



Les facteurs humains dans l'accidentalité tramway-autres usagers

Revue de question

S. Bordel & G. Buzit

Novembre 2015



Historique des versions des documents

Version	Date	Commentaire
V1.1	05/2015	Première version G ; Buzit
V1.2	11/06/2015	Relecture Véronique Guégan
V2.1	11/11/2015	Nouvelle version Stéphanie Bordel

Auteurs :

Dr Stéphanie Bordel, docteur en psychologie, chargée de recherche, Cerema, DTerOuest
DLRB – Equipe de recherche « Comportement de l'utilisateur et infrastructure »
Direction territoriale Ouest / Cerema
stephanie.bordel@cerema.fr – Tél : +33 2 96 75 93 33

Guillaume Buzit, stagiaire en Master « Psychologie de la prévention », Université de Savoie

Affaire suivie par :

Stéphanie Bordel

Remerciements :

Laëtitia Fontaine (STRMTG), Véronique Guégan (Cerema), Patricia Delhomme (IFSTTAR), El El
Miloudi El-Koursi (IFSTTAR), Christian Marti (IVT, ETH Zurich), Roland Brémond (IFSTTAR)

Mots-clés : tramway, comportement, facteur humain, accidentalité

SOMMAIRE

Sommaire	v
Préambule	7
1 - introduction	9
1.1 - Un nouvel essor.....	9
1.2 - Les accidents de tramway.....	9
1.2.1 - <i>Le coût humain</i>	9
1.2.2 - <i>Les accidents indirects</i>	10
1.2.3 - <i>L'impact médiatique</i>	11
1.2.4 - <i>L'impact sur le trafic</i>	11
1.3 - Les victimes concernées.....	11
1.4 - Une contre-mesure possible : modifier l'infrastructure.....	12
1.5 - La prise en compte du comportement de l'usager.....	12
2 - Les facteurs humains dans l'accidentalité tramway-autres usagers	13
2.1 - La notion de facteur humain.....	13
2.1.1 - <i>Une notion hétérogène</i>	13
2.1.2 - <i>Facteur humain et erreur humaine</i>	13
2.1.3 - <i>Les différentes catégories d'erreurs humaines</i>	14
2.1.3.1 - Erreur d'exécution et erreur de planification.....	14
2.1.3.2 - Ratés, lapsus, méprises et violations.....	14
2.1.3.3 - Le modèle du fromage suisse – Swiss Cheese Model.....	15
2.1.4 - <i>Cause principale et facteurs contributifs</i>	15
2.1.5 - <i>Accident : un phénomène complexe</i>	15
2.2 - Les principaux facteurs humains.....	16
2.3 - Synthèse critique.....	18
2.3.1 - <i>Les personnes concernées</i>	18
2.3.2 - <i>Confusion comportements et facteurs explicatifs</i>	18
2.3.3 - <i>Méthodologies employées</i>	19
2.3.3.1 - Les études accidentologiques : les études a posteriori.....	19
Analyse des rapports, PV et fiches spécifiques.....	19
Les Études Détaillées d'Accidents.....	19
Les études épidémiologiques.....	20
2.3.3.2 - Les études a priori.....	20
La méthode HAZOP.....	20
L'observation des comportements.....	20
2.3.3.3 - Les méthodologies d'enquête (entretiens et questionnaires).....	20
2.3.3.4 - Les expérimentations.....	21
Les expérimentations terrains.....	21
Les expérimentations en laboratoire.....	21
2.3.4 - <i>Les modèles référents</i>	22
2.3.4.1 - Les modèles cognitifs.....	22
Le modèle de Endsley : conscience de la situation.....	22
Le modèle de Michon (1985).....	23
Le modèle séquentiel de l'accident.....	23
2.3.4.2 - La théorie du comportement planifié : un modèle psycho-social.....	24
2.3.5 - <i>Les comportements observés</i>	25
2.3.6 - <i>Les facteurs évoqués</i>	26
2.3.6.1 - Les problèmes vigilo-attentionnels.....	26
L'inattention.....	26
L'usage des MP3, téléphone portable et autres «objets connectés» : objets de distractions.....	27
2.3.6.2 - Les capacités cognitives.....	27

Les usagers très vulnérables.....	27
L'alcool.....	28
Une situation qui dépasse les capacités cognitives.....	28
2.3.6.3 - Le cas de l'utilisateur pressé.....	29
2.3.6.4 - Les connaissances, l'expérience et les représentations.....	29
2.3.6.5 - Perception du risque.....	30
Risque objectif et risque subjectif (perçu).....	30
L'optimisme comparatif.....	30
2.3.6.6 - La recherche de sensation.....	31
2.3.6.7 - L'influence du groupe.....	31
2.3.6.8 - Les attitudes.....	32
2.3.7 - Discussion.....	32
3 - Pour aller plus loin.....	33
3.1 - L'aspect comportemental dans la collecte des données.....	33
3.1.1 - Dans le domaine routier.....	33
3.1.2 - Dans le domaine du tramway.....	33
3.2 - L'exemple canadien.....	34
3.2.1 - Niveau 1 : le rapport d'accident de véhicules routiers.....	34
3.2.2 - Niveau 2 : le rapport complémentaire-causes probables des accidents.....	34
3.2.3 - Niveau 3 : le reconstitutionniste.....	34
3.3 - Les actions éducatives.....	35
3.4 - Les actions répressives.....	36
Conclusion.....	36
4 - Références.....	37
Annexe 1 : Principales bases de données interrogées et sources.....	48
Annexe 2 : Bibliographie détaillée.....	51
Annexe 3 : Travaux à suivre.....	56
Annexe 4 : Rapport complémentaire-causes probables des accidents.....	57
Annexe 5 : Exemple de campagne.....	58

PRÉAMBULE

Le Service Technique des Remontées Mécaniques et des Transports Guidés (STRMTG) a commandé une revue de question à l'équipe de recherche « Comportement de l'utilisateur et infrastructure » de la direction territoriale Ouest du Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (DTerOuest du Cerema). La revue porte sur les facteurs humains susceptibles d'intervenir dans l'accidentalité tramway-autres usagers.

1 - INTRODUCTION

1.1 - Un nouvel essor

Inventé durant la première moitié du XIX^e siècle (première ligne à New York en 1825¹), le tramway a connu, en France, un essor considérable du début du XX^e siècle jusque la Seconde Guerre Mondiale (en 1946, 48 villes françaises disposent d'un tramway), avant d'être détrôné par les autobus et les voitures individuelles. Les villes démontent alors leur tramway, seules Lille, Marseille et Saint-Étienne le conserve. Les années 1950-1970 sont l'ère du « *tout-voiture* » (MEDDE, 2012).

Il faudra attendre les années 70 pour que le choc pétrolier et les effets négatifs de la voiture (congestion, pollution...) conduisent à relancer les transports publics. En 1982, la loi d'orientation des transports intérieurs (LOTI) modifie l'organisation des transports : les plans de déplacements urbains (PDU) ont notamment pour objet de développer les transports collectifs. Nantes (1985) et Grenoble (1987) seront les premières à réintroduire le tramway (Paran, Delhomme, & Castanier, 2011). Il devient la solution idéale pour les villes de taille moyenne.

En 2013, on comptait 63 lignes de tramway² (dont 58 lignes de tramway fer et cinq lignes de tramway sur pneus) dans 26 agglomérations françaises (Labonnefon & Passelaigue, 2015). Le développement du tramway est également observé au niveau international, notamment en Europe (Fontaine et al., 2014) et en Amérique du nord : « *the number of LRT³ systems in North America is growing, and existing systems are expanding* » (Cleghorn, Clavelle, Boone, Masliah, & Levinson, 2009).

Si le développement du tramway répond à une logique de réaménagement urbain, de planification des transports et de préoccupations environnementales (1996 loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie [LAURE] ; 2000 loi sur la solidarité et le renouvellement urbain [SRU] ; 2009 loi Grenelle 1 ; 2010 loi Grenelle 2), cette évolution s'accompagne d'une augmentation du risque d'accident (Fontaine et al., 2014 ; Irwin, 2000 ; Paran et al., 2011).

1.2 - Les accidents de tramway

1.2.1 - Le coût humain

Les accidents liés au tramway sont relativement rares, mais les conséquences n'en sont pas moins importantes (Cleghorn et al., 2009 ; Korve et al., 2001). Une étude réalisée en France par le STRMTG comptabilisait⁴, en 2013, six tués⁵ et 1 004 blessés (dont 33 blessés graves⁶) pour 2 055 événements (Labonnefon & Passelaigue, 2015). Le STRMTG note, par ailleurs, une

¹http://archive.wikiwix.com/cache/?url=http%3A%2F%2Fwww.amtuur.org%2F03_htu_generale%2Fhtu_1_avant_1870%2Fhtu_1.htm

²Contre 58 en 2012.

³LRT pour *Light Rail Transit*, d'après le rapport de Fontaine et collaborateurs (2014), le terme désigne l'ensemble des transports guidés légers qui partagent l'espace public.

⁴Cette analyse est réalisée à partir des déclarations des exploitants et prend en compte les lignes des réseaux pour lesquelles une production en kilomètres ou voyages est déclarée.

⁵La catégorie « tués » inclut les personnes décédées dans les 30 jours qui suivent l'accident.

⁶La catégorie « blessés graves » inclut les blessés hospitalisés plus de 24h.

augmentation des événements depuis 2004, mais cette évolution est à mettre en parallèle de l'augmentation du nombre de kilomètres parcourus. Ainsi, le nombre d'événements pour 10 000 km parcourus est passé de 0,494 en 2004 à 0,333 en 2013.

Le STRMTG distingue neuf catégories d'événements dont les « *collisions avec un tiers* » qui concernent les collisions entre un tramway et un usager de la voirie (piéton, cycliste, automobiliste...) et qui représentent 64,3 % des événements (soit 1 323 événements) c'est-à-dire la majorité des événements, mais seulement 37,7 % des victimes. Parmi les autres événements, on trouve les « *accidents voyageurs* » qui concernent les usagers du tramway (32,2 %, soit 660 événements), viennent ensuite une série d'autres événements (incendies, explosions, déraillements, électrocutions, collisions entre deux rames ou collisions avec un obstacle sur la voie, etc.), plus marginaux, qui représentent 3,5 % des incidents (soit 72 événements).

Tableau 1. Répartition des événements pour l'année 2013 (Source : Labonnefon & Passelaigue, 2015).

Nombre total d'événements : 2 055	Nombre d'événements	Proportion
« Collisions avec un tiers »	1 323	64,3 %
« Accidents voyageurs »	660	32,2%
Autres <small>(incendies, explosions, déraillements, électrocutions, collisions entre deux rames ou collisions avec un obstacle sur la voie, etc.)</small>	72	3,5%

De plus, une étude réalisée dans la ville de Göteborg montre que le trafic tramway est considérablement plus dangereux pour les usagers vulnérables (en particulier les piétons) que le trafic bus (Hedelin, Bunketorp, & Björnstig, 2002). Cependant, ce résultat ne semble pas se retrouver en France ni en Autriche : une étude de Amon réalisée dans trois villes autrichienne, citée par Beer et Brenac (2006), a montré qu'en unité de personnes.kilomètres, le risque général de blessures était 2 à 3 fois inférieur pour le tram que pour tous les modes de déplacement confondus sur les voies urbaines.

1.2.2 - Les accidents indirects

Les données statistiques présentées plus haut concernent uniquement les accidents ou événements dans lesquels un tramway est explicitement impliqué, or plusieurs auteurs soulignent qu'il serait judicieux de prendre en considération les accidents dans lesquels le tramway intervient de manière indirecte (Brenac & Clabaux, 2005). Ainsi, l'Institut Belge pour la Sécurité Routière (IBSR) considère que « *l'étude des cas où le tram est indirectement impliqué dans l'accident devrait aussi être menée* » (Chalanton & Jadoul, 2009, p.59). Les auteurs font ici référence, par exemple, au cas où un piéton traverse en étant masqué par le tramway et se fait renverser par un autre véhicule, ou bien encore à la situation où un piéton court pour attraper son tram et se fait heurter par un autre véhicule. Selon Beer et Brenac (2006 ; cité par Chalanton & Jadoul, 2009) ces accidents sont à peu près aussi nombreux que les accidents directs. De son côté, Millot (2015) dans une étude récente observe, sur les sites étudiés, le même ordre de grandeur : elle estime que 63 % des accidents piétons sur des rues avec tramway sont liés à celui-ci, dont 33 % d'accidents directs et 30 % d'accidents indirects. Elle note enfin que la part d'utilisateurs du tramway est de l'ordre de 40 % dans les accidents piétons directs et qu'à l'inverse, dans les accidents indirects, les piétons accidentés sont majoritairement des utilisateurs des transports

collectifs (82%) et en grande majorité des utilisateurs du tramway (80 %). De fait, la prise en compte des accidents indirects apparaît pertinente et fait augmenter les statistiques de manière significative (Cleghorn et al., 2009).

1.2.3 - L'impact médiatique

Un accident de tramway est souvent accompagné de conséquences médiatiques importantes. Une étude américaine rappelle que malgré les bonnes performances globales en termes de sécurité, l'image publique du tramway est entachée à chaque fois qu'un accident survient (Korve et al., 2001). Dans une logique de développement durable et de développement des transports en commun (MEDDE, 2012), il est important de prendre en considération les accidents liés au tramway et leur impact médiatique afin de favoriser l'acceptation de ce mode de transport par les usagers.

1.2.4 - L'impact sur le trafic

Outre les conséquences pour les individus victimes d'un accident, les accidents ont également un impact sur le trafic et le niveau de service (Candappa, Corben, & Yuen, 2013 ; COST, 2011 ; Fontaine et al., 2014 ; Moutchou, Cherkaoui, & El Koursi, 2014). Même dans le cas d'événements où aucune blessure n'est relevée, l'impact pour l'exploitant de la ligne est non négligeable en termes de coûts. De plus, les utilisateurs sont également lésés et doivent se tourner vers d'autres modes de transport moins rapides, plus chers et/ou moins écologiques.

1.3 - Les victimes concernées

Dans le cadre des « collisions avec un tiers », les usagers les plus susceptibles d'être concernés par ce type d'accidents sont les piétons (Hedelin, Björnstig, & Brismar, 1996 ; Hedelin, Bunketorp, & Björnstig, 2002), les cyclistes et les automobilistes (Candappa, Corben, & Yuen, 2013 ; Korve et al., 2001 ; Margaritis, 2007). Parallèlement, dans une étude réalisée auprès des traminots, Paran et collaborateurs (2011) relèvent que ce sont également ces catégories d'usagers qui sont citées par les traminots comme posant des difficultés importantes en termes de comportements⁷ (sont inclus également de ce point de vue les conducteurs de 50 cm³).

En termes de nombre de collisions, les automobilistes sont en tête du classement, viennent ensuite les piétons puis les cyclistes. Cependant, en termes de gravité, ce sont les piétons qui constituent les victimes les plus durement touchées (Beer & Brenac, 2006 ; Chalanton & Jadoul, 2009 ; Labonnefon & Passelaigue, 2015). Ce constat se retrouve dans les études internationales (Niemann, 2014). Dans le rapport de Cleghorn et collaborateurs (2009), on relève que les piétons représentent 75,5 % du total des décès, toutes collisions confondues, alors que ces collisions fatales ne représentent que 4,1 % des collisions décomptées. Même si les chiffres évoluent d'un rapport à l'autre, la tendance reste la même : les piétons sont les usagers les plus représentés, en termes de gravité d'accidents, suivis par les cyclistes puis par les automobilistes. Par ailleurs, la gravité des blessures des piétons dans les accidents directs avec un tramway est significativement plus élevée que pour les autres accidents piétons (n'incluant pas un transport collectif) ; le type de véhicule peut expliquer cette gravité (Millot, 2015).

⁷On notera que les usagers du tramway ne sont pas cités comme posant des difficultés de comportements par cette étude (ils ne sont cités que dans 3,3 % des cas), alors qu'on l'a vu, ils représentent pourtant 80 % des piétons impliqués dans un accident indirect de tramway (voir point 1.2.2 – Les accidents indirects).

Concernant le « profil » des piétons victimes d'un accident direct avec un tramway, Millot (2015), dans un rapport français récent, note que 53 % des piétons impliqués avaient moins de 30 ans et le pourcentage atteint 70 % pour les accidents indirects.

1.4 - Une contre-mesure possible : modifier l'infrastructure

Afin de réduire l'accidentalité, de nombreuses études préconisent d'effectuer des modifications au niveau de l'infrastructure (pour n'en citer que quelques unes : Fontaine et al., 2014 ; Irwin, 2000 ; Khambata & Tong, 2009 ; Labonnefon & Passelaigue, 2015 ; Millot, 2015 ; Paran et al., 2011 ; Vardon, 2014 ; etc.). Parmi les mesures évoquées, on trouve : la modification ou le renforcement de la signalisation, l'aménagement de barrières pour les piétons, l'installation du tramways en « *site propre* », c'est-à-dire avec des voies séparées du reste de la circulation, etc. Cependant, il n'est pas toujours possible d'effectuer ces modifications, notamment pour des raisons budgétaires. Dans d'autres cas, les caractéristiques du site d'implantation ne permettent pas de modifier l'infrastructure, ainsi, dans certaines villes, il est impossible d'implanter des voies de tramway séparées des autres voies, obligeant le tramway à partager son parcours avec d'autres véhicules (voitures ou bus). En outre, les conducteurs relèvent fréquemment des difficultés lors de la circulation en zones piétonnes au sein desquelles le risque de collision avec un piéton est majoré, alors que les modifications d'infrastructures sont limitées dans ces zones (Paran et al., 2011).

1.5 - La prise en compte du comportement de l'utilisateur

Si de nombreuses études préconisent des aménagements d'infrastructure, elles sont aussi nombreuses à mettre en avant le comportement humain comme facteur accidentogène (Bernard, 2010 ; Hadj Mabrouk & Hadj Mabrouk, 2003 ; Moutchou et al., 2014, etc.). Ainsi, Paran et collaborateurs notent que « *les facteurs humains et plus particulièrement les comportements à risque adoptés essentiellement par les automobilistes, les piétons, les cyclistes et les motocyclistes, apparaissent comme des facteurs centraux dans l'occurrence d'accidents, de presque-accidents ou d'incidents, sur les lieux d'interaction avec le tramway* » (Paran et al., 2011, p.1). Margaritis, de son côté, soutient que « *in all accident types the human factor plays a major role in the accident [impliquant un tramway] scenario*⁸ » (Margaritis, 2007, p.3). Concernant les piétons, qui on l'a vu, constituent une population à risque, le rapport de Fitzpatrick et collaborateurs (2015) évalue que les actions des piétons interviennent dans 61% des accidents de tramway.

