

Étude des accidents piétons sur des rues avec aménagement de sites de transports collectifs

Phase 2 – Approfondissement de
questions de sécurité

Juillet 2016

Rapport d'étude

P.C.I. Interface Transports Collectifs et Voirie

Date : Juillet 2016

Auteur(e) : Marine MILLOT - Direction territoriale Méditerranée

Contributeurs : Valérie Battaglia (DTER Méditerranée), Bertrand Deboudt (DTER Nord-Picardie), Emmanuel Dansaut (DTER Ile-de-France), Pierre Ouallet (DTER Sud-Ouest), Jérôme Hervé (DTER Ouest), Delphine Le Berre et Mathis Beltrami (DTER Centre-Est), François Tortel (DTER Est), Mélanie Vincent (DTER Normandie-Centre).

Relecteurs : Dominique Bertrand et Benoît Hiron (Dtec Territoires et Ville), Marine Blancheton (STRMTG), Mélanie D'Auria (ONISR), Séverine Carpentier (DSCR)

Résumé :

Il s'agissait dans cette seconde phase de l'étude d'approfondir des questions de sécurité pour les systèmes de tramway et de bus avec aménagements dédiés.

Pour les tramways, l'analyse sur 5 réseaux français (Bordeaux, Montpellier, Nantes, Rouen et Strasbourg) montre qu'il y a un réel manque de perception de l'espace tramway et de sa dangerosité par les piétons en dehors des stations de tramway.

En station, les accidents avec tramway relèvent principalement de problèmes de perception de l'arrivée du tramway. Quant aux accidents indirects, ils font ressortir des difficultés d'accès aux stations (succession de voies routières larges, masques à la visibilité, itinéraires piétons non directs...).

Pour les bus en site propre, l'analyse sur Lille, Lyon et Paris a confirmé que les ratios d'accidents piétons-bus sont plus élevés dans les aménagements de couloirs bus à contre-sens : aménagement unilatéral à contre-sens ou voie bus à contre-sens dans un aménagement bilatéral avec chaussée à sens unique.

Par contre, il n'a pas été possible de conclure quant à la plus forte proportion d'accidents piétons impliquant des taxis dans les couloirs bus.

Nombre de pages : 34 + annexes

SOMMAIRE

1 Contexte et questions d'étude.....	5
2 Approfondissement des questions de sécurité pour le tramway.....	7
2.1 Présentation succincte des réseaux étudiés.....	8
2.2 Type d'accident 1 : le piéton traversait l'ensemble de la rue et a été heurté par le tramway.....	11
2.2.1 Analyse des cas en station.....	11
2.2.2 Analyse des cas hors station.....	14
2.2.3 Synthèse.....	18
2.3 Type d'accident 2 : le piéton traversait la rue en descendant ou voulant monter dans le tramway et a été heurté par un autre véhicule.....	19
2.3.1 En accès au tramway.....	19
2.3.2 En descente du tramway.....	23
2.3.3 Synthèse.....	25
3 Approfondissement des questions de sécurité pour le bus en site propre.....	26
3.1 Présentation des réseaux étudiés.....	26
3.2 Problématique 1 : répartition des accidents entre bus et piétons selon le type d'aménagement bus...28	
3.2.1 Accidents piétons-bus dans les rues avec couloirs de bus.....	28
3.2.2 Accidents piétons-bus dans les couloirs de bus.....	29
3.3 Problématique 2 : répartition des accidents de piétons dans les couloirs bus en fonction du type d'impliqué (bus, deux-roues motorisés, taxi...).....	31
4 Synthèse générale.....	33
5 Bibliographie.....	34
6 Glossaire.....	34
7 Annexe : Illustration des différents types d'aménagement de couloirs bus à Lille.....	35

1 Contexte et questions d'étude

Le CEREMA et le STRMTG ont entrepris la refonte du guide d'aménagement de voirie en faveur des transports collectifs datant de 2000. Ce guide était principalement axé sur des objectifs de priorisation et de sécurisation des transports collectifs. Le point de vue des autres usagers y était peu traité.

Différentes études ont été menées par le Pôle de Compétence et d'Innovation Interface Transports collectifs et Voirie sur l'accidentologie et le comportement des piétons en traversées de sites tramway qu'ils soient en position axiale ou latérale¹. Elles ont montré tout l'intérêt de traiter de la question plus générale de l'accidentologie des piétons aux abords de sites réservés aux transports collectifs : manque de compréhension des piétons lorsque la signalisation est présente sur les voiries mais pas sur la plateforme tramway, importance de la prégnance automobile aux abords des voies de tramway, importance des refuges entre voies routières et plateforme tramway, etc.

La littérature actuelle montre également que la complexification de l'espace urbain par l'arrivée du tramway pose des problèmes spécifiques de sécurité routière, en particulier vis-à-vis des piétons² (ex : Hedelin et al.1996 ; IBSR, 2009). Or ces problèmes ont été peu étudiés en France. Ils renvoient aux questions de perception des plateformes tramway mais aussi des couloirs de bus par les piétons (en particulier des contre-sens bus), à l'effet de leur aménagement, aux critères utilisés par les piétons dans leur décision de traverser, à l'effet de la proximité d'une station sur les traversées. Ils posent la question de l'insécurité directe entre transports collectifs et piétons mais également – et de façon beaucoup moins connue – celle de leur insécurité indirecte (par exemple, traversée de piétons pour prendre un transport collectif et choc avec un véhicule circulant sur la chaussée, masque à la visibilité créé par les transports collectifs...).

Les piétons constituent un des enjeux de l'accidentalité en France. La Délégation à la Sécurité Routière s'intéresse à l'impact des réorganisations de la voirie accompagnant le développement des tramway et des voies réservées pour les transports collectifs sur les comportements en vue d'orienter l'action publique. La Direction Générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer s'y intéresse également de par l'impact de ces accidents sur l'efficacité et l'attractivité de ces modes de transport. C'est pourquoi elles ont chargé le Cerema de mener une étude sur les accidents piétons avec aménagement de sites de transports collectifs.

L'objectif de l'étude était donc d'améliorer la connaissance des problèmes de sécurité pour les piétons aux abords des aménagements de transports collectifs, en prenant en compte non seulement les accidents directs entre TC et piétons, mais aussi les accidents indirects. Ces derniers concernent les accidents où le TC n'est pas impliqué directement mais où le véhicule ou son aménagement a contribué à la survenue de l'accident. A partir de cette meilleure connaissance, des propositions d'amélioration des recommandations existantes d'aménagement pourront être formulées.

1 Millot M. et al. (2011) Traversées piétonnes matérialisées sur sites axiaux de tramway : accidentologie et comportement des piétons. Rapport CETE Méditerranée

Millot M. et al. (2013) Traversées piétonnes matérialisées sur sites latéraux de tramway : comportement des piétons. Rapport CETE Méditerranée

2 Hedelin, A., Björnstig, U., Brismar, B. (1996) Trams-a risk factor for pedestrians. Accident Analysis and Prevention 28, 733-738

IBSR (2009) Étude des accidents entre un tramway et un piéton en région de Bruxelles-capitale de 2004 à 2006

Cette étude a été pilotée par le PCI Interface TC et Voirie.

Elle a été réalisée en lien avec l'ensemble des Directions territoriales du CEREMA.

L'équipe d'étude était ainsi composée de :

- DTer Est : François Tortel,
- DTer Centre-Est : Mathis Beltrami et Delphine Le Berre,
- DTer Ile-de-France : Emmanuel Dansaut,
- DTer Ouest : Jérôme Hervé,
- DTer Méditerranée : Marine Millot (assurant également le pilotage de l'ensemble de l'étude) et Valérie Battaglia,
- DTer Nord-Picardie : Bertrand Deboudt,
- DTer Normandie-Centre : Mélanie Vincent,
- DTer Sud-Ouest : Pierre Ouallet.

Un comité technique a suivi l'ensemble des travaux. Il était composé de :

- Direction territoriale Méditerranée : Marine Millot au titre du pilotage de l'étude,
- Direction technique Territoires et Ville : Benoît Hiron (groupe SUD), Dominique Bertrand (groupe VOI),
- STRMTG : Marine Blancheton (division Tramway).

Un comité de pilotage rassemblait l'Observatoire national interministériel de la sécurité routière, la Direction Générale des Infrastructures de Transport et de la Mer, la Direction de la Recherche et de l'Innovation.

Une première phase a permis de mieux cerner les enjeux de sécurité piéton en lien avec les aménagements de transports collectifs en faisant notamment la distinction entre accidents directs entre piétons et transports collectifs et accidents indirects. Ces derniers concernent les accidents où le TC n'est pas impliqué directement mais où le véhicule ou son aménagement a contribué à la survenue de l'accident. Elle a fait l'objet d'un rapport distinct – « Étude des accidents piétons sur des rues avec aménagement de sites de transports collectifs. Phase 1 – Méthodologie et définition des enjeux de sécurité » - publié en 2015.

Dans une seconde phase, ont été analysées en profondeur deux questions de sécurité par système de transport collectif qui étaient ressorties de la première phase. C'est l'objet du présent rapport.

Le travail a porté sur les réseaux de Bordeaux, Montpellier, Nantes, Rouen et Strasbourg pour les tramways et sur les réseaux de Paris, Lyon et Lille pour les bus. Nous remercions ces agglomérations pour avoir accepté d'être nos terrains d'investigation.

