace: how cycling infrastructure types affect traffic conflict occurrence in montréal, canada. » *Safety* 7 (3). Article. doi: 10.3390/SAFETY7030063.
27. Johora, F.T., et al. 2022. « On the Generalizability of Motion Models for Road Users in Heterogeneous Shared Traffic Spaces. » *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems* 23 (12): 23084-23098. doi: 10.1109/TITS.2022.3192138.
28. Kong, X., et al. 2023. « In-Depth Understanding of Pedestrian–Vehicle Near-Crash Events at Signalized Intersections: An Interpretable Machine Learning Approach. » *Transportation Research Record* 2677 (5): 747-759. Article. doi: 10.1177/03611981221136138.
29. Pokorny, P. et K. Pitera. 2019. « Observations of truck-bicycle encounters: A case study of conflicts and behaviour in Trondheim, Norway. » *Transportation Research Part F-Traffic Psychology and Behaviour* 60: 700-711. doi: 10.1016/j.trf.2018.11.018.
30. Poudel, N. et P.A. Singleton. 2021. « Bicycle safety at roundabouts: a systematic literature review. » *Transport Reviews* 41 (5): 617-642. Article. doi: 10.1080/01441647.2021.1877207.
31. Rahman, Z., et al. 2019. « Using crowd sourcing to locate and characterize conflicts for vulnerable modes. » *Accident Analysis and Prevention* 128: 32-39. Article. doi: 10.1016/j.aap.2019.03.014.
32. Schleinitz, K., et al. 2015. « Conflict partners and infrastructure use in safety critical events in cycling - Results from a naturalistic cycling study. » *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 31: 99-111. Article. doi: 10.1016/j.trf.2015.04.002.
33. Sheykhfard, A., et al. 2021. « Review and assessment of different perspectives of vehicle-pedestrian conflicts and crashes: Passive and active analysis approaches. » *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)* 8 (5): 681-702. Review. doi: 10.1016/j.jtte.2021.08.001.
34. Sheykhfard, A., et al. 2023. « Evasive actions to prevent pedestrian collisions in varying space/time contexts in diverse urban and non-urban areas. » *Accident Analysis and Prevention* 192. Article. doi: 10.1016/j.aap.2023.107270.
35. Sheykhfard, A., et al. 2024. « Exploring the Influence of Signal Countdown Timers on Driver Behavior: An Analysis of Pedestrian–Vehicle Conflicts at Signalized Intersections. » *Transportation Research Record* 2678 (4): 865-880. Article. doi: 10.1177/03611981231186987.

36. Szagala, P., et al. 2022. « Pedestrian Safety at Midblock Crossings on Dual Carriageway Roads in Polish Cities. » *Sustainability (Switzerland)* 14 (9). Article. doi: 10.3390/su14095703.
37. Tageldin, A. et T. Sayed. 2019. « Models to evaluate the severity of pedestrian-vehicle conflicts in five cities. » *Transportmetrica A: Transport Science* 15 (2): 354-375. Article. doi: 10.1080/23249935.2018.1477853.
38. Wu, J.W., E. Radwan, et H. Abou-Senna. 2018. « Determination if VISSIM and SSAM could estimate pedestrian-vehicle conflicts at signalized intersections. » *Journal of Transportation Safety & Security* 10 (6): 572-585. doi: 10.1080/19439962.2017.1333181.
39. Wu, J., E. Radwan, et H. Abou-Senna. 2018. « Assessment of pedestrian-vehicle conflicts with different potential risk factors at midblock crossings based on driving simulator experiment. » *Advances in Transportation Studies* 44: 33-46. Article. doi: 10.4399/97888255143463.
40. Wu, J., et al. 2018. « A novel method of vehicle-pedestrian near-crash identification with roadside LiDAR data. » *Accident Analysis and Prevention* 121: 238-249. Article. doi: 10.1016/j.aap.2018.09.001.
41. Paschalidis, E., et al. 2016. « "Put the blame on...others!": The battle of cyclists against pedestrians and car drivers at the urban environment. A cyclists' perception study. » *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 41: 243-260. Article. doi: 10.1016/j.trf.2015.07.021.
42. Aldred, R. et A. Goodman. 2018. « Predictors of the frequency and subjective experience of cycling near misses: Findings from the first two years of the UK Near Miss Project. » *Accident Analysis and Prevention* 110: 161-170. Article. doi: 10.1016/j.aap.2017.09.015.