D'un point de vue plus général, certains auteurs n'hésitent pas à dire que « *l'erreur humaine est le facteur premier de la plupart des accidents de circulation* » (Dupriez & Houdmont, 2009, p.61) ou que « *the majority of road crashes are due to the human factors*⁹ » (Forward et al., 2009, p.13). Dans ce sens, d'autres auteurs préconisent de s'intéresser aux quasi-accidents, encore appelés presque-accidents, ou, en anglais « *near-miss* » (Salmon, Regan, & Johnston, 2006) compte-tenu des faibles données accidentologiques concernant le tramway, afin d'appréhender les comportements à risque, notamment *via* des enregistrements vidéo (Cleghorn et al., 2009).

⁸« Dans tous les types d'accidents le facteur humain joue un rôle majeur dans le scénario d'accident ».

⁹ « La majorité des accidents de la route sont dus aux facteurs humains ».

2 - LES FACTEURS HUMAINS DANS L'ACCIDENTALITÉ TRAMWAY-AUTRES USAGERS

2.1 - La notion de facteur humain

2.1.1 - Une notion hétérogène

La notion de facteur humain tend à rendre compte de l'ensemble des variables humaines contributives d'un événement ou d'un accident (Elvik, Høy, Vaa, & Sørensen, 2009). Il s'agit d'une définition relativement large qui conduit parfois certains auteurs à considérer qu'elle est imprécise et qu'elle renvoie à des variables très hétérogènes : variables démographiques, physiologiques, cognitives, attitudinales, représentationnelles, etc. Ainsi, Brusque et collaborateurs (2010) citant une étude d'Elgarov¹⁰ (1995) sur les accidents de la route, notent que les facteurs invoqués par cet auteur font référence « à des paramètres aussi différents les uns des autres que la vitesse (19,3 %), les dépassements dangereux (19,2 %) et la conduite sous l'influence de l'alcool (13,4 %) » (Brusque et al., 2010, p.2). De la même manière, dans le rapport de Millot (2015) consacré aux accidents piétons-transports collectifs, les facteurs humains relevés quant aux accidents directs impliquant un tramway sont également hétérogènes : l'alcool (13 %), un handicap identifié (13 %) et une distraction (écouteur, téléphone portable) (17 %).

D'autre part, Brusque et collaborateurs considèrent que la notion de facteur humain englobe également la « résultante des [...] différentes variables que sont les comportements observables et notamment les erreurs humaines » (Brusque et al., 2010, p.1). Autrement dit, la notion de facteur humain renvoie tout autant aux causes des comportements observés, qu'aux comportements eux-mêmes. Ainsi, le non respect de la signalisation, qui est un comportement observable, est évoqué comme facteur humain, tout autant que les facteurs explicatifs de ce comportement, facteurs qui peuvent renvoyer à la volonté de l'utilisateur de transgresser volontairement la réglementation ou à l'inattention de l'utilisateur. On retrouve cette distinction entre comportement (effet) et causes (facteurs) lorsque l'on évoque les facteurs et les erreurs.

2.1.2 - Facteur humain et erreur humaine

Van Elslande, Naing et Engel (2008) considèrent que les termes « *factors* » (facteurs) et « *failure* » (défaillance-erreur) sont souvent confondus dans les résultats d'analyse d'accidents, et que cette distinction n'est pas suffisamment faite dans la littérature. Van Elslande et Fouquet définissent l'erreur humaine comme une « *défaillance momentanée de l'une ou l'autre de ces fonctions sensorielles, cognitives et motrice que l'homme met coutumièrement en œuvre pour ajuster son activité aux difficultés de sa tâche, et y parvenir le plus souvent* » (2005, p.28). Ils précisent que cette défaillance est la « *conséquence négative d'un ensemble intégré d'éléments causaux, combinant des facteurs humains, infrastructurels et véhiculaires* ». Autrement dit, l'erreur humaine « *est toujours résultante d'une interaction entre l'opérateur et les conditions externes de la tâche à réaliser* » (Van Elslande, 2003, p.201). De fait, l'erreur humaine serait l'observable, l'effet d'un dysfonctionnement causé par l'interaction entre le véhicule, l'infrastructure et un ou des facteurs

¹⁰ On notera que l'étude d'Elgarov porte sur les accidents de la circulation en général et qu'elle considère que les erreurs des conducteurs ont été à l'origine de 76 % des 879 accidents étudiés.

humains. Il convient donc « de ne pas confondre l'erreur humaine et les facteurs (humains et contextuels) qui l'ont produite, sous peine de mélanger les causes et leurs effets » (Brusque et al., 2010 ; p.169).

2.1.3 - Les différentes catégories d'erreurs humaines

2.1.3.1 - Erreur d'exécution et erreur de planification

Comme la notion de facteur humain, la notion d'erreur humaine est également une notion très large, polysémique, dépendante de l'angle théorique selon lequel elle est analysée (juridique, sociologique, psychologique, ergonomique...). Les modèles de classification de l'erreur humaine sont nombreux (pour une revue voir Hadj Mabrouk & Hadj Mabrouk, 2003), cependant l'une des classifications les plus souvent citées est celle de Reason (Reason, 1987). Reason distingue deux grandes catégories basées sur l'intentionnalité : d'une part les erreurs d'exécution, qui relèvent d'une intention d'agir correctement mais pour lesquelles le comportement n'a pas atteint le but, elles sont dues à des problèmes d'ordre cognitif, de traitement de l'information ; et d'autre part, les erreurs de planification, qui relèvent d'une intention inappropriée aux caractéristiques de la situation. Autrement dit, dans le cas de l'erreur d'exécution, l'individu échoue à obtenir le comportement qu'il souhaitait émettre, alors que dans le cas de l'erreur de planification, l'individu produit le comportement souhaité, mais ce comportement est inapproprié. Pour illustrer l'erreur d'exécution, on peut citer le cas d'un piéton qui regarderait avant de traverser mais qui ne verrait pas un tramway arriver, quant à l'erreur de planification, le piéton verrait le tramway arriver mais prendrait malgré tout la décision de traverser. Dans le premier cas, les facteurs en cause sont plutôt d'ordre individuel et ont trait aux aspects cognitifs du fonctionnement humain : défaillances perceptives, ressources attentionnelles limitées.... Dans le second cas, les facteurs relèvent d'éléments motivationnels et/ou sociaux (pour une présentation francophone de cette approche voir Hadj Mabrouk & Hadj Mabrouk, 2003 ou Larouzée, Guarnieri, & Besnard, 2014). Cette distinction est importante dans la mesure où les facteurs en cause sont d'ordre et de nature différents et où les moyens d'action vis-à-vis de ces erreurs sont également à chercher dans des solutions ou concepts différents, notamment en matière de prévention et de communication (Boulangier, 2010).

2.1.3.2 - Ratés, lapsus, méprises et violations

Poursuivant son travail, Reason (1990) distingue les ratés, les lapsus, les méprises et les violations. Les ratés (*slips*) de l'action et les lapsus (*lapses*) verbaux correspondent à un dysfonctionnement de l'action, ils sont basés sur des automatismes. Les méprises (*mistakes*) correspondent à un dysfonctionnement de la planification, mais elles sont encore considérées comme des erreurs dans la mesure où elles sont, en quelque sorte, de « bonne foi », elles sont basées sur les règles (mauvaises applications de bonnes règles ou applications de règles incorrectes) et sur les connaissances. Enfin, ces erreurs se distinguent des violations, qui elles, sont délibérées. Il s'agit de transgressions volontaires d'une règle ou d'une procédure. Elles peuvent être dues à l'habitude, à une nécessité ou à des actes clairement infractionnistes.

Reason, Manstead, Stradling, Baxter et Campbell (1990) vont éprouver ces distinctions dans le domaine de la conduite automobile et produire un questionnaire (le *DBQ – Driver Behaviour Questionnaire*) afin de mesurer ces différents phénomènes. Le *DBQ* a été adapté dans de nombreux pays, notamment en France (Guého, Granié, & Abric, 2014) et apparaît comme l'un des outils permettant de caractériser les conducteurs.

2.1.3.3 - Le modèle du fromage suisse – *Swiss Cheese Model*

La distinction proposée par Reason entre erreurs et violations, même si elle distingue différents niveaux (traitement, connaissances, etc.), reste encore une vision très centrée sur l'individu et peu à peu, Reason va prendre en compte des niveaux supérieurs à travers le *Swiss Cheese Model*. Il va ainsi intégrer toute la chaîne de production (décideurs, managers...) et distinguer les erreurs latentes des erreurs actives (voir point 2.1.5 - Accident : un phénomène complexe).

2.1.4 -Cause principale et facteurs contributifs

Le rapport de Cleghorn et collaborateurs (2009) souligne l'importance d'une autre distinction entre les termes et concepts « *root causes* » et « *contributing factors* ». Le terme « *root cause* » renvoie à la cause principale (mais pas forcément directe) d'un accident ; sans une ou plusieurs cause(s) principale(s), l'accident n'aurait pas eu lieu. Les facteurs contributifs renvoient à un autre concept. Ils influencent la gravité de l'accident, mais si ces facteurs n'avaient pas été présents, l'accident aurait tout de même eu lieu. L'exemple cité par les auteurs est le suivant : un automobiliste traverse une voie de tramway et une collision a lieu. Le rapport de police indique que le conducteur s'est endormi. L'endormissement est ici la cause principale, « *root cause* » ou « *causal factor* ». Il est également noté que la vitesse du conducteur était assez élevée, cette vitesse est un facteur contributif. En d'autres termes, si la vitesse avait été moins élevée, les conséquences de l'accident auraient pu être réduites. Les auteurs concluent en indiquant qu'idéalement, les mesures préventives doivent agir sur la (les) cause(s) principale(s) de l'accident. Mais cela n'est pas toujours possible : l'analyse des accidents est parfois incomplète et il est parfois difficile de repérer la cause principale. Dans ce cas, les mesures doivent concerner les facteurs contributifs. Enfin, les auteurs soulignent qu'il n'est pas rare que des données soient manquantes, rendant difficile la distinction entre ces deux concepts.

2.1.5 - Accident : un phénomène complexe

Si prendre en compte la composante humaine pour mieux appréhender les accidents tramway-autres usagers s'avère utile et nécessaire – et ce d'autant plus que les études dédiées à ce sujet sont peu nombreuses – il ne faut pourtant pas oublier que les accidents, quels qu'ils soient, impliquent des phénomènes complexes et multifactoriels. Ainsi Brusque et collaborateurs soulignent que « *l'origine des problèmes se situe beaucoup plus dans les interactions entre les éléments qui composent ledit système que dans les caractéristiques exclusives de l'un ou l'autre de ces composants* » (2010 ; p.2) (voir Figure 1). De fait, un seul facteur ne suffit pas pour causer un accident. La prise en compte du facteur humain doit se faire en tenant compte du contexte de production du comportement (Van Elslande, 2003). Ainsi, un comportement peut-être produit ou facilité par les caractéristiques de l'infrastructure ou du véhicule, elles-mêmes produites par l'homme. De ce point de vue, Reason (1990) distingue les erreurs « *actives* » produites par les opérateurs qui sont à l'interface avec un système complexe, dans notre cas, il s'agit des conducteurs de tramway ou des usagers, des erreurs « *latentes* » qui sont produites par les personnes plus éloignées du système, soit les décideurs, les constructeurs ou bien encore les concepteurs...

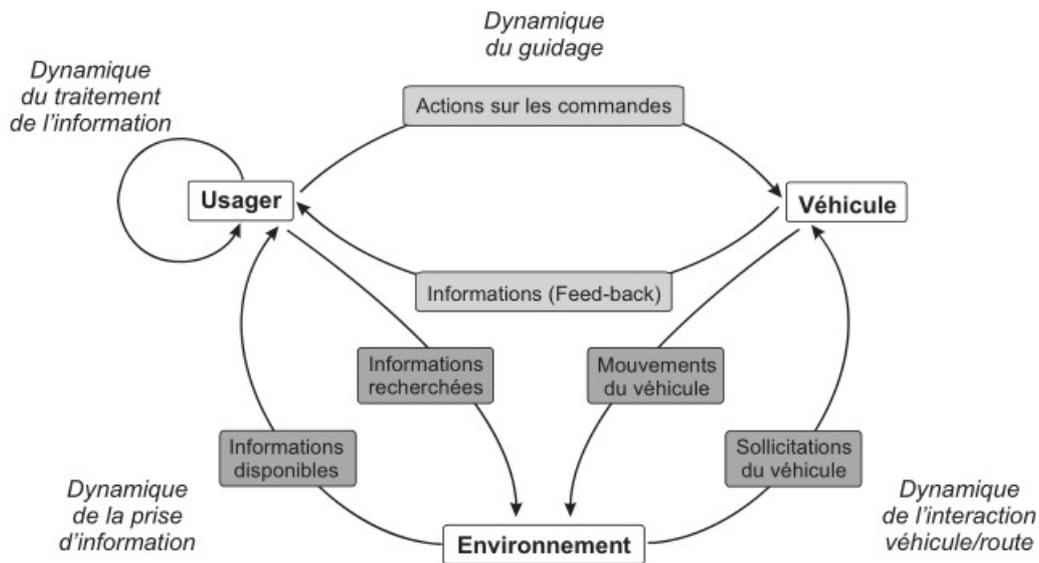


Figure 1. Interactions entre les composants usager-véhicule-environnement du système de circulation (figure extraite de Brusque et al., 2010 ; d'après Van Elslande, 2003).

Salmon, Regan et Johnston (2005) distinguent l'approche par la personne « *person approach* » et l'approche par le système (« *systems perspective approach* »). Ils considèrent que l'approche par la personne est restrictive et qu'elle conduit à considérer l'individu comme seul responsable et à ignorer les failles du système. A l'inverse, l'approche système insiste sur une vision systémique et sur les interactions entre les éléments. De la même manière, Moutchou et collaborateurs (2014) défendent l'idée que l'on ne doit pas blâmer un seul facteur, par exemple la vitesse, mais au contraire, prendre en compte le système et ses interactions.

2.2 - Les principaux facteurs humains

Dans leur revue de question Abderraouf et Abib Hadj Mabrouk (2003) dressent une liste de facteurs humains susceptibles d'altérer la performance (voir Erreur : source de la référence non trouvée). Même si cette liste a été produite dans un contexte professionnel (sécurité aérienne), elle contient des éléments utiles pour notre propos.

Facteurs physiques

- incapacités sensorielles (vision, audition, illusion)
- incapacités motrices
- etc

Facteurs physiologiques

- état de santé
- nutrition
- sommeil
- fatigue

Facteurs psychologiques

- personnalité : panique, stress
- humeur
- état émotif

Facteurs comportementaux

- style de vie : activités nocturnes
- habitudes : alcool, médicaments, drogues, etc
- ennui – distraction
- appréhension - confiance
- panique – stress

Facteurs professionnels

- formation
- connaissances
- expérience

Facteurs sociologiques

- problème familial
- mauvais environnement social
- visiteur, inspecteur, instructeur
- structure de l'équipe

Facteurs chronobiologiques

- typologie circadienne du sommeil : matin / soir
- horaires de meilleures performances : matin / soir

Facteurs de baisse de vigilance

- les fluctuations rythmiques de la vigilance (circadiennes, ultradiennes)
- les troubles du sommeil
 - la privation de sommeil
 - la fragmentation de sommeil
 - la désynchronisation
 - les pathologies du sommeil (Narcolepsie, Syndrome d'Apnées du Sommeil)
- l'ingestion d'alcool
- la prise de médicaments psychotropes (antidépresseurs, anxiolytiques, etc)

Figure 2. Liste des facteurs humains susceptibles d'altérer la performance humaine extraite de Hadj Mabrouk & Hadj Mabrouk, 2003.

2.3 - Synthèse critique

Si les auteurs préconisent de s'intéresser aux comportements humains pour appréhender les collisions tramway-autres usagers, ils soulignent également que peu de travaux ont été réalisés dans ce domaine (Cassagnes, 2014 ; Cerema, 2014 ; Chalanton & Jadoul, 2009 ; Jenks, 2007) : « *la sécurité aux interactions avec le tramway repose essentiellement sur le comportement des usagers de la voirie. [...] À notre connaissance, aucune étude à ce jour n'apporte d'éléments de réponse quant aux déterminants de tels comportements dans ce contexte particulier* » (Paran et al., 2011, p.2) ; « *there is very little literature concerning the interaction between tram environment and the drivers' behaviour* » (Moutchou et al., 2014, p.444) ; « *to the best of our knowledge, no study so far has attempted to identify the factors likely to shape the risk-taking behavior of road users and their involvement in crashes with trams* » (Paran, Delhomme, & Castanier, 2012, p.388).

Malgré ce constat, nous avons pu compulsier un certain nombre de documents en lien avec l'accidentalité tramway-autres usagers faisant état plus ou moins explicitement du « *facteur humain* ». Parmi les facteurs humains évoqués, on trouve des éléments très disparates tant du point de vue de leur contenu scientifique, que de leurs méthodologies ou bien encore des facteurs évoqués. Nous en proposons ici une synthèse critique.

2.3.1 - Les personnes concernées

Les études qui prennent en compte le facteur humain dans les accidents tramway-autres usagers se sont focalisées sur les autres usagers. Il existe peu, à notre connaissance, d'études spécifiques portant sur les comportements des conducteurs de tramways et les facteurs susceptibles d'avoir contribué à un comportement inadapté ou retardé de leur part en lien direct avec l'accidentalité. Cet état de fait s'explique peut-être par la règle de priorité du tramway qui conduit à considérer de manière systématique que c'est l'autre usager qui est en tort. Pour autant, comme pour les autres accidents de la circulation, la responsabilité juridique attribuable, ou non, ne doit pas faire oublier que même un individu dans son bon droit peut avoir concouru à la survenue d'un accident. Ainsi, les études réalisées dans le projet SANTAFAE¹¹ examinent comment le sentiment affirmé de priorité peut conduire un usager d'une voie principale et prioritaire à réagir tardivement face à une situation accidentogène (Yerpez et al., 2013). D'ailleurs, on peut noter, dans l'étude de Paran et collaborateurs (2011), concernant les stratégies mises en œuvre par les tramnots pour anticiper les comportements des autres usagers, que certains conducteurs évoquent l'idée qu'il « *faut se faire respecter* », qu'il peut être nécessaire de forcer le passage quitte à ne pas ralentir et à ne pas anticiper, par conséquent, une situation accidentogène (p.69). Dans ce sens, l'étude de Margaritis (2007), qui analyse les 12 accidents de tram survenus entre juin 2001 et août 2012 dans les principales villes néerlandaises, met en évidence que tous les accidents sont en partie dus à une erreur humaine ou à une mauvaise interprétation des intentions de l'autre usager et que dans 11 cas sur 12, le conducteur du tram n'a pas suffisamment anticipé le danger.