2 Approfondissement des questions de sécurité pour le tramway

Deux questions de sécurité ont été approfondies pour les tramways :

- pour les accidents directs entre piétons et tramway, mieux comprendre ceux où le piéton traversait l'ensemble de la rue, sans avoir de lien avec le tramway³ : n'a-t-il pas vu le tramway arriver ? N'a-t-il pas compris qu'il y avait des rails de tramway ? A-t-il cru qu'il avait la priorité ? Etc.
- pour les accidents indirects, analyser ceux où les piétons traversaient pour prendre ou descendre du tramway et ont été heurtés par un autre véhicule que le tramway⁴ : dans sa précipitation, le piéton n'a-t-il pas vu le véhicule arriver ? N'a-t-il pas compris l'aménagement ou ne l'a-t-il pas respecté, préférant le plus court chemin ? Etc.

Elles ont été analysées à partir des réseaux de Bordeaux (lignes A et B), Montpellier (lignes 1 et 2), Nantes (les 3 lignes), Rouen (Métrobus), Strasbourg (lignes D et E).

Les accidents étudiés sont ceux identifiés dans la phase 1. Pour mémoire, les périodes d'étude étaient : 2009-2011 pour Bordeaux, 2008-2012 pour Montpellier, 2011-2012 pour Nantes, 2007-2011 pour Rouen et 2008-2012 pour Strasbourg.

L'analyse des accidents a été complétée par des observations de terrain permettant de vérifier des éléments de l'aménagement, de la signalisation, d'identifier des masques éventuels...

Cela a permis de formuler des hypothèses de facteurs d'accidents en lien avec l'aménagement⁵. La liste des facteurs potentiels est la même pour les deux questions et leurs sous-questions par localisation (station / hors station) ou par type de trajet du piéton (accès / descente du tram). Elle concerne les :

- problèmes de visibilité :
 - problème de visibilité du fait de conditions météorologiques dégradées, de la nuit (éclairage en panne),
 - masque à la visibilité fixe (végétal, mobilier, stationnement),
 - masque à la visibilité mobile⁶ :
 - par des véhicules dans la circulation (arrêt au feu...),
 - par un bus (en distinguant les bus stationnés à leur arrêt, des bus dans la circulation),
- problèmes de perception (ou de détection) de l'espace tramway :
 - perception insuffisante du Gabarit Limite d'Obstacle (matériaux),
 - bande podotactile absente ou mal orientée,

3 Ces accidents représentaient 50 % des problèmes directs identifiés en 1ère phase.

4 Ces accidents représentaient 68 % des problèmes indirects identifiés en 1ère phase.

5 Pour rappel, un facteur d'accident est un état d'un composant du système homme/véhicule/infrastructure-environnement, qui a été nécessaire (mais non suffisant à lui seul) pour que l'accident se produise et sur lequel une action serait possible.

6 Un masque mobile est un masque, qui n'est pas forcément en mouvement au moment de l'accident (un bus arrêté à son arrêt) mais qui n'est pas permanent et qui peut s'en aller aux différents moments de la journée

- aménagement complexe, difficilement lisible par le piéton,
- problèmes de perception de l'arrivée du tramway (en dehors des questions de visibilité) :
 - mauvaise compréhension des priorités en traversée,
 - phasage complexe des feux ou absence de feux sur plateforme tramway quand il y en a sur la voirie routière,
- problèmes entre la succession voies routières / plateforme tramway :
 - taille du "refuge" insuffisante,
 - voies contiguës larges et/ou rapides incitant à la vitesse,
- problèmes de traversée en dehors des passages piétons dès lors qu'un passage piéton existe à proximité,
- correspondances entre un autre transport public et le tramway (en dehors des questions de visibilité traitées au-dessus).

Il est important de noter que les aménagements étudiés étaient pour beaucoup antérieurs au décret et à l'arrêté de 2007 concernant la loi sur le Handicap. Aussi certains problèmes relevés en lien avec les questions d'accessibilité aux personnes à mobilité réduite sont liés à cette antériorité, les recommandations d'aménagement ayant évolué depuis. Les résultats de cette étude permettent ainsi de rappeler l'importance de certaines nouvelles recommandations ou exigences, au regard de la sécurité des piétons.

2.1 Présentation succincte des réseaux étudiés

Sont présentées les principales caractéristiques des réseaux étudiés ainsi que les grandes lignes de l'accidentologie piétonne en lien avec les tramways :

- Bordeaux

La métropole de Bordeaux compte 3 lignes de tramway sur 58 km⁷. Les lignes A et B ont été étudiées lors de cette étude. La ligne A a été mise en service en décembre 2003 et a connu des prolongements jusqu'en janvier 2015 (5 arrêts supplémentaires sur Mérignac)⁸. La ligne B, quant à elle, a été mise en service en mai 2004 avec des prolongements jusqu'en juin 2015 (5 arrêts supplémentaires sur Pessac).

Il existe des différences entre type d'aménagement et type d'environnement : de nombreux sites latéraux se retrouvent en centre-ville, alors que les sites axiaux sont plutôt sur les grosses artères urbaines et sont donc légèrement excentrés⁹. On retrouve beaucoup de zones de circulation apaisée dans le cœur de Bordeaux (zones 30, zones de rencontre, aires piétonnes¹⁰). La signalisation de type R25 est présente pour certaines traversées piétonnes de plateforme tramway.

Sur la période 2009-2011, 98 accidents impliquant un piéton à proximité d'une voie de tramway des lignes A et B ont été recensés. Sur ces 98 accidents, 54 avaient un lien direct (soit 35 % de la totalité des accidents) ou indirect (soit 20 %) avec le tramway¹¹. Les accidents sont davantage concentrés dans le centre-ville, là où il y a

7 Nombre de kilomètres total après l'ensemble des extensions de 2015 : lignes A, B et C

8 Source : TBC (<http://tbcinteractive.com/content/extension-du-reseau>)

9 Exemples de sites axiaux : Cours Gambetta - Talence, Rue de la pelouse de Douet et Avenue Thiers - Bordeaux, Avenue Jean Jaurès - Cenon

10 Exemples d'aires piétonnes : Hôtel de ville, Place de la Victoire, Grand-théâtre

11 Les autres accidents n'avaient soit aucun lien avec le tramway(40 %), soit un lien indéterminé (5 %)

beaucoup de piétons¹². Beaucoup d'accidents sont principalement expliqués par des problèmes de prise d'information (45 % des accidents recensés). 12 % des accidents impliquaient une distraction du piéton par des oreillettes ou un portable à l'oreille, et 7 % des cas impliquaient un piéton en état d'ébriété. Le taux d'accidents en site latéral est plus important sur Bordeaux que la moyenne des autres villes. Ceci peut s'expliquer entre autre par la forte présence piétonne aux abords des sites tramway latéraux, situés en centre-ville.

- Montpellier

Le réseau de Montpellier compte 4 lignes de tramway sur un linéaire de 56 kilomètres. Ont été étudiées les lignes 1 et 2. La ligne 1 a été mise en service en juillet 2000 avec un prolongement réalisé en septembre 2009. La ligne 2 a été mise en service en décembre 2006.

L'analyse de l'accidentologie sur 2008-2012 a recensé 6 accidents piétons directs (15%) et 16 indirects avec le tramway (40%) sur un ensemble de 40 accidents piétons sur les rues avec tramway. Sur Montpellier, il y a donc eu peu d'accidents directs mais plus d'accidents indirects que sur les autres sites étudiés. La ligne 1 plus ancienne a connu une accidentologie piétonne en lien avec le tramway plus forte que la ligne 2 mise en service après le décret STPG¹³.

- Nantes

Les trois lignes de tramway du réseau nantais ont été mises en service en 1985, en 1992 et en 2000 et ont été rallongées progressivement. A partir de 2007, le développement du tramway s'est considérablement ralenti. Seules deux extensions de 600 et 800 m ont été réalisées en 2009 et en 2012. Ces trois lignes ont une longueur cumulée d'environ 43 km, dont 3 km sont communs aux lignes 2 et 3. Elles ont toutes été étudiées dans ce rapport.

Le réseau est organisé en étoile, avec un nœud commun situé en centre-ville, dans le secteur « Commerce ». Le positionnement des sites de tramway sur la voirie est majoritairement axial, puis latéral. Il est à noter qu'environ 10 km de ligne sont situés sur des sites isolés (hors voirie).

L'analyse de l'accidentologie sur 2011-2012 n'a révélé que 14 accidents en lien direct ou indirect avec le tramway, avec toutefois deux décès, pour un total de 30 accidents. Trois tronçons ont cumulé deux ou trois accidents, ce qui ne permet pas de conclure quant à l'existence de secteurs d'accumulation d'accidents.

- Rouen

Le tramway de Rouen, appelé localement Métro (Métrobus), a été mis en service en décembre 1994, avec une extension en 1997. La partie souterraine du réseau située sur la rive droite de l'agglomération n'a pas été étudiée. Le réseau comporte deux lignes avec un tronç commun. Le linéaire pris en compte dans le cadre de l'étude s'élève à 12km.

