LA FONDATION SÉCURITÉ ROUTIÈRE
10 ANS DE SOUTIEN A LA RECHERCHE

16 novembre 2017

SOMMAIRE

La Fondation Sécurité Routière : 10 ans de recherche
en sécurité routière ou la réalisation de projets ambitieux. ..... p. 3

La Fondation Sécurite Routière : son histoire, son fonctionnement ..... p. 5

Bilan scientifique des projets financés par la Fondation Sécurite Routière ..... p. 10

I. Généralités sur les projets ..... p. 10

II. Les victimes et leur prise en charge ..... p. 13

III. Les modes doux p.19

IV. Le Deux-Roues Motorisé ..... p. 27

V. L'infrastructure ..... p. 32

VI. La sécurité primaire ..... p. 38

10 ans de Fondation Sécurité Routière : des avancées dans de nombreux domaines ..... p. 45

Liste des membres du Conseil d'administration
de la Fondation Sécurité Routière depuis sa création ..... p. 47

Liste des membres du Conseil scientifique
de la Fondation Sécurité Routière depuis sa création ..... p. 48

ANNEXES ..... p. 49

Liste des projets - tableau de correspondance acronyme-titre du projet ..... p. 51

Les 29 fiches-projets classées par ordre alphabétique des acronymes ..... p. 53

Cette brochure est éditée par la Fondation Sécurité Routière, 2, rue de Presbourg, 75008 Paris - Téléphone : 01 49 52 52 27 - E-mail : fsr@ccfa.fr - Conception, réalisation : CCFA - Crédits photo: Ensam, Ifsttar, INSA Rouen, LAB, UVHC - LAMIH

FSR : 10 ANS DE RECHERCHE EN SÉCURITÉ ROUTIÈRE OU LA RÉALISATION DE PROJETS AMBITIEUX

En dix ans d'existence, la Fondation aura œuvré sans relâche dans quasiment tous les domaines en relation avec la sécurité routière. Rappelons qu'il est classique d'aborder la sécurité sous les quatre angles ci-après.

- la sécurité primaire, qui vise à prévenir ou éviter un dommage ;
- la sécurité secondaire, qui vise à réduire les conséquences d'un dommage (la gravité des blessures) ;
- la sécurité tertiaire, qui vise à apporter les soins les plus rapides et les plus performants aux victimes ;
- certains parlent également de sécurité quaternaire, qui vise à diminuer les séquelles physiques et psychologiques suite à un dommage.

L'ampleur de la tâche accomplie durant cette décennie se mesurera plus facilement à l'aide des quelques chiffres qui suivent.

A travers ses quatre campagnes d'appels à projets, ce sont en effet pas moins de 104 projets de recherche qui ont fait l'objet d'une évaluation pour en retenir au final 34 dont 31 ont été menés à terme. Leur coût total s'est élevé à 14,8 millions d'euros dont 5,7 apportés par la Fondation.

A chaque édition, 30 à 60 experts ont été identifiés et sollicités pour les évaluations. Leur origine géographique s'est élargie au fil du temps (Brésil, Canada, Etats-Unis, et en Europe, Allemagne, Belgique, Pays-Bas, Portugal et Suisse).

Au total, ce sont 98 experts qui ont apporté leurs compétences pour aider à sélectionner les projets.

Parmi les objectifs affichés par la Fondation lors de ses quatre appels à projets figurait l'intention de favoriser l'émergence d'une nouvelle génération d'intervenants dans le champ de la sécurité routière. Le fait que les projets proposés intègrent de jeunes chercheurs (thésards, post-doc, séjour à l'étranger) a donc été valorisé. Une attention particulière a d'ailleurs été apportée aux projets présentés par des équipes nouvelles et portant sur des sujets novateurs.

En ce qui concerne le renouvellement des intervenants, les résultats pourraient paraître décevants dans la mesure où très peu de structures nouvelles ont émergé comme porteur de projet. Plus de la moitié des projets financés ont été portés par l'Ifsttar (ex-Inrets), 3 par l'Inserm, et 5 par des universités. Mais cette prééminence s'explique naturellement par le poids de l'Ifsttar dans la recherche française en matière de sécurité routière ainsi que par sa capacité à monter et gérer des projets, un point qui faisait défaut dans de nombreuses réponses aux appels à projet.

Pour ce qui est du rajeunissement des intervenants, l'objectif semble avoir été atteint dans la mesure où la Fondati on Sécurité Routière a financé sept thèses ainsi qu'une quinzaine de stages de M2 et de nombreux contrats à durée déterminée pour des post-doctorants (180 hommes-mois au total) même si les ambitions affichées dans certaines propositions ne se sont pas toujours concrétisées.

La Fondation a également associé aux projets financés 40 partenaires d'horizons divers dont 17 laboratoires universitaires (parmi lesquels un au Québec et un en Australie), le CNRS, 1 Centre Hospitalier Régional Universitaire, la Brigade de Sapeurs-Pompiers de Paris, 2 services départementaux d'aide et de secours, 3 Samu, 3 bureaux d'études, le CEESAR, l'Association Prévention Routière, ainsi que des associations pour la prévention de l'alcoolisme et une mutuelle d'assurances.

Enfin, sachant que certains chercheurs ont participé à deux projets, voire plus, ce sont au total environ 140 personnes, chercheurs en sciences sociales ou sciences de l'ingénieur, enseignants-chercheurs, ingénieurs, techniciens, professionnels de santé, qui ont été impliqués à des degrés variables dans les projets financés par la Fondation.

Cinq grandes thématiques ont été abordées dans les projets aidés par la Fondation : *les modes doux (vélos, piétons)* pour 40% de l'aide, *le deux-roues motorisé, la sécurité primaire et les victimes et leur prise en charge* pour chacune un peu plus de 15% de l'aide, enfin *l'infrastructure* pour 11%.

Le présent bilan résume l'ensemble des projets, en les distinguant par thématique. En annexe se trouvent 29 fiches recto/verso plus détaillées pour l'intégralité, à l'exception de 2 projets transversaux, des projets qui ont été traités et financés par la Fondation Sécurité Routière lors de ses dix années d'existence.

LA FONDATION SECURITE ROUTIERE : SON HISTOIRE, SON FONCTIONNEMENT

Contexte de la création de la Fondation Sécurité Routière

La sécurité routière affichée comme priorité gouvernementale

Le 14 juillet 2002, le Président de la République, Jacques Chirac, annonce sa décision de faire de la lutte contre l'insécurité routière l'un des «trois grands chantiers» de son quinquennat, avec la lutte contre le cancer et l'insertion des handicapés. Il s'ensuit un intérêt renouvelé pour la sécurité routière dans un contexte de durcissement de la répression avec notamment l'adoption dès décembre de la même année du contrôle sanction automatisé (CSA), progressivement déployé à partir de juin 2003.

