



**HAL**  
open science

## Les victimes d'accidents de bus en France : quelle exposition au risque ?

Adnan Bentama, Marine Millot, Abdellah Khatory

### ► To cite this version:

Adnan Bentama, Marine Millot, Abdellah Khatory. Les victimes d'accidents de bus en France : quelle exposition au risque ?. RTS. Recherche, transports, sécurité, 2017, 2017 (01-02), pp.31-39. 10.4074/S0761898017002035 . hal-01670594

**HAL Id: hal-01670594**

**<https://hal.science/hal-01670594>**

Submitted on 14 Mar 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.

# Les victimes d'accidents de bus en France : quelle exposition au risque ?

## The victims of buses accidents in France: what exposure to risk?

Adnan Bentama · Marine Millot · Abdellah Khatory

© IFSTTAR et Éditions NecPlus 2017

**Résumé** Une approche par type d'usagers a été élaborée pour évaluer l'exposition au risque routier des victimes des accidents de bus en France de 2012 à 2014. L'article renvoie à deux questions principales. La première concerne les usagers des bus : ont-ils réellement moins de risque d'être victime dans un accident en tant qu'usager de bus qu'un cycliste, un usager de deux-roues motorisé ou un automobiliste ? Y a-t-il des différences selon l'âge et le genre des usagers considérés ? La seconde question s'intéresse aux tiers impliqués dans des accidents de bus. Y a-t-il des différences de risque par mode selon l'âge et le genre ?

Pour traiter de ces questions, deux indices d'exposition ont été utilisés : les distances parcourues et le temps passé en voyage. Les données de l'accidentologie proviennent du *Bulletin d'analyse des accidents corporels de la circulation* (BAAC) et les données de déplacements de la dernière *Enquête nationale transports et déplacement* (ENTD).

L'utilisation des distances parcourues pour les accidents de passagers de bus a permis de relativiser le faible risque des usagers de bus au regard des usagers de véhicule léger. Et les temps passés pour les tiers impliqués dans les accidents de bus ont permis de faire ressortir les enjeux de sécurité des jeunes et des piétons.

**Mots-clés** bus · France · accident · victime · exposition

**Abstract** An approach by type of user was developed to assess the road risk exposure of victims of bus accidents in France from 2012 to 2014. The article refers to two main questions. The first concerns bus users: are they actually less likely to be a victim in a road accident than a cyclist, a motorized two-wheeler user or a motorist? Are there differences in the age and gender of the users? The second question concerns third parties involved in bus accidents. Are there differences in risk per mode by age and gender?

To address these issues, two indices of exposure were used: distance traveled and time spent on a trip. Accidentology data were obtained from the BACA and travel data from the latest *National Transportation and Travel Survey* (ENTD).

The use of distances traveled for bus passenger accidents made it possible to relativize the low risk of bus users with regard to the users of light vehicle. And the time spent by third parties involved in bus accidents has highlighted the safety issues faced by young people and pedestrians.

**Keywords** Bus · France · Accident · Victim · Exposure

## 1. Introduction

Depuis les années 1980, plusieurs lois se sont succédées en France pour inciter les collectivités au développement des transports collectifs. En 1982, la LOTI (Loi sur les transports intérieurs) prônait des réflexions axées sur le droit au transport pour tous. En 1996, la LAURE (Loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie) visait à favoriser des systèmes de déplacement plus respectueux de la santé et de l'environnement. En 2000, la SRU (Loi relative à la Solidarité et au renouvellement urbain) introduisait une notion de sécurité routière en visant un objectif clair de réduction des accidents et de redéfinition du partage modal et de la qualité urbaine.

Pourtant peu de travaux de recherche se sont intéressés aux impacts des transports collectifs en terme de sécurité routière [1]. Certains auteurs l'expliquent par le faible pourcentage d'accidents impliquant des transports collectifs. Comparé à l'accidentologie des véhicules légers, l'usage

---

Adnan Bentama (✉)

Laboratoire de Productique, Énergétique et Développement Durable, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah. École Supérieure de Technologie - Fès, Route d'Imouzzer, BP 2427, 30000 Fès, Maroc  
e-mail : adnan.bentama@usmba.ac.ma

Marine Millot (✉)

Cerema Méditerranée, DAT-ARTU, Pôle d'activités des Milles 13593 Aix-en-Provence, cedex 3  
e-mail : marine.millot@cerema.fr

Abdellah Khatory (✉)

Laboratoire de Productique, Énergétique et Développement Durable, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah. École Supérieure de Technologie - Fès, Route d'Imouzzer, BP 2427, 30000 Fès, Maroc  
e-mail : abdellah.khatory@usmba.ac.ma

des systèmes de transport collectif apparaît plus sûr que l'usage de la voiture particulière [2]. L'amélioration de la qualité du transport public pourrait ainsi mener à un transfert modal de la voiture particulière vers le transport public, et en diminuant l'usage de la voiture particulière, pourrait avoir un effet positif sur la sécurité [3].

La littérature existante s'est davantage concentrée sur la sécurité des tramways. Leur renouveau en France a en effet posé la délicate question de leur réintégration dans les espaces publics urbains [4]. Dans les pays Méditerranéens où leur essor est plus récent, la question relevait davantage d'une intégration urbaine [5].