L'analyse de l'accidentologie sur 2007-2011 a fait ressortir 10 accidents directs (37%) et 4 accidents indirects (15%) avec le tramway pour 27 accidents piétons survenus sur ces rues. Tous les accidents tramway indirects recensés sur Rouen (4 cas) sont du type « accès au tramway avec un masque à la visibilité par un bus à l'arrêt ». Sur les 10 accidents directs, un tramway croiseur est présent dans 3 cas,

12 4 fois plus de montées sont recensées en plein centre ville : 4 000 en moyenne sur les 6 stations centrales de la ligne B, pour 1 000 en périphérie et présence quasi systématique de zones de circulation apaisée en centre-ville dont notamment des aires piétonnes (Source : Bordeaux Métropole)

13 le décret n°2003-425 du 9 mai 2003 relatif à la sécurité des transports publics guidés a introduit des nouvelles procédures de contrôle de sécurité des projets avant l'engagement des travaux, avant la mise en service commerciale et pendant la période d'exploitation du système de transport

dont 2 en station. Le taux d'accidents en site axial est plus important sur Rouen que la moyenne des autres villes, avec un taux de 2,6 accidents piétons au km à Rouen, contre 1,8 de moyenne sur toutes les villes étudiées.

- Strasbourg

Le réseau de Strasbourg compte 5 lignes de tramway pour un linéaire de 55,5 kilomètres. Ont été étudiées les lignes D et E. La ligne D a été mise en service en août 1998 et prolongée en août 2007 pour une longueur de 8,1 kilomètres. La ligne E a été mise en service en août 2007 et prolongée en novembre 2007 pour une longueur de 10,6 kilomètres.

Des aménagements cyclables sont systématiquement présents le long des plateformes. Il y a ainsi peu d'utilisation de la plateforme par les autres usagers. Mais peuvent être relevés quelques accidents de piétons descendant du tramway et heurtés par un vélo/cyclo sur la bande cyclable contiguë à la plateforme. En majorité, il n'y a pas de signalisation piétonne pour la traversée des plateformes tramway.

L'analyse de l'accidentologie sur 2008-2012 a recensé 32 accidents piétons directs (36%) et 26 accidents indirects (30%) avec le tramway sur 88 accidents piétons ayant eu lieu sur les rues de tramway. Il est intéressant de noter qu'il apparaît une différence d'âge des piétons entre accidents directs et indirects : « les plus âgés se font heurter par le tramway en traversant » et « les plus jeunes se font heurter en courant pour rejoindre le tramway »¹⁴. Dans le cœur de Strasbourg, sont recensés assez peu d'accidents avec les piétons, malgré les nombreuses zones piétonnes.

	Bordeaux	Montpellier	Nantes	Rouen	Strasbourg	Total
Accidents directs entre piétons et tramway	34	6	4	10	32	86
Accidents indirects	20	16	10	4	26	76
Total des accidents piétons étudiés	98	40	30	27	88	283

Tableau 1: Présentation des échantillons d'accidents piétons étudiés sur les 5 réseaux selon le type d'implication du tramway

¹⁴ en accident direct : 32 % de piétons > 70 ans (16 % < 16 ans)
en accident indirect : 6 % > 70 ans (56 % < 16 ans)

2.2 Type d'accident 1 : le piéton traversait l'ensemble de la rue et a été heurté par le tramway

Cette problématique concerne 43 accidents dont 16 ont eu lieu en station (37%) et 27 hors station (63%).

Elle représente la moitié des accidents directs comptabilisés dans la phase 1¹⁵.

	Bordeaux	Montpellier	Nantes	Rouen	Strasbourg	Total
Station	6	1	2	1	6	16
Hors station	9	1	0	4	13	27
Total	15	2	2	5	19	43
Part de ces accidents / total accidents piétons directs	44 %	33 %	50 %	50 %	59 %	50 %

Tableau 2: Accidents piétons directs concernant un piéton qui traversait l'ensemble de la rue

L'analyse a été faite selon que l'accident était localisé en station ou non.

2.2.1 Analyse des cas en station

En station	Bordeaux	Montpellier	Nantes	Rouen	Strasbourg	Total
Nombre d'accidents directs où le piéton traversait l'ensemble de la rue	6	1	2	1	6	16
Dont piéton handicapé	0	0	0	1	0	1
Dont piéton sous alcool	0	0	0	0	0	0
Dont piéton distrait	2	0	1	0	1	4

Tableau 3: Accidents piétons avec tramway localisés en station - le piéton traversant l'ensemble de la rue

16 accidents directs impliquant un piéton traversant l'ensemble de la rue ont eu lieu en station.

4 accidents concernaient un piéton sous l'emprise d'un distracteur (téléphone portable, écouteurs...).

Parmi les 16 accidents, 3 cas renvoyaient exclusivement à un problème de distraction et 2 cas de non attention du piéton lors de la traversée devant le tramway, et ne pouvaient pas être reliés à des facteurs d'infrastructure.

Pour 11 cas, des facteurs d'accidents liés à l'aménagement de l'infrastructure ont pu être identifiés.

15 Cerema (2015) Étude des accidents piétons sur des rues avec aménagement de sites de transports collectifs. Phase 1 – Méthodologie et définition des enjeux de sécurité.

Approfondissement des questions de sécurité des piétons sur rues avec aménagement TC (phase 2)

Facteurs		Cas										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Visibilité	Météo, nuit										X	
	Masque fixe	X				X						X
	Masque mobile	X										
Perception de l'espace tramway	GLO						X	X	X			
	Bande podotactile						X		X			
	Aménagement complexe									X		
Perception de l'arrivée du tramway	Absence de feu pour toute la traversée		X									
	Absence de feu sur plateforme (présence sur voirie)			X	X	X	X		X	X		
Succession voies routières/ plateforme tramway	Refuge trop petit											
	Voies routières larges											
Traversée hors passage piéton											X	X
Correspondance entre TC												

Tableau 4: Facteurs d'accidents liés à l'infrastructure, identifiés pour les accidents piétons directs en station

A noter que les cas n°1 et 11 d'accidents concernaient des traversées de la plateforme en premier, alors que dans les 9 autres cas, le piéton avait traversé une voie routière avant d'arriver sur la plateforme tramway.

Les facteurs d'accidents qui reviennent le plus souvent sont :

- les problèmes de perception de l'arrivée du tramway (identifiés 7 fois dans 7 accidents),
- les problèmes de visibilité (identifiés 5 fois dans 4 accidents),
- les problèmes de perception de l'espace tramway (identifiés 6 fois dans 3 accidents),
- de façon moindre (2 cas), des traversées hors passage piéton, notamment au milieu des stations.

Parmi les problèmes de perception de l'arrivée du tramway en station, le scénario prépondérant concerne un piéton qui traverse sur un passage piéton avec feu, il commence par une voie routière puis arrive sur la plateforme tramway, l'absence de signalisation sur la plateforme (alors qu'il y en a sur la voirie) ne lui permet pas de comprendre qu'il doit s'arrêter avant la plateforme tramway (6 cas). Ce scénario a été constaté à Rouen, Nantes et Strasbourg. Le guide Voirie et TC de 2000 laissait la possibilité de ne pas implanter de signalisation lumineuse sur la plateforme tramway aux abords des stations, quand il y en avait sur la voirie. Or l'accidentologie montre les problèmes de compréhension que cela peut poser pour les piétons, notamment en axial, quand de l'autre côté de la plateforme tramway, se trouve une voirie avec un feu qui peut être au vert quand le tramway arrive, puisqu'il concerne les flux routiers (voir l'illustration 1).



Illustration 1: Traversée piétonne avec feu sur voirie mais pas sur plateforme tramway au niveau d'une station sur un site axial (Crédit photo : Cerema)

Concernant la visibilité avec le tramway aux abords des stations, les abris d'attente voyageurs ont constitué des masques à la visibilité fixe (2 cas), ainsi que la végétation (1 cas). Dans une aire piétonne, l'affluence de piétons a également constitué un masque mobile vis-à-vis du conducteur.



Illustration 2: Masque mobile de visibilité créé par les nombreux piétons longeant la plateforme tramway en aire piétonne (Crédit photo : Cerema)

Enfin, un manque de contraste du Gabarit Limite d'Obstacle (GLO) et d'une manière générale de la plateforme tramway par rapport au refuge ou aux voiries routières, ainsi que des bandes podotactiles absentes ou mal orientées ont engendré **des problèmes de perception de l'espace tramway**. En effet, le piéton n'a pas été alerté de la présence de l'espace tramway dans le déroulement de sa traversée, notamment quand il a commencé par franchir des voies routières. Cette question de contraste n'était pas présente dans le guide Voirie et TC de 2000. Or l'analyse de sécurité montre toute son importance dans la perception de la plateforme tramway. De même, la présente étude rappelle l'importance du bon positionnement des bandes d'éveil de vigilance pour les piétons les plus vulnérables.



Illustration 3: Traversée piétonne avec peu de contraste entre refuge, plateforme tramway et GLO (Crédit photo : Cerema)

2.2.2 Analyse des cas hors station

Hors station	Bordeaux	Montpellier	Nantes	Rouen	Strasbourg	Total
Nombre d'accidents directs où le piéton traversait l'ensemble de la rue	9	1	0	4	13	27
Dont piéton handicapé	0	0	0	1	2	3
Dont piéton sous alcool	1	0	0	1	2	4
Dont piéton distrait	3	0	0	0	1	4

Tableau 5: Accidents piétons avec tramway localisés en dehors d'une station - le piéton traversant l'ensemble de la rue

27 accidents piétons directs impliquant un piéton traversant l'ensemble de la rue ont eu lieu en dehors d'une station.