43. Porter, B.E., et al. 2016. « Investigating the effects of Rectangular Rapid Flash Beacons on pedestrian behavior and driver yielding on 25 mph streets: A quasi-experimental field study on a university campus. » *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 42: 509-521. Article. doi: 10.1016/j.trf.2016.05.004.
44. Poulos, R.G., et al. 2017. « Near miss experiences of transport and recreational cyclists in New South Wales, Australia. Findings from a prospective cohort study. » *Accident Analysis and Prevention* 101: 143-153. Article. doi: 10.1016/j.aap.2017.01.020.
45. Vlakveld, W., et al. 2021. « Traffic conflicts involving speed-pedelecs (fast electric bicycles): A naturalistic riding study. » *Accident Analysis and Prevention* 158. Article. doi: 10.1016/j.aap.2021.106201.
46. Cox, J.A., et al. 2024. « An incident reporting and learning system to understand cycling incident causation in Australia: A 12-month implementation of CRIT. » *Safety Science* 171. Article. doi: 10.1016/j.ssci.2023.106392.
47. Puchades, V.M., et al. 2017. « Cyclists' Anger As Determinant of Near Misses Involving Different Road Users. » *Frontiers in Psychology* 8. doi: 10.3389/fpsyg.2017.02203.

48. Amado, H., et al. 2020. « Pedestrian-vehicle interaction at unsignalized crosswalks: A systematic review. » *Sustainability (Switzerland)* 12 (7). Review. doi: 10.3390/su12072805.
49. Laureshyn, A. et A. Várhelyi. 2018. The Swedish Traffic Conflict Technique: observer's manual. In *International Calibration Study of Traffic Conflict Techniques*. Lund.
https://lucris.lub.lu.se/ws/files/51195704/TCT_Manual_2018.pdf.
50. Hoekstra-Atwood, L., C. Hoover, et C.M. Richard. 2019. « Benefits of Redundant Visual In-Vehicle Information in Pedestrian–Vehicle Conflict Scenarios. » *Transportation Research Record* 2673 (9): 674-683. Article. doi: 10.1177/0361198119847478.
51. Calvi, A., et al. 2022. « Driving Simulator Study for Evaluating the Effectiveness of Virtual Warnings to Improve the Safety of Interaction Between Cyclists and Vehicles. » *Transportation Research Record* 2676 (4): 436-447. doi: 10.1177/03611981211061351.
52. Kalantari, A.H., et al. 2023. « Who goes first? a distributed simulator study of vehicle–pedestrian interaction. » *Accident Analysis and Prevention* 186. Article. doi: 10.1016/j.aap.2023.107050.
53. Friel, D., et al. 2023. « Cyclists' perceived safety on intersections and roundabouts – A qualitative bicycle simulator study. » *Journal of Safety Research* 87: 143-156. Article. doi: 10.1016/j.jsr.2023.09.012.
54. Ebadi, Y., et al. 2020. « Impact of Cognitive Distractions on Drivers' Hazardous Event Anticipation and Mitigation Behavior in Vehicle-Bicycle Conflict Situations. » *Transportation Research Record* 2674 (7): 504-513. doi: 10.1177/0361198120923660.
55. Gruden, C., I. Ištoka Otković, et M. Šraml. 2021. « Pedestrian safety at roundabouts: Their crossing and glance behavior in the interaction with vehicular traffic. » *Accident Analysis and Prevention* 159. Article. doi: 10.1016/j.aap.2021.106290.
56. Kováčsová, N., et al. 2018. « Cyclists' eye movements and crossing judgments at uncontrolled intersections: An eye-tracking study using animated video clips. » *Accident Analysis and Prevention* 120: 270-280. Article. doi: 10.1016/j.aap.2018.08.024.
57. Mok, C.S., P. Bazilinskyy, et J. de Winter. 2022. « Stopping by looking: A driver-pedestrian interaction study in a coupled simulator using head-mounted displays with eye-tracking. » *Applied Ergonomics* 105. Article. doi: 10.1016/j.apergo.2022.103825.
58. Shoman, M.M., et al. 2023. « Evaluation of Cycling Safety and Comfort in Bad Weather and Surface Conditions Using an Instrumented Bicycle. » *IEEE Access* 11: 15096-15108. Article. doi: 10.1109/ACCESS.2023.3242583.