Même si le nombre de tués sur les routes en métropole est un indicateur imparfait du niveau de sécurité routière, il est passé de 7242 personnes tuées en 2002 à 3268 en 2013 pour remonter légèrement depuis (3384 en 2015, 3461 en 2015 et 3469 en 2016)

La création des fondations de recherche

Dans un souci d'implication de l'ensemble des acteurs de la société en faveur des causes d'intérêt général, une réforme générale du mécénat et des fondations a été mise en place en 2003, avec notamment la possibilité de créer des Fondations de recherche accompagnée d'un financement spécifique pour constituer la part de l'Etat en apport de capital pour la création de telles fondations.

L'idée de créer une Fondation de recherche pour la sécurité routière est alors apparue particulièrement pertinente à la direction générale de l'Inrets et des discussions se sont engagées avec les deux constructeurs automobiles français, Renault et PSA, auxquels ont été associés le principal constructeur de camions en France, Renault Trucks et le principal constructeur d'autobus et d'autocars, Irisbus.

Le cercle des fondateurs potentiels s'est progressivement élargi mais la finalisation du projet attendue pour la fin de 2004 n'est intervenue qu'en décembre 2005 avec la publication du décret de reconnaissance d'utilité publique.

Présentation

La Fondation Sécurité Routière est une fondation de recherche, reconnue d'utilité publique par un décret du 14 décembre 2005, créée par les acteurs[1] majeurs de la production de véhicules à moteur (constructeurs et équipementiers) et de l'exploitation des transports avec le soutien de l'Etat.

Son capital consomptible (5,788 millions d'euros) a été apporté à 49% par l'Etat et à 51% par le secteur privé. Sa durée minimale d'existence était de cinq ans. L'Etat a versé sa contribution en une seule fois, les fondateurs privés ont été autorisés à étaler les versements sur 5 ans (50% en 2006, 20% en 2007 puis 3 fois 10%).

La Fondation doit être dissoute au plus tard à la date à laquelle la dotation initiale est réduite à 10% de sa valeur initiale (568 822 €). Sa dissolution interviendra à la fin de février 2018. Le Conseil d'administration, dans le respect des dispositions statutaires, a désigné l'Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (Ifsttar) comme bénéficiaire des actifs résiduels de la Fondation au moment de sa dissolution. La somme ainsi dévolue sera affectée à un projet sur la sécurité des occupants des véhicules autonomes.

[1] Les membres fondateurs sont : PSA Peugeot Citroën, Renault, Renault Trucks, Plastic Omnium, Robert Bosch France, l'ASFA, Gruau Laval, Iris Bus France, Veolia Transport (ex-Connex), Mobivia (ex-Norauto), Compagnie Signature (absorbée par Plastic Omnium) et la Ratp.

La Fondation Sécurité Routière a pour but de définir, financer et promouvoir des programmes de recherche, dans le domaine de la sécurité routière en associant les champs technologiques aux champs des sciences humaines et sociales et des sciences de la vie.

Son action s'inscrit en cohérence et en complémentarité des autres programmes soutenus par les pouvoirs publics.

Les moyens d'action de la Fondation sont :

- le soutien financier de programmes de recherches sélectionnés à partir d'appels d'offres lancés par la Fondation et donnant lieu à des contrats entre la Fondation et les prestataires de ces recherches. Les fondateurs peuvent être les prestataires de ces recherches, sans réserve dans la limite du respect des règles de la libre concurrence ;
- et tous autres moyens de nature à promouvoir la recherche pour la sécurité routière et notamment par le recours aux bulletins, publications, réunions et conférences.

Les instances

Le Conseil d'administration de la Fondation sécurité routière présidé, depuis l'origine, par le président du Comité des Constructeurs Français d'Automobiles (CCFA), actuellement M. Christian Peugeot, est composé de 12 membres également répartis en trois collèges :

- Les membres fondateurs ;

- Les membres de droit : les représentants des ministères chargés de l'intérieur, de la recherche, de l'industrie, et des transports ;

- Les personnalités qualifiées, dont le président du CCFA.

Le quorum est de 7 membres présents. Le Conseil doit se réunir au moins 2 fois par an. Le quatrième mandat de 3 ans des administrateurs non membres de droit a débuté le 29 juin 2015.

Le président du Conseil d'administration est assisté d'un bureau comprenant le trésorier et le secrétaire. Le trésorier est actuellement Guy Maugis (Bosch France) et le secrétaire Michel Ferrandéry (ministère chargé de l'industrie).

Le Conseil scientifique de la Fondation Sécurité Routière est composé de personnalités du monde de la recherche et de l'industrie. Il est présidé par Jean-Yves Le Coz depuis le 29 juin 2015 après avoir été présidé depuis l'origine par le professeur Marc Tadié, ancien chef du service de neurochirurgie de l'hôpital du Kremlin Bicêtre.

Ce conseil s'est réuni entre 3 et 5 fois par an.
Son rôle consiste à :
- donner un avis sur les thèmes à retenir dans le cadre des appels à projets avant qu'ils soient soumis à l'approbation du Conseil d'administration,
- évaluer les projets reçus en réponse aux appels à projets,
- rendre compte au Conseil d'administration de l'état d'avancement des projets en cours soutenus par la Fondation.
Le quatrième mandat de 3 ans des membres du Conseil scientifique a débuté en juillet 2015.

L'assemblée générale des fondateurs est composée d'un représentant de chaque fondateur dont la dotation minimale s'élève à un montant de 50 000 € et elle se réunit au moins une fois par an.
Son rôle consiste notamment à :
- nommer ou renouveler les 4 membres du collège des fondateurs présents au Conseil d'administration.
- arrêter une liste des membres du Conseil scientifique qui sera soumise à l'approbation du Conseil d'administration.
L'assemblée générale des fondateurs est présidée par le représentant de Renault ou celui de PSA.

La gestion de la Fondation

Le secrétariat administratif et scientifique de la Fondation Sécurité Routière est assuré depuis l'origine par l'Ifsttar, dans le cadre d'une mise à disposition à titre gracieux.

Le siège de la Fondation Sécurité Routière se trouve au CCFA où elle dispose également d'un bureau dans le cadre d'un bail signé entre le CCFA et la Fondation.

Les projets financés par la Fondation

Les projets financés par la Fondation Sécurité Routière ont été sélectionnés dans le cadre d'appels à projets largement diffusés auprès de la communauté scientifique. Le Conseil d'administration a finalisé le choix des projets de recherche financés par la Fondation en s'appuyant sur une évaluation réalisée sous la responsabilité du Conseil scientifique, suivant une procédure conforme aux meilleures pratiques en la matière. Les critères d'évaluation étaient mentionnés dans le texte des appels à projets et le classement des projets a été effectué selon le principe de notation retenu par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR).

Le suivi des projets

Il est normalement constitué pour chaque projet un comité de suivi composé du membre du Conseil scientifique, rapporteur du projet, qui s'entoure d'une ou deux personnes membres du Conseil scientifique ou extérieures à celui-ci. Il n'y a pas de rémunération prévue mais prise en charge des frais de déplacement.