4 accidents concernaient un piéton sous l'emprise d'un distracteur (téléphone portable, écouteurs...), 4 sous l'emprise d'alcool et 3 souffrant de handicap¹⁶.

Parmi les 27 accidents, 9 cas renvoyaient à des problématiques liées exclusivement au comportement du piéton : 2 cas de distraction par usage de téléphone ou oreillette, 1 cas d'ébriété, 1 cas de handicap cognitif lourd, 3 cas de piétons traversant sans vérifier la circulation, 2 cas de piétons traversant devant le tramway en pensant avoir le temps de passer. Ces 5 derniers cas confirment la sous-estimation de la dangerosité du tramway par les piétons en dehors des stations.

Pour 16 accidents, des facteurs liés à l'aménagement de l'infrastructure ont pu être relevés.

¹⁶ sachant que les cumuls sont possibles

Approfondissement des questions de sécurité des piétons sur rues avec aménagement TC (phase 2)

	Cas															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Plateforme traversée en 1 ^{er} par la piéton		X	X					X	X	X				X		
Plateforme traversée après des voies routières	X			X	X	X	X				X	X	X		X	X

Tableau 6: Positionnement de la plateforme tramway dans le déroulé de la traversée du piéton

Dans 6 cas, le piéton a traversé en premier la plateforme tramway. Dans 10 cas, il avait traversé des voies routières avant d'arriver sur la plateforme (que celle-ci soit positionnée en latéral ou axial).

		Cas															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Visibilité	Météo, nuit	X															
	Masque fixe		X														X
	Masque mobile			X										X			
Perception de l'espace tramway	GLO			X		X	X	X	X	X					X		
	Bande podotactile					X			X								
	Aménagement complexe					X		X									
Perception de l'arrivée du tramway	Absence de feu sur toute la traversée	X															
	R25 sur plateforme et R12 sur voirie				X												
Succession voies routières/ plateforme tramway	Refuge trop petit					X					X						
	Voies routières larges																
Traversée hors passage piéton												X	X	X	X	X	

Tableau 7: Facteurs d'accidents liés à l'infrastructure, identifiés pour les accidents piétons directs en dehors d'une station

Les facteurs d'accidents qui reviennent le plus souvent sont :

- les problèmes de perception de l'espace tramway (identifiés 12 fois dans 8 accidents),
- les problèmes de visibilité (identifiés 5 fois dans 5 accidents),
- les traversées hors passage piéton (identifiés 5 fois dans 5 accidents),
- de façon moindre (chaque problème, identifié 2 fois dans 2 accidents), les problèmes de perception de l'arrivée du tramway et ceux de succession de voies routières larges et de plateforme tramway.

Un manque de contraste entre la plateforme tramway, les voies routières et un manque de délimitation du Gabarit Limite d'Obstacle ont pu contribuer aux principaux **problèmes de perception de l'espace tramway en dehors des stations**. Ce problème a été identifié à Bordeaux et Strasbourg dans des aires piétonnes, ainsi qu'à Strasbourg et Montpellier dans des rues plus traditionnelles. Ce manque n'a pas permis au piéton de prendre conscience de la présence du tramway. Il a souvent traversé sans prêter attention au tramway en approche et sans même avoir vérifié si un tramway arrivait. Cette notion de contraste qui n'était pas abordée dans le guide Voirie et TC de 2000 peut s'avérer utile pour la perception de l'espace tramway.



Illustration 4: Faible contraste entre plateforme tramway et le reste de l'espace public en aire piétonne (Crédit photo : Cerema)



Illustration 5: Faible perception du Gabarit Limite d'Obstacle et de l'espace tramway (Crédit photo : Cerema)

Dans certains cas, des bandes podotactiles incomplètes du fait de la présence de voie cyclable, couplées au manque de contraste précédemment cité n'ont pas permis d'alerter les piétons de la présence de l'espace tramway.

Dans d'autres cas, les problèmes de perception de l'espace tramway étaient dus à des espaces déjà complexes et peu lisibles en soi comme la traversée piétonne de plateforme tramway aux abords de giratoires.

Les problèmes de visibilité avec le tramway en dehors des stations renvoient à différentes problématiques :

- des masques à la visibilité fixes constitués par des zones de travaux ou des panneaux publicitaires implantés le long de la plateforme tramway,
- une faiblesse d'éclairage public soit par des supports mal positionnés soit par une faiblesse de l'intensité lumineuse,
- des masques mobiles constitués par les autres usagers, lorsque les piétons traversent en dehors des passages piétons.

La majorité des accidents de piétons **impliquant une traversé hors passage piéton** ont eu lieu en intersection large où le piéton a emprunté le plus court chemin. Cela pose la question de la gestion des itinéraires piétons, notamment aux abords de pôles générateurs importants comme des lycées, y compris dans des espaces routiers complexes.

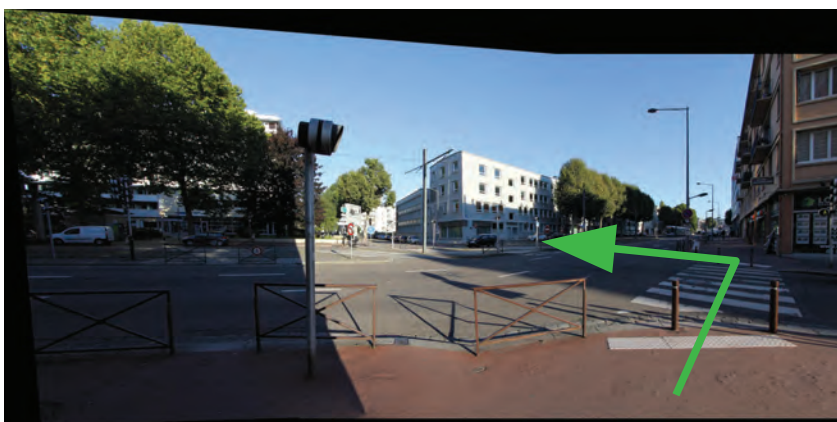


Illustration 6: Itinéraire piéton rallongé dans un carrefour complexe (Crédit photo : Cerema)

Enfin, dans quelques accidents, le piéton a continué sa traversée sans s'arrêter avant la plateforme tramway, le refuge ou plutôt l'espace disponible entre voie routière et espace tramway étant de petite taille ou mal perçu.



Illustration 7: Espace entre voies routières et plateforme tramway de petite taille (Crédit photo : Cerema)

2.2.3 Synthèse

En station, les accidents directs entre tramway et piétons traversant l'ensemble de la rue renvoyaient majoritairement à des problèmes :

- de non perception de l'arrivée du tramway, notamment du fait d'absence de signalisation sur la plateforme tramway (7 cas sur 16),
- de comportement du piéton par une distraction ou un manque d'attention (5 cas sur 16),
- de visibilité mutuelle (4 cas sur 16), soit par rapport à des masques fixes (abri voyageurs, végétation), soit par rapport à des masques mobiles (piétons dans une aire piétonne).

Ce résultat est d'autant plus prégnant que la majorité des accidents concernait des piétons qui avaient traversé une ou plusieurs voies routières avant de traverser la plateforme tramway.

En dehors des stations, ils concernaient principalement des problèmes :

- de comportement du piéton par une distraction, une non attention, voire une non prise en considération de l'arrivée du tramway (9 cas sur 27),
- de perception de l'espace tramway (8 cas sur 27),
- de visibilité (7 cas sur 27),
- de traversée hors passage piéton.

En dehors des stations, a été constaté un réel manque de perception et d'appréhension de l'espace tramway et de sa dangerosité par les piétons.

2.3 Type d'accident 2 : le piéton traversait la rue en descendant ou voulant monter dans le tramway et a été heurté par un autre véhicule

Cette problématique concerne 52 accidents dont 30 accidents en accès au tramway (58%) et 22 en descente du tramway (42%).

L'ensemble de ces accidents représente 68 % de l'accidentologie indirecte identifiée en phase 1¹⁷.

	Bordeaux	Montpellier	Nantes	Rouen	Strasbourg	Total
En accès au tramway	10	3	2	4	11	30
En descente du tramway	7	2	3	0	10	22
Total	17	5	5	4	21	52
Part de ces accidents / total des accidents indirects	85 %	31 %	50 %	100 %	81 %	68 %

Tableau 8: Accidents piétons indirects concernant un piéton qui traversait la rue en descendant ou voulant monter dans le tramway

L'analyse a été faite selon que le piéton voulait monter dans le tramway ou en descendant.

2.3.1 En accès au tramway

En accès au tramway	Bordeaux	Montpellier	Nantes	Rouen	Strasbourg	Total
Nombre de cas au total	10	3	2	4	11	30
Dont piéton handicapé	0	0	0	0	0	0
Dont piéton sous alcool	0	0	0	0	0	0
Dont piéton distrait	1	0	0	0	2	3

Tableau 9: Accidents de piétons en accès au tramway – les piétons se faisant heurter par des véhicules sur les voies annexes

30 accidents indirects ont été identifiés en station avec un piéton qui voulait accéder au tramway.

3 accidents concernaient un piéton sous l'emprise d'un distracteur (téléphone portable, écouteurs...).