59. Green, O., et al. 2023. « Using Logistic Regression to Evaluate Pedestrian–Vehicle Interaction Severity at Side Street Green and Exclusive Phase Signals. » *Transportation Research Record* 2677 (9): 438-449. Article. doi: 10.1177/03611981231159120.

60. Marsden, G., L. Docherty, et R. Dowling. 2020. « Parking futures: Curbside management in the era of 'new mobility' services in British and Australian cities. » *Land Use Policy* 91. doi: 10.1016/j.landusepol.2019.05.031.
61. Rasch, A., et al. 2022. « Drivers' and cyclists' safety perceptions in overtaking maneuvers. » *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 84: 165-176. Article. doi: 10.1016/j.trf.2021.11.014.
62. Morris, N.L., C.M. Craig, et R. Van Houten. 2020. « Effective Interventions to Reduce Multiple-Threat Conflicts and Improve Pedestrian Safety. » *Transportation Research Record* 2674 (5): 149-159. Article. doi: 10.1177/0361198120914888.
63. Rasch, A., et al. 2020. « How do oncoming traffic and cyclist lane position influence cyclist overtaking by drivers? » *Accident Analysis and Prevention* 142. Article. doi: 10.1016/j.aap.2020.105569.
64. Ali, Y., M.M. Haque, et F. Mannering. 2023. « A Bayesian generalised extreme value model to estimate real-time pedestrian crash risks at signalised intersections using artificial intelligence-based video analytics. » *Analytic Methods in Accident Research* 38. Article. doi: 10.1016/j.amar.2022.100264.
65. Alsaleh, R., T. Sayed, et M.H. Zaki. 2018. « Assessing the effect of pedestrians' use of cell phones on their walking behavior: A study based on automated video analysis. » *Transportation Research Record* 2672 (35): 46-57. Article. doi: 10.1177/0361198118780708.
66. Ancaes, P., G. Di Guardo, et P. Jones. 2020. « Factors explaining driver yielding behaviour towards pedestrians at courtesy crossings. » *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 73: 453-469. Article. doi: 10.1016/j.trf.2020.07.006.
67. Anwari, N., et al. 2023. « Investigating surrogate safety measures at midblock pedestrian crossings using multivariate models with roadside camera data. » *Accident Analysis and Prevention* 192. Article. doi: 10.1016/j.aap.2023.107233.
68. Apasnore, P., K. Ismail, et A. Kassim. 2017. « Bicycle-vehicle interactions at mid-sections of mixed traffic streets: Examining passing distance and bicycle comfort perception. » *Accident Analysis and Prevention* 106: 141-148. Article. doi: 10.1016/j.aap.2017.05.003.
69. Arhin, S.A., et al. 2022. « Effectiveness of modified pedestrian crossing signs in an urban area. » *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)* 9 (1): 21-32. Article. doi: 10.1016/j.jtte.2021.04.001.
70. Arun, A., et al. 2023. « Leading pedestrian intervals – Yay or Nay? A Before-After evaluation of multiple conflict types using an enhanced Non-Stationary framework integrating quantile regression into Bayesian hierarchical extreme value analysis. » *Accident Analysis and Prevention* 181. Article. doi: 10.1016/j.aap.2022.106929.
71. Bella, F. et C. Ferrante. 2021. « Effects of the cross-section on the driver's behaviour approaching bicycle crossroads. » *Transportation Research Part*

- F: Traffic Psychology and Behaviour* 76: 109-120. Article. doi: 10.1016/j.trf.2020.11.003.
72. Feng, F., et al. 2018. « Drivers overtaking bicyclists—An examination using naturalistic driving data. » *Accident Analysis and Prevention* 115: 98-109. Article. doi: 10.1016/j.aap.2018.03.010.
 73. Fu, T., L. Miranda-Moreno, et N. Saunier. 2016. « Pedestrian crosswalk safety at nonsignalized crossings during nighttime: Use of thermal video data and surrogate safety measures. » *Transportation Research Record* 2586: 90-99. Article. doi: 10.3141/2586-10.
 74. Fu, T., L. Miranda-Moreno, et N. Saunier. 2018. « A novel framework to evaluate pedestrian safety at non-signalized locations. » *Accident Analysis and Prevention* 111: 23-33. Article. doi: 10.1016/j.aap.2017.11.015.