L'évaluation doit porter sur le processus, le contenu scientifique et les aspects financiers. Si un problème est détecté lors du suivi, il peut y avoir visite sur site ou revue de projet.

Communication/ Valorisation

Depuis sa création, la Fondation a organisé un certain nombre de manifestions telles que rencontre de porteurs de projets, journée de valorisation de projets au CCFA, séminaire dans le cadre du TRA 2014, ateliers au Mondial 2012, 2014 et 2016.

Les projets financés par la Fondation ont fait l'objet de nombreuses présentations dans des colloques ainsi que de publications dans les meilleures revues nationales et internationales.

Données de référence

Dotation initiale	5 788 K€
Plus-value sur placements (au 31/12/16)	808 K€
Réserve (10% dotation initiale)	- 568,8 K€
Total conventions signées	- 6 671K€
Total dépenses de recherche effectives	- 5 694 K€
Nombre de projets engagés	34 dont 3 ont été abandonnés
Fourchette montant des aides	951 K€ / 15,4 K€
Montant moyen des aides accordées	196,2 K€
Porteurs de projet dont (projets abandonnés)	INRETS/IFSTTAR 18 (1), INSERM (3), Univ. de Caen 2 (1), Univ. Paris 8 1 (1), UVHC 1, Université de Bordeaux 1, CNRS 1, GIE PSA Renault 1, LRPC Angers 1, IRME 1, RATP 1, 6 T 1, INSA Rouen 1, ARTR 1

Synthèse des financements accordés par la FSR

Thème	Nombre projets	Pourcentage du financement total*
Abandonnés	3	0,4%
2 roues motorisés	5	17,2%
Sécurité primaire, conducteurs, alcool, psychotropes, senior	8	17%
Infrastructure	4	11,4%
Modes doux (vélos piétons)	12	38,9%
Prise en charge des victimes	2	14,9%

Pourcentage des dépenses de recherche financées par la FSR affecté à chacun des cinq thèmes

*Le financement effectif est inférieur au montant des engagements de recherche en raison des soldes positifs de clôture de conventions.

BILAN SCIENTIFIQUE DES PROJETS FINANCES PAR LA FONDATION SECURITE ROUTIERE

I. Généralités sur les projets

Les projets financés sont issus de la coïncidence entre les questions de sécurité soulevées par les appels à projets initiés par la FSR et la stratégie de recherche particulière à chaque équipe. D'une telle coïncidence résulte le champ couvert par les réponses, chaque thème ayant fait l'objet de réponses plus ou moins nombreuses.

Les thématiques -dont les descriptions seront présentées plus loin- sont aussi bien des sujets qui font l'objet de recherche depuis de nombreuses décennies, que des sujets émergés plus récemment du fait d'une évolution de la société et des politiques de sécurité routière.
Dans le premier groupe se trouve évidemment ce qui touche à l'alcoolisation des usagers (EAD, DAR, ALCOOL_EVALUATION, GAZEL_ALCOOL, PAAM, ALCOLAC) et qui reste un problème de sécurité routière capital. Des recherches ont également été entreprises sur la vulnérabilité des piétons (VIPPER, SICAP, CACIAUP, RATP_PIETON, PETRA), ainsi que sur la sécurité secondaire (ASP, WHIPLASH, QUO VADIS) et divers aspects de la conduite, surtout considérés du point de vue de l'ergonomie (PIAAC, UVU_T, ACT, SANTAFE, PROFIL). Il est intéressant de constater que l'intérêt pour la recherche dans ces domaines reste important.
L'évolution de la société incite au développement plus récent de certaines thématiques. Ainsi, le vieillissement de la population a pour effet un intérêt accru porté au rapport que les seniors entretiennent avec la mobilité et l'insécurité (SEPIA, SEVAP, GAZEL_SENIOR). L'évolution des centres villes (développement des transports en commun, gentrification, préoccupations environnementales, intérêt porté au patrimoine, …) modifie l'image de la place de l'automobile en ville (6T_VITESSE, PAAM), le développement de la mobilité cyclable, ainsi que celui des deux-roues à moteur, qui constituent un mode de transport évidemment adapté à la circulation urbaine. La quantité plus importante de recherches sur les utilisateurs de deux-roues motorisés (DRMSpatial, PERCEPT, SENSORIMOTO, DYMOA, SECU2RM) que celles sur les cyclistes (VISIBLE) peut s'expliquer à la fois par l'enjeu mais aussi par le nombre de recherches déjà réalisées sur ce dernier sujet.

Plusieurs dispositifs technico-politiques ont été étudiés à l'occasion de ces appels à projets. Ils portent sur une large gamme d'outils techniques, souvent du domaine de la métrologie et destinés à s'intégrer à la mise en œuvre de politiques publiques.
Des tests de faisabilité et d'efficacité ont ainsi été réalisés sur les éthylotests anti-démarrage (EAD, ALCOOL_EVALUATION), la mesure de l'alcoolémie par Spectroscopie Raman (DAR), l'entraînement des personnes âgées sur simulateur (SEPIA), la détection des usagers par caméra thermique (UVU_T), l'efficacité et l'acceptabilité de système de contrôle de

trajectoire (ACT, PROFIL), les critères de nature et gravité des blessures pour le triage des blessés (QUO VADIS). Ces dispositifs très divers ont été étudiés non pas comme outils de recherche, mais comme outils intégrés aux politiques de prévention.

Beaucoup de recherches ont recours à des outils d'analyse classiques dont le maniement est déjà bien calibré. Toutefois, les développements technologiques permettent de rendre de plus en plus performants certains de ces outils de recherche. Les réponses aux appels à projets ont été l'occasion de développements dans les domaines des simulateurs (SEVAP, ACT, SANTAFE, ALCOLAC, PROFIL), y compris pour les motos (SENSORIMOTO), des Etudes Détaillées d'Accidents (CACIAUP, PERCEPT), des croisements de grandes bases de données comme les registres et cohortes (GAZEL_ ALCOOL, GAZEL_SENIOR, SECU2RM), des Enregistrements de Données Routières sur les deux-roues motorisés (DYMOA), des outils cartographiques (DRMSpatial, PAAM), du Système Cyclope permettant l'analyse de la saillance visuelle (VIPPER), des essais de choc (ASP), des tests psychométriques et neuropsychologiques (PIAAC)
Ces développements des outils d'analyse permettent de faire évoluer les études des comportements humains en situation de conduite ou de traversée (VIPPER, SICAP, PERCEPT, RATP_ PIETON, SEPIA, SEVAP, PETRA, PIAAC, PAAM, VISIBLE, ALCOLAC). Ces études ont été largement abordées, non pas de manière générale, mais le plus souvent au travers de certaines caractéristiques spécifiques : conspicuité, sentiment de priorité, effet de contexte, ….
Il faut noter qu'une étude aborde le thème de l'acceptabilité par les institutions (EAD).