Parmi les 30 accidents, 4 cas renvoyaient à des problématiques liées exclusivement au comportement du piéton : 2 cas de distraction par usage d'oreillette, 2 cas de traversée précipitée de piéton au feu rouge sans regarder l'état de la circulation.

1 cas renvoyait à un problème de non respect du feu tricolore par le véhicule, qui a heurté le piéton traversant au feu vert.

Pour 25 accidents, des facteurs liés à l'aménagement de l'infrastructure ont pu être relevés.

¹⁷ Cerema (2015) Étude des accidents piétons sur des rues avec aménagement de sites de transports collectifs. Phase 1 – Méthodologie et définition des enjeux de sécurité.

Approfondissement des questions de sécurité des piétons sur rues avec aménagement TC
(phase 2)

Facteurs		Cas																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Visibilité	Météo, nuit																									
	Masque fixe		X	X														X								
	Masque mobile								X	X				X	X	X	X		X	X	X	X	X			
Perception de l'espace tramway	GLO						X																			
	Bande podotactile																									
	Aménagement complexe												X													
Perception de l'arrivée du tramway	Compréhension priorités																									
	Feux sur voirie et pas sur plateforme											X														
Succession voies routières/ plateforme tramway	Refuge trop petit																									
	Voies routières larges	X	X		X	X			X	X		X						X	X	X	X		X	X	X	X
Traversée hors passage piéton			X	X	X			X	X		X			X	X	X	X		X				X	X	X	
Correspondance entre TC									X					X	X	X	X		X			X	X			

Tableau 10: Facteurs d'accidents liés à l'infrastructure, identifiés pour les accidents piétons indirects en station avec accès au tramway

A noter que pour 14 cas, le piéton a été heurté sur la première voie qu'il traversait et pour les 11 restant sur la seconde voie. Par contre, les accidents ont eu lieu à part égale entre configuration axiale ou latérale de la plateforme.

Les facteurs d'accidents qui reviennent le plus souvent sont :

- les problèmes de visibilité (identifiés 14 fois),
- les problèmes de succession de voies routières larges et de plateforme tramway (identifiés 15 fois),
- les traversées hors passage piéton (identifiés 14 fois),

en notant que ces problèmes se combinent souvent.

Les masques à la visibilité en station posant des problèmes lors de l'accès au tramway **étaient pour la majorité des masques mobiles (11/14).**

Dans 8 cas, des piétons en correspondance étaient concernés. Pour la moitié, les piétons descendaient du bus, traversaient hâtivement derrière le bus qui les masquait par rapport aux autres véhicules arrivant en face. Les traversées se faisaient en dehors des passages piétons.

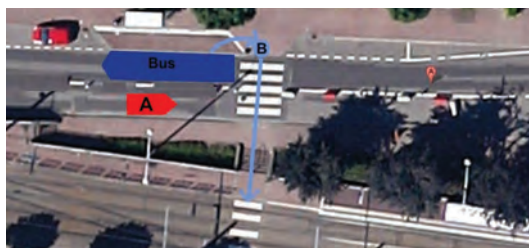


Illustration 8: Traversée de piétons en correspondance entre bus et tramway à l'arrière du bus (Crédit photo : Cerema)

Dans les 4 autres cas, les piétons descendaient du bus, traversaient hâtivement devant le bus qui les masquait par rapport aux autres véhicules circulant dans le même sens que le bus. Les traversées se faisaient en dehors ou sur passage piéton. Les voiries sont majoritairement larges avec plusieurs voies de circulation.

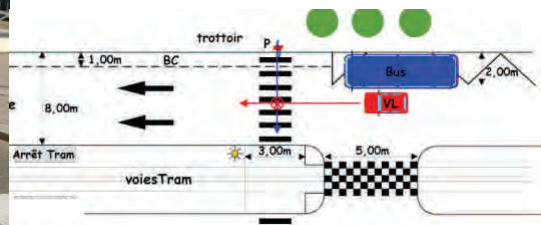


Illustration 9: Arrêt de bus situé juste à l'arrière de la station tramway aux abords d'une chaussée à 2 voies dans le même sens (Crédit photo : Cerema)

Dans tous les accidents avec correspondances entre bus et tramway, le bus a créé un masque à la visibilité entre le piéton et les autres conducteurs.

Les 3 derniers cas de masque mobile concernaient un piéton traversant une chaussée avec 2 voies dans le même sens, devant un véhicule arrêté qui le masquait aux véhicules de la seconde voie.



Illustration 10: Schéma d'accident avec un véhicule arrêté sur la première voie masquant le piéton aux véhicules de la seconde voie

3 cas d'accidents renvoient à des problèmes de masques fixes de visibilité créés par du stationnement. Dans 2 cas, le piéton traversait en dehors du passage piéton.



Illustration 11: Masque créé par le stationnement pour les traversées aux abords d'une station (Crédit photo : Cerema)

La succession de voies routières larges et de plateforme tramway peut engendrer des masques à la visibilité mobile comme mentionné précédemment (6 cas), mais aussi inciter à la pratique de vitesses élevées. Dans les abords de station, où les piétons ont leur attention focalisée sur l'arrivée du tramway, les traversées hâtives peuvent alors surprendre les conducteurs qui du fait de leur vitesse élevée, n'ont pas forcément le temps de réagir. 6 cas d'accidents ont impliqué un piéton traversant au feu rouge qui n'avait pas vérifié avant de traverser.

Les traversées hors passage piéton sont enfin plus courantes aux abords de station, car les piétons traversent au plus court pour rejoindre le tramway. Dans une grande partie des cas, les stations mesurent plus de 65 mètres de long et les passages piétons sont répartis aux extrémités.

2.3.2 En descente du tramway

En descente du tramway	Bordeaux	Montpellier	Nantes	Rouen	Strasbourg	Total
Nombre de cas au total	7	2	3	0	10	22
Dont piéton handicapé	1	0	0	0	0	1
Dont piéton sous alcool	0	0	0	0	0	0
Dont piéton distrait	1	0	0	0	0	1

Tableau 11: Accidents de piétons en descente du tramway – piétons se faisant heurter par des véhicules sur les voies annexes

22 accidents indirects ont été identifiés en station avec un piéton qui descendait du tramway.

1 accident concernait un piéton sous l'emprise d'un distracteur (téléphone portable, écouteurs...) et 1 autre un piéton handicapé.

Parmi les 22 accidents, 5 cas renvoyaient à des problématiques liées exclusivement au comportement du piéton : 1 cas de distraction par usage d'écouteurs, 3 cas de traversée au feu rouge sans vérification de l'état de circulation, 1 cas de traversée précipitée sans feu. A l'inverse, 3 cas renvoyaient à des problèmes de respect de la priorité du piéton : 2 cas où le véhicule est passé au rouge, le piéton traversant au vert et 1 cas de vélo qui a renversé un piéton en sortie de traversée piétonne.

Pour 14 accidents, des facteurs liés à l'aménagement de l'infrastructure ont pu être relevés.

Facteurs d'accident		Cas													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Visibilité	Météo, nuit														
	Masque fixe	X	X	X					X	X					
	Masque mobile				X					X	X				
Perception de l'espace tramway	GLO														
	Bande podotactile														
	Aménagement complexe									X		X			
Perception de l'arrivée du tramway	Compréhension priorités														
	Phasage des feux piétons														
Succession voies routières/ plateforme tramway	Refuge trop petit								X						
	Voies routières larges					X	X				X	X	X	X	X
Traversée hors passage piéton		X		X				X	X						
Correspondance entre TC						X		X				X			

Tableau 12: Facteurs d'accidents liés à l'infrastructure, identifiés pour les accidents piétons indirects en station avec piétons descendant du tramway

Dans la majorité de ces cas, les piétons ont traversé directement la voirie à la sortie du tramway et se sont fait heurter sur la première voie qu'ils traversaient.

Les facteurs d'accidents qui reviennent le plus souvent sont :

- les problèmes de visibilité (identifiés 8 fois),
- les problèmes de succession de voies routières larges et de plateforme tramway (identifiés 8 fois),
- de façon moindre, les traversées hors passage piéton (identifiés 4 fois).

Les masques à la visibilité en station posant des problèmes lors de la descente du tramway **étaient pour la majorité des masques fixes** : dans 3 cas des masques créés par les abris de tramway, dans 1 cas par du stationnement et dans 1 autre par de la végétation.



Illustration 12: Abri tramway et végétation créant un masque à la sortie de la station tramway (Crédit photo : Cerema)

Dans 3 cas, les masques à la visibilité étaient des masques mobiles, notamment de véhicules circulant sur plusieurs files contiguës, y compris un tramway.



Illustration 13: Plusieurs voies de circulation pouvant créer des masques mobiles vis-à-vis des piétons (Crédit photo : Cerema)

Les problèmes de succession de voies routières larges et de plateforme tramway ont pu également inciter à la pratique de vitesses élevées. Dans 5 cas, les piétons descendant du tramway ont été heurtés en seconde partie de traversée, soit par un véhicule franchissant le feu rouge, soit par un véhicule circulant vite. Dans 2 cas, le piéton traversait au feu rouge.



Illustration 14: Voies routières larges à sens unique incitant aux vitesses aux abords d'une station de tramway (Crédit photo : Cerema)

Des traversées hors passage piéton ont causé des accidents en descente de tramway mais de façon moindre par rapport à la montée.

