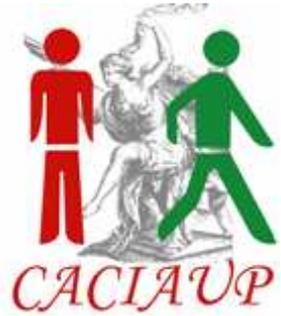


Projet CACIAUP

*Amélioration des Connaissances
sur les **AC**cidentés **I**mpliquant un
AUtomobiliste et un **P**iéton*



Rapport Final

Novembre 2012

*Ce projet est financé par la Fondation Sécurité Routière (FSR) et
le Laboratoire d'Accidentologie et de Biomécanique (LAB)*



Auteur :

Thierry HERMITTE – LAB

132, rue des Suisses
92000 NANTERRE
+33 1 76 87 35 13

thierry.hermitte@lab-france.com

Vuthy PHAN – CEESAR Nanterre

132, rue des Suisses
92000 NANTERRE
+33 1 76 87 25 91

vuthy.phan@ceesar.fr

SOMMAIRE

Remerciements	4
1 Introduction	5
2 Le projet CACIAUP	7
2.1 Organisation du projet	8
2.1.1 Lot 1 : Les EDA piéton	8
2.1.2 Lot 2 : Outils et méthodologie liés à la reconstruction	9
2.1.3 Lot 3 : Données médicales et suivi des blessés	10
2.1.4 Lot 4 : L'analyse des données d'accidents	10
2.2 Les livrables	11
2.3 Les ressources	12
2.4 L'organisation mise en place pour le suivi	13
3 Les principaux résultats	13
3.1 Recueil de données (Lot 1)	13
3.2 Outils et méthodologie pour la Reconstruction (Lot 2)	15
3.3 Suivi des blessés (Lot 3)	16
3.4 Amélioration des connaissances : les études (Lot 4)	17
3.4.1 Les mécanismes accidentels	18
3.4.2 Les mécanismes lésionnels	20
3.4.3 Les besoins du conducteur	21
4 Conclusion	24

Remerciements

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui de près ou de loin ont contribué à la réussite de ce projet :

- La Fondation Sécurité Routière, co-financeur de ce projet avec le LAB.
- Les accidentologues de l'antenne de Bondoufle du CEESAR qui ont réalisé la collecte des données d'accidents et ont toujours été à l'écoute de nos demandes : Jean Charles Fuerxer, Maxime Moutreuil, Jérémy Sinnaeve et Alain Martin
- Julien Adrian pour son aide apportée dans les EDA quant à amélioration des techniques d'entretiens et sa contribution sur le suivi psychologique des patients
- Les médecins du CEESAR et du LAB pour leur participation à la validation des cas, aux éclairages qu'ils nous ont apportés et leurs travaux sur les séquelles : Sophie Schvahn et Anne Guillaume
- Les chercheurs qui ont participé ou contribué aux études : Sophie Cuny, Véronique Hervé, Romain Fricheteau, Reakka Krishnakumar, Cathylie Haviotte, Vuthy Phan, Yari Monget, Konthéa Yong
- Les membres du comité de coordination pour leur participation active et leurs orientations : Jean-François Huère, Harold Vallée, Yves Page, Philippe Toussaint, Nicolas Bertholon, Pierre Castaing, Stéphane Geronimi

1 Introduction

Aujourd'hui la sécurité routière fait partie des principales préoccupations du citoyen. Les progrès récents qui ont été observés en la matière en France et qui font de notre pays un des exemples au niveau européen montrent à quel point il est important que l'ensemble des acteurs (politique, industriel, associatif, public, etc.) agissent ensemble vers cet objectif ultime : sauver des vies. Il est évident que chacun a un rôle à jouer : le constructeur automobile doit améliorer la protection des usagers, les constructeurs de route offrir une infrastructure sécuritaire, la réglementation s'harmoniser et imposer un minimum requis en terme de sécurité, le politicien mettre en place des mesures et les faire appliquer, l'EuroNCAP niveler les performances protectrice des véhicules, etc.

Mais tout cela ne peut être entendu que si les efforts demandés répondent à la réalité de besoins établis. Il est donc important avant toute chose d'établir un diagnostic précis des accidents sur le terrain afin de savoir d'une part si les mesures à prendre correspondent à la réalité des problèmes et d'autre part de mieux cibler les systèmes de sécurité à mettre en place ou de les planifier en fonction des améliorations technologiques.

Aujourd'hui, dans un contexte économique qui évolue (augmentation de la fréquentation des transports collectifs et recul de la consommation d'essence) et un renfort de la politique de sécurité routière qui modifie peu à peu l'accidentologie en France (par exemple le nombre de tués dans les voitures de tourisme est passé de 65% en 2000 à 52% en 2011), il est important de mettre à jour régulièrement nos connaissances.

Si d'un point de vue des enjeux cela ne pose que très peu de difficultés (cf. APROSYS, TRACE, SafetyNet), la connaissance fine de ces accidents doit être renouvelée de façon périodique. Or aujourd'hui, pour connaître les orientations à prendre en termes de sécurité routière (politique et/ou technique) il est nécessaire d'identifier clairement ces problèmes.

L'accidentalité des piétons constitue un enjeu important tant au niveau mondial qu'aux niveaux européen et français. Les différentes études sectorielles sur les accidents de piéton 2008, 2009 et 2010 réalisées dans le cadre du projet CACIAUP, précisent ces enjeux :

- Dans le monde en 2007, on compte 270 000 piétons tués, soit 22% du total des tués annuellement sur les routes. L'enjeu est d'autant plus fort pour les pays en voie de développement ainsi, en République Démocratique du Congo 59% des victimes de la route sont des piétons.
- Dans l'Europe des 27, 7094 piétons ont été tués en 2009, soit 21% du total des tués dans un accident de la circulation.
- En France en 2010, on compte 485 piétons tués, 4585 blessés hospitalisés, 7502 blessés légers. Les piétons représentent 12% des tués dans un accident de la route.

Si les derniers chiffres de l'année 2011 montrent une baisse globale de 0,7% de la mortalité routière, seuls les piétons et les motocyclistes sont en augmentation avec une évolution respective de 7% et de 8% par rapport à l'année précédente.

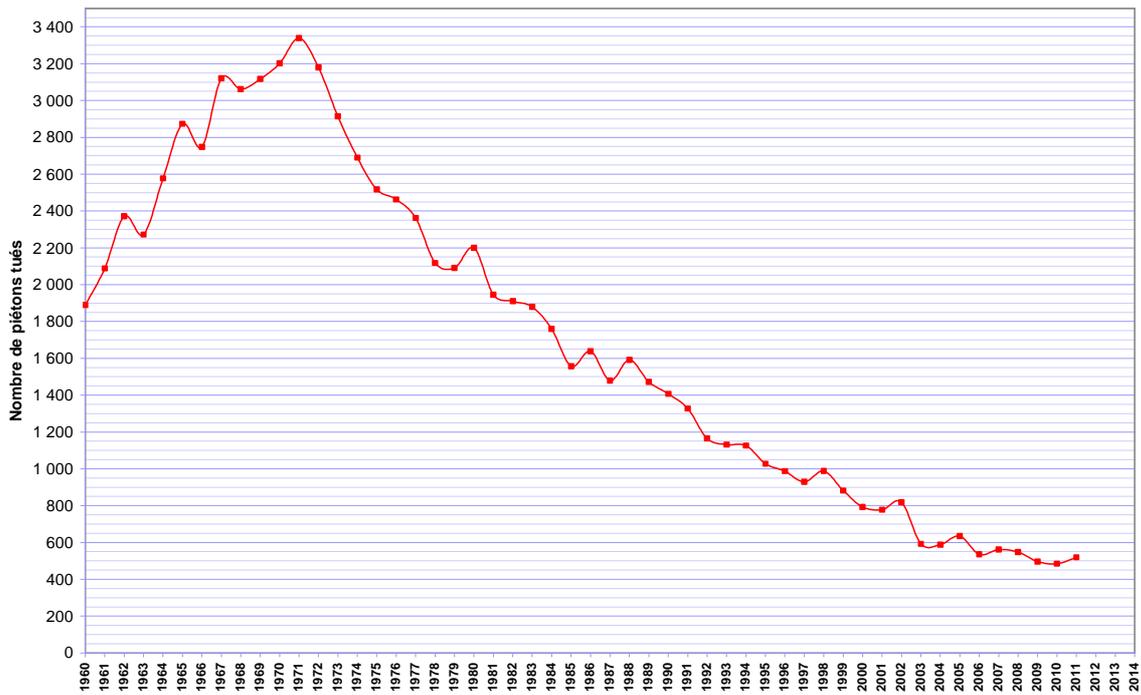


Figure 1 : Evolution de la mortalité chez les piétons en France depuis 1960 (Source ONISR)

Tués	2010		2011		Evolution 2011/2010
	Nb	%	Nb	%	
Usagers de voitures de tourisme	2 117	53%	2 062	52%	▼ -2,6%
Motocyclistes	704	18%	760	19%	▲ 8,0%
Piétons	485	12%	519	13%	▲ 7,0%
Cyclomotoristes	248	6%	220	6%	▼ -11,3%
Cyclistes	147	4%	141	4%	▼ -4,1%
Usagers de véhicules utilitaires	146	4%	134	3%	▼ -8,2%
Autres	145	4%	127	3%	▼ -12,4%
Total	3 992	100%	3 963	100%	▼ -0,7%

Table 1 : Evolution de la mortalité en France entre 2010 et 2011 (Source ONISR)

Ces résultats montrent que rien n'est jamais acquis et que les efforts doivent être maintenus, que ce soit en termes de mesures de sécurité ou d'analyse et de recherches de solutions adaptées.