 75. Fyhri, A., et al. 2017. « Safety in numbers for cyclists—conclusions from a multidisciplinary study of seasonal change in interplay and conflicts. » *Accident Analysis and Prevention* 105: 124-133. Article. doi: 10.1016/j.aap.2016.04.039.
 76. Hadi, M., et al. 2021. « Evaluation of an Advanced Driver-Assistance System to Reduce Pedestrian and Rear-End Crashes of Transit Vehicles. » *Transportation Research Record* 2675 (11): 1301-1309. doi: 10.1177/03611981211026302.
 77. Høye, A. et A. Laureshyn. 2019. « SeeMe at the crosswalk: Before-after study of a pedestrian crosswalk warning system. » *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 60: 723-733. Article. doi: 10.1016/j.trf.2018.11.003.
 78. Karndacharuk, A., D.J. Wilson, et R.C.M. Dunn. 2014. « Safety performance study of shared pedestrian and vehicle space in New Zealand. » *Transportation Research Record* 2464: 1-10. Review. doi: 10.3141/2464-01.
 79. Kassim, A., K. Ismail, et Y. Hassan. 2014. « Automated measuring of cyclist - motor vehicle post encroachment time at signalized intersections. » *Canadian Journal of Civil Engineering* 41 (7): 605-614. Article. doi: 10.1139/cjce-2013-0565.
 80. Kassim, A., K. Ismail, et S. McGuire. 2018. « Operational Evaluation of Central Sharrows and Dooring Zone Treatment on Road User Behavior in Ottawa, Canada. » *Transportation Research Record* 2672 (36): 136-144. Article. doi: 10.1177/0361198118787092.
 81. Kassim, A., A. Culley, et S. McGuire. 2019. « Operational Evaluation of Advisory Bike Lane Treatment on Road User Behavior in Ottawa, Canada. » *Transportation Research Record* 2673 (11): 233-242. Article. doi: 10.1177/0361198119851450.
 82. Keeling, K.L., et al. 2019. « Evaluation of Bus-Bicycle and Bus/Right-Turn Traffic Delays and Conflicts. » *Transportation Research Record* 2673 (7): 443-453. Article. doi: 10.1177/0361198119849063.
 83. Kircher, K., et al. 2020. « Effects of training on truck drivers' interaction with cyclists in a right turn. » *Cognition, Technology and Work* 22 (4): 745-757. Article. doi: 10.1007/s10111-020-00628-x.

84. Kutela, B. et H.L. Teng. 2021. « Exploring the associated factors for multiple-threats and near-miss incidents at signalized midblock crosswalks. » *Journal of Transportation Safety & Security* 13 (4): 414-435. doi: 10.1080/19439962.2019.1638476.
85. LaMondia, J., et al. 2019. « Evaluating the Safety and Behavioral Impacts of Green Bike Lanes in Suburban Communities. » *Transportation Research Record* 2673 (11): 671-679. Article. doi: 10.1177/0361198119855605.
86. Li, X.F., et al. 2019. « Impacts of Changing from Permissive/ Protected Left-Turn to Protected-Only Phasing: Case Study in the City of Tucson, Arizona. » *Transport Research Record* 2673 (4): 616-626. doi: 10.1177/0361198119842108.
87. Li, P., et al. 2023. « A Probabilistic Framework for Estimating the Risk of Pedestrian-Vehicle Conflicts at Intersections. » *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems* 24 (12): 14111-14120. doi: 10.1109/TITS.2023.3296567.
88. Liu, C., et al. 2017. « Vehicle-Bicyclist Dynamic Position Extracted From Naturalistic Driving Videos. » *IEEE TRANSACTIONS ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS* 18 (4): 734-742. doi: 10.1109/TITS.2016.2586104.
89. Madsen, T.K.O. et H. Lahrmann. 2017. « Comparison of five bicycle facility designs in signalized intersections using traffic conflict studies. » *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 46: 438-450. Article. doi: 10.1016/j.trf.2016.05.008.
90. Mansell, R., et al. 2024. « Investigating factors that affect conflicts between bicyclists and right turning vehicles at signalized intersections. » *Traffic Safety Research: An Interdisciplinary Journal* 6: 15p. Web. doi: 10.55329/pytz4050.
