



HAL
open science

Accidents entre piétons et véhicules en marche arrière sur les voies et lieux ouverts à la circulation publique

Thierry Brenac, Jean-Yves Fournier

► **To cite this version:**

Thierry Brenac, Jean-Yves Fournier. Accidents entre piétons et véhicules en marche arrière sur les voies et lieux ouverts à la circulation publique. Carnets d'accidentologie, 2018, 2018, pp1-12. hal-01929701

HAL Id: hal-01929701

<https://hal.science/hal-01929701>

Submitted on 30 Nov 2018

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.



Accidents entre piétons et véhicules en marche arrière sur les voies et lieux ouverts à la circulation publique

Thierry Brenac et Jean-Yves Fournier

Résumé : Les collisions entre des piétons et des véhicules se déplaçant en marche arrière sur les voies ou lieux ouverts à la circulation publique n'ont pas fait l'objet d'une grande attention en France. Pourtant, selon les statistiques nationales sur les accidents de la circulation, les véhicules en manœuvre de marche arrière sont impliqués dans 6,5 % des 11700 accidents de piéton enregistrés chaque année (sur la période 2008-2015). En outre, cette proportion est probablement sous-estimée dans ces statistiques. Le présent travail vise à fournir une rapide évaluation de ce problème en France, en termes quantitatifs et qualitatifs. Un échantillon aléatoire de 882 procès-verbaux de police (ou de gendarmerie) sur des accidents de piéton survenus sur des voies ou lieux ouverts à la circulation publique en France métropolitaine a été étudié pour identifier les cas avec véhicule en marche arrière parmi ces accidents. Les accidents de marche arrière (touchant des piétons) ainsi identifiés (61 cas) ont ensuite été analysés en détail pour améliorer les connaissances sur les mécanismes en jeu. Les résultats obtenus sur l'échantillon étudié montrent que les accidents de marche arrière représentent environ 7 % des accidents de piétons survenus sur les voies ou lieux ouverts à la circulation publique. Les piétons âgés de 60 ans ou plus (73 % des victimes piétonnes concernées) et les véhicules commerciaux ou de transport de marchandises sont surreprésentés dans ces collisions. Souvent, les piétons ne voient pas le véhicule en marche arrière, n'anticipent pas sa manœuvre, ou ne peuvent s'écarter de la trajectoire du véhicule. Les conducteurs impliqués, en général, ne voient pas le piéton avant la collision. Les raisons des manœuvres de marche arrière ont été identifiées et suggèrent que ces manœuvres pourraient en partie être évitées. Il apparaît que, outre l'influence de la visibilité limitée vers l'arrière dans les véhicules, certaines conceptions de la voirie jouent un rôle dans ces accidents en encourageant ou en obligeant les conducteurs à faire des manœuvres de marche arrière (du moins pour les véhicules de grande dimension).

Mots-clés : Accident de marche arrière, piéton, sécurité de la circulation, conception urbaine, planification urbaine

Abstract: For an English abstract, the reader is invited to refer to the original paper published in English by the same authors in 2018 in *The Open Transportation Journal* (vol. 12, p. 33-42), entitled "Collisions between pedestrians and reversing vehicles in public settings in France" (<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01702228/document>).

Keywords: Reversing accident, pedestrian, traffic safety, urban design, urban planning

1. Introduction

Cet article traite des accidents entre véhicules en marche arrière et piétons se produisant sur les voies publiques ou autres lieux ouverts à la circulation publique, tels que les parcs de stationnement. Ces accidents n'ont pas fait l'objet d'une grande attention en France, à la différence d'autres pays comme l'Australie, le Canada ou les États-Unis, par exemple (Fildes et coll., 2014 ; Transport Canada, 2004 ; NHTSA, 2008). Dans le fichier national des accidents corporels de la circulation, la manœuvre effectuée par le conducteur au moment de l'accident a été codée comme « marche arrière » dans 6,5 % des accidents corporels touchant

Affiliation des auteurs : IFSTTAR, TS2, LMA (Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux, Département Transport, santé, sécurité, Laboratoire Mécanismes d'accidents), F-13300, Salon de Provence, France.

des piétons enregistrés par les forces de l'ordre en France métropolitaine sur la période 2008-2015. Cette proportion n'a pas significativement changé au cours de cette période. Toutefois, cette catégorie ne permet pas d'identifier de manière fiable toutes les manœuvres de marche arrière. En effet, une proportion inconnue des accidents pour lesquels la manœuvre effectuée au moment de l'accident a été codée comme une « manœuvre de stationnement » (1,5 % des accidents corporels touchant des piétons recensés sur la période 2008-2015) peut également impliquer une manœuvre de marche arrière.

Le présent travail vise à fournir une brève évaluation de ce problème en France, en termes quantitatifs, mais aussi qualitativement, à travers l'analyse détaillée de cas d'accidents, afin de contribuer aux réflexions sur les mesures préventives possibles, notamment dans le domaine de la planification et de la conception des réseaux de voirie. En effet, bien que la technologie et l'équipement des véhicules (caméras de recul) puissent contribuer à réduire le nombre de ces accidents, ils ne peuvent les éliminer, comme le suggèrent des recherches récentes (Rudin-Brown et coll., 2012 ; Kidd et Brethwaite, 2014 ; Kidd et coll., 2015).