2.3.2 - Confusion comportements et facteurs explicatifs

La confusion que l'on trouve dans la littérature entre facteurs et erreurs, entre causes et effets se retrouve dans les études consacrées aux accidents de tramway. Dans la première phase de l'étude de Paran et collaborateurs (2011) consacrée aux difficultés rencontrées par les tramnots de tramway, on note que ces derniers évoquent concernant les difficultés rencontrées avec les autres usagers, aussi bien des comportements de non-respect de la signalisation que le fait que les usagers soient pressés. Or, si le non-respect de la signalisation est bien un comportement

¹¹Projet « *Sentiment affirmé de priorité : temps de réponse, comportement de conduite et infrastructure routière* » financé par la Fondation Sécurité Routière.

observable, le fait que les usagers soient pressés est davantage un facteur explicatif. De même, on note que les auteurs rangent sous la catégorie « *inattention* », des éléments disparates comme utiliser un MP3 et traverser sans regarder. Dans le dernier cas, on a bien un comportement, qui peut être expliqué par l'utilisation d'un MP3, qui lui-même induit une baisse d'attention ou tout simplement une difficulté auditive à entendre le gong.

Cette confusion entre comportement et facteur est assez générale. Par exemple, dans l'étude de Chalanton et Jadoul (2009), les auteurs évoquent sur le même plan le cas de piéton surprenant le chauffeur (ce qui renvoie à des comportements comme traverser en courant ou traverser de manière subite) et le cas de piéton avec attention détournée, ce qui est davantage un facteur explicatif.

2.3.3 - Méthodologies employées

Les méthodes employées sont également très variées. On peut notamment les distinguer en fonction du moment de l'analyse. Ainsi, lorsque l'on étudie les accidents passés, on se situe *a posteriori*. A l'inverse, lorsque l'on est dans une démarche d'anticipation, on étudie les comportements et/ou les risques *a priori*. Les méthodologies d'enquêtes (entretiens, questionnaires), quant à elles, peuvent être utilisées dans les deux cas et ont pour objectif d'avoir accès à des comportements non observables directement (pensées, attitudes, représentations, connaissances...). On citera enfin les expérimentations.

2.3.3.1 - Les études accidentologiques : les études *a posteriori*

• Analyse des rapports, PV et fiches spécifiques

Les études accidentologiques sont relativement nombreuses (pour n'en citer que quelques unes : Chalanton & Jadoul, 2009 ; Millot, 2015 ; Vardon, 2014). Très souvent elles se basent sur l'analyse des rapports ou PV réalisés à la suite d'un accident ou sur les formulaires *ad hoc* complétés par les forces de l'ordre (type BAAC en France ou FAC en Belgique). Cette matière est à prendre avec précaution. Elle souffre de plusieurs biais :

- Très souvent, ces rapports ou PV sont rédigés dans l'objectif de déterminer les responsabilités légales, cela conduit parfois à ne se focaliser que sur la personne responsable et à ne pas avoir de vision systémique de l'événement.
- Lorsque le rapport est rédigé par le conducteur du tramway lui-même, comme le note Chalanton et Jadoul (2009), il aura tendance à se déculpabiliser et à reporter la responsabilité sur l'usager.
- On observe le même phénomène avec les auditions des usagers impliqués, qui de la même manière vont chercher à se déresponsabiliser ou, pour le moins, à se justifier, plus qu'à rendre compte de manière fidèle de ce qui s'est réellement passé.
- Les fiches BAAC ou FAC sont complétées par les forces de l'ordre parfois *a posteriori* (Chalanton & Jadoul, 2009).

• Les Études Détaillées d'Accidents

Une autre méthodologie d'analyse repose sur l'étude détaillée d'accident (EDA). Ce type d'analyse a pour objectif d'assurer une meilleure connaissance des mécanismes régissant les accidents de la circulation routière et des situations auxquelles sont confrontés les usagers. Il s'agit d'analyser finement ces accidents par l'étude de toutes leurs composantes (conducteur, véhicule, infrastructure) et de leurs interactions (Yerpez et al., 2013). En France, la méthode EDA, qui a été

développée à l'Unité de recherche Mécanismes d'Accidents (MA) de l'IFSTTAR de Salon-de-Provence, se différencie des autres méthodologies qualitatives par l'existence d'une équipe pluridisciplinaire (psychologue et technicien) qui se rendent sur le site dès la survenue d'un accident. Outre les éléments détaillés concernant l'infrastructure et le (ou les) véhicule(s) impliqué(s), les victimes sont également longuement interviewées sur place ou dans les jours qui suivent. Malheureusement, ces experts n'interviennent que dans un rayon de 15 km autour de Salon-de-Provence, zone où il n'y a pas de tramway. Cependant, cette méthodologie d'analyse a été utilisée par Margaritis (2007).

• Les études épidémiologiques

Une troisième méthode d'analyse d'accidents consiste à identifier les victimes, souvent en ayant recours aux registres des hôpitaux et à les interroger *a posteriori* (Cameron, Harris, & Kehoe, 2000 ; Unger, Eder, Mayr, & Wernig, 2002). La démarche est souvent épidémiologique et très axée sur les conséquences physiques des accidents, plus que sur les erreurs ou facteurs en cause.

2.3.3.2 - Les études *a priori*

Une autre façon d'étudier les facteurs et les comportements est de se positionner dans une logique d'anticipation et de chercher à repérer *a priori* les comportements ou les risques.

• La méthode HAZOP

L'HAZOP (*HAZard and OPerability study*) est une des méthodes les plus utilisées pour l'analyse des risques industriels. Elle a pour objectif l'identification et l'évaluation des situations pouvant représenter un risque pour le personnel ou les équipements, et la mise en œuvre de mesures de prévention. Cette méthode, basée sur un travail en équipe pluridisciplinaire, a été largement adaptée par Moutchou et collaborateurs (2014) dans leur étude, puisqu'ils ont utilisé également l'observation, les questionnaires et les entretiens.

• L'observation des comportements

Une autre façon d'appréhender les facteurs humains consiste à observer les comportements et les quasi-accidents (ou incidents), soit en ayant recours à la vidéo, soit par l'observation directe (Cassagnes, 2014 ; Khambata & Tong, 2009). On notera que souvent cette méthodologie est accompagnée soit d'entretiens soit de questionnaires afin d'appréhender de manière globale le comportement et de ne pas interpréter de manière abusive les comportements observés, que l'on suppose révélateurs de situations futures d'accidents (Millot, 2011).

2.3.3.3 - Les méthodologies d'enquête (entretiens et questionnaires)

Dans l'étude de Paran et collaborateurs (2011), les auteurs ont recours à la méthodologie de l'enquête. La première phase de l'étude, consacrée aux difficultés rencontrées par les traminois de tramway, s'est déroulée par entretiens semi-directifs auprès de 30 traminois. L'entretien semi-directif est une technique d'enquête qualitative fréquemment utilisée dans les recherches en sciences humaines et sociales. Il permet d'orienter en partie (semi-directif) le discours des personnes interrogées autour de différents thèmes définis au préalable par les enquêteurs et consignés dans un guide d'entretien. Parmi les difficultés rencontrées par les traminois, un focus a été réalisé sur les comportements des autres usagers, ce qui a permis de récupérer de manière indirecte les comportements de ces derniers. Quant aux facteurs évoqués dans cette étude (inattention, provocation...), ils sont le fait d'interprétations des traminois ou des chercheurs de

l'étude. Il est intéressant de noter que les traminots ont également été interrogés sur les situations potentiellement difficiles (moment de la journée, de l'année, zones particulières...) et que le discours ainsi recueilli permet d'appréhender des phénomènes d'interactions, par exemple entre certaines signalisations, comme le R24¹², et les usagers (*i.e.*, difficulté des usagers à comprendre la signification du feu).

Dans la seconde partie de leur étude, Paran et collaborateurs (2011) ont recours à un modèle du fonctionnement humain (TCP ; voir le point sur La Théorie du Comportement Planifié) pour rendre compte des comportements de transgression volontaire. Pour mesurer les différentes variables (facteurs) en cause, les auteurs utilisent un questionnaire (qui est également une méthode d'enquête) et le comportement est appréhendé à travers les déclarations des usagers (intention comportementale). Pour les sujets, il ne s'agit pas ici d'expliquer un comportement produit, mais de déclarer l'intention de produire un comportement transgressif.

Le recours aux questionnaires ou aux entretiens est souvent justifié par le fait que l'on souhaite avoir accès à des variables non directement observables comme par exemple l'optimisme comparatif (Castanier et al., 2012) ou bien encore le risque perçu (voir le point sur le Risque objectif et risque subjectif (perçu)).

2.3.3.4 - Les expérimentations

• Les expérimentations terrains

Généralement, il s'agit de tester l'impact d'un aménagement sur le comportement (Irwin, 2000). Pour ce faire, on expérimente sur site réel. L'objectif n'est pas ici de travailler sur les comportements en tant que tels, l'apport est indirect : si l'aménagement prévu pour palier à un problème spécifique (*e.g.*, barrière pour empêcher les usagers de traverser en ligne droite, changement de revêtement pour améliorer la lecture de la situation...) permet de modifier le comportement et le nombre d'accidents, alors on peut faire l'hypothèse que le comportement ou facteur ciblé était bien en cause.

• Les expérimentations en laboratoire

Les expérimentations en laboratoire, notamment en ayant recours à un simulateur de conduite (Bremond, 2014 ; Ruer, Cabon, & Vienne, 2014), cherchent à mettre en situation les usagers. Ainsi, dans l'étude de (One-Jang, 2004) les sujets étaient confrontés à différentes situations de traversées de rails (train et tram) à travers des vidéos et invités à indiquer ce qu'ils auraient fait dans cette situation (s'arrêter, traverser...). L'avantage de cette méthodologie est qu'elle permet de contrôler les variables étudiées (par exemple la vitesse d'approche du tram, le trafic...).

¹²Feu circulaire rouge clignotant indiquant l'arrêt absolu lorsqu'il est en fonctionnement.

2.3.4 - Les modèles référents

On peut relever que les travaux consacrés aux accidents tramway-autres usagers souffrent, comme beaucoup d'autres études visant à montrer la part des facteurs humains dans l'occurrence d'un accident, d'un manque d'assise théorique : « *la faiblesse de la plupart de ces travaux est qu'ils ne s'appuient pas sur des modèles d'analyse rigoureusement établis, qu'il s'agisse des modèles de l'accident ou des modèles du fonctionnement humain* » (Brusque et al., 2010, p.2). Outre ce manque de référencement à des modèles, force est de constater que de manière générale, les notions évoquées sont très peu conceptualisées. Ainsi les études pourront évoquer, par exemple, l'utilisation de MP3 en laissant en suspens la question de la distraction et de l'attention.

De plus, lorsque les documents font référence explicitement à un modèle, très souvent les auteurs se limitent à mettre en œuvre ce modèle et on ne trouve pas de recherche qui allient les différents niveaux d'analyse évoqués (à l'exception de Moutchou et collaborateurs (2014) qui prennent en compte plusieurs modèles cognitifs). Globalement, on trouve deux grandes catégories de théories : les théories cognitives qui s'intéressent aux aspects du traitement de l'information et qui se situent à un niveau intra-individuel ; et les théories psycho-sociales qui traitent des niveaux intra-individuel, inter-individuel, positionnel et idéologique à travers des notions comme les représentations sociales, les normes ou bien encore les attitudes.

2.3.4.1 - Les modèles cognitifs

• Le modèle de Endsley : conscience de la situation

On trouve une référence à ce modèle dans l'étude de Moutchou et collaborateurs (2014). Il s'agit d'un modèle de la prise de décision basé sur la conscience de la situation. Le concept de conscience de la situation s'intéresse à la représentation mentale de la situation que les individus élaborent et aux facteurs internes et externes susceptibles de la modifier. Endsley décompose la conscience de la situation en trois niveaux hiérarchiques : la perception des éléments dans l'environnement, la compréhension de la situation, la projection des états futurs. Le premier niveau implique les processus perceptifs qui conduisent l'individu à prendre conscience des éléments de la situation (objets, événements, personnes, etc.) et de leurs états (localisations, actions, modes, etc.). Au second niveau, l'individu combine, interprète et mémorise les éléments. Enfin, au troisième niveau, l'individu anticipe le futur (pour une présentation détaillée du modèle voir Bailly, 2004). La conscience de la situation est sous l'influence de facteurs liés à la tâche ou au système, ainsi qu'à des facteurs individuels (voir Figure 3. Conscience de la situation et prise de décision, extrait de Bailly (2004).)

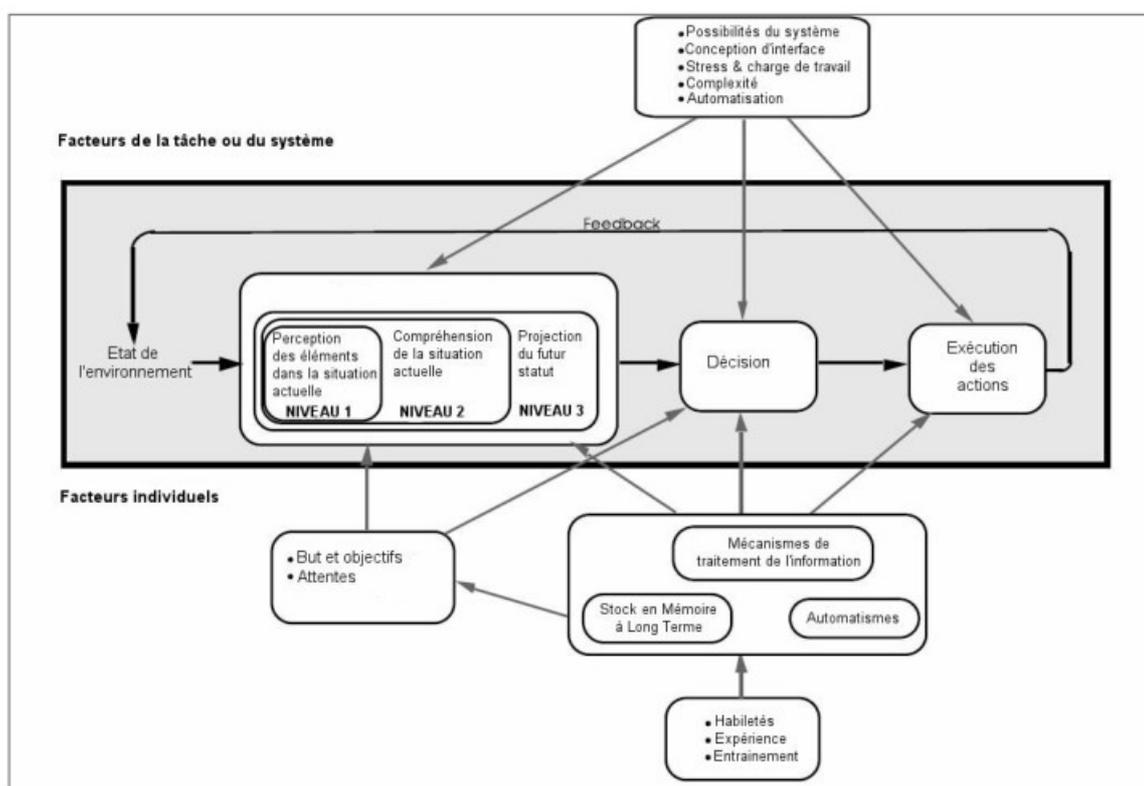


Figure 3. Conscience de la situation et prise de décision, extrait de Bailly (2004).

• Le modèle de Michon (1985)

Michon (1985) a proposé un modèle tripartite de l'activité humaine qui a été appliqué à la conduite automobile dans de nombreux travaux dont ceux de Moutchou et collaborateurs (2014). Le modèle de Michon décrit trois niveaux hiérarchiques pour catégoriser les tâches qui composent l'activité de conduite automobile, et plus largement l'activité humaine : le niveau stratégique, le niveau tactique et le niveau opérationnel. Le niveau stratégique est le niveau supérieur du modèle, les tâches réalisées nécessitent un investissement cognitif important et des ressources attentionnelles, il s'agit de tâches de planification d'itinéraire et de navigation par exemple. Au niveau tactique, niveau intermédiaire, les tâches relèvent des prises de décision concernant les actions qui vont être mises en œuvre dans les secondes qui suivent. On y trouve des tâches comme la gestion des inter-distances, la décision de traverser, etc. Enfin, le niveau opérationnel correspond à l'exécution des actions décidées aux niveaux supérieurs.

• Le modèle séquentiel de l'accident

La méthode d'analyse séquentiel de l'accident a été mise au point par l'Unité de recherche Mécanismes d'Accidents (MA) de l'IFSTTAR de Salon-de-Provence (Brenac & Fleury, 1999). Elle est basée sur l'idée qu'un accident est une situation complexe, dynamique et que la dimension temporelle joue un rôle important. Elle distingue différentes séquences : la situation précédant la conduite (avant le début du trajet), la situation de conduite, la situation d'accident ou de rupture, la situation d'urgence et enfin, la situation de choc et ses suites (Brenac, Nachtergaële, & Reiger, 2003). Cette méthodologie permet de réaliser des analyses de PV ou d'EDA, mais aussi de classer les accidents dans des scénarios types établis par la méthode (Milot, 2015).