2 Le projet CACIAUP

Le projet **CACIAUP** (amélioration des **C**onnaissances sur les **AC**cidents **I**mpliquant un **AU**tomobiliste et un **P**iéton) a pour objectif principal d'établir un diagnostic de sécurité sur les accidents de piéton à travers une collecte de cas analysés en profondeur et des éclairages particuliers sur les mécanismes accidents et lésionnels.

Ce projet est un projet français financé par la Fondation Sécurité Routière (FSR) et le Laboratoire d'Accidentologie et de Biomécanique (LAB).

Le LAB en est le pilote et le CEESAR en est partenaire.

CACIAUP a débuté en juin 2009 pour une durée de 3 ans.

Afin de répondre aux objectifs, une articulation en 3 points a été proposée :

- ✓ La mise en place d'une étude détaillée d'accident spécifique pour les piétons en collaboration avec un ou plusieurs centres hospitaliers, voire les services d'urgence. En particulier, l'idée était d'optimiser l'alerte, de disposer de bilans médicaux complets, de faire évoluer le recueil de données, et d'améliorer les techniques liées à la reconstruction. La cible était de disposer d'un échantillon de 90 cas sur la durée du projet.
- ✓ La mise en place d'un suivi des personnes ayant été blessées au cours de l'accident. Ce suivi a été effectué jusqu'à consolidation des séquelles dès lors qu'elle est médicalement constatée. L'idée principale était d'introduire dans les EDA la codification internationale IIS (Injury Impairment Scale) permettant de tenir compte des séquelles suite aux blessures observées. Cette codification est déjà prise en compte dans le registre du Rhône, mais n'a pas encore été entreprise dans les EDA classiques.
- ✓ Des études thématiques sur les sujets suivants :
 - Identification des principales configurations d'accident et de leurs caractéristiques principales. L'idée est de mettre à jour les scénarios type d'accident initiés par l'IFSTTAR¹ dans le cadre des accidents piéton et de compléter ces typologies par des caractéristiques qui pourront être utiles à la spécification des systèmes de sécurité adaptés ;
 - Pour chaque configuration, une analyse des mécanismes accidentels et lésionnels ainsi que l'identification des causes associées. Nous proposons de compléter cette analyse par l'intégration du modèle des défaillances fonctionnelles développé par l'IFSTTAR² ;
 - Une analyse basée sur les besoins des usagers qui sont confrontés à ce type de situation. L'idée est d'identifier les besoins réels des usagers à partir de l'analyse de leurs défaillances. Il s'agit ici d'étendre le modèle initié dans le projet TRACE³ pour les conducteurs, à l'étude des accidents avec piétons et de proposer dans la mesure du possible une extension au piéton lui-même.
 - Une analyse globale des lésions observées avec un zoom spécifique sur les cas dont la vitesse au choc entre dans le cadre des tests réglementaires. Un des apports de cette analyse est de pouvoir réaliser un état des lieux des blessures les plus fréquentes et également de mettre en relation les blessures avec l'élément heurté (partie du véhicule ou autre).

¹ D. Fleury, T. Brenac, Accident prototypical scenarios, a tool for road safety research and diagnostic studies, Accident Analysis and Prevention 33 (2001) 267–276

² P. Van Elslande, L. Alberton, Scénarios - types de production de l'erreur humaine dans l'accident de la route, Rapport INRETS 218, juin 1997.

³ Rapport TRACE D4.1.5, Assessing drivers' needs and contextual constraints for safety functions: A human centred approach from in-depth accident analysis, mai 2008.

2.1 Organisation du projet

D'un point de vue fonctionnel, le projet a été découpé en 4 lots distincts (Figure 2) :

- Le Lot 1 dédié à la collecte des données d'accident avec piéton ;
- Le Lot 2 associé à l'amélioration des outils et méthodologie liés à la reconstruction d'accidents
- Le Lot 3 sur la mise en place du suivi des blessés
- Le Lot 4 pour l'amélioration des connaissances regroupant les études.

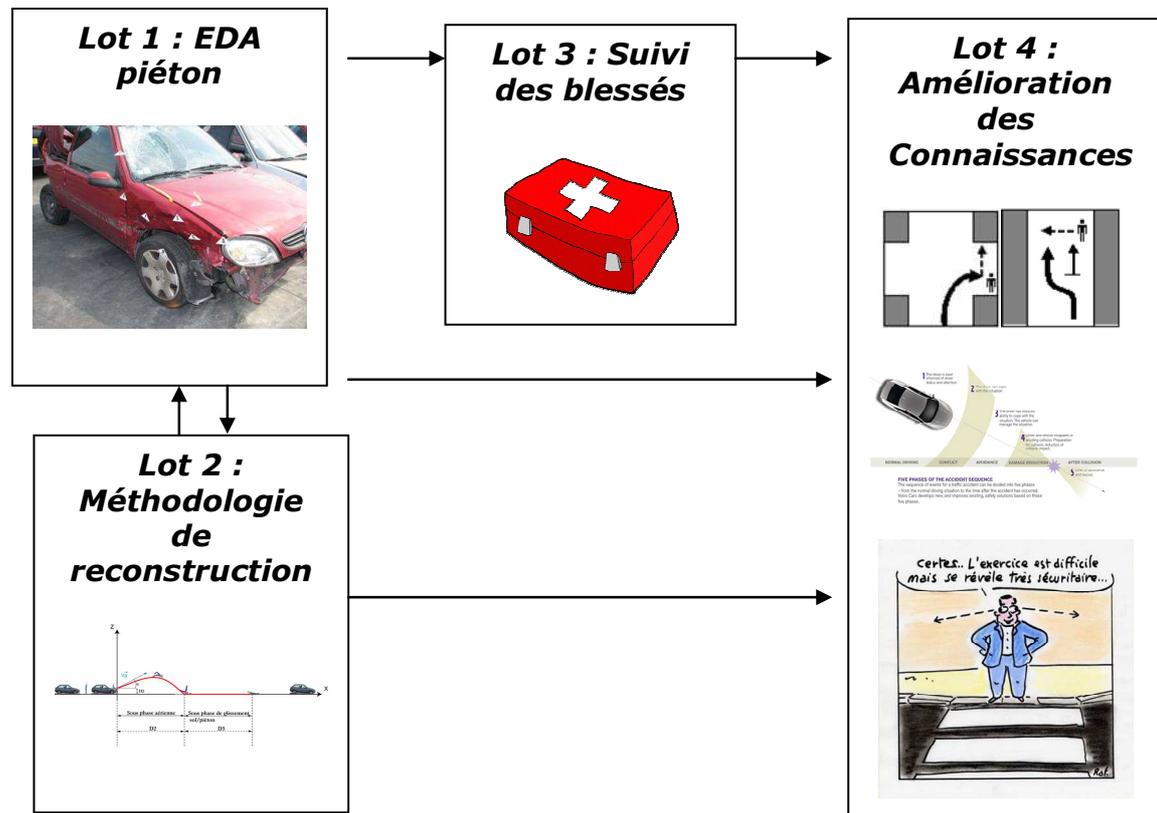


Figure 2: Organisation du projet CACIAUP

2.1.1 Lot 1 : Les EDA piéton

Ce premier lot concerne la constitution d'une base de données d'accidents dédiée aux accidents impliquant un piéton. L'objectif initial était de disposer d'au moins 90 cas d'accidents piétons étudiés dans le détail. La méthodologie utilisée est basée sur celles des EDA avec un niveau de description très fin dans les quatre domaines véhicule, environnement, conducteur et piéton, orientée aussi bien pour les aspects de sécurité primaire (mécanismes accidentels et évitement de l'accident) que secondaire (mécanismes lésionnels et protection). Une attention particulière a été apportée sur les données nécessaires aux études, analyses et méthodologies programmées dans les 3 autres lots.

Le but de ce lot est bien de collecter et d'analyser un nombre suffisant de cas d'accidents impliquant un piéton afin de disposer d'un échantillon de travail suffisamment conséquent de façon à appréhender et à mieux comprendre les mécanismes accidentels et lésionnels occasionnés dans de tels accidents.

La principale faiblesse sur la collecte de données d'accidents reste le système d'appel : il doit être le plus optimal possible sur les critères établis et régulièrement actualisé de

façon à se que le nombre d'accidents manqués par défaut d'alerte de l'équipe EDA par les services de secours soit le plus faible possible.

Pour optimiser notre collecte, 2 méthodologies d'investigation ont été menée

conjointement : l'une sur la scène de l'accident en temps réel et l'autre en temps différé.