Dans ce travail, nous ne traitons pas des accidents qui n'entrent pas dans la catégorie des accidents de la circulation, tels que ceux survenant entre des piétons et des véhicules en marche arrière sur les lieux de travail (Murray, 2001 ; Hinze et Teizer, 2011 ; Kitching et coll., 2014) et sur d'autres propriétés privées, telles que les espaces privés résidentiels où de jeunes piétons sont fréquemment renversés (voir entre autres : Roberts et coll., 1993 ; Roberts et coll., 1995 ; Robinson et Nolan, 1997 ; Holland et coll., 2000 ; Mayr et coll., 2001 ; Murphy et coll., 2002 ; Pinkney et coll., 2006 ; Rice et coll., 2012 ; Hamilton et coll., 2015). Dans l'ensemble, cependant, les travaux de recherche sur les accidents survenus dans des espaces privés ont permis d'identifier certains facteurs communs impliqués dans les accidents de marche arrière touchant des piétons. La visibilité limitée vers l'arrière joue souvent un rôle dans ces accidents (Hinze et Teizer, 2011 ; Kitching et coll., 2014 ; Rice et coll., 2012). Les camionnettes et les fourgons sont surreprésentés dans les accidents de marche arrière (Robinson et Nolan, 1997 ; Murphy et coll., 2002 ; Pinkney et coll., 2006 ; Rice et coll., 2012), en raison des importants angles morts vers l'arrière dans ces véhicules. L'absence de surveillance proche sur les enfants dans les espaces privés permettant l'accès des véhicules au domicile (*private driveways*) (Murphy et coll., 2002 ; Rice et coll., 2012), comme l'absence de séparation physique entre ces espaces et les lieux de jeu des enfants (Roberts et coll., 1995 ; Murphy et coll., 2002) ont été également identifiés comme des facteurs favorisant ces accidents.

Les accidents corporels touchant des piétons¹ lors de manœuvres de marche arrière sur les voies publiques ou dans d'autres lieux ouverts à la circulation publique ont fait l'objet de moins d'attention. Les piétons âgés semblent être sur-impliqués dans ces accidents (Sheppard et Pattinson, 1986 ; Oxley et Fildes, 1999 ; Dunbar et coll., 2004 ; Fildes et coll., 2014). Le déclin fonctionnel dû au processus de vieillissement peut jouer un rôle: les piétons plus âgés ont plus souvent des problèmes de vision et d'audition et sont moins capables de détecter les objets en mouvement (Dunbar et coll., 2004). Le déclin cognitif résultant de neuropathologies liées à la démence est également associé à un risque plus élevé d'être heurté par un véhicule en marche arrière (Gorrie et coll., 2008). Les piétons plus âgés peuvent également avoir des difficultés à anticiper certaines manœuvres non attendues, comme la manœuvre de marche arrière d'une voiture en stationnement (Sheppard et Pattinson, 1986). Enfin, ils peuvent être limités dans leur capacité à s'écarter rapidement de la trajectoire d'un véhicule en marche arrière lorsqu'ils le voient approcher (Oxley et Fildes, 1999 ; Dunbar et coll., 2004 ; Charness et coll., 2012). Des mesures préventives ont été proposées dans le domaine de la technologie du véhicule (aides aux manœuvres de marche arrière, alarmes) et de l'information des piétons et des conducteurs en matière de sécurité (voir par exemple : Sheppard et Pattinson, 1986 ;

1. Pour simplifier nous appellerons « accidents de piétons » les accidents corporels touchant des piétons, dans la suite de cet article.

Dunbar et coll., 2004). Cependant, on sait peu de choses sur la manière dont la planification et l'aménagement des réseaux de voirie et des espaces publics pourraient contribuer à la prévention de ces accidents de marche arrière.

Les investigations rapportées ici portent exclusivement sur les accidents corporels entre piétons et véhicules en marche arrière survenus dans les lieux publics (voies et autres lieux ouverts à la circulation publique). Nous procédons tout d'abord à un examen rapide d'un échantillon aléatoire de rapports (procès-verbaux) de police ou de gendarmerie sur les accidents de piétons survenus dans des lieux publics, en France métropolitaine, pour corroborer la proportion de cas de marche arrière estimée à partir des statistiques nationales. Dans un second temps, les accidents de marche arrière ainsi identifiés sont analysés en profondeur dans le but d'identifier les processus et les mécanismes impliqués dans leur survenue.

2. Données et méthode

En France, les accidents de la circulation sont des accidents survenant sur des voies ouvertes à la circulation publique, impliquant au moins un véhicule et entraînant au moins une blessure nécessitant des soins médicaux. Pour chaque accident, dans la mesure où des lésions sont constatées, les forces de l'ordre doivent rédiger un rapport à l'attention du procureur de la République. Ces accidents sont ensuite consignés dans le fichier national des accidents corporels de la circulation routière². Comme mentionné dans l'introduction, les variables disponibles dans ce fichier ne permettent pas d'identifier clairement et sans ambiguïté les manœuvres de marche arrière.

Nous avons donc utilisé les rapports de police ou de gendarmerie (procès-verbaux), qui sont des documents plus détaillés et explicites. Ils comprennent les déclarations faites par les personnes impliquées et les éventuels témoins, et un schéma de l'accident avec des informations sur les positions finales des véhicules impliqués et sur des indices matériels tels que des traces de dérapage, débris, etc. Ces documents confidentiels sont accessibles à des fins de recherche, avec les autorisations appropriées. Ainsi, nous avons eu accès à une sélection aléatoire de 882 procès-verbaux sur des accidents corporels de la circulation impliquant des piétons survenus en France métropolitaine entre 2008 et 2011. Cet échantillon représente environ 1,8 % des 49 300 accidents de piétons recensés en France métropolitaine entre 2008 et 2011. Notre échantillon d'étude est constitué de ces 882 accidents de piétons.