2.3.4.2 - La théorie du comportement planifié : un modèle psychosocial

La Théorie du Comportement Planifié (TCP) est notamment mobilisée par Paran et collaborateurs (2011). La TCP est une extension de la Théorie de l'Action Raisonnée (TAR) proposée par Ajzen et Fishbein (Ajzen & Fishbein, 1980 ; Fishbein & Ajzen, 1975 ; Fishbein & Ajzen, 2010). Ces théories se proposent de rendre compte du fonctionnement humain. La TAR est considérée comme l'une des théories les plus fondamentales et influentes dans l'approche du comportement humain. Elle est utilisée pour appréhender des comportements très divers (Sheppard, Hartwick, & Warshaw, 1988) : le vote pour des élections présidentielles, le don du sang, l'utilisation de préservatifs, avoir des enfants... Elle postule que le comportement peut être prédit par l'intention comportementale, elle-même déterminée par l'attitude et les normes subjectives. L'intention comportementale indique « *l'intensité de la volonté pour l'accomplissement des actions requises afin d'atteindre des objectifs* » (Channouf, Py, & Somat, 1996). L'attitude renvoie à l'évaluation favorable ou défavorable de l'individu, aux sentiments positifs ou négatifs liés à un comportement spécifique. Les normes subjectives ont trait aux pressions sociales exercées sur l'individu pour qu'il réalise ou non le comportement attendu. Dans le prolongement de cette théorie, on trouve la Théorie du Comportement Planifié (Ajzen, 1991). Partant d'une critique faite à la TAR que l'individu peut parfois être dans l'incapacité de réaliser un comportement même s'il le souhaite, Ajzen introduit une nouvelle composante, à savoir le contrôle comportemental perçu, autrement dit la perception de contrôle ressentie par la personne. L'objectif de la TCP est donc de prédire et d'expliquer le comportement de l'individu à la fois pour les comportements volontaires et les comportements non volontaires, alors que la TAR s'intéressait uniquement aux comportements volontaires. Cependant, dans leur étude, Paran et collaborateurs (2011) ne s'intéressent qu'aux comportements volontaires de transgressions.

La TCP a été très utilisée dans le domaine routier : lorsque l'on recherche sur la base *Science direct* les articles liés aux deux occurrences « *TCP* » et « *road* », on trouve plus de 41 000 références. A titre d'exemple, on pourra citer les articles de Conner et collaborateurs (2007) et de Elliott, Armitage, & Baughan (2007) sur la TCP et les comportements liés à la vitesse, l'article de Parker, Lajunen, & Stradling (1998) sur la TCP et les comportements agressifs en situation de conduite ou bien encore l'article de Moyano Diaz (2002) sur les erreurs, ratés et violations en lien avec les variables de la TCP. Cette théorie est également utilisable et utilisée dans le domaine de la prévention routière (Forward et al., 2009).

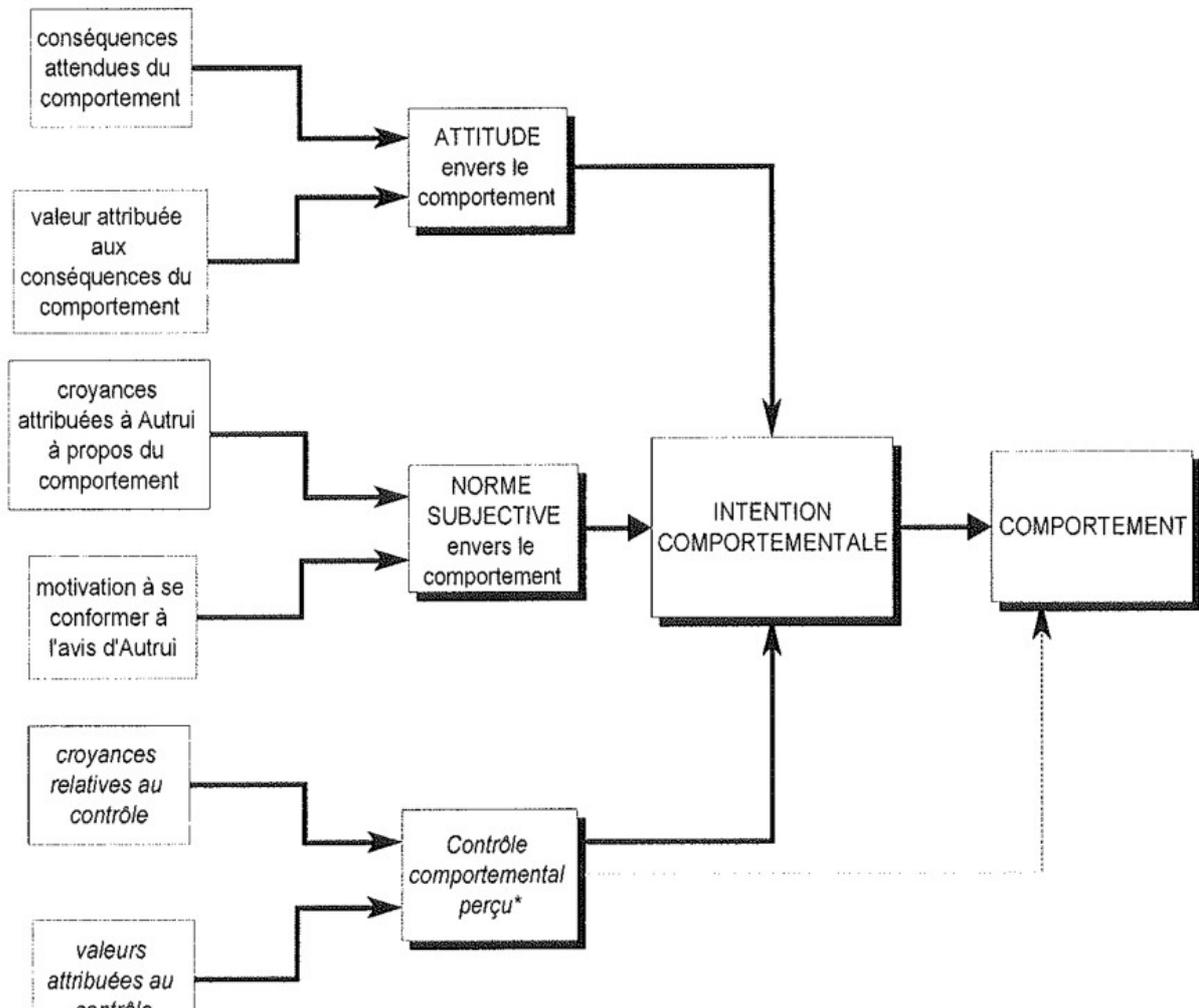


Figure 4. Théorie du Comportement Planifié, figure extraite de (Paran, Delhomme, & castanier, 2011)

2.3.5 - Les comportements observés

On pourra souligner, en préambule, que la revue de la littérature nous conduit à proposer une liste de comportements, mais leur analyse est rarement approfondie et l'interprétation en termes de facteurs est parfois abusive.

- Le non-respect de la réglementation est très largement cité, il s'agit d'un comportement très général qui renvoie à des comportements plus spécifiques : non-respect de la signalisation (routière et ferroviaire ; notamment par les automobilistes), usage des voies du tramway comme voie de circulation (notamment par les cyclistes mais aussi par les piétons), arrêt sur les voies du tramway aux carrefours (majoritairement par les automobilistes), stationnement gênant (majoritairement par les chauffeurs-livreurs). Le non-respect de la signalisation.
- Traverser au feu rouge ou ne pas laisser la priorité au tram, d'après Chalanton et Jadoul (2009) cela représente 9,5 % des accidents.
- Traverser sans regarder (Paran et al., 2011).

- Traverser en courant (Chalanton & Jadoul, 2009).
- Emprunter le chemin le plus direct (Chalanton & Jadoul, 2009).
- Chuter en station (Millot, 2015).
- Chuter sur les rails pour les cyclistes : la roue reste coincée dans les rails (Cameron et al., 2000 ; Vandebulcke, Thomas, & Panis, 2013).
- Les comportements de jeux ou de provocation (Paran et al., 2011 ; Chalanton & Jadoul, 2009).

2.3.6 -Les facteurs évoqués

2.3.6.1 - Les problèmes vigilo-attentionnels

Comme le note Brusque et collaborateurs (2010), dans le langage courant, les notions de vigilance et d'attention sont souvent considérées comme équivalentes. Pourtant les différents processus à l'œuvre correspondent à des phénomènes différents. Pour s'en convaincre, il suffit d'évoquer l'hypovigilance et l'usage du téléphone portable qui sont deux cas vigilo-attentionnels différents. La notion de vigilance renvoie aux variations psychophysiologiques de l'état d'éveil d'un individu. Elle va du sommeil le plus profond à la veille la plus active (Moessinger, Kassaagi, Amalberti, & Mars, 2006). Il s'agit de l'état non spécifique (c'est-à-dire non dirigé vers un aspect particulier de l'environnement) de l'organisme à être plus ou moins apte à traiter les informations provenant de l'environnement. Il peut être intéressant de noter que la dégradation de la vigilance est elle-même produite par d'autres facteurs, qui peuvent être endogènes (e.i., la fatigue, le rythme circadien...) et exogènes (situations de conduites monotones, la consommation d'alcool...).

La notion d'attention désigne « l'ensemble des processus qui conditionnent l'orientation des ressources cognitives de l'individu vers tel ou tel aspect de la situation, en vue de la réalisation d'un objectif » (Richard, 1980 ; cité par Brusque et al., 2010, p.21). L'attention, ou les défauts d'attention, peuvent jouer à différents niveaux dans la survenue d'un accident. Tout d'abord, les ressources attentionnelles sont limitées. Face à une surcharge cognitive, le système peut négliger certaines informations. Par ailleurs, pour libérer des ressources, le système peut automatiser certains traitements (Lieury, 2008), typiquement, c'est le cas du passage des rapports de vitesse que l'on fait « sans réfléchir » (lorsque l'on est un conducteur avec un minimum d'expérience). Les caractéristiques des processus automatiques sont qu'ils sont rapides, autonomes, non conscients et qu'ils ne demandent pas ou peu de ressources attentionnelles.

En 2008, Lemerrier et Cellier recensaient environ 500 articles traitant de l'attention en conduite automobile, c'est dire l'importance de ce facteur, considéré d'ailleurs par certains comme l'une des principales causes des accidents de la route. Brusque et collaborateurs (2010) distinguent l'inattention de la distraction. L'inattention consiste en un déficit d'attention à la scène routière, soit parce que la tâche de conduite (ou de marche) ne sollicite pas l'utilisateur et lui laisse la possibilité de ré-orienter ses ressources vers ses propres pensées ou préoccupations, soit parce que ce sont les pensées ou préoccupations de l'utilisateur qui accaparent ses ressources attentionnelles. La distraction, quant à elle, consiste dans le détournement de l'attention vers un autre objet (externe) et conduit l'individu à être en double tâche (Lemerrier & Cellier, 2008).

• L'inattention

L'inattention est l'un des facteurs les plus souvent cités dans les études portant sur l'accidentologie tramway-autres usagers (Candappa et al., 2013 ; Cleghorn et al., 2009 ; Fitzpatrick et al., 2015 ;

Millot, 2015 ; Castanier et al., 2012 ; Vardon, 2014). Ainsi, Chalanton et Jadoul (2009) considèrent dans leur étude que « *l'attention détournée* » est impliquée dans 56 accidents, soit 31 % des cas. Cependant, la notion est souvent utilisée de manière très générique par les auteurs pour évoquer des difficultés générales d'attention ou de vigilance. De plus, l'inattention est rarement reliée explicitement à des comportements particuliers et l'inattention renvoie tout autant à des comportements tels que traverser sans regarder (Paran et al., 2011) ou ne pas détecter la signalisation ou le tramway (One-Jang, 2004). De même, dans l'étude de Chalanton et Jadoul précédemment citée, cette catégorie regroupe aussi bien des cas où le piéton court que des cas où le piéton ne regarde pas avant de traverser, ou discute avec un autre piéton, ou bien encore utilise un téléphone portable.

Finalement, l'inattention mériterait d'être davantage analysée et davantage reliée à des comportements, parce que beaucoup des comportements évoqués précédemment – pour ne pas dire tous – peuvent relever d'une faute d'inattention.

- **L'usage des MP3, téléphone portable et autres «objets connectés» : objets de distractions**

Dans le domaine de l'accidentalité tramway-autres usagers, un comportement-facteur souvent cité est l'usage d'un MP3, d'un téléphone portable ou d'un GPS (Jenks, 2007 ; Paran et al., 2011 ; Vardon, 2014). Ainsi, Millot (2015) dans une étude française récente note que dans 17 % des accidents analysés, l'utilisation d'écouteurs ou de téléphone portable était en cause. Ces distracteurs sont également cités dans le cas d'accidents aux passages à niveaux (Caird, Creaser, Edwards, & Dewar, 2002) ou dans les études plus générales de sécurité routière (voir par exemple Brusque et al., 2010).

Il s'agit à la fois d'un comportement observé par les traminois en tant que tel mais qui doit aussi être mis en lien avec un comportement non adapté ou dangereux comme par exemple traverser sans regarder. En effet, ce n'est pas l'usage d'un MP3 qui est dangereux en soi mais bien la distraction qu'il provoque qui conduit l'utilisateur à produire un comportement dangereux. Ces distracteurs, que représentent les lecteurs MP3, les téléphones portables ou les GPS, sont donc des facteurs accidentogènes. Les distractions de ce type d'objets sont multiples : distractions visuelles (par exemple si je regarde mon écran de GPS plutôt que la route), distractions physiques (si mes mains règlent le volume) ou bien encore distractions auditives (par exemple si le casque m'empêche d'entendre le gong). Meesmann, Boets et Tant (2009) montrent que le cerveau ne semble pas capable de traiter simultanément une tâche visuelle et auditive de manière optimale. La performance d'une des deux tâches est amoindrie. On soulignera que la seule utilisation d'un de ces objets n'est pas suffisante pour provoquer un accident ou un incident, c'est la conjonction d'un comportement inapproprié (par exemple pour un piéton, marcher là où il ne devrait pas) associé à l'utilisation d'un de ces appareils qui peut causer l'accident.

2.3.6.2 - Les capacités cognitives

- **Les usagers très vulnérables**

Dans cette catégorie, on peut inclure toutes les personnes qui, de par leurs caractéristiques, ont des capacités perceptives ou cognitives diminuées. On pense aux enfants, éventuellement aux personnes âgées, et aux personnes souffrant de déficiences.

Les enfants, de par leur âge, ne sont pas toujours capables de faire face à toutes les situations de la circulation (Brenac, Nachtergaële, & Reiger, 2003 ; DaCoTA, 2012 ; Unger, Eder, Mayr, & Wernig, 2002) soit qu'ils soient inattentifs, non-conscients du danger ou bien encore soit qu'ils

adoptent des comportements dangereux. Dans l'étude de Paran et collaborateurs (2011), cette catégorie est citée par les tramainots comme attirant tout particulièrement leur attention. Dans l'étude de Chalanton et Jadoul (2009), 7,5 % des victimes sont des enfants âgés de moins de 12 ans. Cependant, en France, Millot (2015), dans une analyse récente constate que le ratio d'accidents avec un tramway impliquant des piétons âgés de moins de 13 ans est significativement inférieur à celui de l'accidentologie de référence.

Comme les enfants, les personnes souffrant de déficience mentale peuvent ne pas être attentive, de pas avoir connaissance des règles, adopter des comportements inappropriés. Cette catégorie de personnes est citée dans Chalanton et Jadoul (2009). Millot (2015), quant à elle, note que 13 % des victimes avaient un handicap identifié, cet handicap pouvant être soit d'ordre cognitif, soit d'ordre perceptif ou bien encore d'ordre moteur.

Les personnes âgées peuvent aussi représenter une population vulnérable. Dans certains cas, elles voient leurs capacités perceptives (auditive, visuelle) diminuées, leurs capacités de mouvement ralentir, etc. Millot (2015) note d'ailleurs que sur les six tuées relevées dans son étude (dans un accident direct avec un tramway), quatre avaient plus de 65 ans. Cette population est également citée dans Niemann (2014).

• L'alcool

Il est désormais de notoriété publique que la consommation d'alcool réduit les capacités attentionnelles et cognitives et qu'elle est un facteur de risque déclencheur et/ou aggravant des accidents de la route. L'alcool peut également conduire l'usager à prendre des risques qu'il n'aurait pas pris dans d'autres circonstances. Il s'agit d'un facteur important dans le domaine de l'accidentologie routière. Ainsi, au niveau européen, l'alcool est impliqué dans 25% des accidents de la route (Cestac & Delhomme, 2012). Néanmoins, en ce qui concerne l'accidentologie des tramways, la consommation d'alcool par les usagers ne semble pas être aussi prégnante dans les causes d'accident : « *durant les années 2003 à 2013, l'alcool était plutôt rarement la cause des accidents impliquant un tram. Il est deux fois moins souvent en jeu que pour l'ensemble des accidents de la route* » (Niemann, 2014). Un auteur Australien fait le même constat : « *alcohol was only a very minor factor in the pedestrian incidents* » (Vardon, 2014, p.12). Pour autant, on trouve malgré tout quelques cas rapportés : dans l'étude de Chalanton et Jadoul (2009), l'alcool est impliqué dans 7;5 % des accidents étudiés (soit 11 cas), Hedelin et collaborateurs (1996), de leur côté, notent dans leur étude que 21 % des piétons impliqués dans un accident avec le tramway étaient sous l'influence de l'alcool, la proportion est de 13 % dans l'étude française de Millot (2015) (voir aussi Cameron et al., 2000).

Comme pour les distracteurs, la consommation d'alcool n'est pas un facteur suffisant, c'est la consommation d'alcool qui conduit à une diminution des capacités cognitives et attentionnelles qui elle-même induit des comportements inappropriés.

• Une situation qui dépasse les capacités cognitives

Jusqu'à présent, nous avons envisagé les cas où l'individu voit, pour une raison ou pour une autre (âge, alcool), ses capacités cognitives diminuées. Or, il est aussi possible d'envisager les choses sous un angle différent et de considérer que parfois la situation elle-même dépasse les capacités cognitives normales, par exemple, lorsque le trafic est dense (Irwin, 2000 ; Moutchou et al., 2014 ; Paran et al., 2011) ou que la situation est particulièrement complexe (e.g., quand deux tramways arrivent en même temps ; Margaritis, 2007).