91. Micucci, A., L. Mantecchini, et M. Sangermano. 2019. « Analysis of the relationship between turning signal detection and motorcycle driver's characteristics on urban roads; a case study. » *Sensors (Switzerland)* 19 (8). Article. doi: 10.3390/s19081802.
92. Moll, S., et al. 2021. « Modelling duration of car-bicycles overtaking manoeuvres on two-lane rural roads using naturalistic data. » *Accident Analysis and Prevention* 160. Article. doi: 10.1016/j.aap.2021.106317.
93. Nabavi Niaki, M.S., N. Saunier, et L.F. Miranda-Moreno. 2019. « Is that move safe? Case study of cyclist movements at intersections with cycling discontinuities. » *Accident Analysis and Prevention* 131: 239-247. Article. doi: 10.1016/j.aap.2019.07.006.
94. Nassereddine, H., K.R. Santiago-Chaparro, et D.A. Noyce. 2020. « Modeling Vehicle–Pedestrian Interactions using a Nonprobabilistic Regression Approach. » *Transportation Research Record* 2675 (1): 356-364. Article. doi: 10.1177/0361198120962799.
95. Nassereddine, H., K.R. Santiago-Chaparro, et D.A. Noyce. 2024. « Evaluating Right-Turn Flashing Yellow Arrow for Vehicle–Pedestrian Interactions Using a Non-Probabilistic Regression Approach. »

- Transportation Research Record* 2678 (2): 212-222. Article. doi: 10.1177/03611981231173645.
96. Onkhar, V., et al. 2022. « The effect of drivers' eye contact on pedestrians' perceived safety. » *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 84: 194-210. Article. doi: 10.1016/j.trf.2021.10.017.
 97. Patel, D., P. Hosseini, et M. Jalayer. 2023. « A framework for proactive safety evaluation of intersection using surrogate safety measures and non-compliance behavior. » *Accident Analysis and Prevention* 192. Article. doi: 10.1016/j.aap.2023.107264.
 98. Rasouli, A., I. Kotseruba, et J.K. Tsotsos. 2018. « Understanding Pedestrian Behavior in Complex Traffic Scenes. » *IEEE Transactions on Intelligent Vehicles* 3 (1): 61-70. Article. doi: 10.1109/TIV.2017.2788193.
 99. Ropaka, M., D. Nikolaou, et G. Yannis. 2020. « Investigation of traffic and safety behavior of pedestrians while texting or web-surfing. » *Traffic Injury Prevention* 21 (6): 389-394. Article. doi: 10.1080/15389588.2020.1770741.
 100. Russo, B., et al. 2023. « Analyzing the Impacts of Intersection Treatments and Traffic Characteristics on Bicyclist Safety: Development of Data-Driven Guidance on the Application of Bike Boxes, Mixing Zones, and Bicycle Signals. » *Transportation Research Record* 2677 (12): 187-200. Article. doi: 10.1177/03611981231167414.
 101. Seacrist, T., et al. 2018. « Analysis of near crashes among teen, young adult, and experienced adult drivers using the SHRP2 naturalistic driving study. » *Traffic Injury Prevention* 19: S89-S96. Article. doi: 10.1080/15389588.2017.1415433.
 102. Shangguan, Q.Q., et al. 2024. « Do Traffic Countermeasures Improve the Safety of Vulnerable Road Users at Signalized Intersections? A Combination of Case-Control and Cross-Sectional Studies Using Video-Based Traffic Conflicts. » *Transportation Research Record* 2678 (1): 806-819. doi: 10.1177/03611981231172748.
 103. Silvano, A.P., X.L. Ma, et H.N. Koutsopoulos. 2015. « When Do Drivers Yield to Cyclists at Unsignalized Roundabouts? Empirical Evidence and Behavioral Analysis. » *Transportation Research Record* (2520): 25-31. doi: 10.3141/2520-04.
 104. Soathong, A., et al. 2023. « Effects of Pedestrians' Assertiveness on Drivers' Yielding Behavior at Mid-Block Sections: An Application of Bayesian Structural Equation Modeling. » *Transportation Research Record* 2677 (3): 1715-1730. doi: 10.1177/03611981221128803.
 105. Stipancic, J., et al. 2016. « Investigating the gender differences on bicycle-vehicle conflicts at urban intersections using an ordered logit methodology. » *Accident Analysis and Prevention* 97: 19-27. Article. doi: 10.1016/j.aap.2016.07.033.