Un examen rapide des 882 procès-verbaux a tout d'abord été effectué pour identifier les cas où des piétons ont été touchés par des véhicules en marche arrière et pour estimer la proportion de ces collisions.

Dans un second temps, chacun des cas de marche arrière identifié (61 cas) a été analysé en détail, en utilisant un modèle d'accident séquentiel tel que décrit par Fleury (Fleury, 2013 ; voir aussi Fleury et Brenac, 2001). Pour chaque usager impliqué, les caractéristiques sociodémographiques de la personne, les conditions de son déplacement (but du déplacement, véhicule utilisé, conditions extérieures), l'activité de conduite (ou de marche) juste avant l'accident, les manœuvres réalisées et les perceptions de la situation lorsque le piéton et le véhicule interagissent, et les conditions de la collision ont été successivement analysées, dans les limites permises par la qualité des données utilisées. Ces analyses reposent sur le procès-verbal et d'autres données sur le site de l'accident et le réseau routier environnant (photographies, cartes). Cette méthode a permis d'identifier certains mécanismes d'accidents communs.

2. Au sujet de la non-exhaustivité du recensement des accidents corporels dans ce fichier, se reporter à la fin de la section 4, consacrée aux limites de l'analyse.

3. Résultats

3.1. Proportion de cas de marche arrière parmi les accidents de piéton

Parmi l'échantillon aléatoire de 882 accidents impliquant des piétons, 61 ont été identifiés comme des accidents de marche arrière (d'après l'analyse détaillée du procès-verbal). Ils ont entraîné des blessures chez 62 piétons, dont 4 ont été mortellement touchés. Ce résultat nous conduit à estimer que 6,9 % des accidents de piétons signalés dans les lieux publics en France impliquent un véhicule en marche arrière, avec un intervalle de confiance à 95 % (IC) de 5,4 % à 8,8 %.

La proportion constatée (6,9 %) est légèrement supérieure à celle obtenue à partir du fichier national français des accidents corporels de la circulation (6,5 %), bien que cette différence ne soit pas statistiquement significative. Il est également important de noter que parmi les 61 accidents de marche arrière identifiés, 7 n'auraient pas pu être trouvés à partir du fichier national des accidents corporels : pour ces 7 cas, la manœuvre n'a pas été codée « marche arrière » dans l'enregistrement correspondant dans ce fichier. Cela tend à confirmer que la proportion obtenue à partir des statistiques nationales (6,5 %) est quelque peu sous-estimée.

3.2. Âge des piétons blessés et types de véhicules impliqués

En termes descriptifs, les particularités de ces accidents de marche arrière concernent principalement l'âge du piéton et la catégorie du véhicule reculant. Seuls deux piétons – deux adolescents – avaient moins de vingt ans au moment de l'accident. Les piétons âgés de 60 ans et plus représentent plus des deux tiers (environ 73 %) des 62 piétons blessés par les véhicules en marche arrière. Les personnes âgées de 80 ans et plus sont particulièrement touchées : elles représentent 39 % des piétons blessés dans ces accidents (IC : 28 % à 51 %). En comparaison, les personnes âgées de 80 ans et plus ne représentent que 7,6 % (IC : 6,0 % à 9,6 %) des piétons blessés dans des accidents avec des véhicules qui n'effectuent pas une marche arrière³.

Les véhicules commerciaux et de transport de marchandises représentent 39 % des véhicules impliqués (IC : 28 % à 52 %). Les trois quarts de ces véhicules étaient des véhicules utilitaires légers (VUL) et les autres des poids lourds (PL). En comparaison, ces catégories de véhicules ne représentent que 9,0 % (IC : 7,1 % à 11,5 %) des véhicules impliqués dans des accidents entre des piétons et des véhicules qui n'effectuent pas une marche arrière³.

D'autres données descriptives sur les 61 cas étudiés et sur les impliqués sont fournies en annexe.

3.3. Principales raisons des manœuvres de marche arrière réalisées

L'identification de la raison pour laquelle le conducteur a effectué la manœuvre de marche arrière menant à la collision est importante. En effet, limiter le besoin de manœuvres de marche arrière et réduire leur nombre peut contribuer à la prévention de ces collisions. Les raisons et les circonstances des manœuvres de marche arrière, dans la mesure où elles peuvent être déduites des procès-verbaux, figurent dans le tableau 1.

Une grande partie des manœuvres de marche arrière (39 %, IC : 28 % à 52 %) visaient à entrer ou sortir d'une place de parking. Une autre situation courante (15 % des manœuvres de marche arrière, IC : 8 % à 26 %), correspond à des véhicules pénétrant en marche arrière dans une rue perpendiculaire afin de s'approcher et d'atteindre une place de stationnement (voir figure 1) ou afin de livrer des marchandises dans cette rue. Dans la plupart de ces cas, la destination du véhicule aurait pu être atteinte par d'autres voies, évitant ainsi de reculer dans la rue perpendiculaire, mais cela aurait impliqué un détour et un retard.

3. Ces différents résultats ont été établis à partir de l'échantillon d'étude de 882 cas.

Les véhicules qui parcourent en marche arrière une rue étroite ou une impasse pour atteindre la rue principale, le plus souvent après que le conducteur a livré des marchandises, représentent également une part non négligeable des cas (11 %, IC : 6 % à 22 %). À l'exception d'un cas, ces accidents concernaient des véhicules utilitaires légers ou des poids lourds. Dans tous les cas, faire demi-tour aurait été impossible ou difficile, et il n'y avait pas d'autre possibilité que de reculer dans la rue, à cause de la disposition en impasse ou de l'étroitesse de la rue en aval.