- **Les EDA en temps réel :** il s'agit de collecter les informations relatives à l'accident le plus rapidement possible sur les lieux de l'accident. Pour cela il est nécessaire de réaliser ce type d'enquête sur un territoire d'enquête réduit afin de minimiser les temps d'accès aux lieux d'accidents. Le système d'alerte en temps réel dépend de l'organisation des secours dans le département. Dans le département de l'Essonne, les accidentologues du CEESAR peuvent compter sur les pompiers qui disposent d'un Centre Départemental des Appels d'Urgence (CDAU) qui centralise tous les appels téléphoniques à caractère urgent de tout le département. Pour chaque accident corporel survenu dans le territoire d'enquête, les accidentologues sont immédiatement alertés par ce centre, et de par leurs autorisations, peuvent se rendre sur les lieux et réaliser leur investigation sur le site. Afin d'optimiser le système d'alerte, une collaboration avec plusieurs SMUR (Corbeille, Juvisy) a été mise en place. Elle a permis entre autre de pouvoir être directement alerté lors de chaque sortie d'une équipe du SMUR pour un accident impliquant un piéton.
- **Les EDA en différé :** il s'agit ici de collecter les données d'accidents rétrospectivement c'est-à-dire quelques jours après sa survenue. On peut dans ce cas particulier collecter les accidents sur tout le département de l'Essonne. Il est évident que ce type d'investigation ne donne pas des résultats aussi précis que la collecte en temps réel car elle dépend étroitement des investigations réalisées sur le terrain par les forces de l'ordre. Pour améliorer l'efficacité de ces enquêtes nous avons mené plusieurs collaborations :
 - avec la police. La plupart des accidents piétons se déroulant en agglomération, c'est la police qui est en charge des constatations. Cependant la faiblesse de leurs investigations (pas de photos, plan inexploitable, marquage des positions finales absent, etc.) rend ces dossiers inexploitable pour ce type d'étude. Un partenariat a été mis en place avec certains commissariats : en les sensibilisant à notre problématique et en leur fournissant le matériel nécessaire pour la matérialisation des indices (bombes de peinture, odomètre, et appareil photos numérique) nous avons pu ainsi améliorer la qualité des constatations.
 - avec la gendarmerie. Elle a en charge d'enquêter sur les accidents plutôt situés hors agglomération. Contrairement à la police, leur dossiers sont beaucoup plus complets et peuvent être exploités tels quels. La seule difficulté reste la connaissance de l'accident. Pour cela une collaboration avec l'EDSR (Escadron Départementale de Sécurité Routière) qui a connaissance de tous les accidents survenant sur le département a été mise en place.

Les EDA en différé sont un bon complément aux EDA en temps réel. En effet, dans la majorité des cas, le déplacement sur le site de l'accident n'est pas possible, soit parce que l'accident s'est produit loin de l'antenne du CEESAR (accident hors du territoire d'enquête), soit parce que les accidents ont lieu hors des périodes de travail couvertes par les accidentologues.

2.1.2 Lot 2 : Outils et méthodologie liés à la reconstruction

Les données en temps réel ou en léger différé et l'analyse des EDA donnent lieu lorsque cela est possible à la réalisation d'une reconstruction cinématique et comportementale de l'accident permettant d'identifier le scénario le plus probable de ce qui a pu se passer.

Un autre objectif relatif à ce lot est de faire un état de l'art des recherches récentes sur la reconstruction d'accidents de piéton afin d'acquérir un maximum d'information sur le phénomène de crash et de modélisation du piéton. Cette recherche bibliographique peut

aussi nous renseigner sur la cinématique (décélération) et la dynamique (projection, chute, rebond et glissade) du piéton en cas de choc avec un véhicule.

Un autre objectif de cette étude est de fournir aux accidentologues un guide de la reconstruction des accidents de piéton et des outils de reconstruction qui prennent en compte l'ensemble des recherches récentes sur ce sujet.

2.1.3 Lot 3 : Données médicales et suivi des blessés

Une des principales attentes du projet réside dans l'analyse des blessures survenues dans ce type d'accident.

Jusqu'à présent les données médicales sont collectées par le médecin délégué soit directement auprès de l'impliqué, ou avec son consentement auprès de son médecin traitant ou des services hospitaliers.

Les informations collectées sont ensuite rendues anonymes puis chaque lésion décrite est codée suivant une codification scientifique et internationalement utilisée couramment dans ce type d'enquête (codification AIS).

Afin d'améliorer ces informations précieuses et parfois très difficiles d'accès, il est nécessaire également de mettre en place une collaboration avec les services d'urgences sur le département de l'Essonne. L'intérêt est donc double : premièrement cela permet de renforcer le dispositif d'alerte d'un accident sur la voie publique et deuxièmement de recueillir les bilans médicaux précis sur les impliqués. Comme il s'agit d'un échange, ces services peuvent avoir un accès aux données relatives à l'accident s'ils le souhaitent.

Pour la collecte du bilan lésionnel, deux fiches types spécifiques et anonymes ont été mises en place et doivent être remplies lors de chaque intervention du SMUR pour un accident de la voie publique impliquant un piéton. La première fiche anonyme dite « Bilan lésionnel pré-hospitalier » est remplie par les urgentistes immédiatement après la prise en charge initiale des accidentés ; elle renseigne sur l'accident, l'accidenté et donnera un premier bilan lésionnel pré-hospitalier. La deuxième fiche anonyme donne des renseignements sur le « bilan lésionnel final » après hospitalisation ; elle peut être remplacée par un compte-rendu hospitalier récupéré par le médecin urgentiste qui a pris en charge initialement l'accidenté. Le médecin urgentiste après avoir effacé toutes les données nominatives transmet le compte rendu anonyme aux accidentologues.

Les fiches et les comptes-rendus sont récupérés de façon hebdomadaire par les accidentologues auprès du secrétariat des services d'urgences. Seuls les accidentologues habilités pourront récupérer ces fiches. Les fiches collectées sont archivées dans une armoire fermée à clefs accessible uniquement par les accidentologues de l'antenne de Bondoufle et par le Médecin Délégué du CEESAR.

Une autre partie de ce lot concerne le suivi des blessés. L'objectif est de fournir des éléments probants témoins de l'importance des lésions subies par le piéton accidenté, en rapport avec la violence du choc. L'objectif consiste en l'évaluation des séquelles de l'accident en termes de handicap, d'incapacité et de déficience. Dans le cadre de notre projet, le suivi est effectué jusqu'à consolidation des séquelles dès lors qu'elle est médicalement constatée avant la fin de l'étude. Les piétons dont les séquelles des lésions n'ont pas été consolidées avant la fin de l'étude sont régulièrement contactés tous les 6 mois, à partir de la date de leur inclusion, par le Médecin Délégué du CEESAR qui effectue une évaluation de leurs séquelles jusqu'à la fin de l'étude, tout en garantissant le respect de l'anonymat et du secret médical.

Cette étude sera également l'occasion de faire le point sur les différentes codifications internationales les plus couramment utilisées pour les traumatismes.

2.1.4 Lot 4 : L'analyse des données d'accidents

Il s'agit dans ce lot d'analyser les accidents piétons à partir de thématiques prédéfinies et qui sont nécessaires à l'amélioration des connaissances en accidentologie des piétons.

Les analyses ou études ci-après listés correspondent à des problématiques concrètes qui pourront être utilisées à des fins soit décisionnelles soit techniques :

1. **Étude 1** : Identification des principales configurations d'accident et de leurs caractéristiques principales. L'idée est de mettre à jour les scénarios type d'accident dans le cadre des accidents piéton. Basée sur une précédente étude de l'INRETS, cette étude permet une d'une mise à jour de ces typologies voir de les compléter et de dresser un nouveau classement des configurations à partir de critères associant fréquence et sévérité (morbidité et mortalité). Pour chacune des configurations, une analyse des mécanismes accidentels et lésionnels ainsi que l'identification des causes associées sont étudiées. Nous proposons de compléter cette analyse par l'intégration du modèle des défaillances fonctionnelles développé par l'INRETS. De plus, les caractéristiques associées à chaque classe sont développées afin de pouvoir :
 - établir le cahier des charges idéal que devrait avoir la ou les fonctions de sécurité les plus appropriées ;
 - identifier quelles seraient les mesures de sécurité les plus efficaces en fonction des technologies actuelles ;
 - identifier l'efficacité des systèmes de sécurité en fonction de l'évolution de la technologie.
2. **Étude 2** : Une analyse basée sur les besoins des usagers qui sont confrontés à ce type de situation. L'idée est d'identifier les besoins réels des usagers à partir de l'analyse de leurs défaillances. L'objectif ici n'est pas d'analyser l'accident pour trouver la contre mesure la plus efficace, mais plutôt d'analyser le besoin réel du conducteur pour identifier l'aide la plus utile pour gérer la difficulté qu'il a rencontrée. L'idée est d'adapter l'aide au besoin réel. Il s'agit d'étendre le modèle initié dans le projet TRACE pour les conducteurs, à l'étude des accidents avec piétons et de proposer dans la mesure du possible une extension au piéton lui-même.
3. **Étude 3** : Une analyse globale des lésions observées avec un zoom spécifique sur les cas pour lesquels la vitesse au choc entre dans le cadre des tests réglementaires. Un des apports de cette analyse est de pouvoir réaliser un état des lieux des blessures les plus fréquentes et également de mettre en relation les blessures avec l'élément heurté (partie du véhicule ou autre).