Les résultats des projets constituent en général des briques dans la connaissance actuelle en sécurité routière (EAD, ALCOOL_PREVENTION, DRMSpatial, GAZEL_ALCOOL, CACIAUP, PERCEPT, RATP_PIETON, SENSORIMOTO, SEVAP, PETRA, WHIPLASH, 6T_VITESSE, PAAM, ACT, SANTAFE) certains travaux démontrent l'intérêt d'un dispositif, certains donnent des résultats qualitatifs à confirmer ou concluent à l'absence d'effet. Certains projets sont exploratoires (DAR, UVU_T, DYMOA), d'autres vont faire un bilan sur une question (ASP). Quelques projets insistent sur la nécessité de développer les dispositifs de recherche (VIPPER, SICAP, UVU_T).

En conclusion, les projets financés par la Fondation Sécurité Routière forment un ensemble riche et assez représentatif de la recherche dans le domaine, avec toutefois une volonté de privilégier les avancées et les innovations. Ils ont permis d'étudier de nouveaux dispositifs, de permettre le développement d'outils de recherche et bien sûr de produire des résultats utiles pour la prévention.

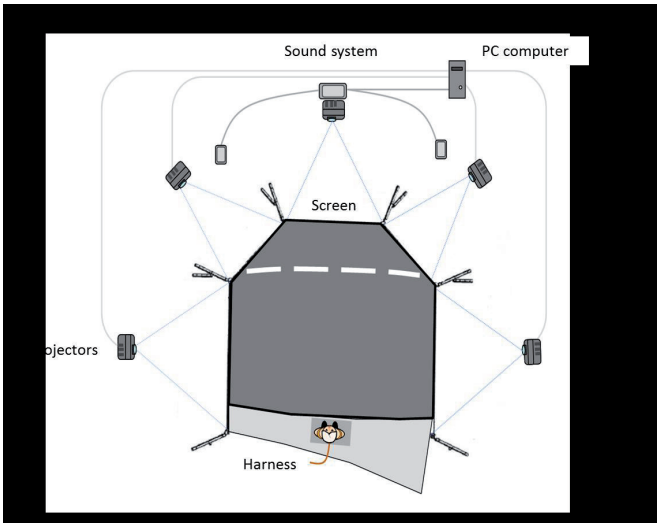


Schéma du simulateur SRP de l'UVHC

Vue réelle du simulateur SRP de l'UVHC

II. Les victimes et leur prise en charge

Le thème dans les appels à projets, les enjeux

Au-delà d'une mortalité routière qu'il est légitime de vouloir réduire drastiquement, la morbidité routière constitue un enjeu spécifique dont l'ampleur et, trop souvent encore, la gravité, justifient que l'on développe des travaux qui visent à une meilleure connaissance des blessés eux-mêmes et de leur prise en charge. On peut en effet rappeler que l'on compte autant de handicapés lourds que de tués, mais que les enjeux tués et blessés ne se superposent pas, par exemple dans le ratio tués / blessés graves selon la catégorie d'usager de la victime. C'est pourquoi cette thématique a été déclinée dans tous les appels à projets (AAP) de la Fondation Sécurité Routière.

Dès son premier appel à projets, la Fondation évoquait sa volonté de financer et promouvoir, notamment, des programmes de recherche « dans le domaine de la connaissance des fondamentaux de l'insécurité routière et de la vulnérabilité de l'être humain ».

Ainsi, l'appel à projets 2007 évoquait comme problèmes majeurs, en lien avec la morbidité routière : la vulnérabilité des piétons, des cyclistes et des motocyclistes ; le devenir des blessés graves ; la gravité des chocs contre obstacles fixes. Et elle retenait quatre thèmes pour ce premier appel à projets, dont deux pouvaient relever de la morbidité routière : « les piétons » (la sécurité des deux-roues motorisés n'ayant pas été retenue dans la mesure où elle avait fait l'objet d'appels à propositions récents), et « le traumatisme du rachis avec fléau cervical dans les accidents de la circulation ».

Dans le même esprit, l'appel à projets 2008 retenait cinq thèmes, dont deux en lien avec la morbidité routière : « les usagers vulnérables » (notamment, en termes de sécurité passive, incluant désormais les deux-roues et les mécanismes lésionnels de leurs blessures) et, à nouveau, « le traumatisme du rachis avec fléau cervical dans les accidents de la circulation ».

L'appel à projets 2011 s'ouvrait encore plus largement à cette thématique à travers l'un de ses quatre thèmes : « l'accident : des causes aux conséquences (études des comportements, accidentalité nocturne, accidents sans tiers, conduite sous l'emprise de substances psychoactives, devenir à long terme des traumatisés graves) ».

Dans son appel à projets 2012, et dans la continuité du précédent, la Fondation avait souhaité mettre en avant trois grands sujets de recherche en sécurité, en complément ou en renforcement de sujets traités par d'autres instances ou organismes de recherche, notamment « l'actualisation des connaissances sur l'étiologie de l'accident et de ses conséquences ».

Enfin, dans son appel à projets 2014, le dernier, la Fondation avait décidé de concentrer ses moyens sur un thème unique, fortement en lien avec la morbidité routière : « Accidentologie des deux et trois roues motorisés : devenir des blessés et usages en lien avec la sécurité ».

Objectifs

Cinq projets s'inscrivaient, plus ou moins et pour partie, dans cette thématique. Seuls ceux de leurs objectifs qui en relèvent sont rappelés ici.

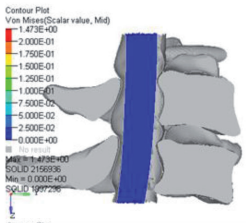
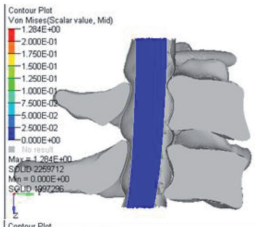
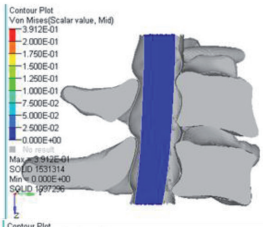
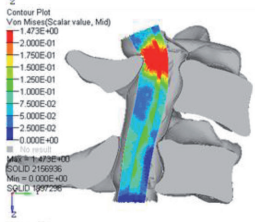
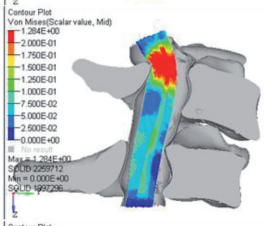
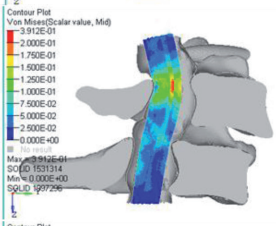
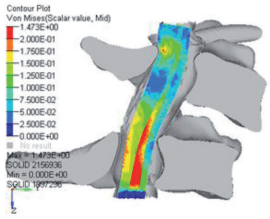
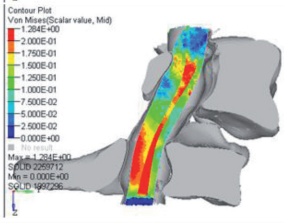
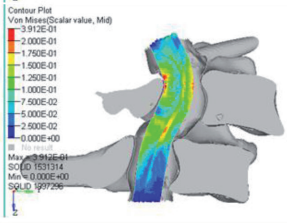
En réponse à l'appel à projets 2007, le projet Amélioration de la Sécurité des Piétons (ASP) avait notamment comme objectifs de « Fournir un état des lieux de l'épidémiologie des accidentés impliquant des piétons, de le mettre en relief au regard des différentes technologies de construction des véhicules ; de disposer d'un suivi des victimes traumatisés crâniens […] et de proposer des méthodes et données de référence pour mieux décrire les traumatismes du piéton. »