Tableau 1. Raisons et circonstances des manœuvres de marche arrière ($n = 61$)

Raisons et circonstances de la manœuvre de marche arrière	Nombre de cas (et pourcentage)		Détails
a) Véhicule reculant pour quitter une place de stationnement ou pour y entrer	24	(39 %)	(dans une rue, 16 cas ; dans un parc de stationnement, 8 cas) (pour quitter/entrer dans une place : 18 cas/6 cas)
b) Véhicule pénétrant en marche arrière dans une voie perpendiculaire, pour atteindre une place de stationnement, ou pour livrer des marchandises	9	(15 %)	(pour atteindre une place de stationnement : 6 cas ; pour livrer des marchandises : 3 cas)
c) Véhicule parcourant en marche arrière une rue étroite ou une impasse pour atteindre la rue principale	7	(11 %)	(après une livraison de marchandises : 5 cas)
d) Véhicule parcourant une rue en marche arrière pour atteindre un point (magasin, lieu de résidence, place de stationnement)	4	(7 %)	
e) Véhicule reculant pour quitter un parc de stationnement ou un accès riverain	3	(5%)	
f) Véhicule reculant pour faire demi-tour	3	(5%)	(dans une rue, 2 cas; dans un parc de stationnement, 1 cas)
g) Véhicule reculant dans le cadre d'une activité liée à la gestion de la voirie ou de la circulation	3	(5%)	(nettoyage de la chaussée : 1 cas ; camion de dépannage approchant pour charger une voiture : 2 cas)
h) Divers	6	(10%)	(dans une rue, 3 cas; dans un parc de stationnement, 3 cas)
i) Véhicule reculant pour une raison indéterminée	2	(3%)	(dans une rue)
Total	61	(100%)	

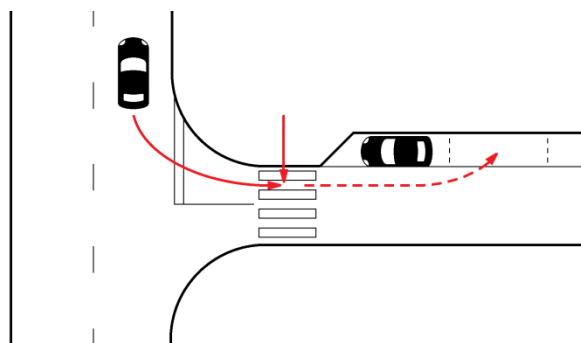


Figure 1. Véhicule pénétrant en marche arrière dans une rue perpendiculaire pour atteindre une place de stationnement

3.4. Détection du piéton par le conducteur

Vingt-six conducteurs n'ont pas vu le piéton avant la collision et quatre l'ont vu trop tard pour éviter la collision (tableau 2). L'information sur ce point n'était pas disponible pour les 31 autres cas. Globalement, en ce qui concerne les stratégies de recherche visuelle des conducteurs, l'information n'était disponible que dans 27 cas : selon les déclarations des

conducteurs, les rétroviseurs du véhicule ont été utilisés dans 25 cas, la vision directe dans un cas, et les deux moyens dans un autre cas.

3.5. Perception du véhicule par le piéton

Sur la question de la perception du véhicule en marche arrière par le piéton, l'information n'était disponible que dans 25 cas. Dans 14 de ces cas, le piéton n'a pas vu le véhicule avant la collision, car il avait le dos tourné vers le véhicule au moment de la collision (8 cas) ou regardait dans la direction opposée au véhicule (6 cas). Dans les 11 autres cas, le piéton a vu le véhicule avant la collision, mais n'a pas anticipé la manœuvre de marche arrière du véhicule (5 cas), ou a manqué de temps ou n'a pas eu les capacités suffisantes pour s'écarter de sa trajectoire (6 cas). Ces résultats sont résumés dans le tableau 2.

Aucune différence nette n'a été constatée entre ces différentes situations – piéton ne percevant pas le véhicule, piéton n'anticipant pas sa manœuvre, piéton dans l'incapacité de s'écarter de la trajectoire du véhicule – du point de vue de l'âge des piétons impliqués : l'âge moyen des piétons dans ces situations était de 68,6, 64,4 et 68,5 ans, respectivement.

Tableau 2. Perception de l'antagoniste et mécanismes d'accidents associés

	Nombre de cas	Pourcentage
Perception du piéton par le conducteur (<i>n</i> = 30)		
– n'a pas vu le piéton	26	87 %
– a vu le piéton trop tard	4	13 %
Nombre total de cas avec une information suffisante dans le procès-verbal	30	(100 %)
Perception du véhicule par le piéton (<i>n</i> = 25)		
– n'a pas vu le véhicule (avait le dos tourné vers le véhicule)	8	32 %
– n'a pas vu le véhicule (regardait dans la direction opposée)	6	24 %
– a vu le véhicule mais n'a pas anticipé sa manœuvre	5	20 %
– a vu le véhicule mais n'a pas eu le temps ou la capacité de s'écarter de sa trajectoire	6	24 %
Nombre total de cas avec une information suffisante dans le procès-verbal	25	(100 %)

3.6. Aides technologiques aux manœuvres de marche arrière et alarmes de recul

L'information sur la présence d'aides technologiques à la marche arrière ou d'alarmes de recul fait généralement défaut dans les procès-verbaux. Dans trois cas, cependant, la présence de capteurs de recul a été indiquée. Dans un cas, selon le conducteur, ces capteurs n'ont pas été activés par le piéton. Dans un autre cas, les capteurs ont été activés mais l'avertissement a été mal interprété par le conducteur. Dans le dernier cas, aucune information n'a été donnée en dehors de la présence de capteurs de recul. La présence d'une éventuelle caméra de recul n'apparaît dans aucun cas.