2.3.3 Synthèse

En station, les accidents indirects de piétons renvoyaient majoritairement à des problèmes :

- de succession de voies routières larges et de plateforme tramway (15 cas sur 30 en accès au tramway - 8 cas sur 22 en descente du tramway),
- de visibilité
 - avec 14 cas sur 30 en accès au tramway, et notamment du fait de masques mobiles comme des bus à l'arrêt,
 - avec 7 cas sur 22 en descente du tramway, et en majorité du fait de masques fixes (abris de tramway, stationnement, végétation),
- de traversées hors passage piéton pour l'accès au tramway (14 cas sur 30), les piétons traversant au plus court au niveau de la station, ce qui se retrouve de façon moindre dans la descente du tramway (4 cas sur 22),
- de comportement du piéton par une non attention ou une distraction pour la descente du tramway (5 cas sur 22), ce qui se retrouve de façon moindre dans l'accès au tramway (4 cas sur 30).

3 Approfondissement des questions de sécurité pour le bus en site propre

Pour les bus, les deux questions étaient :

- approfondir la question des accidents de piétons avec des bus circulant dans des couloirs à contre-sens de la circulation. Cet enjeu étant ressorti comme fortement accidentogène dans la première phase,

- et mieux connaître les proportions d'accidents de piétons dans les couloirs bus en fonction des usagers y circulant : bus, taxis autorisés ou non, vélos, deux-roues motorisés.

L'approfondissement dans cette partie renvoie essentiellement à une analyse statistique des accidents.

Les questions ont été étudiées à partir des réseaux de couloirs de bus de Paris, Lyon et Lille.

Les accidents étudiés sont issus de la base BAAC : pour la période 2010-2013 pour Paris (75), pour la période 2010-2014 pour la métropole européenne de Lille (MEL) et pour Lyon.

3.1 Présentation des réseaux étudiés

Les principales caractéristiques des réseaux de voies bus étudiés :

- La Métropole Européenne de Lille où 43 km de voies bus (sur 27 km de rues) sont aménagés¹⁸. Les types d'aménagements principaux sont : unilatéral avec chaussée double-sens et axial bidirectionnel avec chaussée à double sens. Toutes les voies bus sont ouvertes au vélo.
- La commune de Lyon (9 arrondissements) compte un ensemble de voies réservées bus représentant 52,5 km de voirie¹⁹. Une forte proportion de ce linéaire (38 km) est constitué de couloirs bus matérialisés à l'aide de marquage horizontal. Cette signalisation est renforcée par la signalisation de police. Ces voies dédiées sont en général communes à plusieurs lignes de bus. Les voies réservées bus sont toutes ouvertes à la circulation des taxis, à l'exception des voies munies de contrôle d'accès. 17,5 km de voies réservées sont ouverts à la circulation des vélos (marqués par un pictogramme vélo apposé au sol).
- Paris possède un réseau très développé de voies bus, qui s'étend sur un linéaire d'environ 190 km avec l'autorisation pour les taxis de l'utiliser. Certaines voies bus de Paris sont aussi autorisées aux cyclistes (linéaire d'environ 155 km). Tous les types d'aménagements (bilatéral avec chaussée à double sens etc...) sont représentés dans un paysage urbain très diversifié²⁰.

18 Données au 1^{er} novembre 2015

19 Donnée datant de 2014

20 Données datant de 2008

	Lille (MEL)	Lyon	Paris
Unilatéral avec chaussée double-sens	7,2	7,6	44,8
Unilatéral avec chaussée à sens unique (même sens)	0,2	9,9	57,0
Unilatéral avec chaussée à sens unique (contre-sens)	2	12,4	13,3
Latéral bidirectionnel	0,4	3,0	5,4
Axial bidirectionnel avec chaussée à double sens	15,6	3,4	4,0
Bilatéral avec chaussée à double-sens	11,2	2,2	51,5
Bilatéral avec chaussée à sens unique	5	4,7	9,4
Dont 1 voie bus dans le même sens de circulation	2,5	2,35	4,7
Dont 1 voie bus bus à contre-sens	2,5	2,35	4,7
Site propre sans voie de circulation	1,5	9,2	0,3
Nombre de kilomètres total de voies bus	43,1	52,5	190,3

Tableau 13: Linéaire de voies bus en fonction du type d'aménagement sur les réseaux étudiés (cf. en annexe des illustrations de ces différents types d'aménagement)²¹

Sur la Métropole Européenne de Lille, les deux principaux types d'aménagement de voies bus sont l'axial bidirectionnel et le bilatéral avec chaussée à double-sens. Les aménagements de voies bus en contre-sens de la circulation représentent 4,5 km soit 10 % du réseau de voies bus de la métropole.

Sur la commune de Lyon (9 arrondissements), les principaux types d'aménagement de voies bus sont l'unilatéral avec chaussée à sens unique en contre-sens, l'unilatéral avec chaussée à sens unique dans le même sens et le site propre sans voie de circulation. Les aménagements de voies bus en contre-sens de la circulation représentent 14,8 km soit 28 % du réseau de voies bus de Lyon.

Sur Paris, les principaux types d'aménagement de voies bus sont l'unilatéral avec chaussée à sens unique dans le même sens, le bilatéral avec chaussée à double-sens, l'unilatéral avec chaussée à double-sens. Les aménagements de voies bus en contre-sens de la circulation représentent 18 km soit 9 % du réseau de voies bus de Paris.

²¹ La question étant de cerner si l'accidentologie piétonne en lien avec les couloirs de bus à contre-sens de la circulation était plus importante, les aménagements correspondant à cette catégorie ont été marqués en rouge pour les distinguer

	Lille (MEL)	Lyon	Paris
Nombre total de kilomètres d'aménagements bus	43,1	52,5	190,3
Proportion ouverte aux taxis	n.c. ²²	52,5	190,3
Proportion ouverte aux vélos	43,1	17,5	155

Tableau 14: Linéaires de voies bus ouvertes aux taxis et aux vélos sur les réseaux étudiés

3.2 Problématique 1 : répartition des accidents entre bus et piétons selon le type d'aménagement bus

3.2.1 Accidents piétons-bus dans les rues avec couloirs de bus

En premier lieu ont été recensés les accidents piétons-bus ayant eu lieu sur des rues avec un couloir bus. Sont donc pris en compte tous les accidents piétons ayant eu lieu dans la rue, y compris ceux impliquant des bus circulant en dehors de l'aménagement bus.

Type d'aménagement du couloir bus	Lille (MEL) (2010-2014)	Lyon (2010-2014)	Paris (2010-2013)
Unilatéral avec chaussée double-sens	0	0	26
Unilatéral avec chaussée à sens unique (même sens)	0	2	22
Unilatéral avec chaussée à sens unique (contre-sens)	1	15	16
Latéral bidirectionnel	1	0	6
Axial bidirectionnel avec chaussée à double sens	2	0	11
Bilatéral avec chaussée à double-sens	0	0	9
Bilatéral avec chaussée à sens unique	5	2	41
Site propre sans voie de circulation	1	2	3
Nombre total d'accidents piétons-bus ayant eu lieu sur des rues avec couloirs bus	10	21	134

Tableau 15: Répartition des accidents piétons-bus ayant eu lieu sur des rues avec couloirs bus

²² La proportion de voies bus ouvertes aux taxis sur Lille est très faible

Approfondissement des questions de sécurité des piétons sur rues avec aménagement TC (phase 2)

	Nombre d'accidents piétons-bus dans les rues avec couloirs bus	Nombre d'années.kilomètres de rues avec aménagement	Ratio accidents / an.km sur rues avec couloirs bus
Unilatéral avec chaussée double-sens	26 [16,98 – 36,90]	253,2	0,10 [0,07 – 0,15]
Unilatéral avec chaussée à sens unique (même sens)	24 [15,38 – 35,71]	278,5	0,09 [0,06 – 0,13]
Unilatéral avec chaussée à sens unique (contre-sens)	32 [21,89 – 45,17]	125,2	0,26 [0,17 – 0,36]
Latéral bidirectionnel	7 [2,81 – 14,42]	19,3	0,36 [0,15 – 0,75]
Axial bidirectionnel avec chaussée à double sens	13 [6,92 – 22,23]	55,5	0,23 [0,12 – 0,40]
Bilatéral avec chaussée à double-sens	9 [4,12 – 17,08]	136,5	0,06 [0,03 – 0,13]
Bilatéral avec chaussée à sens unique	48 [35,39 – 63,64]	43,05	1,11 [0,82 – 1,48]
Site propre sans voie de circulation	6 [2,20 – 13,06]	54,7	0,11 [0,04 – 0,24]
Total	165 [139,86 – 191,11]	965,95	0,17 [0,14 – 0,20]

Tableau 16: Nombre et ratio d'accidents piétons dans les rues avec aménagement bus selon le type d'aménagement bus (intervalle de confiance à 95% de la loi de Poisson)²³

Le ratio d'accidents piétons par année.kilomètre est significativement²⁴ le plus élevé pour les rues avec aménagement bilatéral avec chaussée à sens unique.

A contrario, les ratios d'accidents piétons par année.kilomètre sont significativement les plus faibles pour les rues avec aménagement bilatéral avec chaussée à double-sens²⁵ et unilatéral avec chaussée à sens unique du même sens, c'est-à-dire quand les couloirs bus sont dans le même sens que les voies routières qu'ils longent directement.