2.2 Les livrables

10 rapports ont été prévus sur le projet CACIAUP.

Tous ces rapports ont été réalisés, validés et envoyés à la FSR.

Ils sont disponibles sur le site de la FSR à l'adresse suivante : <http://www.fondation-securite-routiere.org>

La liste exhaustive des rapports est la suivante :

Pour le lot 1 :

- **R1.1** : Rapport méthodologique sur la mise en place d'une EDA piéton
- **R1.2** : Étude sectorielle sur les accidents de piétons – vol1 année 2008. L'objectif est de donner une mise à jour de l'accidentologie des piétons et de son évolution en Europe, en France, dans le département de l'Essonne ainsi qu'un bilan de la première année de collecte.
- **R1.3** : Étude sectorielle sur les accidents de piétons – vol2 année 2009
- **R1.4** : Étude sectorielle sur les accidents de piétons – vol 3 année 2010

Pour le lot 2 :

- **R2.1** : Guide pour la reconstruction des accidents de piétons

Pour le lot 3 :

- **R3.1** : Rapport de synthèse sur le suivi des blessés dans le cadre des accidents de piétons

Pour le lot 4 :

- **R4.1** : Identification des configurations d'accident et des causes associées. Rapport relatif à l'étude 1 (M+26)
- **R4.2** : Analyse des besoins des usagers. Rapport relatif à l'étude 2
- **R4.3** : Analyse des lésions. Rapport relatif à l'étude 3

Final :

- **R5** : Rapport final du projet. L'objet de ce rapport est de donner une synthèse globale des activités menées au cours du projet, de présenter les principaux résultats et avancées, les difficultés rencontrées et de donner des pistes d'amélioration pour de futurs travaux

Afin de garantir la qualité des rapports, un comité de lecture a été mis en place. Il est basé sur une procédure de validation à 3 étapes :

- Relecture interne : elle concerne principalement les acteurs du projet
- Relecture externe par les représentants des constructeurs faisant partie de la coordination du projet
- Validation par la FSR

2.3 Les ressources

Le projet CACIAUP s'est donc déroulé sur une période de 3 ans à compter du 1^{er} juin 2009 avec un total de 87,5 homme-mois dont la répartition suivant les différents lots est donnée sur la figure suivante :

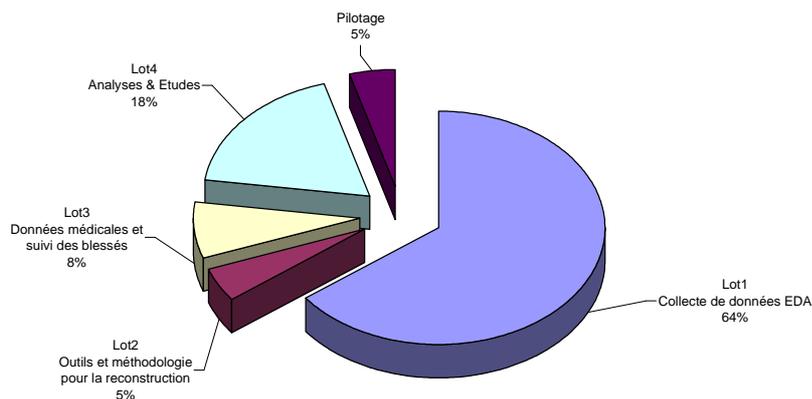


Figure 3: Organisation du projet CACIAUP

Comme on peut le voir, la collecte de données d'accidents représente plus de la moitié des forces totales mises sur le projet. C'est l'activité la plus longue puisqu'elle court sur un peu plus de 2 ans avec 2 accidentologues à plein temps.

Une large part est aussi attribuée à l'analyse et aux études puisqu'il s'agit du cœur du sujet. Le lot 3 portant sur la collecte des données médicales et le suivi des patients a une contribution plus modeste, de même que le lot 2 sur les outils et méthodologie pour la reconstruction.

2.4 L'organisation mise en place pour le suivi

Une organisation a été mise en place sur le projet, en particulier avec la programmation de réunions spécifiques.

3 types de réunion ont été mises en place :

- Réunion de pilotage pour faire un point régulier sur l'avancement des différentes tâches du projet ;
- Réunion de revue de cas essentielle pour le suivi de la collecte principalement sur les aspects, validation des cas d'accidents pour le projet, validation de la codification des blessures et de la reconstruction ;
- Réunion de coordination permettant de faire un point régulier des avancées du projet avec la maîtrise d'ouvrage.

Type de réunion	Qui	Quoi	Période
Pilotage	Responsable projet Responsables Lot	Avancement des travaux, principales difficultés (points durs et actions à mettre en place), planning (où en est on et le cas échéant nouvelle planification)	Bimensuelle
Revue de cas	Responsable Lot 1 Accidentologues Médecins	Présentation des cas, validation (cas retenu pour l'étude ou pas), codification, analyse lésionnelle	Trimestrielle
Coordination	Responsable projet Responsables Lot Représentant Renault Représentant PSA Représentant FSR	Avancement des travaux, discussion, planning, prise en compte de nouvelles questions	Semestrielle

Table 2 : Les réunions mises en place pour le projet.

Au cours de ces 3 années, 3 rapports d'activités annuelles ont été délivrés à la FSR permettant d'avoir un retour des avancées du projet.

Ces 3 rapports ont été remis à la FSR à la fin de chaque mois de septembre couvrant la période du projet.

Le projet CACIAUP a également fait l'objet de 2 présentations à la demande de la FSR. La 1^{ière} lors de l'organisation d'une journée de présentation générale des projets FSR au CCFA (26/03/2010), la 2nd lors de l'atelier sécurité routière de la FSR au mondial de l'automobile (09/10/2012).

3 Les principaux résultats

Nous allons maintenant présenter les principaux résultats obtenus au cours du projet.

Il ne s'agit pas d'entrer dans les détails pour chacun d'eux. Nous laissons le soin au lecteur de se reporter à la version finale des rapports dédiés disponibles sur le site de la FSR.

Les résultats sont présentés pour chaque lot du projet.

3.1 Recueil de données (Lot 1)

L'objectif initial était de collecter 90 cas d'accidents. Au total, 100 cas ont été collectés sur une période allant de juin 2009 à décembre 2011. La répartition de cette collecte en fonction du temps est donnée sur la figure suivante :

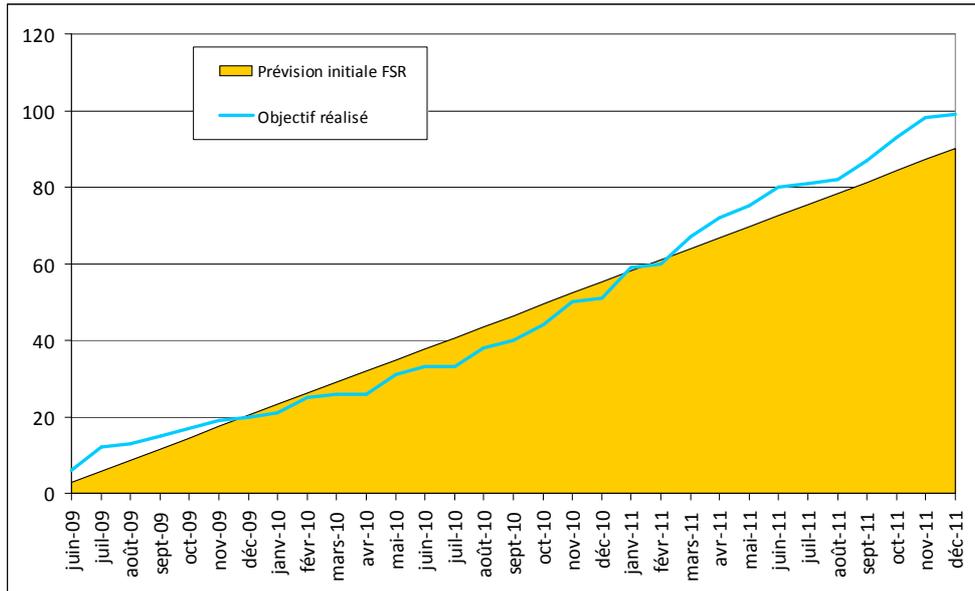


Figure 4: Répartition de la collecte des accidents en fonction du temps

Comme on peut le voir sur ce graphique, malgré un bon départ la période 2010 a plutôt été difficile, suite notamment à des problèmes liés aux appels. Grâce au suivi périodique, la tendance a pu être renversée au début de l'année 2011 pour finir avec un bonus de 10 cas par rapport au contrat prévu à l'origine.

Dans ce 1^{er} lot, 4 rapports ont été délivrés.

CACIAUP R1.1 – Rapport méthodologique sur la mise en place d'EDA (Décembre 2009)

L'objectif de ce rapport est de présenter la méthodologie de recueil et de pré-analyse de données dans le cadre d'une étude détaillée d'accidents de la route.