En outre, dans deux autres cas impliquant des véhicules utilitaires, les procès-verbaux mentionnent la présence de systèmes d'alarme de recul en marche normale au moment de l'accident, mais il n'y a aucune information indiquant si le piéton a entendu ou non l'alarme. Aucune conclusion claire ne peut être tirée de ces quelques cas.

3.7. Conséquences des accidents de marche arrière pour les piétons impliqués

Après la collision, 82 % des 62 victimes piétonnes sont tombées au sol. Quatre piétons (6 %) ont été tués ou sont décédés dans les quelques jours qui ont suivi l'accident. Parmi les 58 piétons non mortellement blessés, 18 ont été hospitalisés, 28 n'ont pas été hospitalisés et l'information sur l'hospitalisation manquait pour les 12 autres cas. L'âge moyen des piétons mortellement blessés et des piétons non mortellement blessés est respectivement de 77,3 et de 67,4 ans. Cette différence d'âge n'est cependant pas statistiquement significative (test de

Mann-Whitney : p -value = 0,46). Les détails sur les blessures n'étaient généralement pas disponibles dans les procès-verbaux (à l'exception des cas mortels).

Deux des quatre cas mortels correspondent à des piétons qui ont été renversés par des poids lourds (de 19 tonnes dans les deux cas), sont tombés au sol puis ont été écrasés par les roues de ces véhicules, ce qui a provoqué des blessures très graves à la partie supérieure du corps, entraînant la mort immédiate du piéton.

Dans l'ensemble, une issue fatale est plus probable lorsqu'un véhicule lourd est impliqué : parmi les piétons blessés par des poids lourds en marche arrière, 2 sur 6 ont été tués, alors que parmi les piétons blessés par d'autres véhicules en marche arrière, 2 sur 56 ont été tués. Cette différence est statistiquement significative (test 'exact' de Fisher : p -value = 0,04).

4. Discussion

Les résultats obtenus montrent que la proportion d'accidents de marche arrière parmi les accidents de piétons recensés par les forces de l'ordre survenant sur les voies et lieux ouverts à la circulation publique en France peut être estimée à environ 7 %, ce qui est cohérent avec les résultats trouvés dans d'autres pays (voir par exemple : Fildes et coll., 2014, p. 21 ; Transport Canada, 2004). Ainsi, parmi les 49300 accidents de piétons qui ont été recensés en France métropolitaine sur la période 2008-2011, on peut estimer qu'environ 3450 ont impliqué des véhicules en marche arrière.

Les piétons âgés semblent être sur-impliqués dans ces accidents, ce qui est en concordance avec les résultats de la littérature antérieure (Sheppard et Pattinson, 1986 ; Oxley et Fildes, 1999 ; Dunbar et coll., 2004 ; Gorrie et coll., 2008 ; Charness et coll., 2012 ; Fildes et coll., 2014). Selon ces travaux, ce résultat peut s'expliquer en partie par divers aspects du déclin fonctionnel dû au vieillissement. Ces publications suggèrent des mesures possibles d'information sur le danger des manœuvres de marche arrière pour les piétons, orientées vers les piétons âgés ou vers les conducteurs.

La sur-implication des véhicules commerciaux et de marchandises peut être comparée à la sur-implication des camionnettes et des fourgons trouvés dans des études antérieures sur les accidents survenant dans les espaces privés résidentiels (voir par exemple Pinkney et coll., 2006). Cette sur-implication pourrait s'expliquer par la plus faible visibilité vers l'arrière dans ces véhicules par rapport aux voitures ; cette faible visibilité tient notamment à l'absence fréquente de vision centrale directe vers l'arrière et de rétroviseur central, et, selon les cas, à la géométrie de ces véhicules. De plus, dans certaines circonstances, les dimensions importantes de certains de ces véhicules peuvent obliger leurs conducteurs à effectuer des manœuvres de marche arrière, par exemple dans une rue étroite ou dans une impasse. Un risque significativement plus élevé d'issue fatale est constaté lorsque des poids lourds sont impliqués, bien que ce résultat soit basé sur un petit nombre de cas mortels. Cela peut être lié à des mécanismes de collision spécifiques, tels que l'écrasement du piéton par les roues de ces véhicules lourds.

Dans une proportion importante d'accidents de marche arrière, le piéton n'a pas vu le véhicule en marche arrière avant la collision (résultat basé sur un sous-échantillon de 25 cas pour lesquels le procès-verbal contenait des informations sur ce point). Cela pourrait suggérer la nécessité d'étendre l'utilisation des alarmes de recul, mais l'efficacité de ce dispositif, couramment utilisé dans les contextes industriels et les zones de travail, semble être limitée (Purswell et Purswell, 2001 ; Holzman, 2011).