Les quelques références portant sur la sécurité des bus se sont souvent focalisées sur l'impact des mesures de priorisation des bus sur la sécurité des autres usagers [6]. D'autres se sont davantage intéressées à l'influence du profil du conducteur sur les risques d'accidents de bus [7]. Quelques-unes se sont centrées sur les caractéristiques et spécificités des accidents des bus mais en se concentrant davantage sur le type de recueil de données [8]. Quelques rares, enfin, ont élargi la notion d'impact des bus en terme de sécurité en se focalisant sur l'implication indirecte des bus dans le processus de genèse des accidents [1].

Rarement ces études ont posé la question globale des enjeux de sécurité du bus vis-à-vis de l'ensemble des usagers urbains. Pourtant, les accidents de bus représentent 1,3 % des accidents annuels en France et surviennent à 93 % en agglomération [9]. Ces accidents ont des conséquences importantes pour les tiers qui ont été percutés par les bus.

Cet article s'intéresse aux enjeux de sécurité des bus en France de 2012 à 2014 au regard des usagers impliqués. Il renvoie à deux questions. La première concerne les usagers des bus : ont-ils réellement moins de risque d'être victime d'un accident en tant qu'usager du bus qu'un cycliste à vélo, un usager de deux-roues motorisé avec son véhicule ou un automobiliste avec sa voiture ? Y a-t-il des différences selon l'âge et le genre des usagers considérés ? La seconde question s'intéresse aux tiers impliqués dans des accidents avec des bus : quels sont les usagers qui ont le plus de risque d'être victime d'un accident avec un bus ? Y a-t-il des différences selon l'âge et le genre ? Pour traiter de ces questions, la notion d'exposition au risque est utilisée et est présentée dans une première partie dédiée à la méthodologie et aux données employées.

## 2. Données et méthodes

### 2.1. Les données

Les données d'accidents sont issues des fichiers du *Bulletin d'analyse des accidents corporels de la circulation* (BAAC). Ceux-ci sont renseignés par les forces de l'ordre, à partir

des procès-verbaux. Le BAAC recense tous les accidents survenus sur une voie ouverte à la circulation publique ayant impliqué au moins un véhicule et ayant provoqué au moins une victime. Une victime est considérée comme une personne ayant suscité un minimum de soins médicaux. Si un piéton est le seul impliqué dans l'accident, il ne fait pas l'objet d'un procès-verbal. Les forces de l'ordre doivent classer les personnes impliquées dans l'accident selon le niveau de gravité des blessures c'est-à-dire les tués qui sont les victimes décédées sur le coup ou dans les trente jours qui suivent l'accident, les blessés hospitalisés qui sont les victimes admises comme patients dans un hôpital plus de 24 heures, les blessés légers qui sont les victimes ayant fait l'objet de soins médicaux mais n'ayant pas été admises comme patients à l'hôpital plus de 24 heures et les personnes indemnes. Les fichiers BAAC regroupent des données détaillées sur les caractéristiques et circonstances générales de l'accident, sur les lieux, les véhicules et les personnes impliquées.

Du fait de la définition même de l'accident corporel qui doit être recensé dans les fichiers BAAC, les accidents impliquant des piétons et des cyclistes sont sous-représentés dans la base. En effet, les accidents de piétons seuls ne font pas l'objet de procès-verbal et les accidents de cyclistes seuls ne font pas toujours l'objet d'un appel aux forces de l'ordre. Pour notre étude, cette sous-représentation a peu d'effet dans l'analyse des tiers impliqués dans les accidents de bus car le bus étant un véhicule motorisé lourd, il est plus systématiquement répertorié. De plus, les blessures du tiers peuvent être graves. Ces types d'accidents sont donc assez bien représentés dans la base. Pour la comparaison entre les accidents des passagers de bus et les autres usagers, seuls les cyclistes sont pris en compte parmi les modes actifs. Cette sous-représentation doit donc être gardée en mémoire. Mais les résultats présentés dans la partie suivante montrent que même sous-représentés, les accidents de cyclistes sont plus importants que ceux des passagers de bus, y compris en référence aux mobilités.

Pour exploiter les données du fichier BAAC, nous avons eu recours au logiciel Concerto, développé par le Certu (Le Centre d'études sur les réseaux de transport et l'urbanisme). Alimenté par les fichiers BAAC, il permet le traitement statistique et cartographique des données grâce au Système d'information géographique dont il est équipé.

L'étude s'étale sur trois années de 2012 à 2014. Cette période a enregistré, selon les fichiers BAAC, 175 440 accidents (tous modes confondus) répartis sur tout le territoire de la France métropolitaine dont 2 338 impliquant au moins un autobus. Dans le BAAC, l'autobus est défini comme un véhicule de transports en commun, à la différence de l'autocar qui est un autobus affecté au transport de personnes sur de longues distances et qui permet le transport des occupants principalement en place assise [10].

Les données de déplacements sont issues de la dernière *Enquête nationale transports et déplacements* (ENTD) menée en 2007-2008 [11]. La collecte de données s'est étalée sur une année complète d'avril 2007 à avril 2008 de façon à éliminer les variations saisonnières dans les déplacements. Cette enquête prend en compte l'ensemble des déplacements des personnes interrogées, qu'ils soient de courte (moins de 80 kilomètres autour du domicile) ou de plus longue distance (plus de 80 kilomètres), qu'ils soient effectués en jour ouvrable, week-end ou période scolaire. L'enquête a été réalisée sur un échantillon de 20 200 ménages [12]. Les personnes interrogées ont décrit l'ensemble des trajets qu'ils ont effectués un jour de semaine et un jour de week-end précédant l'entretien. Sont recueillis pour chaque déplacement, le mode de transport utilisé, la distance parcourue, le temps et le motif de déplacement [13]. Un déplacement est défini par un motif unique. Il peut donc être constitué de plusieurs modes de déplacement. L'enquête sélectionne un mode principal pour chaque déplacement, en se basant sur une pondération des modes : 1. la marche, 2. le vélo, 3. le deux-roues motorisé, 4. la voiture, 5. le transport public.