2.3.6.3 - Le cas de l'utilisateur pressé

Un autre facteur leitmotivique souvent cité dans les études est le cas de l'utilisateur pressé (Chalanton & Jadoul, 2009 ; Cleghorn et al., 2009 ; Irwin, 2000 ; Jenks, 2007 ; Kruszyna & Rychlewski, 2013 ; One-Jang, 2004 ; Paran et al., 2011 ; Vardon, 2014). Comme pour l'usage du MP3 ou du téléphone portable, il s'agit à la fois d'un comportement et d'un facteur. Comportement puisqu'il est observé l'utilisateur se dépêcher voire courir, mais aussi facteur, puisque de ce comportement observable on en déduit qu'il était pressé ce qui le conduit notamment à courir. Outre le fait de courir, l'utilisateur peut également adopter des comportements inappropriés, comme traverser sans regarder ou traverser en ligne droite pour un piéton. Cette terminologie de l'utilisateur pressé est de fait relativement floue, d'une part parce qu'elle peut renvoyer à des comportements différents, et d'autre part, parce qu'elle fait l'objet d'une interprétation qui renvoie à la motivation de l'utilisateur. Pour autant, cette seule motivation n'explique pas tout. Elle conduit l'utilisateur à prendre des risques, comme par exemple, pour un automobiliste, ne pas respecter la signalisation ou les barrières, mais également à être moins attentif à son environnement (problème attentionnel) et/ou à avoir une activité cognitive moins efficace (e.g., contrôles visuels imparfaits). L'article de Tiwari, Bangdiwala, Saraswat et Gaurav (2006) souligne que plus les individus s'impatientent et plus la probabilité de produire un comportement dangereux est grande. Enfin, on pourra souligner que ce facteur, s'il apparaît éminemment personnel, peut malgré tout être aussi déterminé par le contexte d'exploitation. Ainsi un temps d'attente trop long conduit les usagers à ne pas respecter le feu (Sisiopiku & Akin, 2003).

2.3.6.4 - Les connaissances, l'expérience et les représentations

La revue de question nous a permis de dégager une catégorie de facteurs liés à la connaissance ou à l'expérience des individus vis-à-vis du tramway. La méconnaissance ou l'inexpérience peuvent conduire les usagers à mal analyser la situation, à mal lire la configuration et à prendre des décisions inappropriées, de bonne foi. On note d'ailleurs que le nombre d'accidents est plus élevé en début de mise en service (Vardon, 2014). On note également que des campagnes de prévention qui cherchent à alerter les usagers sur des problèmes de connaissances du fonctionnement du tramway semblent efficaces pour réduire l'accidentalité et modifier les comportements (par exemple la campagne « *beware the rhino* » qui insistait sur l'inertie du tramway ; (Vardon, 2014). De la même manière, l'étude de Cameron et collaborateurs (2000), réalisée dans la ville de Sheffield, semble indiquer que le *focus* fait par les médias sur la problématique particulière des cyclistes chutant à cause d'une roue bloquée dans les rails a permis de réduire le nombre de ce type d'accidents (sur cette problématique des vélos et des rails voir aussi Populer & Dupriez, 2006) . Autrement dit, améliorer la connaissance des usagers sur le fonctionnement du tramway ou sur les risques spécifiques semblent avoir un effet positif. L'étude de Savage (2005) réalisée sur les passages à niveaux semble aller dans le même sens : les usagers semblaient avoir une mauvaise perception des passages à niveaux et la mise en place d'une campagne d'information a eu un effet positif sur les comportements et le nombre d'accidents¹³.

Parmi les problèmes de connaissance, Paran et collaborateurs (2011) relèvent que 19% des usagers ne connaissent pas la règle de priorité du tramway. Cette difficulté est également repérée par Cerema, 2014 ou Moutchou et collaborateurs (2014). A l'inverse Millot (2014) indique que les usagers semblent connaître cette règle.

¹³ On pourra noter que les problèmes identifiés sont assez proches de ceux évoqués pour le tramway, à savoir mauvaise perception du danger, mauvaise estimation de la vitesse du train, usager pressé qui traverse malgré la signalisation.

La signification de la signalisation pose également problème (Moutchou et al., 2014). Ainsi, (Millot, 2014) relève que les usagers traitent la signalisation lumineuse plus comme une indication que comme une prescription (feu rouge = je traverse en faisant attention). Le fonctionnement du tramway fait aussi l'objet d'une mauvaise connaissance (sens de circulation, vitesse, difficultés de freinage...) (Candappa et al., 2013 ; Chalanton & Jadoul, 2009 ; Cleghorn et al., 2009 ; Coifman & Bertini, 1997 ; Jenks, 2007 ; Margaritis, 2007 ; One-Jang, 2004 ; TCRP, 2009 ; Vardon, 2014). Tout cela conduit parfois l'utilisateur à ne pas savoir quel comportement adopter (One-Jang, 2004).

Enfin, des confusions peuvent naître de l'application de règles routières connues à des situations de circulation de tramway spécifiques. Chalanton et Jadoul (2009) citent par exemple le cas des passages pour piétons marqués comme un passage pour piétons routiers, marquages qui induisent chez l'utilisateur la croyance qu'il est prioritaire. Autrement dit, les usagers peuvent avoir des représentations mentales qui peuvent les conduire à mal interpréter la situation. Dans le même genre de cas, on peut citer le fait que les usagers ont des croyances quant au temps d'attente : une étude citée par One-Jang (2004) indique que la plupart des conducteurs s'attendent à ce que le train arrive en moyenne 20 secondes après le déclenchement du signal, au-delà de quarante secondes, les usagers perdent confiance quant à la crédibilité du signal.

2.3.6.5 - Perception du risque

• Risque objectif et risque subjectif (perçu)

Il existe une différence fondamentale entre le risque objectif, réel tel qu'il peut être quantifié, analysé par les experts et le risque subjectif, perçu par les individus lambda (Bordel, Charron, Hautière, & Somat, 2012). Or, c'est bien à partir de leur perception du risque que les individus vont agir et non pas à partir du risque réel, dont bien souvent ils ignorent l'existence. De plus, même si les campagnes de prévention tentent de faire connaître le risque réel, il arrive que la perception du risque demeure parfois erronée : par exemple, le risque de prendre le volant après avoir bu a été largement diffusé, pour autant certains usagers continuent à considérer qu'ils ne sont pas dangereux, qu'ils savent conduire même après avoir bu (Pavic, Somat, & Bordel, 2006).

Concernant le risque tramway, il a été noté (voir point 2.3.6.4 - Les connaissances, l'expérience et les représentations) que les usagers n'avaient pas toujours connaissance des particularités de fonctionnement du tram et cette mauvaise connaissance peut induire une perception du risque erroné. Ainsi Castanier et collaborateurs (2012) notent que de manière générale, les usagers sous-estiment les risques liés au tramway (voir également One-Jang, 2004). Par ailleurs, l'étude de Cassagnes (2014) met en évidence que les motivations avancées par les cyclistes pour utiliser les voies de tramway sont les sentiments de sécurité et de confort.

• L'optimisme comparatif

L'optimisme comparatif se définit comme une tendance des individus à considérer que les événements positifs auront plus de probabilité de leur arriver qu'à autrui. A l'inverse, ils considèrent qu'ils seront moins concernés qu'autrui par la survenue d'événements négatifs. Dans le domaine de la conduite automobile, il s'agit d'estimer la perception du conducteur quant à sa propension à avoir un accident de la route (Guppy, 1993) comparativement au « *conducteur moyen* » (voir aussi Cestac & Delhomme, 2012). Depuis le milieu des années 80, nombre d'études témoignent de cette propension des individus à manifester de l'optimisme comparatif dans le domaine de la conduite automobile (Delhomme, Verliac, & Martha, 2009). Cependant, les résultats sont parfois contradictoires. Ainsi Chaurand et Delhomme (2012) montrent que 1) plus la croyance en ses compétences de conduite est élevée, plus la perception du risque diminue chez l'utilisateur ; et 2) que plus la perception du risque est faible, plus la probabilité d'adopter un comportement risqué est

forte. Dans le même ordre d'idée, Perrissol, Smedinga, Laumond et Le Floch (2011) ont montré que les conducteurs infractionnistes estimaient avoir des compétences supérieures en termes de conduite automobile qui les amenaient à estimer la survenue d'un accident comme moins probable pour eux que pour autrui. Autrement dit ces résultats montrent que l'optimisme comparatif pourrait amener les conducteurs à adopter des comportements non sécurés. *A contrario*, Castanier et collaborateurs (2012) montrent, dans leur étude sur les interactions avec le tramway, que les piétons qui font preuve d'optimisme comparatif ont moins l'intention d'adopter un comportement risqué que les piétons qui ne font pas preuve de cet optimisme. Cela conduit à distinguer l'optimisme réaliste et l'optimisme irréaliste. L'optimisme irréaliste est évoqué par Chalanton et Jadoul (2009) pour rendre compte de l'implication des adolescents dans l'accidentalité avec un tramway et Castanier et collaborateurs (2012) relèvent l'existence d'optimisme irréaliste chez les jeunes motards. On notera que l'analyse réalisée par Millot (2015) met en évidence que « *les ratios d'accidents [direct] avec tramway impliquant des piétons de 14-17 ans et 18-24 ans sont significativement supérieurs que ceux sur l'ensemble des rues des agglomérations de plus de 360 000 habitants (respectivement 20 % contre 7 %, 22 % contre 10%)* » (p.26).

2.3.6.6 - La recherche de sensation

La recherche de sensation est une variable de personnalité. Elle correspond à « *la recherche de sensations et d'expériences variées, nouvelles, complexes et intenses ainsi que la volonté de prendre des risques physiques, sociaux, légaux et financiers dans l'intérêt de telles expériences* » (Zuckerman, 1994). Elle renvoie à quatre facteurs différents : la désinhibition, la recherche du danger et de l'aventure, la recherche d'expériences et la susceptibilité à l'ennui. La recherche de sensations et en particulier sa dimension de recherche du danger et de l'aventure est un des traits de personnalité fréquemment mis en relation avec des comportements à risque. Cette variable est susceptible de rendre compte de certains comportements comme essayer de dépasser le tram (Paran et al, 2011) ou le train (One-Jang, 2004) ou bien encore des comportements de provocation (Paran et al., 2011).

2.3.6.7 - L'influence du groupe

Tout un pan de la psychologie sociale s'intéresse aux phénomènes de groupe. L'idée démontrée depuis longtemps est que l'individu, placé dans un groupe, ne se comportera pas de la même manière que si il était seul. De ce point de vue, on peut noter dans l'étude de Kruszyna et Rychlewski (2013) que le fait qu'un piéton traverse au feu rouge va influencer les autres piétons. Ce phénomène est prégnant chez les adolescents (Candappa et al., 2013 ; Chalanton & Jadoul, 2009).

De son côté, l'étude de Paran et collaborateurs (2011) souligne que, du point de vue des traminots, certaines périodes et certaines zones géographiques sont plus difficiles que d'autres. Parmi ces périodes et ces zones, celles qui représentent une sur-affluence (rentrées, fêtes de fin d'année, événements particuliers, zones piétonnes, cœur d'agglomération...) sont particulièrement pointées du doigt. Il n'est pas exclu que la difficulté provienne de ce type de phénomènes de groupe.

Le groupe joue également à travers ce qu'il est convenu d'appeler les normes subjectives. Elles correspondent à ce que nous pourrions nommer dans le langage courant la « *pression sociale* ». Le postulat est le suivant : une personne adopte plus facilement un comportement si son entourage cautionne ce comportement. Cette dimension apparaît dans les études qui se réfèrent à la TCP (voir par exemple Paran et al., 2011).

2.3.6.8 - Les attitudes

Les études qui se réfèrent au modèle de la TCP ont souvent recours à ce concept (voir par exemple Cestac & Delhomme, 2012). Dans leur étude, Paran et collaborateurs (2011) mesurent l'attitude vis-à-vis d'un comportement risqué en lien avec le tramway (e.g., traverser les voies du tramway en dehors des passages pour piétons ; traverser devant le tramway...), ils montrent que l'attitude est reliée à l'intention comportementale de produire un comportement risqué.

2.3.7 - Discussion

On pourra relever, en guise de conclusion, que les facteurs les plus évoqués dans les études sont le faible risque perçu, le manque de connaissances et les problèmes d'attention.

Il est important de soulever également que ces facteurs interagissent et peuvent jouer simultanément un rôle dans la survenue de l'accident. La figure 5 illustre une interconnexion possible.

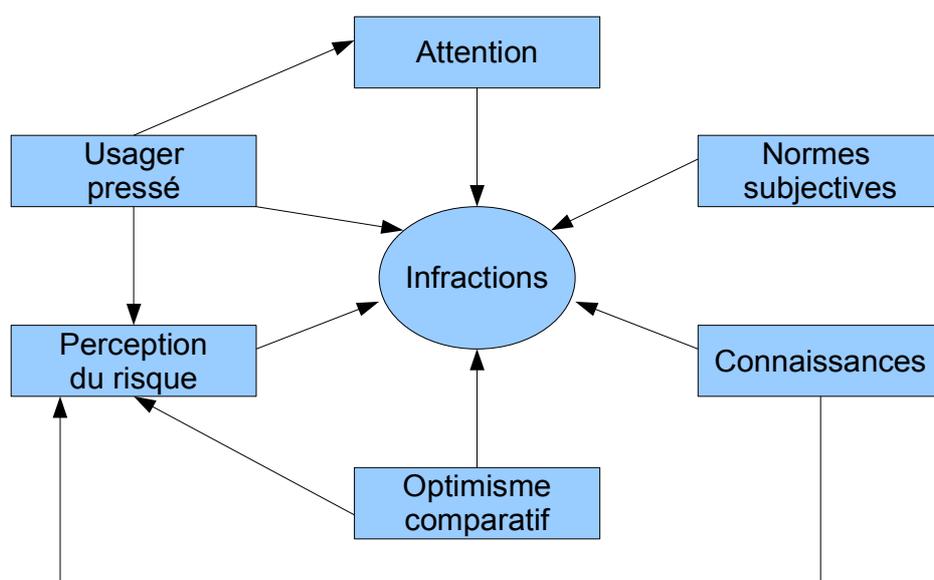


Figure 5. Illustrations d'interconnexions entre les facteurs.

Ainsi un usager pressé, qui court pour prendre le tramway par exemple, sera moins attentif à l'environnement, et donc à la signalisation ; il sera plus susceptible de commettre des infractions et d'être victime d'un accident. De même, le fait d'être pressé va influencer sur sa perception du risque ; cet usager traitera en priorité la variable « temps » avant la variable « risque ». L'optimisme comparatif dont il fait preuve et sa connaissance biaisée du fonctionnement du tramway le conduiront peut-être également à avoir une vision biaisée des risques et à commettre une infraction.

Il convient, par conséquent, de garder en tête la complexité à laquelle renvoie la notion de facteur humain.

3 - POUR ALLER PLUS LOIN...

3.1 - L'aspect comportemental dans la collecte des données

3.1.1 - Dans le domaine routier

Dans le domaine routier, les accidents sont inscrits dans les BAAC, Bulletins d'Analyse d'Accident Corporel de la Circulation, remplis par les forces de l'ordre. L'un des buts de ces bulletins est d'orienter les campagnes en sécurité routière. Le tramway y figure, dans la catégorie « Véhicules¹⁴ ».

Au niveau du comportement des usagers¹⁵, plusieurs champs correspondent à nos catégories – « *attention perturbée* », « *utilisation du téléphone portable* » ou encore « *manœuvre du piéton*¹⁶ » - et peuvent être mis en parallèle des comportements et facteurs repérés dans la littérature. Cependant, ces champs sont assez limités quant à la compréhension du comportement de l'utilisateur et ne sont pas assez précis pour pouvoir dégager des facteurs comportementaux.

Des travaux dans le domaine routier mettent en évidence la difficulté de recueillir des données fiables concernant le comportement humain. Ainsi, l'étude de Van Elslande et coll. précise le point suivant : « *Il faut savoir [...] que la détermination des processus d'erreur exige des données approfondies (notamment par entretien) qu'il n'est pas toujours aisé d'obtenir [...] notamment par suite d'une falsification de témoignage, d'un refus d'entretien, ou du décès de la personne* » (Van Elslande & Fouquet, 2005). Une étude australienne fait le même constat (Salmon, Regan, & Johnston, 2006). Les auteurs notent que l'analyse des données comportementales n'est pas aisée du fait d'un manque de précision dans les données ; le risque de subjectivité est important dans l'analyse des procès verbaux, il serait préférable d'interroger directement les personnes impliquées dans les accidents. Les auteurs suggèrent une nouvelle méthode de collecte, combinant observation, questionnaire et entretien. D'après eux, cette collecte serait plus efficace d'un point de vue préventif et permettrait de dégager les facteurs humains impliqués dans les accidents.

3.1.2 - Dans le domaine du tramway

Le STRMTG, en complément de l'utilisation du BAAC, demande aux exploitants de remplir une « *fiche accident* » à chaque événement. Dans cette fiche figure le type d'infraction que l'utilisateur a commis, des données quant à l'infrastructure et une description générale des circonstances de l'événement. Ici encore, les données spécifiques au comportement humain, sans être totalement absentes, ne sont pas complètes. Nous précisons que nous avons conscience de la difficulté que peut présenter l'inscription détaillée de ce type de données pour chaque accident, en particulier quand le document est renseigné sur place.

Les données comportementales recueillies lors de la survenue d'un accident sont donc assez limitées. Pourtant, la compréhension du comportement humain et son rôle dans les accidents sont des objectifs nationaux et internationaux dans le domaine de la sécurité routière. Ainsi, plusieurs auteurs préconisent des modifications quant à la collecte des données d'accidents :

¹⁴Il existe quatre grandes catégories : « *Caractéristiques* », « *Lieux* », « *Véhicules* » et « *Usagers* ».

¹⁵Catégorie « *Usagers* », sous catégorie « *Facteurs liés à l'utilisateur* ».

¹⁶Catégorie « *Usagers* », sous catégorie « *1ère et 2ème infractions* ».

- le rapport de Chalenton et Jadoul (2009) s'est intéressé aux « *variables comportementales* » : les auteurs précisent qu'ils se sont principalement appuyés sur les déclarations des conducteurs de tramway pour étudier le comportement des usagers, les données en leur possession étant insuffisantes ;
- certains auteurs remarquent que les données d'accidentologie tramway sont trop peu nombreuses, notamment pour les traitements statistiques, d'où la nécessité de compléter les connaissances par des observations (directes ou vidéo) (TCRP, 2009c).

Plusieurs études s'intéressent à l'harmonisation des données :

- l'étude de Fontaine et collaborateurs (2014) préconise d'harmoniser (sans nécessairement standardiser) les données d'accidentologie au niveau européen ;
- le rapport de Cleghorn et collaborateurs (2009) recommande d'harmoniser les données d'accidentologie au niveau national.