La forte proportion d'accidents où le conducteur n'a pas vu le piéton (résultat basé sur un sous-échantillon de 30 cas pour lesquels le procès-verbal contenait des informations sur ce point) confirme l'intérêt des aides aux manœuvres de marche arrière. Selon la National Highway Traffic Safety Administration, les caméras de recul peuvent réduire le nombre d'accidents de marche arrière de 28% à 33%, alors que « les autres systèmes offrent peu ou pas de gain de sécurité mesurable » (NHTSA, 2014). Un certain nombre de facteurs

contribuent toutefois à limiter l'utilisation et les performances des caméras de recul (Kidd et Brethwaite, 2014 ; Llaneras et coll., 2011). Comme le notent Kidd et Brethwaite (2014, p. 165), « les conducteurs peuvent ne pas regarder l'écran de la caméra de recul au moment approprié pour éviter une collision, ou ne pas regarder du tout l'écran lors d'une marche arrière » (voir aussi : Mazzae et coll., 2008 ; Hurwitz et coll., 2010). En outre, l'expérience rapportée par Kidd et McCartt (2016) suggère que « l'information provenant des caméras et/ou des systèmes de capteurs est utilisée à la place de celle provenant des rétroviseurs et des regards par-dessus l'épaule » (p. 92). Des systèmes de freinage automatique en marche arrière pourraient également être envisagés, mais leur contribution possible à la réduction des accidents n'a pas fait l'objet de beaucoup d'études. Selon Kochhar et coll. (2013), ces dispositifs pourraient être efficaces à condition qu'ils soient associés à des caméras de recul. En effet, sans caméra de recul, les conducteurs ont tendance à poursuivre la manœuvre de marche arrière après que le système a arrêté leur véhicule.

Les accidents de marche arrière (touchant des piétons) liés aux manœuvres de stationnement paraissent fréquents. Il n'existe pas de moyen évident d'améliorer les conditions de visibilité lors des manœuvres de marche arrière par la conception des voies et des parcs de stationnement, mais certains aménagements pourraient probablement réduire le *besoin* de manœuvres de marche arrière, comme l'illustre l'exemple de la figure 2 (bien que cette disposition semble consommatrice d'espace).



Figure 2. Exemple de conception de parc de stationnement limitant le besoin de marche arrière (photo : auteurs)

Les cas de véhicules pénétrant en marche arrière dans des rues perpendiculaires pour accéder à une place de stationnement ou pour livrer des marchandises soulèvent aussi des questions en termes de conception et de gestion des réseaux de voirie urbaine. La rareté de l'offre de stationnement peut inciter les conducteurs à effectuer de telles manœuvres afin d'éviter un détour et le risque qu'après avoir fait le détour, la place de stationnement convoitée puisse être occupée par un autre véhicule. Les manœuvres de marche arrière vers les rues perpendiculaires sont également encouragées par certaines organisations de réseau qui impliquent de longs détours du fait de leurs systèmes de rues à sens unique. Les résultats présentés montrent également que certains accidents de marche arrière sont liés à des aménagements en impasse et à l'étroitesse de certaines rues secondaires qui contraignent certains véhicules à parcourir ces rues en marche arrière. Sur ce point, on pourrait envisager, au moins dans le cas de zones nouvellement urbanisées, de porter une attention particulière à la compatibilité de la conception des rues secondaires avec le passage occasionnel de

véhicules de grande dimension, et à l'aménagement d'espaces pour le demi-tour à l'extrémité des impasses.

La recherche rapportée ici souffre cependant de quelques limitations. Premièrement, les données sur les accidents de la circulation issues de sources policières (ou de gendarmerie) sont affectées par un certain sous-recensement des accidents, et plus particulièrement de ceux entraînant les blessures les moins graves (en ce qui concerne les accidents de piétons, voir Martin et Wu, 2015). De ce fait, l'échantillon étudié ici est probablement biaisé au sens où les blessures plus graves y sont vraisemblablement surreprésentées. Deuxièmement, l'analyse d'accidents sur la base de procès-verbaux de police ou de gendarmerie implique une part d'interprétation et une part d'incertitude, puisqu'il s'agit d'une analyse *a posteriori*, qui repose principalement sur la confrontation et l'articulation des déclarations faites par les personnes impliquées et des autres indices disponibles. De plus, l'information peut manquer sur certains points, selon le niveau d'approfondissement des investigations rapportées dans le procès-verbal. Par exemple, en ce qui concerne certains résultats (détection des piétons, perception du véhicule), l'information suffisante n'était disponible que dans environ la moitié des procès-verbaux étudiés (30 et 25 cas, respectivement). Plus généralement, en raison de la taille limitée de l'échantillon (61 cas), les résultats restent à confirmer par des investigations plus poussées sur des échantillons plus importants d'accidents de marche arrière. Enfin, nous avons eu accès à des données détaillées sur les accidents pour la période 2008-2011, alors que les caméras de recul sont devenues plus fréquemment disponibles dans les véhicules produits ces dernières années. Il est donc possible que les résultats présentés soient légèrement différents de ce qui aurait été obtenu pour les années plus récentes. Notons en outre que certaines des conclusions tirées de ce travail pourraient ne pas s'appliquer à d'autres pays. Le rôle de la configuration des infrastructures, par exemple, peut être spécifique aux pays européens où les réseaux routiers ont été en grande partie hérités des siècles passés et où les rues étroites sont abondantes.