Les modes utilisés dans cet article sont la marche à pied, le vélo, le deux-roues motorisé qui regroupe l'usage de cyclomoteur et de motocyclette, le véhicule léger qui regroupe la voiture, le véhicule utilitaire seul et le taxi, le bus qui comptabilise tous les types d'autobus y compris les trolleybus.

## 2.2. La méthode

Pour s'intéresser aux usagers impliqués dans les accidents de bus, il était important de travailler à partir de la notion d'exposition au risque.

Cette notion est largement utilisée dans la littérature internationale. La plupart des études font référence au concept de « nombre d'opportunités d'accidents de la circulation » rencontrées par un conducteur sur le système routier [14]. Certaines proposent une définition qui prend en compte l'ensemble des caractéristiques des déplacements. L'exposition au risque évoque alors le nombre d'opportunités d'accidents, où le nombre peut varier selon le déplacement effectué, le comportement et les circonstances rencontrées lors de ce déplacement [15]. L'exposition englobe, ici, en plus de la dimension quantitative une dimension qualitative, l'intensité d'exposition, découlant des caractéristiques « usager-véhicule-environnement ». La définition de ces caractéristiques définit le niveau de dangerosité de chaque opportunité d'accidents [16].

L'exposition au risque routier a plusieurs utilisations, elle est avant tout une mesure des déplacements des usagers. En effet, elle permet de connaître les comportements

de déplacement et leurs évolutions temporelles selon les différentes caractéristiques usager-véhicule-environnement. L'exposition au risque routier est également utilisée pour évaluer le niveau de sécurité de chaque groupe d'usagers de la route, c'est-à-dire de voir si l'augmentation des victimes d'un groupe d'usagers de la route est le simple résultat d'une hausse du nombre de déplacements ou le résultat d'un état dégradé des conditions de déplacements de ce groupe. L'exposition au risque est utilisée pour calculer le taux de victimes défini par : Taux de victime = Nombre de victimes d'accidents de la route / Exposition au risque routier

Le taux de victimes est, ainsi, utilisé pour identifier la surreprésentation de certains groupes d'usagers dans les accidents, c'est-à-dire pour permettre de différencier les taux de victimes des groupes et ainsi définir les groupes à enjeux et prioriser les mesures à mettre en place [17].

Pour comparer des groupes entre eux, l'exposition est calculée à partir du nombre de kilomètres parcourus par les usagers des modes considérés, ce nombre présente l'avantage d'être facile à collecter [18]. Des risques relatifs entre les modes peuvent ainsi être calculés, selon la formule jointe :

$$\text{Risque relatif} = \frac{\text{Nombre de victimes groupe 1 (x1)} / \text{Nombre de kilomètres parcourus par le groupe 1 (y1)}}{\text{Nombre de victimes groupe 2 (x2)} / \text{Nombre de kilomètres parcourus par le groupe 2 (y2)}}$$

Ce taux et ce risque ont été utilisés pour traiter la première question de l'article relative à l'accidentologie des passagers de bus au regard de l'accidentologie des cyclistes, usagers de deux-roues motorisés et automobilistes.

Si les kilomètres parcourus peuvent être pertinents pour comparer des modes motorisés [19, 20], ils le sont moins lorsque sont introduits les modes actifs, car cette mesure ne prend pas en considération la vitesse pratiquée par les usagers [18] [21]. En effet, les utilisateurs des véhicules légers parcourent beaucoup plus de kilomètres que les piétons. La mesure du temps passé est alors préférée lorsque des modes non motorisés sont considérés [22] [23] [24] [25]. Schafer considère que le temps du voyage a l'avantage d'être la mesure la moins élastique ; en d'autres termes, le budget temps est plus comparable entre les usagers de la route que le budget distance [26]. Lorsque nous avons étudié les tiers impliqués dans les accidents de bus, nous avons donc privilégié le calcul de l'exposition au risque à partir des temps passés.

## 3. L'accidentologie des passagers de bus

De 2012 à 2014, 2 338 accidents de bus sont survenus en France, causant 1 382 victimes parmi les passagers de bus et

**Tableau 1** Victimes des accidents en France selon les catégories d'usagers de 2012 à 2014

	Nombre total de victimes	Indice de gravité des victimes*	Nombre de tués	Nombre de blessés hospitalisés	Nombre de blessés légers
Cyclistes	12 263	37,6	470	4 142	7 651
Usagers de deux-roues motorisés	56 360	40,7	2 203	20 736	33 421
Occupants de véhicules légers	109 569	38,0	5 659	35 980	67 930
Passagers de bus	1 382	16,5	6	222	1 154

\*Indice de gravité des victimes : nombre de tués et blessés hospitalisés pour 100 victimes.

2 081 victimes parmi les tiers heurtés par les bus. Parmi les passagers de bus, 6 ont été tués, 222 blessés hospitalisés et 1 154 blessés légèrement.