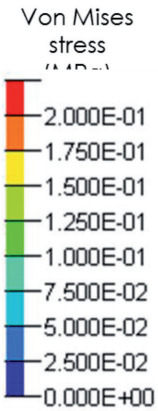
En réponse à l'appel à projets 2008, le projet Amélioration des connaissances sur l'accidentologie des piétons (CACIAUP) avait notamment comme objectif « la mise en place d'un suivi des personnes ayant été blessées au cours de l'accident […] jusqu'à consolidation des séquelles, […] et, secondairement, « une analyse des lésions observées avec un zoom spécifique sur les cas dont la vitesse au choc entre dans le cadre des tests réglementaires ».

En réponse au même appel à projets, le projet Les traumatismes cervicaux de type « whiplash » - Étude physiopathologique et clinique (WHIPLASH) avait notamment comme objectif principal « d'identifier de façon précoce les indices de mauvais pronostic fonctionnel des traumatismes cervicaux de type « whiplash » en clinique et imagerie, et avec des tests physiopathologiques et neuropsychologiques » et, comme objectif secondaire, « de corréler les données cliniques, d'imagerie et de tractographie de fibres avec les données physiopathologiques et neuropsychologiques ».

En réponse à l'appel à projets 2014, le projet Optimisation du triage des blessés de la route par la prise en compte des caractéristiques de l'accident (QUO VADIS) avait comme objectif « l'établissement d'une aide à l'orientation des victimes (triage) grâce à la relation établie entre des critères accidentologiques constatés et des bilans cliniques lésionnels observés ».

Enfin, en réponse au même appel, le projet Les deux et trois roues motorisés : causes et conséquences des accidents (SECU2RM) avait notamment comme objectifs « d'établir les bilans lésionnels de l'ensemble des victimes usagers de deux-roues motorisés ; pour les victimes présentant un risque enjeu neurologique et/ou biomécanique, d'estimer des facteurs pronostiques, d'évaluer leur prise en charge et leur devenir à 6 mois, et d'estimer la pertinence de solutions de protection offertes aux usagers de deux-roues motorisés ».

	Symmetric SCIWORA	Asymmetric SCIWORA	Facet fracture
t=0ms			
t=2ms			
t=4ms			
Max stress (MPa)	1,47	1,28	0,39
Comments	Traction at C6 level Highest stress	Traction at C6 level Highest displacement	No traction at C6 level Lowest stress



Simulation du risque de lésion de la moelle épinière lors d'une luxation (pour un chargement symétrique et asymétrique) avec ou sans fracture osseuse sur le rachis cervical

Approche méthodologique

Dans le cadre des objectifs évoqués ci-avant, le projet ASP, très pluridisciplinaire, a réuni approche observationnelle (analyse épidémiologique de données d'accident), méthodes et outils biomécaniques (modélisation éléments finis et multi corps d'accidents piétons) et expérimentations sur corps donnés à la science (validations des outils et méthodes, étude de la chute au sol).

Le projet CACIAUP, basé sur la pluridisciplinarité des Études détaillées d'Accidents, s'est appuyé sur une collecte de données détaillées d'accidents spécifique aux accidents avec piéton, la reconstruction d'accident et le suivi des blessés en partenariat avec les hôpitaux de la région.

Le projet WHIPLASH reposait essentiellement sur des bilans médicaux réalisés en longitudinal sur six mois (clinique, physiopathologique, ORL, neuropsychologique).

Le projet QUO VADIS repose sur une approche analytique de la base de données accidentologiques constituée. Elle vise à un calcul des courbes de risque de gravité des lésions, par nature de lésion et par région corporelle, en fonction des critères accidentologiques constatés.

Enfin, le projet SECU2RM, très pluridisciplinaire et multi-sites, réunit approche observationnelle (enquête postale auprès de 8000 accidentés dans le Rhône, recueil sur site d'une centaine d'accidents, inclusion de tous les blessés de l'année 2016 passés en salle d'accueil d'urgence vitale pour les services d'urgence de Lyon et Marseille), analyse épidémiologique, modélisation statistique et analyse biomécanique avec simulation.

Résultats

Seuls sont évoqués ici les résultats en lien avec la thématique « victimes ».
Le projet ASP propose un outil expérimental permettant de réaliser des essais « full scale » avec ou sans chute au sol. Par exemple, l'analyse combinée des données expérimentales et des simulations semble indiquer que la chute au sol pourrait être responsable de lésions importantes sur le bassin, alors que pour l'impact tête le choc véhicule semble prédominant. D'un point de vue normatif, les points majeurs sont la nécessité de revoir les conditions d'évaluation de l'impact tête, la nécessité d'introduire de nouveaux critères pour la jambe, la question de la représentativité de l'impact bassin/fémur et la nécessité de proposer des essais d'évaluation qui tiennent compte des différentes familles de véhicules.

Le projet CACIAUP a permis la mise en place d'une méthodologie et d'un recueil adaptés à la collecte d'accidents impliquant un piéton, avec la prise en compte de ces spécificités. L'élaboration d'un guide sur la reconstruction a permis de calculer pour la plupart des cas les vitesses au choc pour les véhicules. Ces études ont également permis d'identifier les pistes de progrès notamment en termes de sécurité passive et active.

Le projet WHIPLASH, dans sa dimension épidémiologique, a permis de mettre en évidence des facteurs cliniques et neuropsychologiques en phase précoce (entre J8 et J21 de l'accident) comme prédictifs d'une évolution défavorable de la symptomatologie du whiplash. Dans sa dimension clinique, le projet a permis d'évaluer troubles de l'équilibre et douleurs. Il aussi objectivé la comorbidité fréquente du whiplash avec un stress aigu, ce qui souligne l'impact du psychologique dans la manière dont l'accident a été vécu et dans la manière dont le stress résultant des douleurs va influencer précocement l'évolution du syndrome cervical.

Le projet QUO VADIS a déjà permis de constituer une base de données de plus, de près de 1500 accidents, couplant données médicales et données véhicules. Le calcul des courbes de risque de gravité des lésions, par nature de lésion et par région corporelle, en fonction des critères accidentologiques constatés devrait permettre une lecture critique des critères de Vittel aujourd'hui utilisés.

