HAL
open science

Comprendre et améliorer les décisions de traversée de rue des piétons âgés. Synthèse des travaux du LEPSIS

Aurélie Dommes

To cite this version:

Aurélie Dommes. Comprendre et améliorer les décisions de traversée de rue des piétons âgés. Synthèse des travaux du LEPSIS. 2017, 6p. hal-01545701

HAL Id: hal-01545701

https://hal.science/hal-01545701v1

Submitted on 23 Jun 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

IFSTTAR - Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux
25 allée des Marronniers,
78008 Versailles Cedex
France

Aurélie Dommes,
Chercheur en Psychologie Cognitive
LEPSIS - Laboratoire Exploitation, Perception, SImulations et Simulateurs de conduite
+33 (1) 30 84 39 43
aurelie.dommes@ifsttar.fr

2017

Comprendre et améliorer les décisions de traversée de rue des piétons âgés

1. Comprendre les risques avec l'âge

En France, près de la moitié des piétons tués sont des personnes âgées de plus de 65 ans (ONISR, 2015), alors qu'elles représentent moins de 20% de la population française. Plus précisément, les piétons de la classe d'âge des 75 ans et plus représentaient à eux seuls 36% de cette mortalité en 2015. Rapportée à la population (9%), c'est la classe d'âge la plus touchée! Malgré les enjeux, on est surpris de constater que la question des piétons âgés fait encore l'objet de trop peu de travaux pour pouvoir promouvoir des moyens vraiment efficaces d'en améliorer la sécurité. Les prédicteurs du risque doivent être identifiés et le rôle des déclins associés à un vieillissement pathologique reste à appréhender. Les réponses à ces questions permettront de proposer des recommandations vraiment adaptées à l'accidentologie.

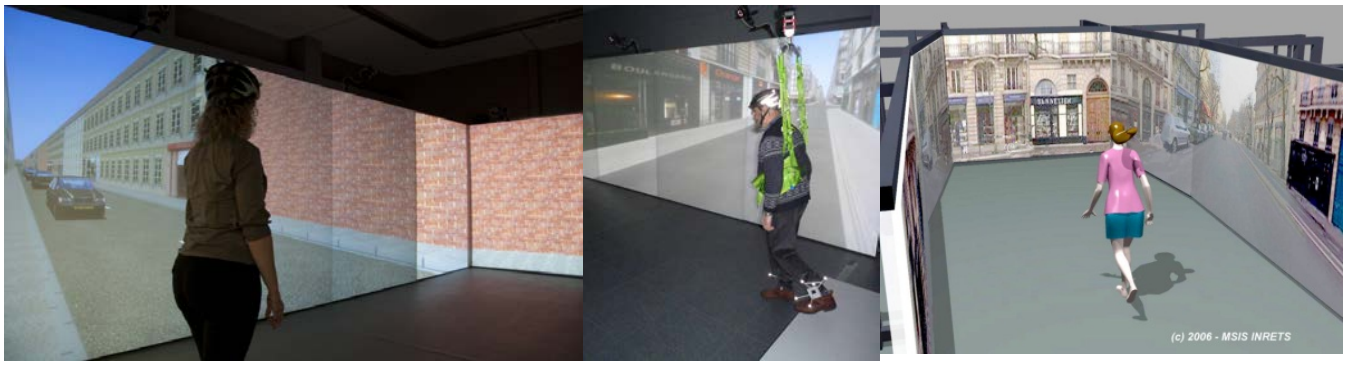
Si les travaux sont beaucoup plus nombreux en ce qui concernent les conducteurs âgés (et dès les années 1980), on note un progrès des connaissances scientifiques sur la question des piétons âgés depuis seulement 15-20 ans. Les travaux que nous avons menés à l'Ifsttar (ex. Dommes & Cavallo, 2011 ; Lobjois & Cavallo, 2007) ont contribué nettement à l'avancée de ces connaissances. Tous les travaux publiés dans la littérature scientifique s'accordent à montrer des difficultés avec l'âge à choisir des créneaux de temps adaptés pour traverser la rue, c'est-à-dire dans des situations où le piéton décide seul de traverser, sans aide technique, et donc en dehors de passages piétons régulés par la présence de feux (c'est d'ailleurs dans ces situations que la majorité des accidents a lieu en France). Dans ces situations, on observe des marges de sécurité parfois très insuffisantes chez les piétons âgés, la marge de sécurité correspond au temps restant avant impact avec un véhicule à l'approche. La diminution des marges de sécurité avec l'âge est d'autant plus dangereuse que les populations de piétons jeunes et âgés ne sont pas exposées aux mêmes risques. En effet, les personnes âgées ont besoin de marges de sécurité plus importantes pour compenser leurs moindres capacités à sortir de situations périlleuses, comme par exemple en cas de trébuchement ou d'événement inattendu.