 106. Tan, T., et al. 2019. « Bicycle-Friendly Roundabouts: A Case-Study. » *Journal of the Australasian College of Road Safety* 30 (4): 67-70.
 107. Wessels, M. et D. Oberfeld. 2024. « A binary acceleration signal reduces overestimation in pedestrians' visual time-to-collision estimation for

- accelerating vehicles. » *Heliyon* 10 (6). Article. doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e27483.
108. Wu, J. et H. Xu. 2017. « Driver behavior analysis for right-turn drivers at signalized intersections using SHRP 2 naturalistic driving study data. » *Journal of Safety Research* 63: 177-185. Article. doi: 10.1016/j.jsr.2017.10.010.
 109. Yue, R., et al. 2021. « Effects of Pedestrian Crossing on Minor Road Capacity at Two-Way Stop-Controlled Intersections. » *TRANSPORTATION RESEARCH RECORD* 2675 (9): 472-482. doi: 10.1177/03611981211002836.
 110. Zaki, M.H. et T. Sayed. 2014. « Automated analysis of pedestrians' nonconforming behavior and data collection at an urban crossing. » *Transportation Research Record* 2443 (1): 123-133. Article. doi: 10.3141/2443-14.
 111. Zaki, M.H., T. Sayed, et S.E. Ibrahim. 2016. « Comprehensive safety diagnosis using automated video analysis: Applications to an urban intersection in Edmonton, Alberta, Canada. » *Transportation Research Record* 2601: 138-152. Article. doi: 10.3141/2601-16.
 112. Zangenehpour, S., et al. 2016. « Are signalized intersections with cycle tracks safer? A case-control study based on automated surrogate safety analysis using video data. » *Accident Analysis and Prevention* 86: 161-172. Article. doi: 10.1016/j.aap.2015.10.025.
 113. Zhang, M., M. Dotzauer, et C. Schießl. 2022. « Analysis of Implicit Communication of Motorists and Cyclists in Intersection Using Video and Trajectory Data. » *Frontiers in Psychology* 13. Article. doi: 10.3389/fpsyg.2022.864488.
 114. Petzoldt, T., et al. 2017. « Traffic conflicts and their contextual factors when riding conventional vs. electric bicycles. » *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 46: 477-490. Article. doi: 10.1016/j.trf.2016.06.010.
 115. Iuliano, J.E. 2022. « Where and how tucsonans ride and implications for cycling infrastructure. » *Cogent Social Sciences* 8 (1). Article. doi: 10.1080/23311886.2022.2054127.
 116. Desjardins, E., et al. 2021. « "Going through a little bit of growing pains": A qualitative study of the factors that influence the route choice of regular bicyclists in a developing cycling city. » *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 81: 431-444. Article. doi: 10.1016/j.trf.2021.06.005.
 117. Huth, V., E. Füssl, et R. Risser. 2014. « Motorcycle riders' perceptions, attitudes and strategies: Findings from a focus group study. » *Transportation Research Part F-Traffic Psychology and Behaviour* 25: 74-85. doi: 10.1016/j.trf.2014.05.004.
 118. Rodon, C., I. Ragot-Court, et P. Van Elslande. 2023. « New light individual mobility within urban traffic: The stakes of a complex cohabitation. » *Territoire en Mouvement* (58). Article. doi: 10.4000/tem.10794.

119. Rahman, M.R., N. Poudel, et P.A. Singleton. 2021. « Multimodal traffic safety concerns in a university population. » *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 80: 424-435. Article. doi: 10.1016/j.trf.2021.05.013.
120. Kovácsová, N., J.C.F. de Winter, et M.P. Hagenzieker. 2019. « What will the car driver do? A video-based questionnaire study on cyclists' anticipation during safety-critical situations. » *Journal of Safety Research* 69: 11-21. Article. doi: 10.1016/j.jsr.2019.01.002.
121. Branion-Calles, M., T. Nelson, et M. Winters. 2017. « Comparing Crowdsourced Near-Miss and Collision Cycling Data and Official Bike Safety Reporting. » *Transportation Research Record* 2662 (1): 1-11. Article. doi: 10.3141/2662-01.
122. Jestico, B., et al. 2017. « Multiuse trail intersection safety analysis: A crowdsourced data perspective. » *Accident Analysis and Prevention* 103: 65-71. Article. doi: 10.1016/j.aap.2017.03.024.