Il s'agit dans cette partie de comparer le risque d'être victime dans un accident de la route pour les usagers de bus par rapport aux usagers d'autres modes de transport.

De 2012 à 2014 (voir le tableau 1), il y a eu moins de victimes de passagers de bus que d'usagers de vélo (sachant que ces derniers sont souvent sous-représentés), de deux-roues motorisés ou de véhicules légers. De plus, l'indice de gravité des victimes parmi les passagers de bus est plus faible que pour les autres modes.

Cependant l'utilisation de ce mode diffère des autres, notamment la part modale des bus est plus faible que celle de la voiture mais plus forte que celle des deux-roues motorisés et des vélos. Pour mieux comparer les risques encourus par les usagers de bus avec les autres usagers, nous avons utilisé les kilomètres parcourus par chaque groupe d'usagers et calculé les risques relatifs. Ces kilomètres parcourus renvoient aux kilomètres réalisés par tous les utilisateurs du mode considéré.

L'intervalle de confiance du risque relatif est calculé à partir de la formule suivante :

$IC95\%(RR) : [\exp(\ln RR - 1,96 \times \text{Var}(\ln RR)) ; \exp(\ln RR + 1,96 \times \text{Var}(\ln RR))]$ .

où  $\text{Var}(\ln RR)$  est égal à  $(1/x_1 + 1/x_2 - 1/y_1 - 1/y_2)$  (voir par exemple [27]).

Lorsqu'on prend en compte l'exposition au risque des usagers, le risque d'être victime dans un accident de la route par milliard de voyageurs-kilomètres parcourus pour un passager de bus est bien plus faible que celui d'un cycliste ou d'un usager de deux-roues motorisé. Cependant il est assez proche du risque d'un usager de véhicule léger (voir le tableau 2).

La suite des comparaisons n'a été faite qu'entre les passagers de bus et les occupants de véhicule léger car les

risques étaient similaires. En effet, les fortes différences de risque entre passagers de bus et cyclistes ou usagers de deux-roues motorisés écrasaient les quelques écarts en fonction des âges et du genre.

Une analyse de la répartition des âges des victimes parmi les passagers de bus montre une forte proportion de personnes âgées de 45 à 64 ans (30 %) et une faible part de jeunes de 18-24 ans (9 %). Cette différence est d'autant plus marquée que ces classes d'âge ont la même utilisation du bus, puisqu'elles ont parcouru le même nombre de kilomètres en bus selon l'ENTD.

La figure 1 illustre les taux annuels des victimes des accidents de la route pour les passagers de bus et les occupants de véhicule léger par milliard de voyageurs-kilomètres parcourus selon les classes d'âges. Pour les jeunes de 14-24 ans, les taux de victimes en tant qu'usagers de bus sont beaucoup plus faibles que ceux comme occupants de véhicules légers. À l'inverse, les taux de victimes pour les personnes de 35-64 ans sont plus élevés en bus qu'en véhicule léger. Cette comparaison est faite de façon brute sans les tests statistiques.

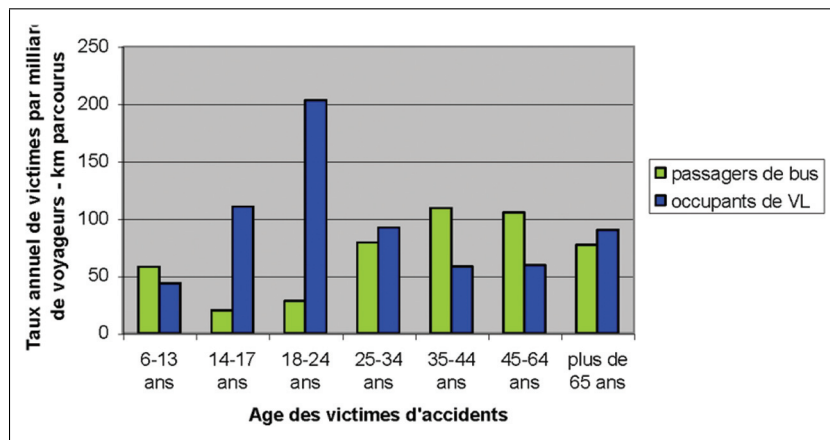
Concernant le genre, les victimes parmi les passagers de bus étaient à 66 % des hommes et 34 % des femmes. Cette répartition est assez similaire pour les victimes impliquées en tant qu'usager de véhicule léger (39 % de femmes). Par contre, les parts des femmes parmi les victimes cyclistes et usagères de deux-roues motorisés étaient faibles (27 % et 15 % respectivement). Elles ont, en effet, une utilisation moindre de ces modes.

La figure 2 illustre les taux annuels des victimes des accidents de la route pour les passagers de bus et les occupants de véhicule léger par milliard de voyageurs-kilomètres parcourus selon le genre. Le risque encouru par les femmes en bus est plus faible que celui en véhicule léger. Cette comparaison est faite de façon brute sans les tests statistiques.