Ces difficultés avec l'âge à opter pour des créneaux de temps sécuritaires s'avèrent particulièrement marquées lorsque la vitesse du véhicule à l'approche est élevée. Les plus âgés auraient des difficultés à prendre en compte les informations relatives à la vitesse d'approche des véhicules dans leur prise de décision. Ils utiliseraient des stratégies simplificatrices basées sur la distance des véhicules approchant (du type « *la voiture est loin, je traverse* » *versus* « *la voiture est près de moi, je ne traverse pas* »). Ces stratégies conduisent par contre les âgés à prendre beaucoup de décisions dangereuses lorsque la vitesse d'approche est élevée (parce qu'elle est souvent

associée à de grandes distances), et à manquer des opportunités de traverser pourtant sécuritaires à vitesse faible (car associée à de courtes distances).

On retient également que le facteur complexité du trafic est particulièrement préjudiciable à la sécurité des décisions des plus âgés. Plusieurs travaux d'observation en milieu réel ou d'analyses d'accidents révèlent ainsi que les piétons âgés prennent des décisions particulièrement risquées dans des situations de trafic complexe comme les voies à double sens de circulation. Ils auraient des difficultés à gérer la seconde partie de la traversée, avec plus d'accidents en milieu et en fin de traversée (alors que les enfants en ont plus en début et milieu de traversée), indiquant ainsi un manque de prise en compte du trafic dans la seconde voie. Pour étayer ces difficultés, et dans le cadre du projet de recherche *SEPIA* (financé par la *Fondation Sécurité Routière* entre 2009 et 2012), nous avons étudié les décisions de piétons en situation de traversée de rue à double sens de circulation. Pour cela, nous avons conçu un dispositif de simulation, dans nos locaux à Versailles Satory, permettant aux participants de nos études de traverser réellement une rue expérimentale de plus de 7 mètres, mais en face d'un trafic virtuel.

Figure 1 : Simulateur de traversée de rue, Versailles Satory



Le dispositif de simulation pour la traversée de rue à Versailles-Satory est constitué d'une portion de route sur laquelle le participant se déplace réellement, de systèmes de génération et de projection d'images virtuelles, d'un dispositif sonore, et d'un système d'enregistrement des traversées. La route est matérialisée à même le sol de la salle d'expérimentation, et le participant traverse réellement une distance de plus de 7 mètres, dont 5.70 mètres de chaussée sur laquelle circule des véhicules. Des trottoirs en bois d'une hauteur de 15.4 cm peuvent ou non être ajoutés, en fonction des besoins de la tâche. Le participant est placé dans la configuration d'un piéton attendant au bord du trottoir d'une rue à double sens de circulation, où des véhicules peuvent approcher d'une seule ou deux directions. Le piéton interagit avec des scènes virtuelles projetées sur 10 écrans géants grâce à des capteurs de mouvement placés sur son corps. Ce système permet d'asservir la scène visuelle au déplacement réel du participant et à son point de vue qui se modifie pendant la traversée. Ce système permet également d'enregistrer chacun de ses mouvements, et notamment les paramètres de sa marche.