123. Laberee, K., et al. 2021. « Crowdsourced bicycling crashes and near misses: trends in Canadian cities. » *Urban, Planning and Transport Research* 9 (1): 449-463. Article. doi: 10.1080/21650020.2021.1964376.
124. Laberee, K., et al. 2023. « WalkRollMap.org: Crowdsourcing barriers to mobility. » *Frontiers in Rehabilitation Sciences* 4. Article. doi: 10.3389/fresc.2023.1023582.
125. Garcia, A., C. Llorca, et J. Serra-Planelles. 2020. « Influence of peloton configuration on the interaction between sport cyclists and motor vehicles on two-lane rural roads. » *Journal of Transportation Safety and Security* 12 (1): 136-150. Article. doi: 10.1080/19439962.2019.1591557.
126. Feizi, A., et al. 2021. « Effects of bicycle passing distance law on drivers' behavior. » *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 145: 1-16. Article. doi: 10.1016/j.tra.2020.12.017.
127. Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ) 2024. Comportements entre usagers de la route. <https://saaq.gouv.qc.ca/securite-routiere/comportements/partage-route/entre-usagers>.
128. Bella, F. et M. Silvestri. 2021. « Vehicle–pedestrian interactions into and outside of crosswalks: Effects of driver assistance systems. » *Transport* 36 (2): 98-109. Article. doi: 10.3846/transport.2021.14739.
129. Sucha, M., D. Dostal, et R. Risser. 2017. « Pedestrian-driver communication and decision strategies at marked crossings. » *Accident Analysis and Prevention* 102: 41-50. Article. doi: 10.1016/j.aap.2017.02.018.
130. Gorrini, A., et al. 2018. « Observation results on pedestrian-vehicle interactions at non-signalized intersections towards simulation. » *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 59: 269-285. Article. doi: 10.1016/j.trf.2018.09.016.
131. Deliali, K., E. Christofa, et M. Knodler. 2021. « The role of protected intersections in improving bicycle safety and driver right-turning behavior. » *Accident Analysis and Prevention* 159. Article. doi: 10.1016/j.aap.2021.106295.

132. Rossi, R., et al. 2021. « Evaluating the impact of real-time coaching programs on drivers overtaking cyclists. » *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 78: 74-90. Article. doi: 10.1016/j.trf.2021.01.014.
133. Elhenawy, M., et al. 2023. « Using random forest to test if two-wheeler experience affects driver behaviour when interacting with two-wheelers. » *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 92: 301-316. Article. doi: 10.1016/j.trf.2022.09.001.
134. Goddard, T., et al. 2020. « Unsafe bicyclist overtaking behavior in a simulated driving task: The role of implicit and explicit attitudes. » *Accident Analysis and Prevention* 144. Article. doi: 10.1016/j.aap.2020.105595.
135. Kircher, K. et C. Ahlström. 2020. « Truck drivers' interaction with cyclists in right-turn situations. » *Accident Analysis and Prevention* 142. Article. doi: 10.1016/j.aap.2020.105515.
136. Zhang, S., et al. 2020. « Prediction of pedestrian-vehicle conflicts at signalized intersections based on long short-term memory neural network. » *Accident Analysis and Prevention* 148. Article. doi: 10.1016/j.aap.2020.105799.
137. Angioi, F. et M. Bassani. 2022. « The implications of situation and route familiarity for driver-pedestrian interaction at uncontrolled mid-block crosswalks. » *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 90: 287-299. Article. doi: 10.1016/j.trf.2022.09.003.
138. Bella, F. et M. Silvestri. 2015. « Effects of safety measures on driver's speed behavior at pedestrian crossings. » *Accident Analysis and Prevention* 83: 111-124. Article. doi: 10.1016/j.aap.2015.07.016.
139. Noonan, T.Z., et al. 2023. « Kinematic cues in driver-pedestrian communication to support safe road crossing. » *Accident Analysis and Prevention* 192. Article. doi: 10.1016/j.aap.2023.107236.
140. Kalantari, A.H., et al. 2023. « Driver-Pedestrian Interactions at Unsignalized Crossings Are Not in Line With the Nash Equilibrium. » *IEEE Access* 11: 110707-110723. Article. doi: 10.1109/ACCESS.2023.3322959.