Le document est divisé en huit chapitres traitant des aspects suivants :

- **Qu'est-ce qu'une EDA** : ce chapitre définit l'Etude Détaillée d'Accident et expose l'intérêt de réaliser une telle étude.
- **La zone d'étude** : la zone dans laquelle sont entreprises les EDA est restreinte. Ce chapitre a pour but de présenter cette zone, ses caractéristiques et son choix.
- **L'antenne de Bondoufle** : l'équipe opérationnelle en charge des EDA est placée stratégiquement dans la zone d'étude. Cette partie du rapport présente l'antenne de Bondoufle, son fonctionnement et son emplacement.
- **Le système d'alerte** : dès lors qu'un accident survient sur la voie publique, l'équipe d'accidentologues doit intervenir le plus rapidement possible sur les lieux de l'accident. Ce chapitre expose les différents systèmes d'alerte.
- **Les autorisations** : l'activité de recherche en accidentologie est une activité qui est cadrée légalement. Elle nécessite plusieurs autorisations qui sont décrites dans ce chapitre.
- **Le recueil de données** : cette partie détaille le cœur même de l'activité accidentologique. L'analyse des accidents et le recueil de données sont les matières premières pour l'amélioration de la sécurité routière. Ces connaissances aident les acteurs de la sécurité routière (constructeurs automobiles, équipementiers, pouvoir publics...) à identifier les problèmes et à trouver des solutions.
- **Le traitement des données médicales** : la compréhension des mécanismes lésionnels amène les experts à étudier les blessures des usagers occasionnées par l'accident. Ce chapitre expose avec transparence la rigueur et le respect du traitement des données médicales des usagers de la route.

- **Les spécificités du projet CACIAUP** : analyser les accidents routiers impliquant un piéton n'est pas si aisé (comparativement aux accidents entre plusieurs véhicules). Ce chapitre présente les points forts et les spécificités du projet CACIAUP.

Les 3 rapports sur les études sectorielles couvrant les années 2008, 2009 et 2010.

CACIAUP-R1.2 – Etude sectorielle sur les accidents de piétons vol1 année 2008

(Décembre 2010)

CACIAUP-R 1 3 - Étude sectorielle sur les accidents de piétons vol2 année 2009

(Novembre 2011)

CACIAUP-R 1 4 - Étude sectorielle sur les accidents de piétons vol3 année 2010

(Septembre 2012)

L'objectif de ces rapports est de donner une analyse descriptive de l'accidentologie des piétons à partir des données macroscopiques disponibles dans le monde, en Europe et en France, mais également en apportant un zoom particulier sur le département de l'Essonne (département sur lequel est implantée notre zone d'enquête) ainsi qu'un bilan pour chaque année de collecte en zone EDA.

L'analyse présentée ici est limitée à la disponibilité des données et au niveau de détails collectés. C'est pourquoi, dans ces documents sont présentés les résultats de l'année 2008, 2009 et 2010 pour la France et d'années antérieures pour les autres pays.

Ces 3 rapports ont la même composition : quatre parties distinctes partant d'une vision très macroscopique à l'échelle mondiale pour se recentrer progressivement sur des zones plus restreintes (Europe, France, Essonne) et finalement décrire les accidents de piétons sur la zone d'étude EDA :

- La première partie porte sur des caractéristiques générales concernant l'accidentologie mondiale (essentiellement pour l'année 2007) afin de percevoir la problématique liée aux usagers vulnérables et plus particulièrement aux piétons. Pour se faire, nous avons utilisé les données issues des annexes statistiques du rapport de la sécurité routière dans le monde édité par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS)⁴.
- La seconde partie décrit les accidents de piétons en Europe et replace le contexte français dans l'environnement européen. Les données sources proviennent des bases OMS, CARE (Community Road Accident Database) et du projet européen TRACE⁵.
- La troisième partie correspond à un descriptif des accidents de piétons en France en 2008 (respectivement 2009 et 2010) à partir de la base de données nationale BAAC (Bulletins d'Analyse des Accidents Corporels).
- Enfin la quatrième partie présente l'accidentologie des piétons en 2008, 2009 et 2010 pour le département de l'Essonne et la zone d'étude EDA du CEESAR. La représentativité de l'Essonne et de la zone EDA par rapport à la France sera testée selon certaines variables. Les données statistiques utilisées pour cette zone sont issues de la base de données BAAC.

3.2 Outils et méthodologique pour la Reconstruction (Lot 2)

Comme vu auparavant, l'objectif principal de ce lot est de faire un état de l'art des recherches récentes sur la reconstruction d'accidents de piéton. Cette revue de la littérature doit permettre d'acquérir un maximum d'information non seulement sur la façon de modéliser la collision pour pouvoir déterminer une estimation la plus réaliste possible de la vitesse au choc, mais également des informations sur la caractérisation du piéton (poids, vitesse de déplacement, etc.).

L'ensemble des informations recueillies a été analysé et synthétisé dans le rapport R2.1.

⁴ Global status report on road safety 2009, WHO

⁵ TRaffic Accident Causation in Europe. TRACE is a STREP of the Sixth Framework Program funded by the European Commission (DG Infso).

CACIAUP-R 2.1-Guide pour la reconstruction des accidents de piétons (Décembre 2009)

Généralement, les accidents impliquant un véhicule contre un piéton engendrent dans un très grand nombre de cas, des blessures sévères pour l'usager vulnérable. De nombreux facteurs influent sur le risque potentiel de blessures du piéton dans ces collisions mais le facteur prépondérant reste la vitesse d'impact de la voiture. De ce fait, dans les investigations menées sur ce type d'accident, la détermination de cette vitesse est fondamentale aussi bien pour les ingénieurs en automobile afin de réduire l'agressivité du véhicule (design avant) que pour les biomécaniciens dans la survenue des blessures. Egalement, la reconstruction va permettre d'avoir des informations cinématiques importantes eu égard à la pré-collision (manœuvre, défaillance, réaction, etc.) et notamment la détermination de la vitesse initiale, l'ensemble permettant par la suite l'étude des possibilités d'évitement d'accident. La dynamique, les méthodologies et principes utilisés dans ces accidents sont très différents de ceux utilisés usuellement pour reconstruire les collisions entre véhicules. La méthode fréquemment utilisée pour déterminer cette vitesse est basée sur le témoignage des impliqués et sur des données factuelles telles que les traces de gommes de pneumatiques laissées par le véhicule, la localisation des déformations présentes sur le véhicule ou encore la distance de projection du piéton. Cependant, la multiplication des systèmes de freinage pourvus d'ABS obligatoires sur les véhicules depuis 2004 limite les possibilités pour l'accidentologue dont un des desseins est de calculer la vitesse d'impact du véhicule. De part l'absence de traces de freinage visibles à l'œil nu, l'utilisation de méthodes alternatives basées sur la distance de projection du piéton s'avère être d'un recours précieux dans la détermination de vitesse d'impact du véhicule dans les cas de freinage avec ABS.

Le rapport R2.1 présente différents types de modélisations analytiques de reconstruction simples les plus courantes basées sur les lois de la mécanique du point pesant, certaines modélisations empiriques ainsi que le modèle multi corps inclus dans le logiciel de simulation spécialisé tel que Pc-Crash. Au préalable, nous décrivons dans le document la méthodologie de recueil ainsi que l'ensemble des paramètres importants, leurs possibilités et limites.

L'objectif du rapport R2.1 est double. Sa première vocation est de faire une revue de la littérature sur les différentes méthodologies et techniques appliquées pour l'estimation des vitesses au choc dans les accidents de piéton. La seconde plus pratique est de fournir aux investigateurs de l'équipe d'accidentologues travaillant sur le projet CACIAUP une méthodologie commune de reconstruction des accidents voiture contre piéton.

Le but d'une telle démarche doit permettre de garantir la cohérence des paramètres cinématiques ou dynamiques des reconstructions ou simulations des cas d'accident traités par une méthodologie scientifique rigoureuse et commune, ces données étant ensuite stockées dans la base propre au projet.

3.3 Suivi des blessés (Lot 3)

Les accidents de la route sont un problème majeur de santé publique, ayant coûté la vie à des millions de personnes dans le monde. Pourtant, il n'existe pas une méthode standard utilisée pour évaluer le traumatisme ni pour comparer les lésions en fonction de leur gravité.

Plusieurs échelles de classification des lésions et de leur gravité existantes sont utilisées pour classer les catégories des traumatismes et leurs facteurs aggravants (par exemple invalidité, handicap, qualité de vie, utilisation des ressources hospitalières).

L'étude réalisée dans le lot 3 a pour but de faire le suivi des piétons blessés lors d'un accident de la voie publique par un véhicule léger. Elle veut identifier les lésions qui laisseront des séquelles handicapantes ou gênantes. Il y a donc une nécessité d'utiliser une échelle de classification des lésions, de leur gravité et des traumatismes, parmi celles qu'on utilise actuellement en France pour quantifier la gravité des lésions et de prévoir la morbi-mortalité.

Une revue de la littérature a été réalisée permettant une comparaison entre les outils de classification des traumatismes suivant leur localisation anatomique (comme l'Abbreviated Injury Scale ou l'Injury Severity Score), les échelles de classification des traumatismes de l'état physiologique (comme le Glasgow Coma Scale) et les échelles mixtes (comme le Trauma Injury Severity Score)

Une attention particulière a été accordée aux échelles AIS et ISS, ces 2 échelles restant les références dans le codage des lésions traumatiques. Ainsi, ce sont celles utilisées couramment dans le cadre de la recherche. Une échelle de classification de la morbi-mortalité des lésions est également étudiée. C'est l'Injury Impairment Scale, basée à partir de l'Abbreviated Injury Scale.