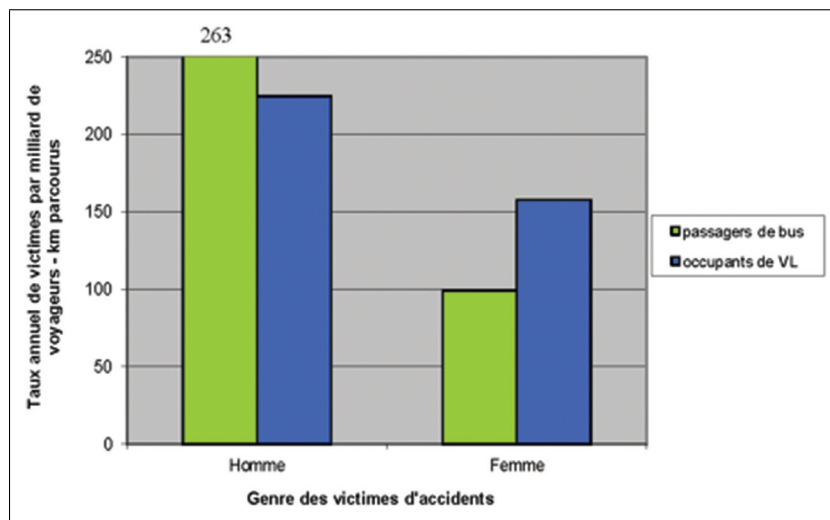
**Tableau 2** Risques relatifs des cyclistes, usagers de deux-roues motorisés et occupants de véhicules légers par rapport aux passagers de bus

	Nombre total de victimes	Nombre de kilomètres parcourus (en Milliard)	Taux annuel de victimes (victime*/milliard de voyageurs-kilomètres parcourus)	Risque relatif [Intervalle de confiance]
Cyclistes	12 263	5,22	740,5	12,2 [10,7-12,8]
Usagers de deux-roues motorisés	56 360	8,20	2 291,0	37,7 [33,2-39,5]
Occupants de véhicules légers	109 569	426,90	85,5	1,4 [1,2-1,5]
Passagers de bus	1 382	7,60	60,8	1

\*Il s'agit de la moyenne annuelle sur 2012-2014 du nombre de victimes.



**Fig. 1** Risque d’être victime dans un accident de la route par milliard de voyageurs-kilomètres parcourus pour les passagers de bus et les occupants de véhicule selon l’âge des usagers



**Fig. 2** Risque d’être victime dans un accident de la route par milliard de voyageurs-kilomètres parcourus pour les passagers de bus et les occupants de véhicule selon le genre des impliqués



Les risques de blessure en tant que passager de bus sont notamment dus aux chutes pour les passagers voyageant debout. À ce titre, les femmes s'assoient plus fréquemment que les hommes et se tiennent également davantage quand elles sont debout dans les bus, notamment quand elles sont accompagnées d'enfants. Ces éléments pourraient expliquer la différence de risque entre les hommes et les femmes en tant que passagers de bus.

#### 4. Les caractéristiques des tiers impliqués dans des accidents avec des bus

Parmi les 2 081 victimes tierces, 70 ont été tuées, 655 blessées hospitalisées plus de 24 heures et 1 356 blessées légèrement. Le tableau présente la répartition des victimes en fonction des catégories de tiers les plus impliqués et de la gravité de leur blessure.

Les victimes, parmi les tiers impliqués dans des accidents avec le bus, sont, à part presque égale, des piétons et des occupants de véhicules légers (38 %). Les usagers de deux-roues motorisés représentent 16 % des victimes tierces avec un bus.

Lorsqu'on prend en compte la gravité, les piétons sont majoritairement impactés (47 % des victimes graves), puis les occupants de véhicules légers (30 %) et les usagers de deux-roues motorisés (15 %).

La question est de savoir au regard des mobilités, quel est le risque d'être victime dans un accident avec un bus pour chaque principale catégorie d'usagers de la route. Pour cela, nous utilisons les temps passés avec chacun des modes de déplacement. Nous supposons que les nombres de victimes suivent des distributions poissonniennes et que les méthodes de calcul de la variance sont les mêmes que présentées précédemment.

Si la part de piétons et d'occupants de véhicule léger est la même parmi les victimes d'accidents avec un bus, le risque des piétons d'être accidentés avec un bus par heure passée

dans le trafic s'avère plus élevé que celui des occupants de véhicules légers. Les intervalles de confiance de ces risques sont disjoints (voir le tableau 4). De ce fait, nous considérons cette différence comme significative.

Cet indice d'exposition permet également de révéler un risque plus élevé pour les usagers de deux-roues motorisés que pour les piétons, les intervalles de confiance étant également disjoints. Le taux d'accident des usagers de deux-roues motorisés est très élevé et dépasse largement les taux de tous les autres types d'usagers dans les accidents de bus.

Les taux annuels de victimes en temps passé des jeunes de 18-24 ans sont plus élevés que ceux des autres classes d'âge de tiers impliqués dans les accidents de bus. L'intervalle de confiance de cette classe d'âge est disjoint de celui de toutes les autres classes d'âge (à l'exception des 14-17 ans) (voir le tableau 5).

Le croisement des classes d'âge et des modes impliqués a été fait pour les piétons et les occupants de véhicules légers, les autres usagers ayant des effectifs trop faibles par classe d'âge pour être fiables. Les résultats suivants sont présentés dans une démarche purement descriptive.

Quel que soit l'âge, les risques encourus par les piétons sont supérieurs à ceux des occupants de véhicule léger (voir la figure 3). Le sur-risque des jeunes de 18-24 ans se retrouve pour les deux modes utilisés (marche à pied ou véhicule léger).

La figure 4 montre le risque d'être victime d'un accident avec un bus en temps passé selon les tiers impliqués et leur genre.