Au sein des rues avec aménagement unilatéral, celles où la chaussée est à sens unique contraire à la voie bus présentent des ratios d'accidents piétons significativement plus élevés que les autres.

3.2.2 Accidents piétons-bus dans les couloirs de bus

Ensuite, il s'agissait de localiser les accidents piétons-bus pour identifier ceux qui avaient réellement eu lieu dans le couloir bus.

Pour la métropole européenne de Lille, la vérification de la localisation de l'accident piéton-bus a été faite grâce à la lecture des procès verbaux d'accidents. Sur 37 accidents piétons-bus survenus entre 2010 et 2014 identifiés dans le BAAC, 10 ont eu lieu dans un couloir bus.

Pour la ville de Paris, en premier lieu, une recherche de tous les accidents impliquant des piétons avec des autobus a été réalisée à l'aide du logiciel Concerto. Entre 2010 et 2013, 231 accidents de ce type ont été recensés dont 228 positionnés. Parmi ces accidents, 222 ont le critère « manœuvre principale avant l'accident » complété. Ont ensuite été recensés les accidents dont la manœuvre principale était codée dans le BAAC « dans le couloir bus – même sens » ou « dans le couloir bus -sens inverse ». Une lecture des procès verbaux d'accidents a permis de vérifier l'aménagement en présence et la position du bus pour les deux aménagements suivant : bilatéral avec chaussée à sens unique, unilatéral avec chaussée à sens unique à contresens et incertitudes²⁶.

23 Les intervalles de confiance sont donnés entre crochets dans le tableau. Par exemple, le ratio d'accidents piétons-bus sur rues avec aménagement unilatéral avec chaussée à double-sens est de 0,10 compris dans un intervalle de confiance à 95 % entre 0,07 et 0,15.

24 L'intervalle de confiance du ratio pour cet aménagement [0,82-1,48] est disjoint de tous les autres intervalles de confiance

25 Pour ce type d'aménagement, les résultats sont à prendre avec précaution car les nombres d'accidents sont faibles.

26 La variable « manœuvre principale avant accident » n'étant pas toujours très fiable, celle-ci a été vérifiée systématiquement pour les accidents où la voie bus est à contre-sens de la circulation grâce à la lecture des procès verbaux.

Approfondissement des questions de sécurité des piétons sur rues avec aménagement TC (phase 2)

Pour la commune de Lyon, la lecture des procès verbaux d'accidents a permis de vérifier la localisation des accidents uniquement pour la période 2010-2012.

	Lille (MEL) (2010-2014)	Lyon (2010-2012)	Paris (2010-2013)
Unilatéral avec chaussée double-sens	0	0	8
Unilatéral avec chaussée à sens unique (même sens)	0	0	12
Unilatéral avec chaussée à sens unique (contre-sens)	1	7	9
Latéral bidirectionnel	1	0	6
Axial bidirectionnel avec chaussée à double sens	2	0	8
Bilatéral avec chaussée à double-sens	0	0	4
Bilatéral avec chaussée à sens unique	5	1	37
Dont bus dans le même sens de circulation	0	0	3
Dont bus à contre-sens	5	1	30
Site propre sans voie de circulation	1	1	1
Nombre total d'accidents piétons-bus dans les couloirs bus	10	9	85

Tableau 17: Répartition des accidents piétons-bus dans les couloirs bus en fonction du type d'aménagement²⁷

La question était de savoir si les aménagements bus à contre-sens avaient un taux d'accidents plus élevé que les autres aménagements.

	Nombre d'accidents piétons-bus dans le couloirs bus	Nombre d'années.kilomètres de couloirs bus	Ratio accidents / an.km dans couloirs bus
Couloirs dans le même sens que la circulation	53 [39,70 – 69,32]	940,45	0,05 [0,04 – 0,07]
Couloirs dans un sens inverse à la circulation	48 [35,39 – 63,64]	138,75	0,35 [0,26 – 0,46]
Site propre sans voie de circulation	3 [0,62 – 8,77]	36,3	0,08 [0,02 – 0,24]

Tableau 18: Nombre et ratio d'accidents piétons dans les couloirs bus selon que le couloirs bus est dans le même sens de circulation ou à contre-sens (intervalle de confiance à 95% de la loi de Poisson)

L'analyse globale sur Lille, Lyon et Paris confirme que le ratio d'accidents piétons-bus par année.kilomètre est significativement plus élevé dans les couloirs bus à contre-sens de la circulation²⁸.

²⁷ La question étant de cerner si l'accidentologie piétonne en lien avec les couloirs de bus à contre-sens de la circulation était plus importante, les aménagements correspondant à cette catégorie ont été marqués en rouge pour les distinguer

²⁸ Les intervalles de confiance sont disjoints. Celui pour le ratio d'accidents dans couloirs dans un sens inverse à la circulation par année.kilomètre est largement supérieur [0,26 – 0,46].

	Nombre d'accidents piétons- bus dans le couloirs de bus	Nombre d'années.kilomètres de couloirs de bus	Ratio accidents / an.km dans couloirs bus
Unilatéral avec chaussée double-sens	8 [3,45 – 15,76]	238	0,03 [0,01 – 0,07]
Unilatéral avec chaussée à sens unique (même sens)	12 [6,20 – 20,96]	258,7	0,05 [0,02 – 0,08]
Unilatéral avec chaussée à sens unique (contre-sens)	17 [9,90 – 27,22]	100,4	0,17 [0,10 – 0,27]
Latéral bidirectionnel	7 [2,81 – 14,42]	32,6	0,21 [0,09 – 0,44]
Axial bidirectionnel avec chaussée à double sens	10 [4,80 – 18,39]	104,2	0,10 [0,05 – 0,18]
Bilatéral avec chaussée à double-sens	4 [1,09 – 10,24]	268,6	0,01 [0,01 – 0,04]
Bilatéral avec chaussée à sens unique	43 [31,12 – 57,92]	76,7	0,56 [0,41 – 0,76]
Dont bus à contre-sens	36 [25,21 – 49,84]	38,35	0,94 [0,66 – 1,30]
Site propre sans voie de circulation	3 [0,62 – 8,77]	36,3	0,08 [0,02 – 0,24]
total	104 [84,97 – 126,01]	1132,7	0,09 [0,08 – 0,11]

Tableau 19: Nombre et ratio d'accidents piétons dans les couloirs bus selon le type d'aménagement (intervalle de confiance à 95% de la loi de Poisson)²⁹

Une analyse plus fine par type d'aménagement montre que l'aménagement bilatéral avec chaussée à sens unique concentre sur la voie bus à contre-sens les ratios d'accidents piétons par année.kilomètre significativement les plus élevés.

L'aménagement unilatéral avec chaussée à sens unique en contre-sens a également un ratio d'accidents piétons par année.kilomètre significativement plus élevé que les aménagements unilatéral avec chaussée double-sens ou chaussée à sens unique dans le même sens.

Par contre, il n'est pas possible de conclure pour les aménagements bidirectionnels latéraux comme axiaux³⁰.

3.3 Problématique 2 : répartition des accidents de piétons dans les couloirs bus en fonction du type d'impliqué (bus, deux-roues motorisés, taxi...)

Sur Lille, l'identification des accidents piétons dans le couloirs bus a été faite grâce à la lecture de procès verbaux d'accidents.

Sur Lyon, les procès verbaux ont également été utilisés quand ils étaient disponibles³¹.

Sur Paris, il n'a pas été possible de procéder de la même façon du fait de l'échantillon très important d'accidents. C'est le codage du fichier BAAC qui a été utilisé. Ont ainsi été retenus les accidents dont la manœuvre principale du véhicule impliqué contre un piéton était codée « dans couloir bus – même sens » ou « dans couloir bus -sens inverse ».

29 La question étant de cerner si l'accidentologie piétonne en lien avec les couloirs de bus à contre-sens de la circulation était plus importante, les aménagements correspondant à cette catégorie ont été marqués en rouge pour les distinguer

30 L'intervalle de confiance du ratio par année.kilomètre d'accidents en latéral [0,09-0,44] étant partiellement recoupable avec celui de l'axial [0,05-0,18].

31 Les accidents piétons-VL n'ont ainsi pas été étudiés. Pour les accidents piétons-vélo, aucun n'a été identifié sur les 7 PV disponibles (4 étaient manquants). Pour les taxis, l'accès a été possible pour 5 accidents sur les 8 de 2010-2012.

	Lille (MEL) (2010-2014)	Lyon (2010-2012)	Paris (2010-2013)
Piétons - bus	10	9	95
Piétons - taxis	1	5	105
Piétons – VL autres que taxis	0	n.c.	26
Piétons - 2RM	1	8	81
Piétons - vélos	1	0	32
Nombre total d'accidents piétons dans les couloirs bus	13	22	358

Tableau 20: Répartition des accidents piétons dans les couloirs bus en fonction du type d'impliqué

	Nombre d'accidents dans les couloirs bus	Nombre d'années.kilomètres de voies bus ouvertes au mode*	Ratio accidents dans couloirs bus / an.km
Piétons - taxis	111 [91,3 - 133,6]	933,5	0,12 [0,10 – 0,14]
Piétons - bus	114 [94,0 – 136,9]	1129	0,10 [0,08 – 0,12]
Piétons - 2RM	90 [72,3 – 110,6]	1129	0,08 [0,06 – 0,10]
Piétons - vélos	33 [22,7 – 46,3]	888	0,04 [0,03 – 0,05]

* pour les 2RM le linéaire concerne l'ensemble des voies bus

Tableau 21: Nombre et ratio d'accidents piétons dans les couloirs bus en fonction du type d'impliqué (intervalle de confiance à 95% de la loi de Poisson)

Le ratio d'accidents de piétons dans couloirs de bus avec vélo par année.kilomètre est significativement le plus faible (son intervalle de confiance est disjoint de tous les autres).