L'ensemble des travaux réalisés dans le cadre de ce lot sont présentés dans le rapport R3.1.

CACIAUP-R3.1-Suivi des blessés (Septembre 2012)

Dans cette étude nous avons essayé de mettre en place un suivi sur plusieurs mois des piétons victimes d'accidents de la voie publique. L'objectif est dans un premier temps de faire un recueil exhaustif des lésions traumatiques présentées par les victimes, et de calculer les scores AIS, ISS et IIS de chacun.

Dans un second temps, le suivi des victimes permettait d'évaluer la présence de séquelles physiques et leur évolution vers une guérison ou une consolidation.

Dans le troisième temps, nous devons voir si la présence de séquelles physiques était corrélée avec un score IIS élevé.

Parallèlement, les séquelles psychologiques de ces victimes ont été évaluées à l'aide de 2 échelles : l'échelle d'impact événement et le test de Nottingham, avec l'objectif de faire un suivi dans le temps de l'impact et du ressenti post traumatisme des victimes et de le corréliser au score traumatique ISS, AIS et IIS.

Six mois après l'accident les participants présentent une qualité de vie perçue qui s'est légèrement améliorée mais qui reste relativement altérée. Ces participants montrent des signes importants de réactions émotionnelles, de troubles du tonus et de l'énergie ainsi que du sommeil. Ces participants présentent encore un niveau de stress post traumatique élevé qui peut se chroniciser et durer de nombreuses années, voire toute une vie, et avoir un impact très lourd sur la santé des victimes lorsqu'ils ne sont pas pris en charge.

Pour la société, le coût social et médical engendré par les troubles psychotraumatiques non ou mal pris en charge sera donc important, bien plus qu'une prise en charge rapide et efficace.

Cette étude sur le suivi des piétons victimes d'accidents de la voie publique, du fait de son manque de retour de la part des victimes, ne permet pas de trancher si l'IIS rapporté à l'ISS ou au MAIS est un score permettant de présager des séquelles tant sur le plan physique que psychologique.

Les résultats obtenus sont insuffisants pour en tirer des statistiques fiables, on ne peut que constater au cas par cas.

Il reste admis que ces scores, malgré leurs limites inhérentes, sont des références mondiales quant à la cotation des blessures ou lésions traumatiques.

Il y a quelques voies à explorer pour avoir une meilleure participation de la part des victimes lors de prochaines études, essentiellement basées sur l'information et la participation volontaire avec un accord signé de la victime, sur un éventuel défraiement des sujets, ainsi que sur la mise en place d'entretiens tous les 6 mois avec un psychologue et un médecin.

3.4 Amélioration des connaissances : les études (Lot 4)

Nous allons donner les principaux résultats relatifs aux différentes études réalisées dans le projet.

Nous ne faisons que reprendre les synthèses de chaque étude et nous renvoyons le lecteur aux rapports qui s'y rapportent pour plus de détails.

3.4.1 Les mécanismes accidentels

Les analyses univariées réalisées à partir des données macro-accidentologiques (BAAC), nous montrent une vision dispersée des accidents, d'où la nécessité d'avoir un outil synthétique permettant de savoir comment se passe un accident dans son ensemble et en particulier de répondre à la question 'qui fait quoi, et dans quelles circonstances ?'. Classer les accidents en différentes configurations est une façon de répondre à ce besoin. Leur élaboration vise également à préciser les enjeux en termes de nombre d'accidents, de blessés et tués. Enfin, un intérêt non négligeable des classifications est de pouvoir présenter des contremesures aux situations réelles d'accidents.

CACIAUP - R4.1 Identification des configurations d'accidents et des causes associées (Septembre 2012)

L'objectif de ce rapport est de présenter une classification des accidents de piétons collectés et analysés dans le cadre du projet CACIAUP et de décrire les classes les plus représentées.

Les informations issues de la base de données, des fiches d'analyses d'accidents, des reconstructions avec le logiciel PC CRASH servent à construire les classes et à décrire le déroulement de l'accident depuis la phase de conduite jusqu'aux conséquences du choc.

Dans le but de proposer et de caractériser des systèmes d'alerte de la présence d'un piéton, les données relatives aux instants avant le choc sont collectées dans PC CRASH : ce sont par exemple, la vitesse du véhicule et la distance avec le piéton quand celui-ci commence être potentiellement visible par le conducteur.

Le présent rapport s'articule comme ceci :

Dans la première partie nous présentons la revue de la littérature qui a permis de mettre en évidence les différentes méthodes utilisées pour la classification des accidents de piétons, et de choisir la méthodologie adaptée à l'objectif de notre étude. Puis nous décrivons la démarche utilisée pour attribuer les scénarios d'accidents et obtenir toutes les données nécessaires à l'étude. Ensuite nous présentons quelques caractéristiques descriptives de la base de données.

La deuxième partie de ce rapport consacrée à l'analyse est scindée en deux : la première sous partie concerne la description des configurations d'accidents. Le déroulement de l'accident est analysé en détail tant du point de vue du conducteur que du piéton. Nous décrivons également l'infrastructure, et les données cinématiques de la pré-collision. La seconde sous partie traite de l'ensemble des données issues de PC CRASH.

Les conclusions de ce rapport sont les suivantes :

Pour ce travail, nous avons eu à attribuer les scénarios types définis par Brenac aux accidents analysés dans le cadre de CACIAUP. Cette codification s'est révélée réalisable, les scénarios décrits par l'INRETS sont globalement aisément identifiables à partir des données disponibles recueillies par les accidentologues de terrain.

Les scénarios 1, 2, 7, 8 et 9 sont les plus représentés dans notre étude, ils comptent pour 71% de l'échantillon.

Le scénario 1 (8 cas) : le piéton traverse alors qu'il est masqué à la vue du conducteur, la défaillance du conducteur concerne essentiellement la saisie de l'information. Les piétons sont des adultes (49 ans en moyenne). Lorsque le piéton devient visible, il se trouve à 16 mètres environ du véhicule qui roule en moyenne à 36 km/h. On compte 2 tués dans ce scénario.

Le scénario 2 (17 cas) : il concerne des enfants (10 ans en moyenne) qui entament leur traversée alors qu'ils sont masqués, le plus souvent par un véhicule en stationnement. La traversée se fait essentiellement hors passage piéton, en courant. Le piéton devient visible par le conducteur quand il se trouve à 12 mètres du véhicule. La vitesse de roulage à ce moment-là est de 32 km/h. Il n'y a pas de tué dans cette configuration, mais deux enfants blessés sévèrement (M.AIS4).

Le scénario 7 (12 cas) : ce scénario concerne également des enfants qui traversent, généralement en courant, cette fois-ci non masqués. L'âge moyen est de 12 ans. La défaillance du conducteur concerne le pronostic qu'il a fait de la situation. L'enfant a été vu, mais le conducteur n'a pas envisagé sa traversée. Cette configuration se caractérise par une traversée brusque de l'enfant, le temps avant l'impact quand l'enfant commence à traverser est de 0,7 seconde seulement. Le conducteur roule à 30 km/h en moyenne à

ce moment-là et l'enfant se trouve alors à 7 mètres de lui. Cette typologie d'accident est décrite également dans la littérature, et quelque fois appelée 'Ice cream vendor accident' en référence à l'attention focalisée de l'enfant. Il n'y a pas de tué dans ce scénario mais deux enfants très grièvement blessés (M.AIS 4 et 5).

Le scénario 8 (11 cas) : ce scénario regroupe les cas en intersection, où le véhicule tourne à droite ou à gauche. L'âge moyen du piéton est de 49 ans. C'est la saisie de l'information qui est défaillante pour les conducteurs. La vitesse de roulage quand le piéton commence à traverser est beaucoup plus faible dans ce scénario que dans les autres, 13 km/h en moyenne. Le temps avant impact est lui plus élevé : 2,2 secondes. Les faibles vitesses de roulage font que cette configuration est moins lésionnelle que les autres (lésions de niveau M.AIS3 au maximum). D'autres études confirment cette tendance [16, 17], les accidents de tourne à gauche/droite avec les accidents où le véhicule recule, enregistrent des taux de mortalité bien plus faibles que des configurations où le piéton longe la route par exemple (1,8% contre 11,1% de tués).

Le scénario 9 (23 cas) : le piéton traverse en confiance, généralement sur un passage piéton. L'âge moyen du piéton est de 37 ans. La défaillance fonctionnelle du conducteur concerne la saisie de l'information. Pour le piéton, l'attachement rigide au statut prioritaire est mis en évidence pour 9 cas. La vitesse de roulage est de 30 km/h quand le piéton commence à traverser, il se trouve à 17 mètres de la voiture, il reste 1,5 seconde avant l'impact. On compte dans ce scénario 2 tués et 4 blessés grièvement.

Il aurait été intéressant de pouvoir extrapoler ces résultats au niveau national. Cela aurait permis de donner des enjeux détaillés par scénarios. Cette extrapolation semble difficile à réaliser étant donné que l'échantillon n'est pas parfaitement représentatif de l'ensemble des accidents en France.