Pour les hommes, le risque d'être victime d'un accident avec un bus est plus élevé en deux-roues motorisés, puis en modes actifs (marche à pied comme vélo). Le risque est le plus faible en véhicule léger.

Pour les femmes, le risque d'être victime d'un accident avec un bus est plus élevé en deux-roues motorisés, puis en vélo. Le risque à pied est plus faible qu'à vélo. Le risque est le plus faible en véhicule léger.

**Tableau 3** Victimes des accidents impliquant au moins un bus en France par catégorie de tiers de 2012 à 2014

	Nombre total de victimes	Indice de gravité des victimes*	Nombre de tués	Nombre de blessés hospitalisés	Nombre de blessés légers
Piétons	792	43,0	32	309	451
Cyclistes	152	30,9	3	44	105
Usagers de deux-roues motorisés	325	32,9	15	92	218
Occupants de véhicules légers	778	28,1	19	200	559
Total	2 081	34,8	70	655	1 356

**Tableau 4** Risque d'être victime d'un accident avec un bus en fonction du temps passé et du type de tiers considéré

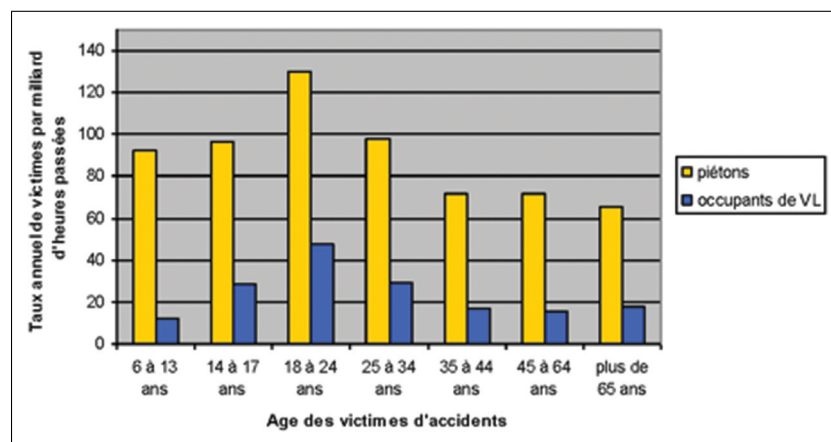
	Nombre de victimes dans des accidents de bus (2012-2014)	Temps passé en voyage (en milliard d'heures)	Taux annuel de victimes (victime*/milliard de voyageurs-heures passées) [intervalle de confiance à 95 %]
Piétons	792	3,09	85,6 [79,7-91,7]
Cyclistes	152	0,52	97,1 [82,3-113,7]
Usagers de deux-roues motorisés	325	0,27	401,3 [363,4-453,6]
Occupants de véhicules légers	778	11,33	22,9 [21,3-24,5]

\*Il s'agit de la moyenne annuelle sur 2012-2014 du nombre de victimes.

**Tableau 5** Risque d'être victime dans un accident de bus en fonction du temps passé et de la classe d'âge des usagers de la route

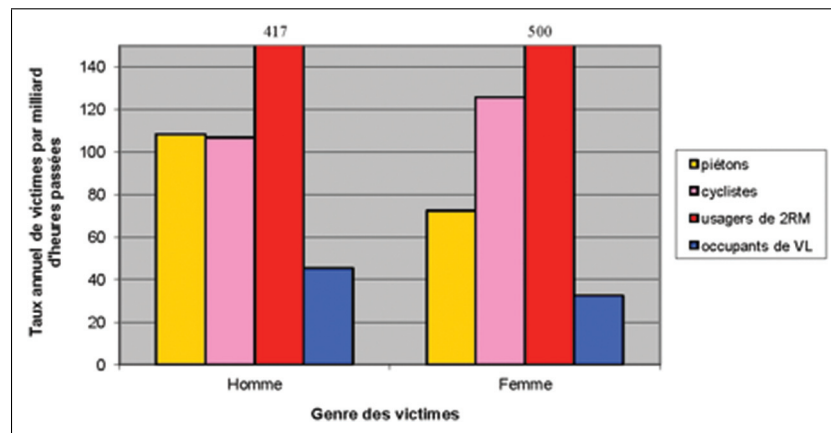
	Nombre de victimes dans des accidents de bus (2012-2014)	Temps passé en voyage (en milliard d'heures)	Taux annuel de victimes (victime*/milliard de voyageurs-heures passées) [intervalle de confiance à 95 %]
6-13 ans	148	1,47	33,6 [28,6-39,2]
14-17 ans	142	0,98	48,3 [40,8-56,8]
18-24 ans	349	1,92	60,6 [54,5-67,2]
25-34 ans	400	3,07	43,4 [39,2-47,9]
35-44 ans	289	3,35	28,8 [25,5-32,2]
45-64 ans	445	5,22	28,4 [25,9-31,2]
Plus de 65 ans	230	2,25	34,1 [29,8-38,7]

\*Il s'agit de la moyenne annuelle sur 2012-2014 du nombre de victimes.



**Fig. 3** Risque d'être victime d'un accident avec un bus pour les piétons et les occupants de véhicule léger en fonction des temps passés (en milliard d'heures) et selon l'âge des tiers considérés





**Fig. 4** Risque d'être victime d'un accident avec un bus en fonction des temps passés (en milliard d'heures) et selon le genre des tiers considérés

## 5. Discussion

Les 2 338 accidents de bus, survenus entre 2012 et 2014, ont causé 3 463 victimes dont 76 tués, 877 blessés hospitalisés plus de 24 heures et 2 510 blessés légers.