Dans le projet *SEPIA*, nous avons par exemple invité trois groupes de participants d'âges différents (jeunes, âgés et très âgés) à répondre à une tâche de traversée de rue sur le simulateur. Les résultats montrent des stratégies différentes en fonction de l'âge, avec plus de décisions risquées avec l'âge et de collisions qui surviennent dans la voie la plus éloignée chez les âgés. Les piétons âgés sembleraient principalement baser leur décision de traverser une rue à double sens en fonction de la voie la plus proche d'eux, négligeant alors la seconde voie où circulent également des véhicules. Au contraire, les individus plus jeunes prennent en compte les deux voies de circulation lorsqu'ils décident de traverser une rue à double sens (cf. Dommes, Cavallo, Dubuisson, Tournier, & Vienne, 2014).

Si attester de ces difficultés avec l'âge est intéressant, l'expliquer l'est encore plus pour pouvoir ensuite proposer des recommandations vraiment adaptées à l'ensemble des usagers. La question de l'origine de ces stratégies préférentielles avec l'âge n'avait fait l'objet d'aucune publication dans la littérature scientifique, les travaux d'observations, d'analyses d'accidents, ou d'études sur simulateur émettant le plus souvent des hypothèses explicatives non éprouvées expérimentalement. Nos travaux dans le cadre d'un contrat avec la *Fondation MAIF* (2005-2008), mais également du projet *SEPIA* avec la *Fondation Sécurité Routière*, ont été les premiers à mettre à l'épreuve ces hypothèses en montrant que les difficultés rencontrées par les plus âgés à sélectionner des intervalles temporels

sécurisés entre des véhicules approchant à sens unique ou à double sens de circulation étaient susceptibles de révéler des déficits caractéristiques du vieillissement normal (cf. Dommes & Cavallo, 2011 ; Dommes, Cavallo, & Oxley, 2013 ; Dommes, Le Lay, Vienne, Dang, Perrot Beaudoin, & Do, 2015). Pour arriver à cette conclusion, nous avons mis en relation les capacités perceptives, cognitives et motrices des individus avec leurs décisions en situation de traversée de rue recueillies sur simulateur. Pour cela, nous avons proposé à une centaine de piétons jeunes et âgés de répondre à une batterie de tests perceptifs, cognitifs et moteurs en parallèle d'une tâche de traversée de rue sur simulateur. Les résultats montrent des difficultés certaines avec l'âge à gérer la vitesse d'approche des véhicules ainsi que la voie la plus éloignée d'eux où peuvent également circuler des véhicules. Nos résultats montraient surtout que la capacité d'un piéton à sélectionner un créneau de temps adapté, et donc à traverser la rue en toute sécurité, implique l'efficience de certaines compétences fonctionnelles. Le déclin des capacités perceptivo-cognitives (attention visuelle et fonctions exécutives) et motrices (longueur de pas) s'est révélé être prédicteur des comportements à risque observés chez les plus âgés (Dommes, Le Lay, Vienne, Dang, Perrot Beaudoin, & Do, 2015).

Le prolongement de ces travaux nous a conduit à nous intéresser aux impacts du vieillissement pathologique sur les décisions de traverser la rue. En France, près d'un million de personnes sont atteintes par la maladie d'Alzheimer et ce chiffre devrait continuer à progresser dans les prochaines années face au vieillissement de la population et à l'allongement de la durée de vie. La phase débutante de la maladie est marquée par le déclin sélectif et limité de certains processus cognitifs, les troubles se généralisant ensuite jusqu'à une perte complète d'autonomie. Le diagnostic précoce de la maladie trouve souvent résonance dans les symptômes qui recoupent le *Mild Cognitive Impairment*. Le MCI correspond à des déficits isolés de la mémoire et de l'attention notamment. Le MCI est considéré dans 12 à 15 % des cas comme un état annonciateur de la maladie d'Alzheimer.