On retrouve une certaine cohérence entre nos résultats et ceux issus de l'échantillon de Brenac. Les scénarios prépondérants sont identiques dans les deux études, bien qu'il y ait des différences dans les proportions. Certains scénarios n'apparaissent pas dans notre échantillon, comme par exemple le 3 (Piéton circulant dans circulation dense, masqué par une file de véhicules arrêtés ou ralentis, souvent en intersection ou à proximité), le 5 (Piéton traversant une voie importante, en général nuit ou pluie, piéton souvent alcoolisé, détecté trop tard) ou le 10 (Conducteur franchissant un feu rouge/orange, heurte en sortie de carrefour un piéton détecté trop tard). Etant donné que notre échantillon est assez faible cela peut expliquer que nous ne trouvons pas l'ensemble des situations recensées. Cela peut aussi être une indication d'une différence de représentativité entre notre échantillon et celui analysé par Brenac.

Sur l'ensemble des cas, 79 concernent un piéton traversant la chaussée : on trouve 27 accidents où une obstruction à la visibilité a eu une influence déterminante, 52 accidents où les problèmes de prise d'information, de captation de l'attention, d'attente ou d'anticipation sont prépondérants. Il y a 9 cas de piétons sur la chaussée, statiques ou se déplaçant ou bien sortant d'un véhicule. Dans 6 autres cas, l'interférence entre le piéton et le véhicule est fortuite (perte de contrôle du véhicule par exemple). Les 6 cas restants sont classés en autre ou inconnu. Un problème au niveau de la saisie d'information est la défaillance fonctionnelle la plus répandue. 58 % des conducteurs présentent une défaillance en ce qui concerne la saisie d'information (37% de non détection par absence de visibilité et 10% de saisie d'information focalisée). Pour les piétons, la saisie représente 34% des cas avec défaillance connue. Ce sont surtout des négligences dans la saisie de l'information. Nous précisons ici, que 9 conducteurs ont été confrontés à un soleil éblouissant qui les a gênés pour percevoir le piéton. 4 de ces cas ont eu lieu en intersection alors que le conducteur tournait et passait donc d'une zone éblouissante à une zone moins éclairée. Les autres cas concernent un piéton traversant une chaussée rectiligne.

3.4.2 Les mécanismes lésionnels

L'objectif du travail réalisé dans cette étude est de dresser un panorama détaillé des lésions occasionnées sur les piétons, de déterminer les mécanismes lésionnels associés et ainsi de déterminer les éléments explicatifs des lésions. Nous utilisons pour cela une base de données construite pour ce projet. En tout, 100 cas d'accident avec piéton ont été analysés sur la base de variables génériques et spécialisées telles que définies dans le lot 2 (outils et méthodologie pour la reconstruction).

Chaque cas a fait l'objet d'une étude détaillée sur les lieux de l'accident, en temps réel mais aussi en temps différé (entretien avec les impliqués et collecte des informations non éphémères).

Cette base de données a comme principal avantage de fournir une description détaillée des lésions et de relier ces dernières à l'obstacle qui en est à l'origine (point d'impact sur le véhicule ou autre obstacle). Pour chaque type de lésion (en fonction des territoires corporels), les zones à améliorer sont identifiées et priorisées.

CACIAUP - R4.3 – Analyse des lésions (Septembre 2012)

Le rapport est organisé de la façon suivante :

- Un premier chapitre sur les enjeux de sécurité à différentes échelles (mondiale, européenne et Française). Les chiffres montrent que la catégorie des accidents de piétons est un enjeu majeur de sécurité routière. Au niveau mondial, la proportion des piétons tués est environ 34%, elle est de 20% à l'échelle européenne et de 12% en France.
- Un chapitre sur la description du processus de collecte d'informations qui a été utilisé pour construire la base de données CACIAUP. Un focus est réalisé sur la description des obstacles et sur l'étude des données lésionnelles.
- Une présentation de la réglementation et des tests consommateurs européens concernant les accidents de piétons. Dans la suite du rapport nous nous efforçons de comparer ces tests avec les données d'accidents afin d'analyser leur pertinence et d'identifier d'éventuels axes d'amélioration.
- Une caractérisation de la base de données en fonction des conditions, des manœuvres accidentelles, des véhicules, des chocs et piétons.
- Trois chapitres sur l'étude détaillée des lésions pour le choc frontal, le choc latéral et le choc arrière. Pour chacune de ces typologies, nous fournissons des données générales sur le choc et des données lésionnelles précises en fonction des territoires corporels.

Enfin nous terminons par l'analyse des facteurs de risque dont l'objectif est de caractériser les liens entre les variables observées et le risque de blessures.

Les conclusions du rapport sont les suivantes :

Les piétons représentent 12% de l'ensemble des tués sur la route en France en 2010.

Sur les 9881 piétons impliqués dans un accident, 58,1% sont non hospitalisés, 37,2% hospitalisés, 3,5% tués et 1,1% indemnes. Dans notre échantillon, les pourcentages diffèrent au niveau des tués (14,5%) et des blessés hospitalisés (28%) mais est similaire sur les deux autres catégories.

Les pourcentages de Mais 2+ sont les plus élevés dans les territoires corporels : crâne (33%), membres inférieurs (26%) et membres supérieurs (22%). Les pourcentages de Mais 3+ quant à eux sont les plus importants pour le crâne (18%), pour le thorax (13%) et pour les membres inférieurs (13%).

Pour les chocs frontaux, le pourcentage de MAIS 3+ est de 43% et les pourcentages de MAIS 3+ les plus élevés sont pour les territoires corporels suivants :

- Crâne (22%),
- Thorax (16%),
- Membres inférieurs (14%).

Le sol et le capot sont les deux principales zones d'impact à l'origine des lésions. Ils sont respectivement à l'origine de 32% et de 25% de lésions. Le pare-brise compte pour 9% des lésions et la face avant pour 10%.

Si on considère uniquement les chocs frontaux et que l'on regarde en détail les lésions AIS 2+ occasionnées par zone d'impact, on a le classement suivant :

- 10% de lésions à la tête contre le pare-brise,
- 8% au niveau des membres inférieurs contre le pare-choc,
- 8% au niveau du thorax contre le capot,
- 7% au niveau du bassin contre le capot,
- 6% au niveau de la tête contre le capot.

Les 51 – 90 ans est la tranche d'âge la plus représentée en termes de pourcentage de MAIS 2+ et MAIS 3+. Les jeunes de 16 à 20 ans constituent la deuxième catégorie la plus représentée avec un pourcentage de MAIS 2+ de 65% et de MAIS 3+ de 45%.

L'âge est une variable qui a une influence significative sur le risque d'avoir une lésion de sévérité maximale supérieure ou égale à 2. Les piétons de plus de 50 ans ont 7 fois plus de risque d'être blessés que les piétons de moins de 20 ans pour une sévérité maximale supérieure ou égale à 2. Pour les MAIS 3+, le risque est 4 fois supérieur. Il est important de noter que l'âge est une variable significative mais dont l'effet aléatoire grandit avec l'âge. Ce phénomène s'explique principalement par la variabilité de la forme physique des personnes âgées.

On observe, pour les chocs frontaux, que la vitesse de 40 km/h est une valeur significative pour les MAIS 3+. En effet, 50% des piétons avec un MAIS 3+ ont été heurtés à une vitesse inférieure à 40 km/h. Cette vitesse correspond à la vitesse de projection des impacteurs dans les crash-tests EuroNCAP.

La vitesse est la seconde variable explicative que nous avons identifiée. Plus la vitesse d'impact augmente, plus le risque de lésions augmente. Les piétons impactés à une vitesse supérieure à 30 km/h ont 6 fois plus de risques d'avoir une sévérité maximale supérieure ou égale à 2 que ceux qui le sont à une vitesse inférieure. Le facteur est de 20 lorsque l'on considère les MAIS 3+.

3.4.3 Les besoins du conducteur

Il s'agit d'une analyse centrée sur le facteur humain (en tant que composante de l'accident) et basée sur les besoins des usagers impliqués dans un accident avec piéton. L'idée est d'identifier les besoins réels des usagers (conducteur ou piéton) à partir de l'analyse de leurs défaillances fonctionnelles survenues dans leur tâche de conduite et dont la conséquence est l'accident. Cette analyse permet de compléter les évaluations de l'efficacité des systèmes de sécurité. L'objectif ici n'est pas d'analyser l'accident pour trouver la contre mesure la plus efficace, mais plutôt d'analyser le besoin réel du conducteur pour d'une part identifier l'aide la plus utile pour gérer la difficulté qu'il a rencontrée et d'autre part pour connaître l'adéquation entre les aides proposées et les besoins analysés.

La méthode proposée permet de compléter les méthodes d'évaluation. La plupart du temps, les évaluations proposées sont orientées vers l'efficacité en termes de diminution de la gravité.

Ici les contre-mesures sélectionnées sont évaluées en fonction de leur efficacité à répondre aux besoins réels des conducteurs et compte tenu des limitations potentielles dues au contexte dans lequel se déroule l'accident.