3.2 - L'exemple canadien

Le Service de Police de la Ville de Montréal (SPVM) a mis en place une méthodologie de collecte des accidents qui prend en compte l'aspect comportemental des usagers.

3.2.1 - Niveau 1 : le rapport d'accident de véhicules routiers

Lors de la survenue d'un accident de la route, l'agent de la paix remplit dans un premier temps un document assez général, le « *Rapport d'accident de véhicules routiers* ». Sont renseignées des informations sur les circonstances de l'accident (heure, lieu, noms des différentes parties, etc.). Ces informations peuvent être comparées à celles présentes dans le BAAC.

3.2.2 - Niveau 2 : le rapport complémentaire-causes probables des accidents

Dans un second temps, l'agent est invité à remplir un document intitulé « *Rapport complémentaire-causes probables des accidents* ». Ce rapport a pour but de fournir des éléments pour la compréhension des comportements des usagers et est utilisé pour orienter les campagnes de prévention. Il n'a pas de portée légale, comme le précise le Guide de rédaction du rapport d'accidents de véhicules routiers : « [les données du rapport complémentaire] *reposent sur une évaluation subjective effectuée par l'agent de la paix au moment de l'accident. Elles n'ont par conséquent, aucune portée légale. Leur seule utilité est d'orienter les actions de prévention en sécurité routière de l'ensemble des intervenants*¹⁷ ». Nous retrouvons dans ce rapport les notions de fatigue, d'attention (distraction), les comportements infractionnels, des informations sur l'infrastructure et les véhicules. Ce document a pour vocation de dégager un ou plusieurs facteurs de risque. Un exemplaire est présenté en Annexe 4.

3.2.3 - Niveau 3 : le reconstitutionniste

Après le remplissage de cette fiche, le SPVM réalise un troisième niveau d'analyse pour la compréhension des accidents : il s'agit du travail du reconstitutionniste. Un agent de la paix expert en accidentologie va fournir des données plus précises sur les conditions de l'accident. Cet agent

¹⁷Lavallée, P. (2014). L'intervention policière, de la théorie à la pratique. Presented at Les distractions au volant, Québec.

intervient directement sur les lieux de l'accident et fournit des données scientifiques précises (analyse des trajectoires, des conditions environnementales, etc.) qui complètent les deux précédents rapports. Le reconstitutionniste peut être sollicité lors des procès.

Une analogie peut être faite avec les EDA ou les enquêtes comprendre pour agir (ECPA) menées en France sous l'initiative du préfet suite à un accident mortel, de manière non-systématique. Le but de ces enquêtes est de rechercher l'ensemble des causes de l'accident, sans hiérarchiser leur importance ; il ne s'agit pas de déterminer la responsabilité pénale ou civile des impliqués¹⁸. Les enquêteurs sont amenés à réaliser des entretiens avec les victimes, les impliqués, les gestionnaires de la voirie et différents spécialistes. Il pourrait être judicieux de s'inspirer de ces enquêtes afin de travailler sur l'accidentologie des tramways, même lorsque l'accident ou l'incident n'a pas d'issue mortelle.

3.3 - Les actions éducatives

Concernant les actions de prévention que nous avons pu relever lors de la revue de question, nous remarquons deux grandes tendances : parmi les 30 études centrées sur le domaine du tramway, 12 recommandent des actions visant à éduquer les usagers et 5 évoquent les différentes possibilités répressives. Les autres travaux recommandent des modifications d'infrastructures. L'éducation des usagers semble donc être la priorité.

Les campagnes évoquées dans les études sont basées essentiellement sur le déficit de connaissances ; elles recommandent d'informer sur la règle de priorité absolue du tramway (Castanier et al., 2012 ; Cleghorn et al., 2009) et de rappeler la réglementation générale du tramway (Paran et al., 2011 ; One-Jang, 2004 ; TCRP, 2001 ; Chalenton & Jadoul, 2009 ; TCRP, 2009b ; Cameron, Harris, & Kehoe, 2000 ; Unger et al., 2002 ; TCRP, 2009a ; Coifman & Bertini, 1997).

Seules trois études recommandent d'orienter des actions de prévention vers une modification du risque perçu (Castanier et al., 2012 ; Paran et al., 2011 ; TCRP, 2009a).

Enfin, Vardon (2014) met en avant le défaut d'attention en prenant l'exemple d'une ville en Angleterre qui a fait le choix de dessiner des fleurs au sol à proximité des voies afin d'attirer l'attention des touristes et des usagers.

Il est à noter que les actions éducatives citées en exemple dans les études n'ont pas été évaluées (ou peu) quant à leur efficacité dans la réduction du nombre d'accidents. Il s'agit pourtant d'un aspect important, notamment pour les financeurs des campagnes. Ainsi, plusieurs études recommandent de mener des travaux en ce sens (Cleghorn et al., 2009 ; TCRP, 2001). De plus, les campagnes doivent cibler un comportement particulier¹⁹ et une population spécifique, de préférence la population la plus à risque (TCRP, 2009c). Plusieurs études recommandent de répéter ces campagnes dans le temps (TCRP, 2009c ; Unger, Eder, Mayr, & Warnig, 2002), afin de maximiser l'efficacité. Enfin, il convient d'être vigilant dans l'utilisation de la peur pour changer un comportement, si l'émotion est trop forte, l'utilisateur gère en priorité cette émotion et ne traite pas l'information contenue dans le message (Coifman & Bertini, 1997).

¹⁸http://www.driea.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/dossier_accueil_ecpa_cle73bbe31_cle663d89_cle6f7496.pdf

¹⁹Nous savons par exemple qu'un message trop général du type « Attention à votre sécurité » est inefficace (Coifman & Bertini, 1997b).

3.4 - Les actions répressives

Un nombre plus restreint de travaux préconisent des actions répressives, qui sont considérées comme étant efficaces dans la réduction du nombre d'infractions (Cleghorn et al., 2009 ; TCRP, 2001 ; TCRP, 2009c ; TCRP, 2009b). Cependant, le lien entre la diminution du nombre d'infractions et la diminution du nombre d'accidents n'est pas toujours mis en évidence (Cleghorn et al., 2009 ; TCRP, 2009c). Toutefois, il semble que le nombre de collisions augmente avec le nombre d'infractions (TCRP, 2009b). Nous remarquons également que le fait de verbaliser semble avoir un effet immédiat sur la diminution des infractions, mais peu ou pas d'effet à long terme : dès que les verbalisations diminuent, le taux d'infractions remonte proche de son niveau initial (Cleghorn et al., 2009).

Un exemple de programme répressif américain consiste à prendre une photo des usagers infractionnistes, grâce à un dispositif placé aux passages à niveau. La photo est ensuite envoyée à l'utilisateur en question, accompagnée d'une contravention (TCRP, 2001). L'efficacité de ce programme n'est avérée que pour la diminution du nombre d'infractions. Un autre exemple nous vient encore une fois des États-Unis : les piétons repérés en situation de traversée dangereuse peuvent être verbalisés. L'amende peut atteindre 85 dollars²⁰.

De manière générale, l'étude de Coifman et Bertini (1997) montre que les mesures répressives ne sont efficaces que si elles sont couplées à des mesures éducatives pour la réduction des accidents. La répression diminue certes le nombre d'infractions, mais ne permet pas de modifier le comportement des usagers sur le long terme.

CONCLUSION

L'accidentologie des tramways est un domaine crucial dans le cadre du développement de ce nouveau mode de transport et dans ce domaine, la prise en compte des facteurs humains est nécessaire. La présente revue de question nous a permis de déterminer la population la plus à risque vis-à-vis des accidents de tramway, à savoir les piétons. Cette population présente des caractéristiques spécifiques qu'il convient de prendre en compte dans d'éventuels prochains travaux.

L'analyse des comportements et facteurs associés a permis de mettre en relief plusieurs freins à la compréhension des comportements humains dans le domaine des transports, à commencer par les techniques de collecte de données. En effet, l'état actuel des connaissances dans le domaine du tramway ne nous permet pas de prioriser les facteurs de risque autrement que par la comparaison avec le domaine routier. Une méthode de collecte par questionnaire permettrait de pallier aux manques de données, de même que l'étude des quasi-accidents. Par ailleurs, les références à des modèles théoriques sont peu nombreuses et peu d'études développent des approches systémiques.

De fait, si cette analyse a permis de repérer les comportements et les facteurs en cause, elle a échoué à vraiment donner des pistes d'action, dans la mesure où les interactions entre les facteurs humains, infrastructurels et contextuels sont peu documentées. Il conviendrait par conséquent de pouvoir travailler dans ce sens, afin d'avoir une meilleure compréhension des phénomènes.

²⁰<http://www.northjersey.com/news/fort-lee-police-cracking-down-on-jaywalkers-1.1216316>

4 - RÉFÉRENCES

- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179-211.
- Ajzen, I., & Fishbein, M. (1980). *Understanding attitudes and predicting social behavior*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Bailly, B. (2004). *Conscience de la situation des conducteurs : Aspects fondamentaux, méthodes, et application pour la formation des conducteurs* (Thèse de doctorat). Lumière Lyon 2, Lyon, France.
- Beer, S., & Brenac, T. (2006). Tramways et sécurité routière, l'expérience des pays germanophones. *Transport, Environnement et Circulation*, 190, 40-46.
- Bernard, V. (2010). *Modsafes WP1 D1.2 Final Report – State of the art on Safety Responsibilities ans Certification*. eu: European Commission. Consulté à l'adresse http://www.modsafes.eu/fileadmin/documents/deliverables/DEL_D1.2_INRETS_WP1_V3_01.pdf?PHPSESSID=4c84e615484233838f6a9816b5d2e633
- Bordel, S., Charron, C., Hautière, N., & Somat, A. (2012). *Acceptabilité d'un système embarqué*. Présenté au 54ème congrès national de la Société française de Psychologie, Montpellier, France. Consulté à l'adresse <http://sfpsy.org/IMG/pdf/actes-54emecongres-sfp2012-def.pdf>
- Boulanger, A. (2010). *Campagnes de communication sur la sécurité routière : Manuel pour l'élaboration, la mise en œuvre et l'évaluation (version abrégée)*. France: CAST.
- Bremond, R. (2014, avril). Where we look when we drive : A multidisciplinary approach. *TRA Transport Research Arena*. France.
- Brenac, T., & Clabaux, N. (2005). The indirect involvement of buses in traffic accident processes. *Safety Science*, 43(10), 835-843. <http://doi.org/10.1016/j.ssci.2005.04.003>

- Brenac, T., & Fleury, D. (1999). Le concept de scénario type d'accident de la circulation et ses applications. *Recherche Transports Sécurité*, 63, 63-76.
[http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0761-8980\(00\)80041-2](http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0761-8980(00)80041-2)
- Brenac, T., Nachtergaële, C., & Reiger, H. (2003). *Scénarios types d'accidents impliquant des piétons et éléments pour leur prévention* (Rapports INRETS No. 256) (p. 209). Marne la Vallée, France: IFSTTAR.
- Brusque, C., Bruyas, M.-P., Fabrigoule, C., Hamelin, F., Hours, M., Lagarde, E., ... Van Eslande, P. (2010). *Téléphone et sécurité routière* (Rapport) (p. 283). Paris, France: Inserm. Consulté à l'adresse http://www.google.fr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCQQFjAAahUKEwi3wbXA9M7IAhVM0hoKHbNGC-Q&url=http%3A%2F%2Fwww.inserm.fr%2Fcontent%2Fdownload%2F35883%2F229156%2Fversion%2F3%2Ffile%2Ftelephone_et_securite_routiere_vers_final.pdf&usg=AFQjCNF331EqtlUzaPJEpJgvWU9u0GPx4Q&cad=rja
- Caird, Creaser, Edwards, & Dewar. (2002). *Une analyse des facteurs humains dans les accidents aux passages à niveau au Canada* (No. TP 13938F). Canada: Laboratoire de recherche en ergonomie cognitive Département de psychologie Université de Calgary Calgary, Alberta.
- Cameron, Harris, & Kehoe. (2000a). Tram-related injuries in sheffield. *Injury Journal*, p. 275-277. UK.
- Cameron, Harris, & Kehoe. (2000b). Tram-related injuries in sheffield. *Injury Journal*, p. 275-277. UK.
- Candappa, N., Corben, B., & Yuen, J. (2013). *Addressing the conflict potential between motor vehicles and trams at cut-through locations* (Monash University Accident Research Centre Report No. 317) (p. 47). Victoria (Australia). Consulté à l'adresse <http://www.monash.edu.au/miri/research/reports/muarc317.pdf>

- Cassagnes, J. (2014). *Interaction vélos / tramways dans les réseaux français. Phases 1 et 2* (Rapport Cerema) (p. 2096). Cerema DTer Méditerranée. Consulté à l'adresse <http://www.territoires-villes.cerema.fr/circulation-des-cyclistes-sur-les-plate-formes-a1422.html>
- Castanier, C., Paran, F., & Delhomme, P. (2012). Risk of crashing with a tram: Perceptions of pedestrians, cyclists, and motorists. *Transportation Research Part F*, 15, 387-394.
- Cerema Med. (2014). *Traversées piétonnes matérialisées sur sites axiaux et latéraux de tramway : quels comportements des piétons ?* Cerema Dter Méditerranée.
- Cestac, J., & Delhomme, P. (2012). *European road users' risk perception and mobility. The SARTRE 4 survey* (Rapport de recherche). Bruxelles, Belgique: Commission Européenne.
- Chalanton, I., & Jadoul, M. (2009). *Étude des accidents entre un tram et un piéton en région de bruxelles-capitale* (Rapport d'étude) (p. 71). Bruxelles (Belgique): IBSR.
- Chalenton, I., & Jadoul, M. (2009). *Etude des accidents entre un tram et un piéton en région de bruxelles-capitale*. Belgique: Institut Belge pour la Sécurité Routière.
- Channouf, A., Py, J., & Somat, A. (1996). Prédire des comportements à partir des attitudes : nouvelles perspectives. In *Des attitudes aux attributions. Sur la construction de la réalité sociale* (Vol. 2, p. 55-65). Grenoble, France: PUG.
- Chaurand, N., & Delhomme, P. (2012). Cyclists and drivers in road intersections : a comparison of perceived crash risk. *Accident Analysis and Prevention*. France.
- Cleghorn, D. (2009). *TCRP Report 137: Improving Pedestrian and Motorist Safety Along Light Rail Alignments* (No. 137). North America (United States and Canada): Transit Cooperative Program. Consulté à l'adresse http://www.tcrponline.org/PDFDocuments/TCRP_RPT_137.pdf
- Cleghorn, D., Clavelle, A., Boone, J., Masliah, M., & Levinson, H. S. (2009). *Improving Pedestrian and Motorist Safety Along Light Rail Alignment* (No. TCRP Rport 137) (p. 148). Washington

D.C., USA: TRB. Consulté à l'adresse
http://www.tcrponline.org/PDFDocuments/TCRP_RPT_137.pdf

- Coifman, B., & Bertini, R. (1997a). Median Light Rail Crossings: Accident causation and countermeasures. *California PATH Working Paper*. US.
- Coifman, B., & Bertini, R. (1997b). Median Light Rail Crossings: Accident causation and countermeasures. *California PATH Working Paper*. US.
- Conner, M., Lawton, R., Parker, D., Chorlton, K., Manstead, A. S. R., & Stradling, S. (2007). Application of the theory of planned behaviour to the prediction of objectively assessed breaking of posted speed limits. *British Journal of Psychology*, 98(Pt 3), 429-453.
<http://doi.org/10.1348/000712606X133597>
- COST. (2011). *Memorandum of understanding* (No. 4144/11) (p. 27). Bruxelles, Belgique: COST.
- DaCoTA. (2012). *Children in road traffic* (Dacota No. 4.8.c) (p. 44). eu: DaCoTA.
- Delhomme, P., Verhac, J. F., & Martha, C. (2009). Are drivers' comparative risk judgments about speeding realistic? *Journal of Safety Research*, 40, 333-339.
- Dupriez, B., & Houdmont, A. (2009). *Accidents de piétons sur passages pour piétons non réglés par feux* (Rapport d'étude) (p. 68). Bruxelles, Belgique: IBSR. Consulté à l'adresse www.securiteroutiere.irisnet.be
- Elgarov, A. (1995). Road crashes and alcohol abuse in Kabardino-Balkaria. In *Proceedings of the 13th International Conference on alcohol, drugs and driving safety* (Vol. 2, p. 741-743).
- Elliott, M. A., Armitage, C. J., & Baughan, C. J. (2007). Using the theory of planned behaviour to predict observed driving behaviour. *British Journal of Social Psychology*, 46, 69-90.
<http://doi.org/10.1348/014466605X90801>
- Elvik, R., Høy, A., Vaa, T., & Sørensen, M. (2009). *The Handbook of Road Safety Measures*. Emerald Group Publishing.

- Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention, and behavior: An introduction to theory and research*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (2010). *Predicting and Changing Behavior: The Reasoned Action Approach*. New-York, USA: Psychology Press.
- Fitzpatrick, K., Warner, J., Brewer, M. A., Bentzen, B. L., Barlow, J. M., & Sperry, B. (2015). *Guidebook on pedestrian crossings of public transit rail services* (TCRP Report No. 175) (p. 1732). WASHINGTON, D.C. (USA): Transit Cooperative Program.
- Fontaine, L., Teixeira, M., Sucha, M., Bertrand, D., Novales, M., & Walmsley, D. (2014). *Operation and safety of tramways in interaction with public space. Public Report Work Phase 1* (Report No. COST TU1103) (p. 90). Consulté à l'adresse <http://www.tram-urban-safety.eu/spip.php?article329>
- Forward, S., Kazemi, A., Adamos, G., Ausserer, K., Brijs, K., Brijs, T., ... others. (2009). *A theoretical approach to assess road safety campaigns: Evidence from seven European countries*. Bruxelles, Belgique: Belgian Road Safety Institute, BIVV-IBSR. Consulté à l'adresse http://www.cast-eu.org/docs/Theoretical%20Approach_Final.pdf
- Guého, L., Granié, M.-A., & Abric, J.-C. (2014). French validation of a new version of the Driver Behavior Questionnaire (DBQ) for drivers of all ages and level of experiences. *Accident Analysis & Prevention*, 63, 41-48. <http://doi.org/10.1016/j.aap.2013.10.024>
- Guppy, A. (1993). Subjective probability of accident and apprehension in relation to self-other bias, age, and reported behavior. *Accident Analysis & Prevention*, 25, 375-382.
- Hadj Mabrouk, A., & Hadj Mabrouk, A. (2003). *Approche d'intégration de l'erreur humaine dans le retour d'expérience. Application au domaine de la sécurité des transports ferroviaires* (Rapport INRETS No. 43) (p. 110). Arcueil, France: INRETS. Consulté à l'adresse http://www.ifsttar.fr/fileadmin/user_upload/editions/inrets/Syntheses/Syntheses_INRETS_S_43.pdf

- Hedelin, A., Björnstig, U., & Brismar, B. (1996). Trams—a risk factor for pedestrians. *Accident Analysis & Prevention*, 28(6), 733-738. [http://doi.org/10.1016/S0001-4575\(96\)00048-6](http://doi.org/10.1016/S0001-4575(96)00048-6)
- Hedelin, A., Bunketorp, O., & Björnstig, U. (2002). Public transport in metropolitan areas — a danger for unprotected road users. *Safety Science*, 40(5), 467-477. [http://doi.org/10.1016/S0925-7535\(01\)00014-5](http://doi.org/10.1016/S0925-7535(01)00014-5)
- Irwin, D. (2000). Safety Criteria for Light Rail Pedestrian Crossings. In *Exeprience, economics & evolution - From starter lines to growing systems* (p. 266-287). Portland, Oregon: TRB. Consulté à l'adresse http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/circulars/ec058/08_02_Irwin.pdf
- Jenks, C. (2007). *Audible signals for pedestrian safety in LRT environments* (Research Results Digest No. 84) (p. 24). Washington, DC (USA): TRB. Consulté à l'adresse http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/tcrp/tcrp_rrd_84.pdf
- Khambata, S., & Tong, R. (2009). *Understanding how pedestrians interface with trams*. UK: TRL Transport Research Laboratories. Consulté à l'adresse <http://www.starconference.org.uk/star/2009/ShaneenKhambata.pdf>
- Korve, H. W., Ogden, B. D., Siques, J. T., Mansel, D. M., Richards, H. A., Gilbert, S., ... Hughes, R. G. (2001). *Light rail service: pedestrian and vehicular safety* (TRCP Report No. TCRP Report 69) (p. 150). Washington, D.C.: National Academy Press. Consulté à l'adresse http://www.tcrponline.org/PDFDocuments/tcrp_rpt_69.pdf
- Kruszyna, M., & Rychlewski, J. (2013, décembre 3). Influence of approaching tram on behaviour of pedestrian in signalised crosswalks in Poland. *Accident Analysis and Prevention*. Poland.
- Labonnefon, V. de, & Passelaigue, J.-M. (2015). *Accidentologie des tramways. Analyse des événements déclarés – année 2013 – évolution 2004-2013* (Rapport d'étude) (p. 44). Grenoble, France: STRMTG. Consulté à l'adresse http://www.strmtg.developpementdurable.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport_accidents_tramway_2013.pdf

- Larouzée, J., Guarnieri, F., & Besnard, D. (2014). *Le modèle de l'erreur humaine de James Reason* (Papiers de recherche CRC working papers series No. 24) (p. 45). Sophia Antipolis: Mines ParisTech.
- Lemercier, C., & Cellier, J.-M. (2008). Les défauts de l'attention en conduite automobile : inattention, distraction et interférence. *Le travail humain*, 71(3), 271. <http://doi.org/10.3917/th.713.0271>
- Lieury, A. (2008). *Psychologie cognitive*. Paris: Dunod.
- Margaritis, D. (2007). Accident-analysis-into-the-primary-and-secondary-safety-of-city-trams-in-the-n.pdf. In *PROCEEDINGS OF THE EUROPEAN TRANSPORT CONFERENCE 2007 HELD 17-19 OCTOBER 2007, LEIDEN, THE NETHERLANDS*. Netherlands: Hellenic Institute of Transport (HIT).
- MEDDE. (2012). *Le renouveau du tramway en France* (brochure) (p. 31). Paris - La Défense, France.
- Meesmann, Boets, & Tant. (2009). *MP3 players and traffic safety « State of the Art »*. Belgique: IBSR.
- Michon, J. A. (1985). A critical view of driver behavior models: What do we know, what should we do? In L. Evans & R.C. Schwing (Eds.), *Human behavior and traffic safety*. New-York, USA: Plenum Press.
- Millot, M. (2011). Traversée piétonne des sites tramways : quels comportements des piétons ? In *Qualité et sécurité du déplacement piéton : facteurs, enjeux et nouvelles actions*. Salon-de-Provence, France: IFSTTAR.
- Millot, M. (2014). *Traversées piétonnes matérialisées sur sites axiaux et latéraux de tram_ accidentologie et comportement des piétons*.
- Millot, M. (2015). *Étude des accidents piétons sur des rues avec aménagement de sites de transports collectifs PHASE 1 – METHODOLOGIE ET DEFINITION DES ENJEUX DE SECURITE* (Rapport d'étude) (p. 62). Aix-en-Provence: Cerema DTer Méditerranée.

- Moessinger, M., Kassaagi, M., Amalberti, R., & Mars, F. (2006). *Méthodologie d'évaluation de l'adaptation comportementale induite par les assistances à la conduite (MEDAC)* (Rapport PREDIT final du programme Psycho) (p. 106). Nantes: IRCCyN.
- Moutchou, F., Cherkaoui, A., & El Koursi, E. M. (2014). Human factors in the analysis of the « tram-car drivers » at intersections. *Journal of Civil Engineering and Architecture*, 8(4), 438-4445.
- Moyano Diaz, E. (2002). Theory of planned behavior and pedestrians intentions to violate traffic regulations. *Transportation Research Part F*, p. 169-175. Chile.
- Niemann, S. (2014). *SINUS 2014*. Suisse: BPA.
- One-Jang, J. (2004a). *Survey of Driver Perceptions of Railroad and Light Rail Warning Devices/Grade Crossings* (No. FHWA-NJ-2004-025). US: New Jersey Department of Transportation.
- One-Jang, J. (2004b). *Survey of Driver Perceptions of Railroad and Light Rail Warning Devices/Grade Crossings* (No. FHWA-NJ-2004-025). US: New Jersey Department of Transportation.
- Paran, F., Delhomme, P., & castanier, C. (2011). *Interactions route-tram. Analyse du risque et des difficultés perçues entre conducteurs de tramway et autres usagers de la voirie* (Rapport d'étude IFSTTAR - Convention du 26/10/09 N° 09/229 MEDDTL/DGITM/SAGS) (p. 82). Satory: IFSTTAR.
- Paran, F., Delhomme, P., & Castanier, C. (2011). *Interactions route-tram : analyse du risque et des difficultés perçues entre conducteurs de tramway et autres usagers de la voirie*. (rapport d'étude No. 09/229). IFSTTAR.
- Parker, D., Lajunen, T., & Stradling, S. (1998). Attitudinal predictors of interpersonally aggressive violations on the road. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 1(1), 11-24. [http://doi.org/10.1016/S1369-8478\(98\)00002-3](http://doi.org/10.1016/S1369-8478(98)00002-3)
- Pavic, G., Somat, A., & Bordel, S. (2006). *Conduite sous l'emprise de l'alcool et récidive* (p. 185). Rennes, France: Université de Rennes 2.

- Perrissol, S., Smedinga, A., Laumond, F., & Le Floch, V. (2011). Effect of a road safety training program on drivers' comparative optimism. *Accident Analysis and Prevention*, (43), 478-482. <http://doi.org/10.1016/j.aap.2010.08.023>
- Populer, M., & Dupriez, B. (2006). *Accidents de cyclistes en contexte urbain*. Belgique: IBSR.
- Reason, J. (1987). Generic Error-Modelling System (GEMS): A cognitive Framework for Locating Common Human Error Forms. In *J. Rasmussen, K. Duncan and J. Leplat (Eds), New Technology and Human Error* (p. 63-86). Chichester, UK: Wiley.
- Reason, J. (1990). *Human Error*. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.
- REASON, J., MANSTEAD, A., STRADLING, S., BAXTER, J., & CAMPBELL, K. (1990). Errors and violations on the roads: a real distinction? *Ergonomics*, 33(10-11), 1315-1332. <http://doi.org/10.1080/001401390008925335>
- Richard, J.-F. (1980). *L'attention*. Paris, France: PUF.
- Ruer, P., Cabon, P., & Vienne, F. (2014). Prevention of wrong way accidents on highways : a human factors approach. *TRA Transport Research Arena*. France.
- Salmon, P., Regan, M., & Johnston, I. (2005). *Human Error and Road Transport: phase one - literature review* (Monash University Accident Research Centre Report No. 256) (p. 165). Victoria, Australia: Monash University.
- Salmon, P., Regan, M., & Johnston, I. (2006). *Human error and road transport : phase two - a framework for an error tolerant road transport system* (No. 257). Australia: Monash University.
- Savage, I. (2005). Does public education improve rail-highway crossing safety ? *Accident Analysis and Prevention*, p. 310-316. US.
- Sheppard, B. H., Hartwick, J., & Warshaw, P. R. (1988). The Theory of Reasoned Action: A Meta-Analysis of Past Research with Recommendations for Modifications and Future Research. *Journal of Consumer Research*, 15(3), 325-343.

- Sisiopiku, & Akin. (2003). Pedestrian behaviors at and perceptions towards various pedestrian facilities : an examination based on observation and survey data. *Transportation Research Part F*, p. 249-274. US.
- TCRP. (2001). *TCRP Report 69 Light Rail Service : Pedestrian and Vehicular Safety* (No. 69). US: Transit Cooperative Program.
- TCRP. (2009a). *Light Rail Vehicle Collisions with Vehicles at Signalized Intersections* (Synthesis No. 79) (p. 50). Washington D.C., USA: TRB.
- TCRP. (2009b). *TCRP_tsyn79_Light rail vehicle collisions with vehicles at signalized intersections*. TCRP.
- TCRP. (2009c). *TCRP Web Only Document 42*. Transit Cooperative Program.
- Tiwari, G., Bangdiwala, S., Saraswat, A., & Gaurav, S. (2006). Survival analysis : Pedestrian risk exposure at signalized intersections. *Transportation Research Part F*, p. 77-89. Inde.
- Unger, Eder, Mayr, & Warnig. (2002). Child pedestrian injuries at trams and bus stops. *Injury Journal*, p. 485-488. Autriche.
- Unger, R., Eder, C., Mayr, J. M., & Wernig, J. (2002). Child pedestrian injuries at tram and bus stops. *Injury*, 33(6), 485-488. [http://doi.org/10.1016/S0020-1383\(02\)00051-7](http://doi.org/10.1016/S0020-1383(02)00051-7)
- Vandenbulcke, Thomas, & Panis. (2013). Predicting cycling accident risk in Brussels : a spatial case-control approach. *Accident Analysis and Prevention*, p. 341-357. Belgique.
- Van Elslande, P. (2003). Erreurs de conduite et besoins d'aide : une approche accidentologique en ergonomie. *Le travail humain*, 66(3), 197-224. <http://doi.org/10.3917/th.663.0197>
- Van Elslande, P., & Fouquet, K. (2005). *L'erreur urbaine : défaillances, facteurs et contextes de production des accidents d'agglomérations* (No. 266). INRETS.
- Van Elslande, P., Naing, C., & Engel, R. (2008). *Analysing human factors in road accidents*. *TRACE WP5 Summary Report* (TRACE WP5 Summary Report No. 5.5) (p. 58).

Vardon, B. (2014). Road user interaction with new or extended LRT lines. Présenté à 2014 AITPM National Traffic and Transport Conference. R E S P E C T. Roads Environment Safety Pedestrians Engineering Cycling Transport (Public), Adelaide (Australia): AITPM. Consulté à l'adresse http://www.aitpm.com.au/ArticleDocuments/249/Traffic_Engineering_Session_10-Ben_Vardon_Road_use_interaction_with_new_or_extended_LRT_lines.pdf.aspx?Embed=Y

Wieser, S., Kauer, L., & Brügger, U. (2009). *Analyse coûts bénéfiques des mesures de prévention des accidents de la route en suisse de 1975 à 2007*. Suisse: OFSP.

Yerpez, J., Berthelon, C., Etienne, V., Hugues, M., Bordel, S., Adam, M., ... Aillerie, I. (2013). *Sentiment affirmé de priorité: temps de réponse, comportement de conduite et infrastructure routière. Projet SANTAFE. Rapport intermédiaire n°1* (Rapport de recherche). Salon-de-Provence, France.

ANNEXE 1 : PRINCIPALES BASES DE DONNÉES INTERROGÉES ET SOURCES

Base de données	Description
Accident Analysis and Prevention Journal	Articles scientifiques sur les analyses d'accidents, avec des éléments pour la prévention
BDSP	Banque de Données en Santé Publique
BPA	Bureau de Prévention des Accidents (Suisse)
Cairn	Accès au résumé ou au texte intégral d'articles issus de 331 périodiques francophones en Sciences Humaines et Sociales, Économie, Gestion et Droit, depuis 2001
Cerema	Centre d'Études et d'expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement
CERTU	Centre d'Études sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques
COST	European Cooperation in Science and Technology Ce groupe de travail et d'échanges européen a pour but d'améliorer la sécurité des systèmes de tramway, par l'échange de pratiques et le partage de connaissances entre plusieurs pays
DSCR	Direction de la Circulation et de la Sécurité Routière
Federal Transit Administration (TCRP)	Agence américaine du Département du Transport, qui produit régulièrement des bilans de connaissances dans le cadre du Transit Cooperative Research Program, programme qui

	regroupe un nombre important de partenaires dans le domaine du transport, et en particulier des tramways
IBSR	Institut Belge pour la Sécurité Routière
IFSTTAR/INRETS	Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux / Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité
Injury Journal	Articles scientifiques traitant entre autres de la gestion des traumatismes
INPES	Institut National de Prévention et d'Éducation à la Santé
INSERM	Institut National de la Santé Et de la Recherche Médicale
Medline	Base de données bibliographiques regroupant la littérature relative aux sciences biologiques et biomédicales
Monash University (MUARC)	Université d'Australie, qui produit des articles scientifiques, notamment au sein de son centre de recherches sur les accidents (Monash University Accident Research Center)
OFT	Office Fédéral des Transports (Suisse)
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ONISR	Observatoire National Interministériel de la Sécurité Routière
Psychinfo	Base de données bibliographiques internationale spécialisée en Psychologie et disciplines connexes (Médecine, Éducation, Anthropologie, Pharmacologie, etc.)
Science Direct (Elsevier)	Périodiques en sciences et techniques, articles scientifiques
SETRA	Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes
STRMTG	Service Technique des Remontées Mécaniques et des Transports

	Guidés
TRA	Transport Research Arena : partage de connaissances dans le domaine du transport en Europe
Transportation Research Part F	Articles scientifiques relatifs au comportement et aux aspects psychologiques dans le domaine du transport
Contacts avec différents chercheurs	

Annexe 2 : Bibliographie détaillée

Les études présentées ici s'intéressent au comportement des usagers dans le domaine du tramway.

NOM	AUTEUR	DATE	SOURCE	POPULATION
Interactions route-tram : analyse du risque et des difficultés perçues entre conducteurs de tramway et autres usagers de la voirie.	Paran, Delhomme, Castanier	2011	IFSTTAR	Tous usagers
RÉSUMÉ	RÉSULTATS	RECOMMANDATIONS		
Décrire les comportements des usagers et en comprendre les motifs. Utilisation de la TCP, Théorie du Comportement Planifié	Les comportements à risque sont fréquents (infractions ou erreurs) Pour les 3 types d'usagers, attitude et normes subjectives sont les concepts clés. La perception du risque semble peu influencer sur les intentions.	Renforcer la communication sur la réglementation des tramways, travailler sur la prise de conscience du danger et sur les conséquences des accidents		

NOM	AUTEUR	DATE	SOURCE	POPULATION
Road User Interaction With New Or Extended LRT Lines	Vardon	2014	AITPM	Tous usagers
RÉSUMÉ	RÉSULTATS	RECOMMANDATIONS		
Comportement des usagers afin de déterminer les causes des accidents. Campagnes de prévention.	Comportements relevés : skateboarders et cyclistes qui utilisent les voies de tram, conducteurs qui accélèrent pour être devant le tram, piétons qui courent pour prendre le tram, inattention, écouteurs.	Améliorer la signalisation aux point d'intersection, contrôler le chemin de traversée, améliorer la visibilité d'une rame en approche, programmes d'éducation		

NOM	AUTEUR	DATE	SOURCE	POPULATION
Human factors in the analysis of the 'tram-car drivers' at intersections	Moutchou, Cherkaoui, El Koursi	2013	Journal of Civil Engineering and Architecture	Automobilistes
RÉSUMÉ	RÉSULTATS			
L'étude cherche à répondre aux 3 questions suivantes : <ul style="list-style-type: none"> – comment les personnes se comportent-elles à certaines traversées spécifiques ? – Pourquoi se comportent-elles de telle manière ? – Quels sont les résultats de tels comportements ? 	Deux modèles issus de la psychologie cognitive sont utilisés : le modèle de Endsley et celui de Michon. Observations réalisées au Maroc.	Facteurs humains qui peuvent influencer la conduite et provoquer des erreurs : trafic dense et mouvements des piétons dus aux magasins à proximité, qui oblige le conducteur à redoubler d'attention, la signalisation tramway n'est pas / peu visible, les voitures garées à proximité gênent la visibilité, les signaux lumineux provoquent de la confusion chez les conducteurs, les conducteurs ne connaissent ou ne comprennent pas les règles de priorité		

NOM	AUTEUR	DATE	SOURCE	POPULATION
Interaction vélos-tramways dans les réseaux français Phases 1 et 2	Cassagne	2014	Cerema DTer Méditerranée	Cyclistes
RÉSUMÉ	RÉSULTATS			
Les cyclistes empruntent les voies du tramway - Pourquoi ? - À quelle fréquence ? - Dangerosité ? - Point de vue des différents acteurs ?	Les cyclistes déclarent en premier lieu se sentir en sécurité sur les voies du tramway, puis en deuxième lieu évoquent un manque d'aménagements cyclables	Faible part d'accidents dus aux cyclistes qui roulent sur les voies de tramway, mais générateur de stress pour les traminots. Strasbourg : les cyclistes n'empruntent pas les voies de tram car l'infrastructure est adaptée aux vélos mais SURTOUT il y a une continuité dans le parcours		