Le projet SECU2RM a déjà permis de constituer les différentes bases de données prévues (enquête postale, recueil des données cliniques

et recueil sur site). En termes de conséquences corporelles, la traumatologie des usagers de deux-roues motorisé est analysée au regard des équipements de protection portés ou non, en utilisant à la fois les réponses à l'enquête et le bilan médical connu par le Registre du Rhône. Concernant le volet clinique, l'examen des dossiers cliniques a permis d'isoler une première série de traumatismes types pour le rachis cervical. À noter que, sur les scénarios d'accidents étudiés, aucune victime ne disposait d'un système de protection susceptible de prévenir ce type de blessure. Plus largement, les facteurs pronostiques de l'évolution de l'état vital des victimes sont recherchés. L'étiologie de leurs traumatismes aussi, avec un double focus neurologique (tête, rachis) et hémorragique (abdomen, thorax) en rapport avec des facteurs physiologiques et biomécaniques. Une analyse critique sur l'efficience de certains dispositifs de protection sera effectuée, et l'adéquation entre la prise en charge des traumatisés sévères des deux-roues motorisés et les typologies de traumatismes constatés a posteriori sera évaluée.

Avis du Conseil scientifique

Si les projets relevant de la thématique « victimes » ne constituent qu'une réponse partielle à l'ensemble des appels à projets lancés par la Fondation, ils présentent le double mérite de l'originalité pour certains, de l'ampleur et du caractère très applicatif pour d'autres.
Il faut aussi se souvenir qu'ils s'inscrivent dans une problématique en plein développement qui bénéficie de soutiens par ailleurs.

Liste des projets relevant du thème

ASP, CACIAUP, WHIPLASH, QUO VADIS, SECU2RM

III. Les modes doux

Le thème dans les appels à projets, les enjeux

Les modes doux définissent les déplacements non motorisés tels que la marche ou le vélo. Ils regroupent donc les projets dont les thèmes principaux sont les piétons et les cyclistes. Ces usagers vulnérables représentent de forts enjeux en termes de mortalité et de morbidité. Au niveau mondial, ils représentent 28% de la mortalité globale (OMS 2015), 24% dans l'Union Européenne (ERSO 2008) et 22% en France (ONISR 2016). En France, les derniers résultats pour l'année 2016 montrent une aggravation de la mortalité de 15% pour les piétons et de 7% pour les cyclistes, par rapport à l'année précédente, alors que le nombre total de tués sur les routes est resté stable.

Les thématiques liées à ces usagers vulnérables n'apparaissent que dans les deux premiers appels à projets de la Fondation. Tout d'abord en 2007 avec un thème spécifiquement dédié aux piétons dont les objectifs sont d'améliorer les connaissances sur les aménagements destinés à diminuer les risques, la visibilité, les moyens de détection (en lien avec la sécurité primaire) ou encore sur les facteurs d'exposition au risque comme notamment les piétons âgés, puis en 2008 avec une thématique usagers vulnérables incluant les cyclistes avec des objectifs similaires au 1er appel.

Dans les appels suivants, les piétons et les cyclistes n'ont pas de thématique spécifiquement dédiée, même si des interactions sont possibles avec celles proposées telles que ''l'accident des causes aux conséquences'' ou encore ''les nouveaux véhicules et leur impact sur la sécurité ou l'infrastructure''.

Objectifs

Les onze projets associés à cette thématique peuvent être classés en trois grandes familles :

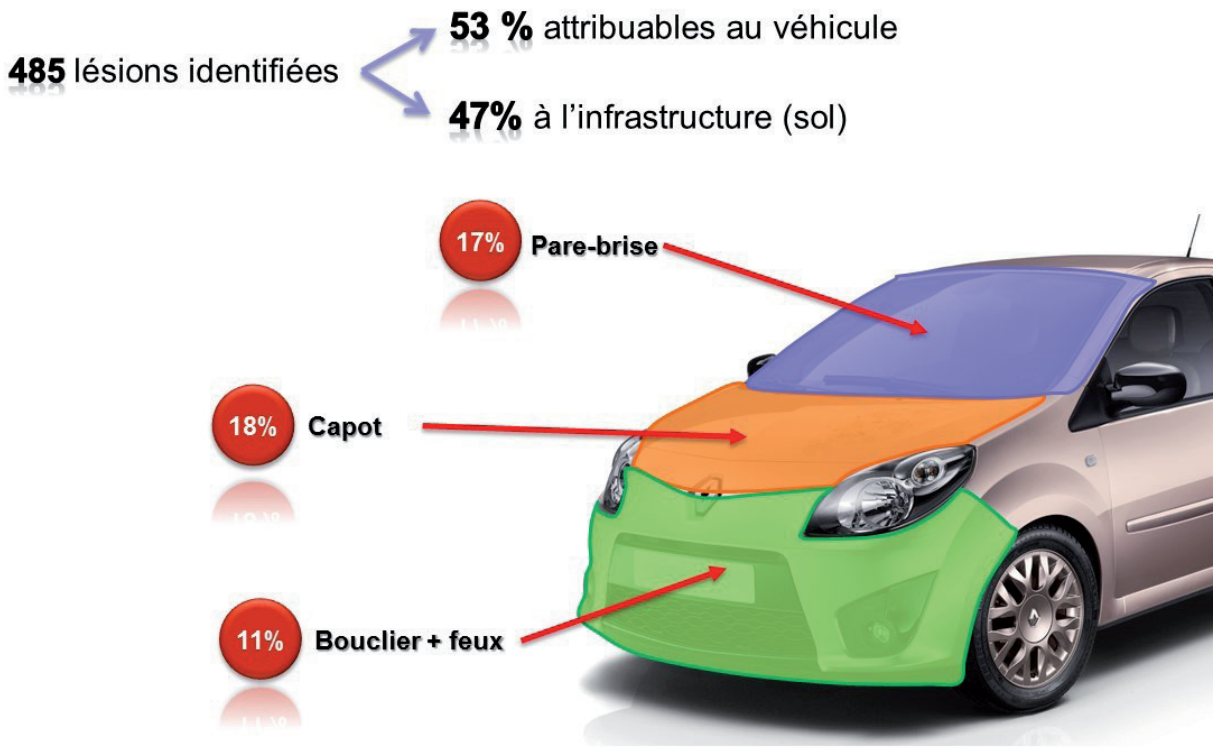
- Les interactions avec les conducteurs ou l'infrastructure : il s'agit ici, d'une part, d'identifier les situations et les conditions dans lesquelles surviennent ces interactions avec les piétons et les cyclistes (au travers soit d'analyses d'accidents soit d'expérimentation en situation réelle ou simulée) et, d'autre part, de décrire plus précisément le rôle de certains facteurs dans ces interactions (visibilité, environnement, décision de traversée, etc.). C'est le cas par exemple des projets VISIBLE (analyse des problèmes de détection des cyclistes par les conducteurs), PETRA (décision de traversée des piétons), VIPPER (prise d'information du conducteur face à un piéton), SICAP (perceptions et représentations de l'environnement du piéton en interaction avec les conducteurs lors de la tâche de traversée en carrefour) et RATP_PIETON (sécurité des piétons dans un espace public de transport).
- L'amélioration des connaissances sur les mécanismes accidentels (causes) et lésionnels (blessures) : CACIAUP (épidémiologie sur les accidents impliquant un piéton et une voiture) et ASP (vulnérabilité des piétons et optimisation de la protection offerte par les véhicules).
- Les spécificités liées à l'âge regroupant les projets SEPIA (identification des facteurs de risque pour les piétons âgés), SEVAP (étude biomécanique et psychophysiologique du comportement de traversée de routes en milieu urbain, chez le piéton âgé) et PAAM (Analyse de l'accidentalité et de la mobilité des collégiens. Analyses des déterminants psychosociaux, démographiques, géographiques des comportements déclarés).