5. Conclusion

En France, comme dans d'autres pays, les accidents de la circulation entre piétons et véhicules en marche arrière représentent une part non négligeable des accidents de piétons. L'investigation rapportée ici a permis d'estimer cette proportion et d'identifier certaines circonstances et mécanismes couramment impliqués dans la survenue de ces accidents. Quelques enseignements en termes de prévention peuvent être tirés de ces résultats, bien qu'ils restent à consolider par des analyses à plus grande échelle. Tout d'abord, comme d'autres travaux l'ont déjà montré, les piétons âgés semblent être les plus touchés par ces accidents, ce qui suggère que ce groupe d'âge pourrait être particulièrement ciblé par des mesures de prévention. Deuxièmement, les problèmes liés à la visibilité limitée des conducteurs vers l'arrière de leur véhicule suggèrent que l'effort d'équipement des véhicules en dispositifs d'aide aux manœuvres de marche arrière doit être poursuivi. Troisièmement, la sur-implication des véhicules commerciaux et de transport de marchandises pourrait être prise en compte dans les politiques publiques de transport et de livraison des marchandises en milieu urbain (adaptation des réseaux de voirie, réglementation du transport et de la livraison des marchandises). Enfin, l'analyse des raisons des manœuvres conduisant à ces accidents montre que certains aménagements de voirie peuvent inciter ou obliger les conducteurs à effectuer des manœuvres de marche arrière (du moins pour les véhicules de grande dimension). Ce résultat suggère notamment la nécessité d'étudier la possibilité de nouvelles solutions dans le domaine de la planification et de la conception des réseaux de voirie et des autres lieux ouverts à la circulation publique, visant principalement à réduire le besoin de manœuvres de marche arrière.

Annexe

Cette annexe apporte quelques compléments d'information, de nature descriptive, sur les accidents de marche arrière étudiés. Ces éléments sont présentés dans le tableau 3. La forte proportion de conducteurs masculins (87%) pourrait s'expliquer en partie par l'implication particulière des livreurs et des conducteurs professionnels dans ces accidents (17 des 47 conducteurs dont la profession est connue), puisque les femmes sont moins représentées dans ces types de profession. La proportion élevée de femmes piétonnes (69%) reflète au moins en partie le fait que les femmes représentent une proportion plus élevée de la population âgée, qui est sur-impliquée parmi les victimes piétonnes d'accidents de marche arrière. En France en 2009, par exemple, parmi les personnes âgées de 80 ans ou plus, il y avait 2,51 millions de femmes et seulement 1,19 million d'hommes.

Tableau 3. Information complémentaire sur les cas étudiés (61 cas impliquant 61 conducteurs et 62 piétons)

		Nombre de cas	Pourcentage
Moment de la journée	Entre 8 h et 19 h	58	95 %
	Autres	3	5 %
Conditions de lumière	Jour	59	97 %
	Autres	2	3 %
Météorologie	Conditions normales	57	93 %
	Autres	4	7 %
Localisation de l'accident	Parc de stationnement	12	20 %
	Rue locale	30	49 %
	Rue principale	19	31 %
Conception du stationnement (<i>n</i> = 24)	Stationnement en bataille	11	46 %
	Stationnement en épi	2	8 %
	Stationnement longitudinal	11	46 %
Type de véhicule	Voiture	36	59 %
	Véh. utilitaire, poids-lourd	24	39 %
	Véhicule spécial	1	2 %
Âge du conducteur	Moins de 20 ans	3	5 %
	20 à 59 ans	52	85 %
	60 ans et plus	6	10 %
Sexe du conducteur	Masculin	53	87 %
	Féminin	8	13 %
Motif du trajet du conducteur	Privé ou domicile-travail	28	46 %
	Professionnel, affaires	24	39 %
	Indéterminé	9	15 %
Âge du piéton (<i>n</i> = 62)	Moins de 60 ans	17	27 %
	60 à 79 ans	21	34 %
	80 ans et plus	24	39 %
Sexe du piéton (<i>n</i> = 62)	Masculin	19	31 %
	Féminin	43	69 %
Motif du trajet du piéton (<i>n</i> = 62)	Privé ou domicile-travail	44	71 %
	Professionnel, affaires	2	3 %
	Indéterminé	16	26 %

Références

- Charness, N., Boot, W., Mitchum, A., Stothart, C., Lupton, H. (2012). Aging Driver and Pedestrian Safety: Parking Lot Hazards Study. Final Technical Report BDK83 977-12. Tallahassee (FL, USA): Florida State University.
- Dunbar, G., Holland, C.A., Maylor, E.A. (2004). Older pedestrians: a critical review of the literature. Road Safety Research Report 37. London (UK): Department for Transport.
- Fildes, B., Newstead, S., Keall, M., Budd, L. (2014). Camera effectiveness and backover collisions with pedestrians: a feasibility study. Report 321. Clayton (Victoria, Australia): Monash University Accident Research Centre.
- Fleury, D. (2013). About theories and concepts behind accident analysis: a French contribution. *Advances in Transportation Studies* 29, 83-96.