Les travaux relatifs aux compétences et risques encourus par les patients atteints de la maladie d'Alzheimer ou d'un MCI se sont développés depuis quelques années déjà en ce qui concerne la conduite automobile. Ces travaux s'accordent à montrer que les patients Alzheimer ont de moins bonnes performances et un risque plus élevé d'accident que des conducteurs âgés sains. Ces difficultés débouchent le plus souvent sur l'arrêt de la conduite, et la marche à pied et/ou les transports en commun deviennent dès lors les uniques moyens de déplacement des patients. Au regard des enjeux, on est surpris de constater qu'aucune recherche psychologique n'avait été menée afin d'analyser les comportements et décisions de traversée de rue de piétons atteints de la maladie d'Alzheimer.

Devant l'enjeu prioritaire de santé publique et le peu de travaux consacrés à cette problématique, nous avons développé un projet intitulé *MOSAM*, subventionné par la *Fondation Médéric Alzheimer* (2011-2013), en collaboration avec le CEREMH, la Clinique Médicale de la Porte Verte de Versailles, le Centre Hospitalier de Versailles, et l'Hôpital Broca à Paris. La surreprésentation des personnes très âgées dans les statistiques d'accidents de piétons soulève en effet la question des effets du vieillissement normal et pathologique dans les difficultés à traverser la rue en toute sécurité : les plus de 75 ans sont les plus touchés, mais cet âge avancé est aussi celui auquel la propension d'être atteint de troubles cognitifs relevant du vieillissement pathologique augmente. Pour répondre à cette question, 25 patients atteints de la maladie d'Alzheimer (stade précoce) et 33 contrôles ont réalisé une tâche de traversée de rue sur le simulateur grande échelle de Satory. Ils ont également répondu à une batterie de tests cognitifs. Les résultats montraient que les patients ont émis plus de décisions dangereuses menant à des collisions virtuelles avec les véhicules approchants que les contrôles, dans les situations de double sens de circulation uniquement, pas à sens unique. Les analyses indiquaient aussi que le risque de collisions était associé à un déclin particulier des capacités de vitesse de traitement et d'attention visuelle.

2. Améliorer les décisions et comportements des piétons âgés

Une voie d'amélioration de la sécurité routière consiste à adapter l'usager à l'infrastructure et à la tâche, par l'apprentissage ou le ré-apprentissage de comportements sécuritaires. Dans cette optique, la mise au point de programmes d'entraînement spécifiquement destinés aux piétons âgés peut être un moyen efficace pour améliorer la sécurité de ces usagers vulnérables. Mais alors qu'ils représentent un véritable enjeu de sécurité routière, on retient de la littérature que quasiment aucune recherche n'a abordé la question de l'entraînement des piétons âgés à la traversée de rue. Les études menées à l'IFSTTAR (Dommes et al., 2012 ; Dommes & Cavallo, 2012 ; Dubuisson, Dommes et al., 2012) sont en fait les seuls travaux publiés sur la question. En revanche, l'entraînement des piétons

enfants, mais aussi des automobilistes âgés font l'objet de nombreux travaux dans la littérature scientifique.