La méthode repose donc sur une analyse approfondie au cas par cas afin premièrement d'identifier les défaillances fonctionnelles de chaque conducteur survenues au cours de l'accident, secondement pour chacune des défaillances de caractériser le besoin réel associé, puis pour chaque besoin de sélectionner le ou les systèmes de sécurité les plus adaptés et enfin d'identifier les limitations potentielles dans le contexte de l'accident.

CACIAUP - R4.2 - Etude des besoins du conducteur (Novembre 2012)

Le présent rapport s'articule comme ceci :

Une première partie concerne les aspects méthodologiques dans laquelle on explicite les concepts utilisés ainsi que différentes étapes pour la construction de l'analyse.

La seconde partie décrit les résultats obtenus. Nous commençons par présenter notre échantillon de référence à partir de données générales descriptives, puis nous nous focalisons sur l'analyse des défaillances pour le conducteur et pour le piéton.

Les principaux résultats de cette étude sont les suivants :

Pour la situation pré-accidentelle :

L'analyse des besoins dans la phase pré-accidentelle ainsi que l'identification des contre-mesures associées est délicate à mener car elle est en partie biaisée par la connaissance des circonstances de l'accident. Le cas le plus représentatif est celui d'un piéton masqué par un bâtiment et qui va traverser. Si l'on s'en tient uniquement aux éléments factuels, d'un point de vue du véhicule il n'y a aucun moyen de savoir si derrière le bâtiment se trouve un piéton. Or comme nous savons qu'il s'agit d'un accident et qu'en plus il implique un piéton, la tendance sera d'indiquer un besoin de détection d'un usager masqué. Un autre problème qui trouve son sens ici, ce sont tous les éléments du contexte qui sont intervenus à ce moment-là. A partir des enquêtes EDA seulement certains éléments peuvent être appréhendés, en particulier ceux qui resteront présents lors de l'accident. Or certains « second rôle » à un instant donné peuvent être des « premier rôle » à un autre moment.

Pour revenir sur les résultats relatifs à cette phase de l'accident, ce que l'on peut retenir c'est que dans 19% des cas le véhicule est en situation stabilisée et le piéton traverse sur un passage protégé et dans 14% la traversée se fait hors d'un passage protégé. Les situations où le véhicule se trouve en intersection (rond-point compris) sont également nombreuses avec pour la moitié d'entre elles des situations de « tourne à gauche ».

D'un point de vue des besoins, on remarque que dans la plupart des cas c'est la détection du piéton qui est mise en avant (72%).

Parmi les systèmes sélectionnés, on retrouve essentiellement le système de détection d'un usager vulnérable (VRU) et il concerne toujours la fonction détection. Cependant si l'on tient compte des éléments du contexte (uniquement ceux qui ont été relevés) on observe alors un nombre important de limitations (principalement de visibilité limitée ou un champ de détection trop éloigné) qui vont avoir une grande influence sur l'efficacité du système. Ici on reste dans le domaine de l'alerte, le problème est donc de détecter le plus tôt possible dans une forêt d'éléments (trafic, mobilier urbain, végétation, bâti, piétons, etc.). Le piéton qui va traverser et de transmettre la bonne information au conducteur sous une forme qu'il soit capable d'interpréter.

Pour la phase de rupture :

Les besoins pivots sont essentiels car ils sont les principaux acteurs de la situation accidentelle comparés aux besoins amont dont la probabilité de conduire à l'accident est beaucoup moins certaine.

Le besoin le plus fréquent chez les conducteurs est celui de la détection (65%) avec majoritairement une difficulté dans la recherche de l'information due notamment à des masques à la visibilité. La prédiction de la manœuvre du piéton apparaît également (21%).

Le piéton est le plus souvent à l'origine de la perturbation, soit parce qu'il néglige la recherche d'information soit parce qu'il attend à ce que le véhicule ralentisse.

Parmi les systèmes de sécurité les plus souvent sélectionnés on retrouve le système de Protection des Usagers Vulnérables (VRU) essentiellement pour sa fonction de détection. Cependant de nombreuses limitations sont à prendre en compte au niveau des masques à la visibilité (véhicule en stationnement, bâti, végétation, etc.) qui peuvent rendre le système totalement inefficace.

Pour la phase d'urgence :

La phase d'urgence fait la part belle aux systèmes de freinage et en particulier aux systèmes automatiques. Ceci est d'autant plus marqué que certains véhicules impliqués dans les accidents analysés ne sont même pas équipés d'ABS.

Les améliorations apportées par les systèmes de freinage sur les nouveaux véhicules devraient donc porter leurs fruits en particulier avec un renouvellement récent du parc.

Cependant, le problème reste que pour que ce freinage assisté soit efficace faut-il encore que le conducteur appuie sur sa pédale. L'apport d'un système tel que le freinage d'urgence automatique a donc en théorie un fort potentiel en particulier dans les accidents avec piéton. La difficulté majeure reste cependant la détection : elle doit être optimale (toutes les situations accidentelles doivent être détectées) et éviter les fausses alarmes, tout cela dans un environnement en constante évolution et (particulièrement en ville) truffé d'interférences diverses (trafic, mobilier urbain, véhicule en stationnement, etc.) sans compter les modifications de trajectoire ou d'allure du piéton.

A noter également le faible taux de limitations. Elles dépendent fortement du conducteur et de sa volonté de freiner.

4 Conclusion

Globalement le projet s'est bien déroulé. Les objectifs attendus sont au rendez-vous.

Parmi les points positifs à retenir :

- Un nombre d'accidents collectés supérieur à ce qui avait été prévu avec pour chaque accident plus de 1000 variables associées et la présence d'une fiche détaillée contenant d'autres informations
- Une grande motivation de l'équipe d'accidentologues de Bondoufle qui a permis d'obtenir une collecte de qualité et au-delà du quota d'accidents initialement prévu
- Le partenariat avec les forces de l'ordre, les urgentistes et les pompiers
- Une motivation de l'équipe tout au long du projet aussi bien dans la volonté de vouloir progresser que dans la recherche de solutions qui ont permis d'éviter ou parfois de résoudre certains écueils
- La mobilisation d'une équipe pluridisciplinaire (médecins, accidentologues, ingénieurs) où chacun est venu apporter sa contribution avec une volonté de partager ses connaissances
- L'amélioration de nos méthodes de recueil sur les EDA avec la prise en compte de la spécificité de l'accident piéton. La méthodologie est aujourd'hui en place et se poursuit.
- L'amélioration de nos connaissances et des outils utilisés pour la reconstruction d'accident et l'estimation des vitesses au choc (Guide de reconstruction)
- L'identification des mécanismes lésionnels avec la mise en place d'un comité de validation interne et composé de médecins et d'accidentologues permettant de les valider.
- Le renouvellement des connaissances sur les accidents de piéton avec une mise à jour des problématiques associées

Durant ce projet, il y a aussi certaines faiblesses que nous avons pu constater :

- La mobilisation des forces de l'ordre (en particulier de la Police où il faut faire passer le message à plusieurs équipes) est un travail qui doit périodiquement être mené sous peine de tomber dans l'oubli. C'est une démarche qui prend du temps et qui dépend de la volonté de nos interlocuteurs.
- Nous avons dû mettre en place à un moment donné une seconde équipe permettant de couvrir une plage horaire beaucoup plus grande et donc d'obtenir un nombre d'accidents conforme aux prévisions
- L'accès aux lieux des accidents : le plus souvent en agglomération avec, surtout, des difficultés liées au temps d'accès à la scène d'accident. Les solutions seraient d'effectuer les déplacements avec des moyens de transport plus rapides (motos) ou de disposer de plusieurs antennes que l'on pourrait mieux répartir.
- Améliorer le recueil sur les usagers notamment au niveau des entretiens : les usagers (piétons et conducteurs) sont souvent très traumatisés par ces accidents et ne souhaitent pas s'entretenir avec les accidentologues.
- Sur le suivi des blessés. Malgré une faiblesse sur le nombre de retours obtenus, cette étude a permis néanmoins de montrer quelques premiers résultats qui doivent être confortés. Des enseignements ont pu en être tirés et permettront d'améliorer notre méthodologie de travail.
- La construction de courbes de risque en fonction de la gravité. Malgré les tentatives menées, la taille de l'échantillon CACIAUP ne nous a pas permis de mener à bien ce travail.

Les résultats ont été obtenus sur un échantillon relativement restreint. Il sera pertinent de les comparer avec ce qui pourra être réalisé dans le cadre de l'étude VOIESUR (Véhicule Occupant Infrastructure Etude de la Sécurité des Usagers de la Route). En effet, dans le cadre de ce projet 10 000 accidents survenus en 2011 seront analysés, parmi eux un certain nombre d'accidents de piéton. C'est l'occasion de confronter nos résultats avec ceux à venir issus de VOIESUR.

En conclusion, les résultats obtenus sont très satisfaisants et vont permettre de renouveler les connaissances sur les accidents de piéton.

L'utilisation des résultats semble prometteuse. Parmi les premières retombées, on citera :

- L'utilisation des données accidents pour la construction de scénarios dans le cadre du projet Européen e-Vader sur la sonorisation des véhicules électrique
- L'analyse accidentologique et des données d'accidents pour l'évaluation de l'efficacité d'un système automatique de freinage spécifique piéton.