Les accidents de bus ont causé, entre 2012 et 2014, 3 463 victimes dont 1 382 passagers du bus et 2 081 victimes parmi les tiers heurtés par les bus. Cet article s'est intéressé à ces deux types de victimes pour essayer d'identifier les principaux enjeux de sécurité pour les usagers.

Tout d'abord, l'utilisation de la notion d'exposition au risque et de taux de victimes d'accident a montré l'intérêt de prendre en compte la mobilité des usagers dans l'évaluation de leur risque. En effet, si les accidents de bus impliquent beaucoup moins de victimes parmi les passagers de bus, que des accidents de véhicules légers, le risque d'être victime dans un accident de la route pour ces deux catégories d'utilisateur en lien avec les distances parcourues est en fait assez proche, car la mobilité en bus est plus faible.

Et il s'est avéré que pour certaines classes d'âge – les 35-64 ans – le risque d'être victime en tant que passager de bus est même plus élevé qu'en tant qu'occupant de véhicule léger. À l'inverse, les jeunes de 14-24 ans ont des risques plus faibles en tant que passagers de bus qu'en tant qu'occupants de véhicules légers.

Pour les tiers impliqués dans les accidents de bus et au regard des heures passées en voyage, le risque, d'être victimes d'un accident avec un bus, des usagers de deux-roues motorisés est largement plus élevé que pour tout autre type d'utilisateur. Ceci est conforme à l'accidentologie générale et n'est pas spécifique de l'accidentologie bus. Différentes études ont d'ailleurs montré la vulnérabilité de ce mode [28] [29] [30].

Pour le reste des tiers impliqués, les piétons ont un risque, d'être victime d'un accident avec un bus par temps passé, plus élevé que les usagers de véhicules légers. Ce

sur-risque piéton est vérifié pour toutes les classes d'âge des victimes.

Les jeunes de 18-24 ans sont plus fortement impactés par les accidents de bus. Le sur-risque de cette classe d'âge avait été évoqué dans une étude récente sur l'accidentologie des piétons en lien avec les bus [31]. Cependant nos résultats montrent qu'ils concernent l'ensemble des modes utilisés par les jeunes.

Certaines limites doivent être évoquées concernant cette étude. La première réside dans le fait que l'étude se base sur les données des fichiers BAAC. Certaines études présument que les données des fichiers BAAC sont incomplètes. Cette incomplétude est due au sous-enregistrement par les forces de l'ordre des accidents impliquant des usagers vulnérables (piétons et cyclistes notamment) mais aussi à la sous-déclaration des accidents aux forces de l'ordre par les impliqués eux-mêmes [32]. Cette sous-déclaration varie principalement avec la gravité des blessures, la présence ou l'absence d'un antagoniste et le type d'utilisateur impliqué [33] [34]. La deuxième limitation réside dans les périodes d'étude considérées. En effet, les données d'accidents concernaient la période de 2012 à 2014. Or l'ENTD n'est réalisée que de façon périodique et la dernière enquête disponible date de 2008. La troisième limite renvoie au fait que l'enquête de déplacement ne prend en considération que le mode principal de déplacement. Or pour effectuer un voyage et a fortiori en bus, on utilise plus qu'un mode de déplacement, par exemple la marche à pied puis le bus. Dans ce cas l'enquête ne va calculer que le mode principal de déplacement, le mode de déplacement le plus lourd, qui sera donc le bus. Cela va diminuer les distances parcourues et le temps d'exposition des modes les plus légers, en particulier la marche. Par conséquent, cela peut induire une surestimation des risques pour les modes les plus légers, et une sous-estimation des risques pour les modes les plus lourds. Par ailleurs, il serait intéressant pour mieux connaître

le risque des passagers de bus de pouvoir évaluer le risque de l'ensemble du trajet effectué, en incluant la partie à pied.

## 6. Conclusion

Pour mener à bien le transfert modal vers les transports collectifs urbains et diminuer l'usage de la voiture particulière, il est nécessaire d'améliorer la sécurité de ces modes via une compréhension profonde de ses spécificités d'insécurité. Cette étude a visé à mieux comprendre les enjeux de sécurité des bus au regard des usagers impliqués. Pour la clientèle des bus, un enjeu de sécurité concerne les personnes de 35-64 ans. Alors que pour les tiers impactés par les accidents de bus, les jeunes de 18-24 ans sont plus fortement concernés. Les piétons constituent également des cibles importantes en terme d'insécurité en lien avec les bus.

**Remerciements** Ce travail a été l'un des résultats d'un stage de recherche qui s'est déroulé au sein du Cerema Méditerranée en France. Nos remerciements s'adressent à toute l'équipe du service Aménagement des réseaux et transports urbains et à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail. Nous remercions également les *reviewers* pour leurs commentaires avisés qui nous ont permis d'améliorer l'article proposé.