- Fleury, D., Brenac, T. (2001). Accident prototypical scenarios, a tool for road safety research and diagnostic studies. *Accident Analysis and Prevention* 33, 267-276.
- Gorrie, C.A., Brown, J., Waite, P.M.E. (2008). Crash characteristics of older pedestrian fatalities: Dementia pathology may be related to 'at risk' traffic situations. *Accident Analysis and Prevention* 40, 912-919.
- Hamilton, K., Macken, W., McGarvey, C., Matthews, T.G., Nicholson, A.J. (2015). Pedestrian deaths in children – potential for prevention. *Irish Medical Journal* 108(1), 8-11.
- Hinze, J.W., Teizer, J. (2011). Visibility-related fatalities related to construction equipment. *Safety Science* 49(5), 709-718.
- Holland, A.J., Liang, R.W., Singh, S.J., Schell, D.N., Ross, F.I., Cass, D.T. (2000). Driveway motor vehicle injuries in children. *Medical Journal of Australia* 173(4), 192-197.
- Holzman, D.C. (2011). "Vehicle motion alarms: necessity, noise pollution, or both", *Environmental Health Perspectives* 119, A30-A33.
- Hurwitz, D.S., Pradhan, A., Fisher, D.L., Knodler, M.A., Muttart, J.W., Menon, R., Meissner, U. (2010). Backing collisions: a study of drivers' eye and backing behaviour using combined rear-view camera and sensor systems. *Injury Prevention* 16(2), 79-84.
- Kidd, D.G., Brethwaite, A. (2014). Visibility of children behind 2010–2013 model year passenger vehicles using glances, mirrors, and backup cameras and parking sensors. *Accident Analysis and Prevention* 66, 158-167.
- Kidd, D.G., Hagoski, B.K., Tucker, T.G., Chiang, D.P. (2015). The effectiveness of a rearview camera and parking sensor system alone and combined for preventing a collision with an unexpected stationary or moving object. *Human Factors* 57, 689-700.
- Kidd, D.G., McCart, A.T. (2016). Differences in glance behavior between drivers using a rearview camera, parking sensor system, both technologies, or no technology during low-speed parking maneuvers. *Accident Analysis and Prevention* 87, 92-101.
- Kitching, F., Jones, C.B., Ibrahim, J.E., Ozanne-Smith, J. (2014). Pedestrian worker fatalities in workplace locations, Australia, 2000–2010. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion* 21(2), 163-169.
- Kochhar, D., Talamonti, W., Tijerina, L. (2013). Considerations in HMI design of a reverse braking assist (RBA) system. *SAE International Journal of Passenger Cars – Mechanical Systems* 6, 674-680.
- Llaneras, R.E., Neurauter, M.L., Green, C.A. (2011). Factors moderating the effectiveness of rear vision systems: what performance-shaping factors contribute to drivers' detection and response to unexpected in-path obstacles when backing? *SAE Technical Paper* 2011-01-0549.
- Martin, J.-L., Wu, D. (2015). *Accidentologie des piétons. Rapport de recherche*. Marne-la-Vallée : Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux.
- Mayr, J.M., Eder, C., Wernig, J., Zebedin, D., Berghold, A., Corkum, S.H. (2001). Vehicles reversing or rolling backwards: an underestimated hazard. *Injury Prevention* 7(4), 327-328.
- Mazzae, E.N., Barickman, F., Baldwin, G.H., Ranney, T. (2008). On-road study of drivers' use of rearview video systems (ORSDURVS). Report DOT HS 811 024. Washington (DC, USA): National Highway Traffic Safety Administration.
- Murphy, F., White, S., Morreau, P. (2002). Driveway-related motor vehicle injuries in the paediatric population: a preventable tragedy. *New Zealand Medical Journal* 115(1160), 1-7.
- Murray, W. (2001). Auditing the safety of vehicles backing-up (reversing). Selected Proceedings of the 9th World Conference on Transport Research, 2001.
- NHTSA (2008). Fatalities and Injuries in Motor Vehicle Backing Crashes, Report to Congress DOT HS 811 144. Washington (DC, USA): National Highway Traffic Safety Administration.
- NHTSA (2014). Federal motor vehicle safety standards; rear visibility. *Federal Register* 79(66), 19178-19250.
- Oxley, J., Fildes, B. (1999). Safety of older pedestrians: strategy for future research and action initiatives. Report 157. Clayton (Victoria, Australia): Monash University Accident Research Centre.
- Pinkney, K.A., Smith, A., Mann, N.C., Mower, G.D., Davis, A., Dean, J.M. (2006). Risk of pediatric back-over injuries in residential driveways by vehicle type. *Pediatric Emergency Care* 22, 402-407.
- Purswell, J.P., Purswell, J.L. (2001). The effectiveness of audible backup alarms as indicated by OSHA accident investigation records. *Advances in Occupational Ergonomics and Safety* 4, 444-452.
- Rice, T.M., Trent, R.B., Bernacki, K. et coll. (2012). Trauma center-based surveillance of nontraffic pedestrian injury among California children. *Western Journal of Emergency Medicine* 13(2), 139-145.
- Roberts, I., Kolbe, A., White, J. (1993). Non-traffic child pedestrian injuries. *Journal of Paediatrics and Child Health* 29(3), 233-234.
- Roberts, I., Norton, R., Jackson, R. (1995). Driveway-related child pedestrian injuries: a case-control study. *Pediatrics* 95(3), 405-408.
- Robinson, P., Nolan, T. (1997). Paediatrics slow-speed non-traffic fatalities: Victoria, Australia, 1985–1995. *Accident Analysis and Prevention* 29(6), 731-737.
- Rudin-Brown, C.M., Burns, P., Hagen, L., Roberts, S., Scipione, A. (2012). Behavioural adaptation as a consequence of extended use of low-speed backing aids. In: *Advances in Traffic Psychology*, M. Sullman, L. Dorn (Eds). Burlington (VT, USA): Ashgate, p. 285-294.

- Sheppard, D., Pattinson, M.I. (1986). Interviews with elderly pedestrians involved in road accidents. TRRL Research Report 98. Crowthorne (UK): Transport and Road Research Laboratory.
- Transport Canada (2004). Pedestrian Fatalities and Injuries 1992-2001. Fact Sheet TP 2436E, RS-2004-01E. Ottawa (Ontario, Canada): Transport Canada.