141. Pulugurtha, S.S. et D.R. Self. 2015. « Pedestrian and motorists' actions at pedestrian hybrid beacon sites: findings from a pilot study. » *International Journal of Injury Control and Safety Promotion* 22 (2): 143-152. Article. doi: 10.1080/17457300.2013.857694.
142. Kong, X.Q., et al. 2023. « In-Depth Understanding of Pedestrian-Vehicle Near-Crash Events at Signalized Intersections: An Interpretable Machine Learning Approach. » *Transportation Research Record* 2677 (5): 747-759. doi: 10.1177/03611981221136138.
143. Thorslund, B. et A. Lindström. 2020. « Cyclist strategies and behaviour at intersections. Conscious and un-conscious strategies regarding positioning. » *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 70: 149-162. Article. doi: 10.1016/j.trf.2020.02.013.
144. Orsini, F., et al. 2023. « Before-after safety analysis of a shared space implementation. » *Case Studies on Transport Policy* 13. Article. doi: 10.1016/j.cstp.2023.101021.

145. Xu, Z., et al. 2023. « Assessing bicycle-vehicle conflicts at urban intersections utilizing a VR integrated simulation approach. » *Accident Analysis and Prevention* 191. Article. doi: 10.1016/j.aap.2023.107194.
146. Ansariyar, A. et M. Jeihani. 2023. « Statistical Analysis of Jaywalking Conflicts by a Lidar Sensor. » *Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport* 120: 17-36. Article. doi: 10.20858/sjsutst.2023.120.2.
147. Kovaceva, J., et al. 2019. « Drivers overtaking cyclists in the real-world: Evidence from a naturalistic driving study. » *Safety Science* 119: 199-206. Article. doi: 10.1016/j.ssci.2018.08.022.
148. Huemer, A.K., M. Oehl, et S. Brandenburg. 2018. « Influences on anger in German urban cyclists. » *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 58: 969-979. Article. doi: 10.1016/j.trf.2018.07.026.
149. Dawson, A., J. Day, et D. Ashmore. 2020. « Multiautoculturalism: Reconceptualising Conflict on the Roads. » *Asia Pacific Journal of Anthropology* 21 (3): 205-228. Article. doi: 10.1080/14442213.2020.1754894.
150. Kwayu, K.M., et al. 2022. « Automatic topics extraction from crowdsourced cyclists near-miss and collision reports using text mining and Artificial Neural Networks. » *International Journal of Transportation Science and Technology* 11 (4): 767-779. Article. doi: 10.1016/j.ijtst.2021.10.005.
151. Salmon, P.M., et al. 2014. « Exploring schema-driven differences in situation awareness between road users: An on-road study of driver, cyclist and motorcyclist situation awareness. » *Ergonomics* 57 (2): 191-209. Article. doi: 10.1080/00140139.2013.867077.
152. Soathong, A., et al. 2023. « Effects of Pedestrians' Assertiveness on Drivers' Yielding Behavior at Mid-Block Sections: An Application of Bayesian Structural Equation Modeling. » *Transportation Research Record* 2677 (3): 1715-1730. Article. doi: 10.1177/03611981221128803.
153. Kwiatkowski, M.A. et Ł. Karbowski. 2023. « Atypical intersection of a bicycle path and a carriageway with marked car priority: Which car drivers give way anyway? » *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 97: 94-108. Article. doi: 10.1016/j.trf.2023.07.009.
154. Onkhar, V., et al. 2021. « Towards the detection of driver–pedestrian eye contact. » *Pervasive and Mobile Computing* 76. Article. doi: 10.1016/j.pmcj.2021.101455.
155. Moll, S., G. López, et A. García. 2021. « Analysis of the influence of sport cyclists on narrow two-lane rural roads using instrumented bicycles and microsimulation. » *Sustainability (Switzerland)* 13 (3): 1-17. Article. doi: 10.3390/su13031235.
156. López, G., et al. 2022. « Evaluation of the Influence of Road Geometry on Overtaking Cyclists on Two-Lane Rural Roads. » *International Journal of Environmental Research and Public Health* 19 (15). Article. doi: 10.3390/ijerph19159302.

157. Bonham, J. et M. Johnson. 2018. « Cyclist-related content in novice driver education and training. » *Accident Analysis and Prevention* 111: 321-327. Article. doi: 10.1016/j.aap.2017.12.008.



Institut national
de la recherche
scientifique