Approche méthodologique

On retrouve dans l'ensemble des projets proposés dans la thématique « modes doux » une diversité des approches méthodologiques s'appuyant aussi bien sur les disciplines des sciences humaines (sociodémographique, psychologique, psychophysiologique, médecins, épidémiologie) que sur les sciences de l'ingénieur (biomécanique, simulation, modélisation, accidentologie).

La plupart de projets propose une identification des situations ou de la population cible autour d'études accidentologiques (VISIBLE, CACIAUP, PAAM, ASP), d'observations sur le terrain (VISIBLE, SICAP, RATP_PIETON, PETRA) ou d'enquêtes/ questionnaires (PAAM, VIPPER). Pour certains d'entre eux cette première étape vise à identifier les scénarios les plus pertinents pour définir soit les situations à simuler (VISIBLE, SEVAP, ASP) soit pour construire une expérimentation ciblée (SEVAP, SEPIA, VIPPER).

Ces différentes approches méthodologiques ont permis de construire ou d'améliorer les outils d'analyse (modélisation plus bio fidèle pour ASP, amélioration des méthodes de recueil et de reconstruction d'accident pour CACIAUP, simulation des interactions conducteur/cycliste pour VISIBLE, simulateur de traversée de rues pour SEVAP) ou d'identifier les principaux déterminants (PETRA, SICAP, VIPPER, PAAM, SEPIA) ou d'aide à la conception par le biais de recommandations (RATP_PIETON).



Répartition des blessures observées chez les piétons accidentés en choc frontal en fonction des éléments les ayant provoqués (CACIAUP 2012)

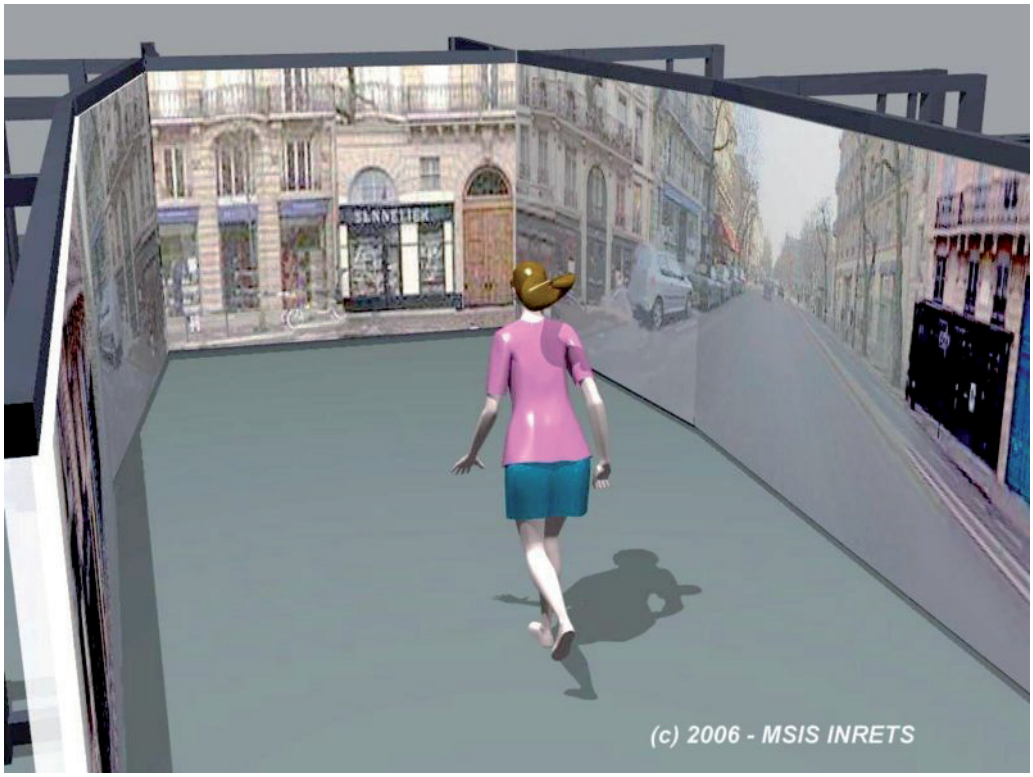
Résultats

Le projet CACIAUP a permis la mise en place d'une collecte de données d'accidents dite « en temps réel[1] » dédiée au piéton. 100 cas d'accident ont ainsi été recueillis et analysés. Ce projet a également permis la mise en place d'outils et d'un guide pour la reconstruction de ce type d'accident. Parmi les analyses issues de cette collecte, une extension de la méthode des défaillances fonctionnelles humaines applicable aux cas d'accidents avec piéton a été proposée. A partir de cette méthode, une étude des besoins des conducteurs a été réalisée permettant ainsi de mieux caractériser les systèmes d'aides les plus adaptés aux situations rencontrées.

Le projet SEPIA a permis d'identifier les facteurs liés aux comportements à risque notamment chez les personnes âgées, à partir d'expérimentations effectuées sur 3 groupes de classe d'âge différents. Les principaux résultats montrent que : les piétons les plus âgés (70-84 ans) ont pris significativement plus de décisions dangereuses menant à plus de collisions que chez les autres groupes de participants ; une vitesse de marche lente est le « prédicteur » le plus important des décisions risquées de traversée de rue (les personnes âgées traversent plus lentement, adoptent des marges de sécurité plus faibles et entrent plus souvent en collision avec les véhicules à l'approche que les piétons jeunes) ; la surestimation du temps d'arrivée des véhicules, des capacités d'attention visuelle réduites et une vitesse de traitement ralentie augmentent également la probabilité de prendre des décisions de traversée risquées.