Pour savoir dans quelle mesure il est possible de remédier aux difficultés des piétons âgés à traverser la rue, nous avons proposé et testé un programme d'entraînement sur simulateur dans le cadre de la convention avec la *Fondation MAIF*. L'objectif était d'améliorer la sécurité globale des décisions et comportements des piétons âgés. La méthode d'entraînement associait deux niveaux d'intervention. Elle comprenait, d'une part, un niveau conceptuel, en termes de sensibilisation au danger et d'éléments importants à considérer (ex. la vitesse du véhicule), par l'intermédiaire d'entretiens, de feedbacks et de discussions. A cette intervention éducative s'ajoutait la pratique répétée de l'activité sur le simulateur de traversée de rue. Les participants étaient confrontés à 250 situations où ils devaient décider pour chacune s'ils avaient ou non le temps de franchir le trafic virtuel, et traverser réellement le cas échant. Des améliorations substantielles du comportement de traversée ont été observées dans le groupe des 20 seniors qui a participé à ce programme d'entraînement (cf. Dommes & Cavallo, 2012 ; Dommes, Cavallo, Vienne, & Aillerie, 2012). Immédiatement après l'entraînement, et même 6 mois après, ces participants traversaient moins souvent et acceptaient des fenêtres temporelles nettement plus larges. Ils initiaient la traversée plus rapidement, marchaient plus vite et adoptaient des marges de sécurité plus grandes. Mais la façon dont ils prenaient en compte la vitesse d'approche du véhicule dans leurs décisions et comportements ne s'était pas améliorée. On observait encore et toujours plus de décisions dangereuses à mesure que la vitesse du véhicule à l'approche augmentait, et de nombreuses opportunités manquées à vitesse faible. Avec la pratique, le critère de décision s'était en fait déplacé : la distance jugée 'critique' pour traverser avait augmenté, mais la vitesse d'approche du véhicule était toujours autant négligée. L'absence d'efficacité de notre programme sur la prise en compte de la vitesse semblait révéler des déficits sensoriels et cognitifs liés à l'âge que l'entraînement et la pratique sur simulateur ne pourraient pas réhabiliter, tels le déclin des capacités visuo-attentionnelles.

Pour prolonger ce travail, l'efficacité d'autres méthodes a été testée dans le projet *SEPIA* financé par la *Fondation Sécurité Routière* entre 2009 et 2012. L'idée était soit de ré-entraîner les capacités fonctionnelles intervenant lors de la traversée de rue et identifiées comme contribuant à leurs difficultés (ex. les capacités visuo-attentionnelles), soit de ré-entraîner les comportements à risque directement sur simulateur, ou encore par le biais d'une intervention éducative et préventive (discussions de groupe). Les résultats ont montré que, au contraire de l'entraînement cognitif, la méthode sur simulateur ou l'intervention éducative étaient toutes les deux capables de produire un léger bénéfice sur la sécurité des décisions des âgés (Cavallo, Dommes, et al., 2017). Les participants âgés ayant bénéficié de ces méthodes d'entraînement ont ainsi montré une amélioration de leurs comportements de traversée, avec moins d'essais dangereux acceptés, et donc moins de collisions virtuelles après avoir suivi les entraînements, même plus de 6 mois après. Malgré des résultats encourageants, ces méthodes d'entraînement se sont confrontées à des limites. En effet, les participants âgés ont persisté à montrer des difficultés particulières à prendre en compte la vitesse des véhicules à l'approche dans leur prise de décision, et, d'autre part, à prendre en considération le trafic sur la voie éloignée. Ces difficultés étaient moindres, mais toujours présentes.

Cette question de l'entraînement des piétons âgés a donc été poursuivie afin de comprendre pourquoi nos anciennes méthodes ne fonctionnaient pas complètement. Pour cela, nous avons développé un petit dispositif de simulation, transportable, à plus bas coût (cf. Figure 2). Ce dispositif miniaturisé s'est avéré être un moyen efficace d'améliorer la sécurité des piétons âgés. Vingt participants avaient pris part à un programme d'entraînement sur ce mini-simulateur, leurs décisions et comportements de traversée de rue étant par contre évalués avant et après sur le grand simulateur. La méthode était différente de celles testées dans les précédentes recherches. Elle était encore plus spécifique des difficultés rencontrées par les âgés à prendre en compte la vitesse d'approche des véhicules et à considérer la deuxième voie de circulation d'une rue à double sens. La méthode était surtout individualisée, avec des exercices adaptés aux difficultés de chacun des 20 piétons âgés entraînés. Les résultats sont très positifs et montrent qu'une sensibilisation spécifique et individualisée sur mini-simulateur permet d'optimiser la prise de décision des personnes âgées (Maillot et al., 2017). Notons que le mini-simulateur lève les contraintes motrices de la tâche pour se concentrer sur les contraintes perceptives et cognitives, puisque aucune marche réelle n'est engagée et que le sujet s'entraîne avec un bouton-réponse. Ce résultat laisse présager de la pertinence du développement de mini-simulateurs comme outils de prévention efficace, et facile d'accès autant pour les collectivités locales que pour les particuliers.