Pour les trois autres modes, le ratio avec taxis est plus élevé qu'avec bus, lui-même plus élevé qu'avec deux-roues motorisés. Cependant ces différences ne sont pas significatives (les intervalles de confiance se chevauchant).

Ces résultats mériteraient d'être confrontés aux trafics de chaque mode dans les couloirs bus. Or cette donnée n'était pas disponible.

4 Synthèse générale

Il s'agissait dans cette seconde phase de l'étude d'approfondir deux problématiques de sécurité par système de transport collectif.

Pour les tramways :

- pour les accidents directs entre piétons et tramway, mieux comprendre ceux où le piéton traversait l'ensemble de la rue, sans avoir de lien avec le tramway : n'a-t-il pas vu le tramway arriver ? N'a-t-il pas compris qu'il y avait des rails de tramway ? A-t-il cru qu'il avait la priorité ? Etc.
- pour les accidents indirects, analyser ceux où les piétons traversaient pour prendre ou descendre du tramway et ont été heurtés par un autre véhicule que le tramway : dans sa précipitation, le piéton n'a-t-il pas vu le tramway arriver ? N'a-t-il pas compris l'aménagement ou ne l'a-t-il pas respecté, préférant le plus court chemin ? Etc.

Dans l'analyse, il est apparu **en dehors des stations, un réel manque de perception et d'appréhension de l'espace tramway et de sa dangerosité**. Ceci a été constaté au travers d'accidents renvoyant à des problèmes de traversées de piétons sans vérification de la circulation ou de la signalisation sur la plateforme tramway, mais aussi sans perception de l'espace tramway. Les questions de contraste entre plateforme tramway et espace routier ont été largement soulevées.

En station, les accidents de piétons avec un tramway renvoyaient pour beaucoup à des problèmes de perception de l'arrivée du tramway, soit du fait d'absence de signalisation sur la plateforme tramway, soit à cause de masques fixes ou mobiles. L'importance d'avoir de la signalisation lumineuse sur plateforme quand il y en a sur voirie, a été rappelée dans cette étude.

En station, les accidents indirects de piétons posent la question de la délicate gestion de la succession de voies routières larges et de plateforme tramway aux abords des stations, ainsi que des masques à la visibilité, en particulier les bus dans les correspondances entre bus et tramway. Et en accès aux stations, sont également ressortis les problèmes de traversées hors passage piéton pour avoir un itinéraire le plus direct possible. Ainsi mieux identifier les trajets des piétons aux abords des stations pour garantir des accès sécurisés est un enjeu important.

Pour les bus, il s'agissait de :

- approfondir la question des accidents de piétons avec des bus circulant dans des couloirs à contre-sens de la circulation. Cet enjeu étant ressorti comme fortement accidentogène dans la première phase,
- et mieux connaître les proportions d'accidents de piétons dans les couloirs bus en fonction des usagers y circulant : bus, taxis autorisés ou non, vélos, deux-roues motorisés.

L'analyse a permis de confirmer que **les ratios d'accidents piétons-bus sont plus élevés dans les aménagements de couloirs bus à contre-sens** : aménagement unilatéral à contre-sens ou voie bus à contre-sens dans un aménagement bilatéral avec chaussée à sens unique.

Pour les types d'impliqués, le ratio d'accidents impliquant des taxis est légèrement plus élevé que ceux avec des bus, ou des deux-roues motorisés. Des analyses complémentaires seraient nécessaires pour valider ces résultats.

5 Bibliographie

- Cerema (2015) Étude des accidents piétons sur des rues avec aménagement de sites de transports collectifs. Phase 1 – Méthodologie et définition des enjeux de sécurité.
- Hedelin, A., Björnstig, U., Brismar, B. (1996) Trams-a risk factor for pedestrians. *Accident Analysis and Prevention* 28, 733-738
- IBSR (2009) Étude des accidents entre un tramway et un piéton en région de Bruxelles-capitale de 2004 à 2006
- Millot M., Basset I., Potier M., Patouillard S., Cros P., Musquet G. (2011) Traversées piétonnes matérialisées sur sites axiaux de tramway : accidentologie et comportement des piétons. Rapport CETE Méditerranée
- Millot M., Cros P., Fauvet B., Rouy A., Lopez J-G. (2013) Traversées piétonnes matérialisées sur sites latéraux de tramway : comportement des piétons. Rapport CETE Méditerranée

6 Glossaire

Accident direct entre piéton et transport collectif : accident avec un choc entre le piéton et le transport collectif

Accident indirect entre piéton et transport collectif : accident où il n'y a pas de choc direct entre le piéton et le transport collectif, mais la présence du TC ou son aménagement a joué un rôle dans la survenue de l'accident

GLO : Gabarit Limite d'Obstacle, c'est-à-dire l'enveloppe maximale, comprenant le gabarit dynamique « constructeur MR » et « infrastructure » et la lame d'air, dans laquelle le matériel roulant est susceptible de se retrouver lors de son mouvement.

Masque à la mobilité fixe : un élément permanent de l'environnement qui empêche la visibilité entre les protagonistes, il peut être minéral (panneau, stationnement en emplacement fixe, abri-bus...), végétal.

Masque à la mobilité mobile : un élément de l'environnement qui empêche de façon temporaire la visibilité entre les protagonistes et qui peut donc être amené à se mouvoir (bus stationné à l'arrêt bus, véhicules en attente au feu rouge, piétons en attente sur un quai...)

Refuge : séparateur entre plusieurs voies de circulation, pouvant être de nature différente (routier et ferroviaire) permettant aux piétons de s'arrêter en toute sécurité lors de la traversée

Station : dans ce rapport, la station est l'environnement comprenant les quais, la plateforme tramway et les voiries jouxtant le quai sur la longueur du quai

7 Annexe : Illustration des différents types d'aménagement de couloirs bus à Lille

Unilatéral avec chaussée double-sens



Unilatéral avec chaussée à sens unique (même sens)



Unilatéral avec chaussée à sens unique (contre-sens)



Latéral bidirectionnel



Axial bidirectionnel avec chaussée à double sens



Bilatéral avec chaussée à double-sens



Approfondissement des questions de sécurité des piétons sur rues avec aménagement TC (phase 2)

Bilatéral avec chaussée à sens unique



Site propre sans voie de circulation



Résumé :

Il s'agissait dans cette seconde phase de l'étude d'approfondir des questions de sécurité pour les systèmes de tramway et de bus avec aménagements dédiés.

Pour les tramways, l'analyse sur 5 réseaux français (Bordeaux, Montpellier, Nantes, Rouen et Strasbourg) montre qu'il y a un réel manque de lecture de l'espace tramway et de sa dangerosité par les piétons en dehors des stations de tramway.

En station, les accidents avec tramway relèvent principalement de problèmes de perception de l'arrivée du tramway. Alors que les accidents indirects font ressortir des difficultés d'accès aux stations (succession de voies routières larges, masques à la visibilité, itinéraires piétons non directs...).

Pour les bus en site propre, l'analyse sur Lille, Lyon et Paris a confirmé que les ratios d'accidents piétons-bus sont plus élevés dans les aménagements de couloirs bus à contre-sens : aménagement unilatéral à contre-sens ou voie bus à contre-sens dans un aménagement bilatéral avec chaussée à sens unique.

Par contre, il n'a pas été possible de conclure quant à la plus forte proportion d'accidents piétons impliquant des taxis dans les couloirs bus.

Pôle de compétence et d'innovation **« Interface transports collectifs et voirie »**

Depuis 2010, le PCI « [Interface transports collectifs et voirie](#) » répond au besoin de conforter des équipes du Réseau Scientifique et Technique autour des activités de recherche, d'innovation et de méthodologie sur les thématiques prioritaires du MEDDTL. L'activité de ce PCI est centrée sur l'aménagement et la conception multimodale des voiries urbaines.

Le PCI « [Interface Transports collectifs et voirie](#) » est placé sous l'égide de la Direction Générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer. Au sein du Cerema, il est piloté par la Direction territoriale Méditerranée en lien avec la Direction technique Territoires et Ville. Il associe la Direction territoriale Centre-Est. Il s'organise autour de correspondants dans les autres Directions territoriales.

Il mobilise une équipe d'une vingtaine de techniciens et de cadres de haut niveau, spécialisés dans les domaines de l'aménagement de la voirie, du fonctionnement des réseaux, de la sécurité et de l'insertion urbaine des transports collectifs.

Contact : iutcs.cgr.voi.certu@cerema.fr

SARTU.DAT.DTerMed@cerema.fr

Document consultable et téléchargeable sur le site <http://www.cerema.fr>

© 2016-Cerema - Ce document ne peut être vendu. La reproduction totale ou partielle du document doit être soumise à l'accord préalable de l'auteur