## Références

- Brenac, T, Clabaux, N (2005) The indirect involvement of buses in traffic accident processes. *Safety Sci* 43: 835–843
- Elvik, R, Høye, A, Vaa, T, Sørensen, M (Eds.). (2009) *The handbook of road safety measures*. Emerald Group Publishing Limited.
- Beer, S, Brenac, T (2006). Tramways et sécurité routière, l'expérience des pays germanophones. *Transp Environ Circ* 190 : 40–46
- Maitre, E, Millot, M (2013) Clés de lecture piétonne des espaces publics aménagés de tramway : l'influence de l'environnement sensible sur les comportements de traversée. *RTS* 29 : 255–270
- Bentama, A, Khatory, A (2015) *Étude statistique des risques du tramway Rabat-Salé au Maroc*. 11e Congrès International de Génie Industriel, Québec
- Chun Keong Goh, K, Currie, G, Sarvi, M, Logan, D (2014) Bus accident analysis of routes with/without bus priority. *Accid Anal Prev* 65:18–27
- Kaplan, S, Giacomo Prato, C (2012) Risk factors associated with bus accident severity in the United States: A generalized ordered logit model. *J Safety Res* 43:171–180
- Wahlberg, AE (2002) Characteristics of low speed accidents with buses in public transport. *Accid Anal Prev* 34: 637–647
- Observatoire National Interministériel de Sécurité Routière (2015) *La sécurité routière en France. Bilan de l'accidentalité de l'année 2014*. La Documentation Française, Paris, 151 p.
- Observatoire National Interministériel de Sécurité Routière (2014) *Guide de rédaction du bulletin d'analyse des accidents corporels de la circulation (BAAC)*. ONISR, 93 p.
- Soe, S (2010) ministère de l'Écologie, du développement durable, des transports et du logement
- Grimal, R (2010) *Présentation de l'enquête nationale transports et déplacements. Mobilités à longue distance*. Setra, pp. 1–8
- Armoogum, J, Hubert, J-P, Francois, D, Roumier, B, Robin, M, Roux, S (2011) *Enquête nationale transport et déplacements 2007-2008*
- Chapman, R (1973) The concept of exposure. *Accid Anal Prev* 5(2): 95–110
- Risk, A, Shaoul, J (1982) Exposure to risk and the risk of exposure. *Accid Anal Prev* 14(5): 353–357
- Carroll, PS (1973) Classifications of driving exposure and accident rates for highway safety analysis. *Accid Anal Prev* 5(2): 81–94
- Hauer, E (1995) On exposure and accident rate. *Traffic engineering control*: 134–138
- Chipman, ML, MacGregor, CG, Smiley, AM, Lee-Gosselin, M (1993) The role of exposure in comparisons of crash risk among different drivers and driving environments. *Accid Anal Prev* 25(2): 207–211
- ETSC (2001) *EU Transport, incident and casualty databases: current status and future needs*. Brussels: ETSC, 26 p
- Koornstra, M, Broughton, J, Dieleman, R, Glansdorp, C, Jorgensen, N, Taylor, F, et al. (1999) *Exposure data for travel risk assesment: current practice and future needs in the european union*. Rapport de recherche ou d'étape
- Kweon, Y-J, Kockelman, KM (2003) Overall injury risk to different drivers: combining exposure, frequency, and severity models. *Accident Analysis & Prevention* 35(4): 441–450
- Joly, MF, Joly, P, Bergeron, J, Desjardins, D, Ekoe, JM, Ghadirian, P, et al. (1991) Exposure to the risk of traffic accidents, a fundamental epidemiological parameter, and one difficult to measure. *Rev Epidemiol Sante Publique* 39(3) : 307–13
- Wolfe, AC (1982) The concept of exposure to the risk of a road traffic accident and an overview of exposure data collection methods. *Accid Anal Prev* 14(5): 337–340
- Dionne, G, Desjardins, D, Laberge-Nadeau, C, Maag, U. (1995) Medical conditions, risk exposure, and truck drivers' accidents: an analysis with count data regression models. *Accid. Anal. and Prev.* 27(3): 295–305
- Hauer, E (1982) Traffic conflicts and exposure. *Accid Anal Prev* 14(5): 359–364
- Schafer, A (2000) Regularities in travel demand: an international perspective. *J. Transport. Stat.* 3(3): 1–32.
- Kelsey, JL, Whittemore, AS, Evans, AS, Thompson, DA (1996) *Methods in Observational Epidemiology* (2nd ed.). Oxford, Oxford University Press.
- Bouaoun, L, Mouloud Haddak, M, Amoros, E (2015) Road crash fatality rates in France: A comparison of road user types, taking account of travel practices. *Accid Anal Prev* 75: 217–225
- Lin, M-R, Kraus, JF (2009) A review of risk factors and patterns of motorcycle injuries. *Accid. Anal. Prev.* 41(4): 710–722.
- Beck, LF, Dellinger, AM, O'neil, ME (2007) Motor vehicle crash injury rates by mode of travel, united states: using exposure-based methods to quantify differences. *Am. J. Epidemiol.* 166(2): 212–218
- Millot, M, Battaglia, V, Deboudt, B. et al. (2015) *Étude des accidents piétons sur des rues avec aménagements de sites de transports collectifs, phase 1*. Rapport d'étude Cerema, Aix en Provence, 59 p.
- Amoros, E, Martin, JL, Laumon, B (2006) Under-reporting of road crash casualties in France. *Accid. Anal. and Prev.* 38(4): 627–635
- Elvik, R, Mysen, A, (1999) Incomplete accident reporting: meta-analysis of studies made in 13 countries. *Journal of the Transportation Research Board* 1665(1): 133–140
- Hauer, E, Hakker, AS (1988) Extent and some implications of incomplete accident reporting. *Transportation Research Record* 1185: 1–10