Figure 2. Version miniaturisée du simulateur de traversée de rue, composée de 3 petits écrans et d'un bouton réponse que le piéton tient dans sa main pour indiquer le moment où il pense pouvoir traverser.

Au delà de promouvoir la prudence auprès des usagers âgés par des interventions sur simulateur ou préventives, l'amélioration de leur sécurité peut aussi s'envisager par le développement d'aides techniques pour guider l'usager à prendre les bonnes décisions lorsqu'il traverse la rue, et plus généralement, à mieux naviguer à pied dans une ville. L'amélioration de la sécurité des déplacements à pied pourrait ainsi être plus rapidement et facilement acquise par des solutions qui ne dépendent pas de l'individu, mais par une infrastructure des villes pensée pour ses usagers et des développements technologiques adaptés aux contraintes et capacités de l'être humain qui les utilise. Dans ce contexte, le projet intitulé *A-PIED* (2013-2016), financé par des fonds ministériels, a visé à répondre à deux objectifs primordiaux : (i) analyser les besoins des piétons âgés pour des interfaces multisensorielles d'aide à la traversée de rue et d'orientation en milieu urbain ; (ii) tester une solution technologique innovante et originale, basée sur une interface vibrotactile portée sur le poignet (cf. Figure 3 ci-après). Le projet *A-PIED* a utilisé une technologie innovante développée par le CEA-LIST, à Saclay. L'idée est de ne pas solliciter les sens de la vue ou de l'ouïe, déjà fortement impliqués dans l'activité de marche à pied, mais de solliciter le sens du toucher, en partant de l'hypothèse que les informations vibrotactiles pourraient avoir un apport en termes de réduction du temps de réaction, d'amélioration de la sécurité et de focalisation de l'attention sur des éléments décisifs pour la réalisation de la tâche principale d'orientation et de traversée de rue. A notre connaissance aucun dispositif en vente sur le marché ne répond aujourd'hui à ces enjeux. Les résultats de deux études menées sur simulateur (cf. Figure 3) ont pu montrer une efficacité réelle du bracelet chez tous les participants, avec un bénéfice plus important chez les participants les plus âgés notamment, avec une baisse du nombre de décisions de traversée de rue entrainant une collision virtuelle, moins d'erreurs d'orientation dans un environnement urbain inconnu, et un temps de parcours plus optimal. Des études en environnement naturel devront confirmer ces effets mais si un tel dispositif vibrotactile compense les difficultés liées au déclin cognitif et perceptif de l'âgé, il permettra également à terme de contribuer au maintien de leur autonomie et réduire le risque d'accidents mortels.

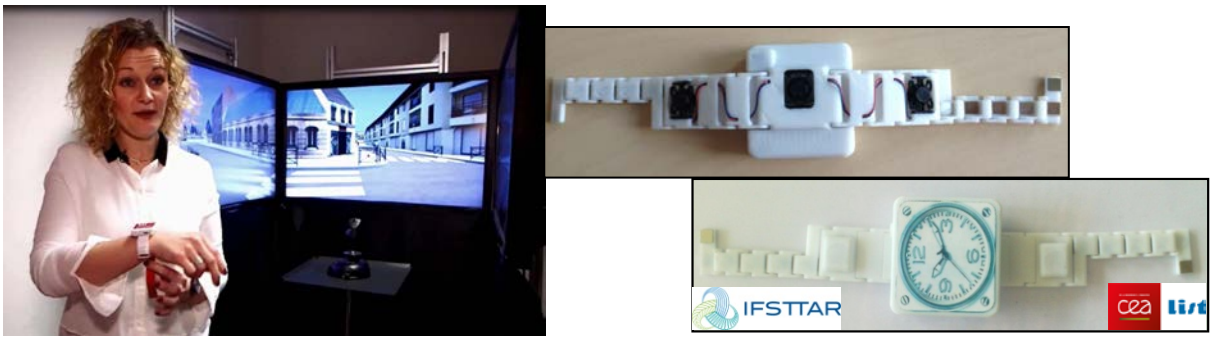


Figure 3 : Version prototypique de l'aide vibrotactile évaluée dans A-PIED

A voir aussi :