NOM	AUTEUR	DATE	SOURCE	POPULATION
Risk of crashing with a tram: Perceptions of pedestrians, cyclists, and motorists	Paran, Delhomme, Castanier	2012	Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour	Tous usagers
RÉSUMÉ	RÉSULTATS		RECOMMANDATIONS	
1er objectif : étudier la perception du risque chez les usagers par rapport à eux-même et par rapport à leur groupe de pairs (même catégorie, même âge). 2ème objectif : étudier le jugement comparatif des usagers, et son réalisme par rapport à leurs propres perceptions.	Tous les usagers considèrent que le risque d'accidents les concernant est faible. Ils considèrent que ce risque est plus élevé chez les autres usagers, faisant ainsi preuve d'optimisme comparatif. De manière générale, les usagers sous-estiment les risques d'accident		Communiquer sur les règles de priorité du tramway Convaincre les usagers de respecter les règles	

NOM	AUTEUR	DATE	SOURCE	POPULATION
Survey of Driver Perceptions of Railroad and Light Rail Warning Devices/Grade Crossings	One-Jang	2005	New Jersey Institute Of Technology Department of Industrial and Manufacturing Engineering	Automobilistes
RÉSUMÉ	RÉSULTATS			
Facteurs humains et comportements des piétons et des automobilistes par rapport à la perception des différentes intersections intervenant dans les réseaux de tramways. L'étude porte également sur la compréhension des différentes indications.	Les panneaux « stop » et « cédez le passage » doivent être utilisés avec précaution. Beaucoup de conducteurs ne sont pas familiers avec les indications « tramways ». La méthodologie d'étude des facteurs humains est primordiale.		Visibilité, impatience, erreurs de reconnaissance, de décision, crédibilité du signal, risque perçu	

NOM	AUTEUR	DATE	SOURCE	POPULATION
Improving Pedestrian and Motorist Safety Along Light Rail Alignments	TCRP	2009	Federal Transit Administration	Piétons, Automobilistes
RÉSUMÉ	RÉSULTATS			RECOMMANDATIONS
Relevé des principales causes possibles d'accidents	Faire la différence entre causes intentionnels et manque d'attention et/confusion Pas de profil type d'utilisateur sujet aux accidents (la plupart des collisions : tram-voiture) Manque de séparation des voies / erreurs / manque d'informations			Responsabiliser les chauffeurs Améliorer la vigilance des usagers Mesures éducatives Séparation des voies

NOM	AUTEUR	DATE	SOURCE	POPULATION
Influence of approaching tram on behaviour of pedestrian in signalised crosswalks in Poland	Kruszyna, Rychlewski	2013	Accident Analysis and Prevention (Elsevier)	Piétons
RÉSUMÉ	RÉSULTATS			RECOMMANDATIONS
Les piétons ont-ils un comportement spécifique lors de l'attente d'un tramway ?	- Le fait de vouloir monter à bord d'un transport public (tram) est un facteur de risque d'infraction du feu rouge piéton - Un piéton qui traverse au rouge va influencer ses pairs qui seront plus susceptibles de traverser au rouge (« suiveur », imitation)			Facteur de protection : un contrôle du trafic qui garanti une montée à bord

NOM	AUTEUR	DATE	SOURCE	POPULATION
Étude des accidents entre un tram et un piéton en région de Bruxelles-capitale	Chalenton, Jadoul	2009	IBSR	Piétons
RÉSUMÉ	RÉSULTATS		RECOMMANDATIONS	
Analyse des facteurs d'accidents impliquant des piétons Recommandations (infrastructures/éducation)	La « variable comportementale » joue un rôle non négligeable dans les accidents		Campagnes d'affichage (priorité tram), Sensibiliser les conducteurs, utiliser les avertisseurs sonores, réduire la vitesse des tramways, s'intéresser aux causes indirectes	

NOM	AUTEUR	DATE	SOURCE	POPULATION
Analyse des traversées piétonnes de sites axiaux de tramway Traversées piétonnes matérialisées sur sites axiaux et latéraux de tramway:quels comportements des piétons ? Influence de l'environnement urbain sur le piéton : zoom sur les traversées tramway	Millot	2012 2013 2014	Cerema DTer Méditerranée	Piétons
RÉSUMÉ	RÉSULTATS			
Observations + questionnaires piétons	Plateforme tramway non sûre Revêtement végétal perçu comme « plus facile » à comprendre Signalisation peu respectée (question de la synchronisation) Conscience de la dangerosité du tramway et connaissance de la règle de priorité Importance des refuges (traversée en deux temps)			

NOM	AUTEUR	DATE	SOURCE	POPULATION
Accident analysis into the primary and secondary safety of city trams in the netherlands	Margaritis	2007	Association for European Transport	Tous usagers
RÉSUMÉ	RÉSULTATS			
Analyse d'accidents tramway	Compréhension signalisation / trajet tramways Mauvaises interprétation signaux		Visibilité Sous estimation du risque et de la vitesse du tramway	

NOM	AUTEUR	DATE	SOURCE	POPULATION
Audible signals for pedestrian safety in lrt environments	TCRP	2007	Federal Transit Administration	Piétons
RÉSUMÉ	RÉSULTATS		RECOMMANDATIONS	
Évaluation des différents types de signaux d'avertissements sonores	Les piétons sont peu attentifs à leur environnement Le taux de non-respect des règles est fort Mauvaise perception des signaux et du risque Facteurs contributifs : usager pressé / distractions (mp3, gsm)		Des améliorations peuvent être faites concernant les systèmes d'avertissements sonores But : améliorer la compréhension par les usagers et la réduction de la pollution sonore.	

NOM	AUTEUR	DATE	SOURCE	POPULATION
Light rail vehicle collisions with vehicles at signalized intersections	TCRP	2009	Federal Transit Administration	Automobilistes
RÉSUMÉ	RÉSULTATS		RECOMMANDATIONS	
Accidents types, causes fréquentes d'erreur, recommandations	Les automobilistes violent la signalisation Mauvaise connaissance du tramway / Faible perception du risque		Mesures éducatives et répressives Diminution de la vitesse du tramway / Vidéosurveillance	

NOM	AUTEUR	DATE	SOURCE	POPULATION
Addressing the conflict potential between motor vehicles and trams at cut-through locations	Candappa, Corben, Yuen	2013	Monash University	Automobilistes
RÉSUMÉ	RECOMMANDATIONS			
Plusieurs facteurs de risques possibles	2 solutions principales : séparer le tramway du reste de la circulation et/ou réduire les vitesses			

NOM	AUTEUR	DATE	SOURCE	POPULATION
Guidebook on pedestrian crossings of public transit rail services	TCRP	2015	Federal Transit Administration	Piétons
RÉSUMÉ	RECOMMANDATIONS			
Principales particularités des piétons Principaux problèmes / comportements relevés	Mesures à prendre au niveau des infrastructures			

NOM	AUTEUR	DATE	SOURCE	POPULATION
Median Light Rail Crossings : Accident causation and countermeasures	Coifman, Bertini	1997	Université de Californie	Tous usagers
RÉSUMÉ	RÉSULTATS	RECOMMANDATIONS		
Causes des accidents aux intersections trams-voitures Recommandations	La plupart des accidents ont lieu lors des « tourne à gauche » Principales causes de non-respect des règles : faible risque perçu / considérer la manœuvre comme une manœuvre classique en voiture Les accidents sont perçus comme résultant de comportements qui ne sont pas considérés comme « risqués » Autres causes : non perception de la signalisation, mauvaise interprétation du signal (ex: un tram klaxonne et l'automobiliste pense que c'est une voiture qui klaxonne pour lui dire d'avancer plus vite), biais de sur-confiance	Actions éducatives; il est précisé que lors de la mise en place d'un nouveau système (de route, de signalisation), l'apport d'information est essentiel, par le biais d'Operation Lifesaver par exemple. L'éducation serait, surtout à long terme, plus efficace que la répression.		

Annexe 3 : Travaux à suivre

Plusieurs travaux sont en cours de rédaction dans le domaine de l'accidentologie des tramways ; nous suggérons ici quelques études et auteurs intéressants pour compléter notre travail.

IFSTTAR / Paran, Delhomme, Castanier
Ces auteurs ont travaillé sur le comportement des usagers vis-à-vis du tramway. Plusieurs travaux sont listés dans la bibliographie [1,8].
Moutchou, Cherkaoui, El Koursi
Un article a été publié en 2014 sur les intersections tramway-automobiles [6]. La suite de ces travaux est en cours de rédaction.
FTA / Federal Transit Administration
L'administration des transports des États-Unis publie régulièrement, par le biais du programme TCRP (Transit Cooperative Research Program), des données sur la compréhension des accidents dans le domaine du tramway,. Les derniers travaux publiés s'intéressent aux piétons [79].
Kruszyna, Rychlewski
Ces chercheurs ont étudié l'influence des tramways sur le comportement des piétons en Pologne. La suite de leurs travaux est à surveiller [16].
MUARC / Monash University Accident Research Center
Cette université Australienne publié régulièrement des études dans le domaine des transports, et en particulier dans le domaine des tramways [61,67,69].
IBSR / Institut Belge pour le Sécurité Routière
L'IBSR s'intéresse aux « variables comportementales » dans le domaine du tramway [18,27].

Annexe 4 : Rapport complémentaire-causes probables des accidents



Rapport complémentaire – Causes probables des accidents

Ce formulaire doit être rempli dans tous les cas d'accidents causant des blessures corporelles. Ces données sont recueillies dans le but de déterminer les causes probables des accidents de véhicules routiers ou de véhicules hors route.

Le numéro de page associée à inscrire ci-dessous est celui de la page du rapport d'accident où sont décrits les véhicules ou les piétons associés aux causes. Les causes ayant le plus contribué à l'accident devront être inscrites sur la page du rapport complémentaire associée à la page 1 du rapport d'accident.

Numéro d'événement	CRPQ			Année	Mois	Jour	Numéro séquentiel			Associé à la page	

Cochez au moins un élément dans chacun des sous-ensembles

VÉHICULE 1		VÉHICULE 2		État du ou des usagers de la route		PIÉTON 1		PIÉTON 2	
CODE		CODE		CODE		CODE		CODE	
<input type="checkbox"/>	101	<input type="checkbox"/>	Rien à signaler	<input type="checkbox"/>	101	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	102	<input type="checkbox"/>	Facultés affaiblies (alcool)	<input type="checkbox"/>	102	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	103	<input type="checkbox"/>	Facultés affaiblies (médicaments, drogues)	<input type="checkbox"/>	103	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	104	<input type="checkbox"/>	Fatigue, sommeil	<input type="checkbox"/>	104	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	105	<input type="checkbox"/>	Malaise soudain	<input type="checkbox"/>	105	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	106	<input type="checkbox"/>	Visibilité obstruée, éblouissement	<input type="checkbox"/>	106	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	107	<input type="checkbox"/>	Impatient, agressif	<input type="checkbox"/>	107	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	108	<input type="checkbox"/>	Inattention (n'a pas vu)	<input type="checkbox"/>	108	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	109	<input type="checkbox"/>	Distraction due à l'équipement (radio, baladeur mp3, climatisation, chauffage, etc.)	<input type="checkbox"/>	109	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	110	<input type="checkbox"/>	Distraction due à une autre personne à l'intérieur du véhicule (discussions, etc.)	<input type="checkbox"/>	110	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	111	<input type="checkbox"/>	Autres distractions	<input type="checkbox"/>	111	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	112	<input type="checkbox"/>	Distraction due à un écran ou à un terminal véhiculaire	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	113	<input type="checkbox"/>	Distraction due à un élément à l'extérieur du véhicule (autre accident, personne, objet)	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	

VÉHICULE 1		VÉHICULE 2		Comportement du ou des usagers de la route		PIÉTON 1		PIÉTON 2	
CODE		CODE		CODE		CODE		CODE	
<input type="checkbox"/>	121	<input type="checkbox"/>	Rien à signaler	<input type="checkbox"/>	121	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	122	<input type="checkbox"/>	N'a pas fait un arrêt obligatoire	<input type="checkbox"/>	122	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	123	<input type="checkbox"/>	A passé sur un feu rouge	<input type="checkbox"/>	123	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	124	<input type="checkbox"/>	N'a pas cédé le passage	<input type="checkbox"/>	124	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	125	<input type="checkbox"/>	Utilisait un téléphone cellulaire	<input type="checkbox"/>	125	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	126	<input type="checkbox"/>	Autre comportement négligent	<input type="checkbox"/>	126	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	127	<input type="checkbox"/>	Excédait la vitesse permise	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	128	<input type="checkbox"/>	Conduite/vitesse imprudente	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	129	<input type="checkbox"/>	Arrêtait, tournait ou dépassait sans signaler	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	130	<input type="checkbox"/>	Virait à un endroit interdit	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	131	<input type="checkbox"/>	Suivait de trop près	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	132	<input type="checkbox"/>	Conduisait ou empiétait du mauvais côté de la voie	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	133	<input type="checkbox"/>	Circulait contrairement au sens unique	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	134	<input type="checkbox"/>	Reculait illégalement	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	135	<input type="checkbox"/>	Était stationné incorrectement ou dans un endroit dangereux	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	136	<input type="checkbox"/>	A omis d'allumer ses phares ou d'en diminuer l'intensité	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	137	<input type="checkbox"/>	Effectuait un dépassement interdit (ligne continue, courbe, zone de construction)	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	138	<input type="checkbox"/>	Effectuait un dépassement dangereux	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	139	<input type="checkbox"/>	A dépassé ou croisé un autobus ou un minibus scolaire avec feux clignotants rouges	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	140	<input type="checkbox"/>	Faisait une course	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	141	<input type="checkbox"/>	Changeait de voie	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	

VÉHICULE 1		VÉHICULE 2		L'infrastructure	
CODE		CODE		CODE	
<input type="checkbox"/>	161	<input type="checkbox"/>	Rien à signaler	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	162	<input type="checkbox"/>	Mauvais état de la voie	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	163	<input type="checkbox"/>	Signalisation inadéquate	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	164	<input type="checkbox"/>	Éclairage insuffisant	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	165	<input type="checkbox"/>	Tracé inadéquat	<input type="checkbox"/>	

VÉHICULE 1		VÉHICULE 2		Autres facteurs		PIÉTON 1		PIÉTON 2	
CODE		CODE		CODE		CODE		CODE	
<input type="checkbox"/>	171	<input type="checkbox"/>	Rien à signaler	<input type="checkbox"/>	171	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	172	<input type="checkbox"/>	Conditions météorologiques	<input type="checkbox"/>	172	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	173	<input type="checkbox"/>	Obstacles temporaires sur la route	<input type="checkbox"/>	173	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	174	<input type="checkbox"/>	Mauvais entretien hivernal	<input type="checkbox"/>	174	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	175	<input type="checkbox"/>	Animaux sur la route	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	176	<input type="checkbox"/>	Autres	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	999	<input type="checkbox"/>	Aucun facteur connu	<input type="checkbox"/>	999	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	

Inscrire les codes des deux principales causes probables, parmi celles ayant le plus contribué à l'accident

Première cause probable

Deuxième cause probable

Annexe 5 : Exemple de campagne

Cette campagne a été imaginée initialement pour l'exploitant Australien Yarra Trams²¹, et a été adaptée en France dans les villes de Brest²² et de Caen²³. Nous présentons l'action en reprenant la description disponible sur le site yarratrams.com.au (traduction libre).

« BEWARE THE RHINO »

Constats :

- Les accidents tramway-piétons sont de plus en plus fréquents
- Les accidents sont plus fréquents le vendredi et le soir aux horaires de sortie du travail
- Les appareils électroniques, agissant sur les capacités attentionnelles, sont impliqués dans une part des accidents de plus en plus importante

L'action :

Cible	18-30 ans
But	ne pas créer une campagne sur la peur, adopter une approche créative en s'adressant à un public jeune
Message	« Si un rhinocéros sur un skateboard géant arrivait sur toi, tu t'écarterais, non ? Et bien devine : un tramway pèse environ le même poids que 30 rhinocéros, donc tu n'aimerais pas te faire renverser »

Moyens :

- affiches
- tramways décorés avec l'affiche
- vidéo
- communication sur les réseaux sociaux
- action avec un rhinocéros grandeur nature

Évaluation :

- les sondés se rappellent de la campagne
- le message est compris (regarder, écouter, être vigilant face au tramway)
- un changement de comportement est observé
- diminution du nombre de collisions

Discussion :

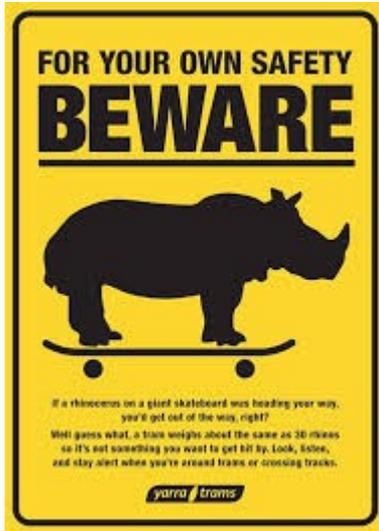
- aucune information sur la méthode d'évaluation
- les effets à long terme ne sont pas prouvés
- la diminution du nombre de collisions peut être attribuée à d'autres paramètres
- pas d'information sur le modèle théorique de changement de comportement utilisé
- sous réserve que cette action agisse réellement sur la perception du risque et qu'elle apporte de la connaissance, il peut s'agir une piste pour l'intervention

²¹<http://www.yarratrams.com.au/media-centre/news/articles/2011/positive-results-following-beware-the-rhino-campaign/>

²²<http://www.bibus.fr/1/347.aspx>

²³http://twisto.fr/affichage.php?actu=1388&Le_rhino_fait_campagne...&visu=1

Visuels :



*Ce document ne peut être vendu. La reproduction totale du document est libre de droits.
En cas de reproduction partielle, l'accord préalable de l'auteur devra être demandé.*

Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement

Direction territoriale Ouest : MAN – 9 rue Viviani – BP 46223 – 44262 Nantes cedex – Tél : +33(0)2 40 12 83 01

Siège social : Cité des Mobilités - 25, avenue François Mitterrand - CS 92 803 - F-69674 Bron Cedex - Tél : +33 (0)4 72 14 30 30

Établissement public : Siret 130 018 310 00 222 www.cerema.fr