- **Fiche thématique IFSTTAR** : http://www.ifsttar.fr/ressources-en-ligne/espace-science-et-societe/mobilites/dossiers-thematiques/securite-des-pietons/pietons-ages/
- Interview, **Arte - Future Mag**, 14 Février 2015. http://www.arte.tv/magazine/futuremag/fr/securite-des-pietons-et-des-cyclistes-futuremag
- Article publié dans **Le Dauphiné**, 15 février 2014, http://www.ledauphine.com/societe/2014/02/15/pietons-les-seniors-sont-plus-vulnerables
- Interview, **La Chaine Parlementaire**, Février 2013. http://www.lcp.fr/emissions/transportez-moi/vod/143774-40-ans-de-securite-routiere-320-000-vies-sauvees
- Interview, **La Chaine Parlementaire** Février 2012, http://www.lcp.fr/emissions/transportez-moi/vod/65077-l-accident-est-il-une-fatalite

Cavallo, V., Dommes, A., Dang, N.-T., & Vienne, F. (2017, in press). A street-crossing simulator for studying and training pedestrians. Accident, Analysis and Prevention

Dommes, A., Le Lay, T., Vienne, F., Dang, N.-T., Perrot Beaudoin, A., Do, M.C. (2015). Towards an explanation of age-related difficulties in crossing a two-way street. *Accident Analysis & Prevention*, *85*, 229-238.

Dommes, A., Granié, M.-A., Cloutier, M.-S., Coquelet, C., & Huguenin-Richard, F. (2015). Red light violations by adult pedestrians and other safety-related behaviors at signalized crosswalks. *Accident Analysis and Prevention, 80*, 67-75.

Dommes, A., Wu, Y.H., Aquino, J.P., Pitti-Ferrandi, H., Soleille, M., Martineau-Fleury, S., Samson, M. & Rigaud, A.-S.l (2015). Is mild dementia related to unsafe street-crossing decisions? *Alzheimer Disease and Associate Disorders*, 29(4), 294-300.

Dommes, A., Cavallo, V., Dubuisson, J.B., Tournier, I., & Vienne, F. (2014). Crossing a two-way street: comparison of young and old pedestrians. *Journal of Safety Research*, 50, 27-34.

Dommes, A., Cavallo, V., & Oxley, J.A. (2013). Functional declines as predictors of risky street-crossing decisions in older pedestrians*. Accident Analysis and Prevention, 59*, 135-143.

Dommes, A., & Cavallo, V. (2012). Can simulator-based training improve street-crossing safety for older pedestrians? *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, *15*, 206-218.

Dommes, A., Cavallo, V., Vienne, F., & Aillerie, I. (2012). Age-related differences in street-crossing safety before and after training of older pedestrians. *Accident Analysis and Prevention*, *44*, 42-47.

Dommes, A., & Cavallo, V. (2011). The role of perceptual, cognitive and motor abilities in street-crossing decisions of young and older pedestrians*. Ophthalmic and Physiological Optics, 3* (3), 292-301.

Maillot, P., Dommes, A., Dang, N.-T., & Vienne, F. (2017). Training Elderly in Pedestrian Safety: Transfer Effect Between Two Virtual Reality Simulation Devices. *Accident Analysis and Prevention*, 99, 161-170.

Renaudin, V., Dommes, A. & Guilbot, M. (2016). Engineering, human and legal challenges of navigation systems for personal mobility, *IEEE Transaction on Intelligent Transportation Systems, 99,* 1-15.

Tournier, I., Dommes, A., & Cavallo, V. (2016). Review of safety and mobility issues among older pedestrians. *Accident Analysis and Prevention*, *91*, 24-35.