Les données recueillies dans le projet SEVAP soutiennent l'idée d'un comportement de traversée plus prudent des participants âgés (tous actifs et en bonne santé) comparativement aux jeunes. Leur engagement sur la chaussée requiert une marge de sécurité accrue, et n'est effective qu'après une exploration plus poussée des voies de circulation. La vitesse de marche des seniors (traduisant essentiellement une augmentation de la cadence des pas) est également plus rapide que celle des jeunes dans des conditions de faible pression temporelle. Certains résultats de cette étude contrastent avec les statistiques accidentologiques de cette classe d'âge, notamment celle observées dans le projet SEPIA. Ce projet a également permis de capitaliser une base normative pour un inventaire de paramètres relatifs à l'équilibre statique et dynamique ainsi qu'à l'initiation de la marche et la marche elle-même concernant la traversée de rues de piétons âgés en bonne santé.

[1] Terme usuellement utilisé pour désigner une collecte réalisée le plus rapidement possible après la survenue de l'accident. Ce terme est généralement opposé à la collecte en temps différé qui désigne celle réalisée plusieurs jours après.



Le simulateur de traversée de rue de l'Ifsttar à Versailles Satory

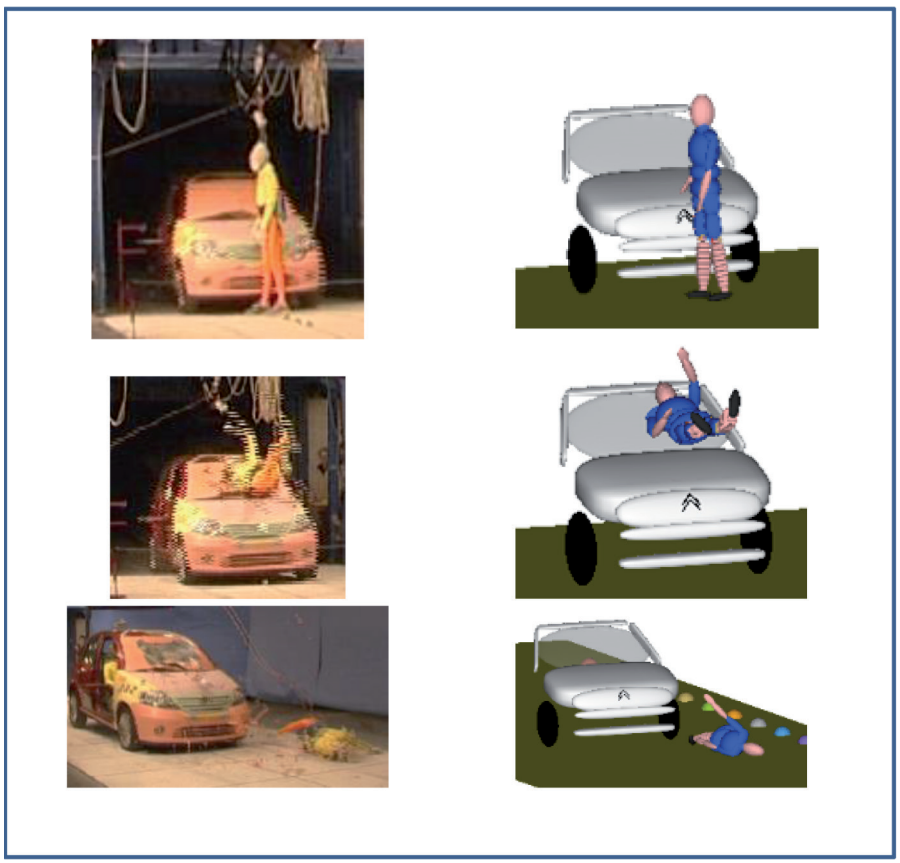
Les résultats du projet PAAM confirment le pic d'accident piéton entre 11 et 13 ans en France, comme dans beaucoup de pays industrialisés. Les analyses montrent que les accidents se produisent majoritairement les jours ouvrés (85 %), en pleine journée (77 %), et que 50% des accidents ont lieu à moins de 650 m du domicile et 75% à moins de 500 m du collège, dans des zones à forte densité de trafic, plutôt lors de traversée de voies principales. Les scénarios typiques d'accident relèvent davantage d'un manque d'anticipation réciproque que d'un manque de visibilité. De plus, les deux enquêtes réalisées auprès des collégiens montrent que ce sont les collégiens les plus âgés, ceux scolarisés en centres urbains, ceux issus de familles modestes, ceux qui sont les moins supervisés, mais aussi ceux qui ont les comportements les plus masculins et ceux qui perçoivent le moins les risques et les transgressions qui déclarent le plus de comportements piétons à risque accidentel.

Pour le projet VISIBLE, une synthèse bibliographique ainsi que l'étude des données d'accidents ont permis d'établir une liste des situations d'accidents (impliquant le cycliste et un tiers motorisé) les plus fréquentes qui ont ensuite portées sur un simulateur. Les résultats obtenus permettent d'observer que les automobilistes exclusifs (non cyclistes) ont plus de collisions avec des cyclistes que les automobilistes-cyclistes et qu'ils détectent moins facilement les cyclistes dans l'environnement urbain quel que soit le type de situations (à faible ou à haute visibilité).

Le projet VIPPER a consisté à déterminer les différents facteurs qui interviennent dans la prise d'information du conducteur face à un piéton et à examiner leurs interactions. Divers outils dédiés ont été développés. Pour ce qui est de la vision, un modèle de saillance a été créé. Ce modèle a ainsi été utilisé pour caractériser des situations routières pertinentes et en tirer des descripteurs utilisables pour les corrélations statistiques. Pour l'aspect psychosocial, une batterie d'outils (associations libres, questionnaire de caractérisation, petites histoires et scripts conditionnels) a été élaborée pour étudier le piéton en tant qu'objet de représentation sociale. A partir de ces outils multidisciplinaires un protocole expérimental commun a été défini. Malheureusement la proposition portant sur l'expérimentation proprement dite n'a pas été acceptée lors de l'appel d'offre suivant.

Le projet SICAP avait pour objectif l'élaboration d'un modèle informatique des perceptions et des représentations de l'environnement du piéton en interaction avec les conducteurs lors de la tâche de traversée en carrefour. A partir d'observation, d'analyses vidéo ou in situ, ce projet a permis d'élaborer un algorithme de traversée de rue, basé sur les indices visuels prélevés et une grille d'observation du comportement de traversée.

Les résultats du projet ASP ont permis d'améliorer, d'une part, les connaissances sur la compréhension de la vulnérabilité du piéton et, d'autre part, sur les outils permettant d'évaluer cette vulnérabilité et enfin de travailler sur l'optimisation de la protection offerte par les véhicules. Ce projet a permis de réaliser des essais « full scale » avec ou sans chute au sol. Il ressort en effet de l'analyse combinée des données expérimentales et des simulations que la chute au sol pourrait être responsable de lésions importantes sur le bassin, alors que le choc véhicule semble prédominant pour l'impact tête. Sur la partie évaluation, une évolution des critères de blessures existants a d'ailleurs été proposée pour le bassin ainsi que pour la tête. Pour la partie concernant la protection offerte par les véhicules, le projet a permis de souligner l'intérêt de la prise en compte du choc piéton dans la conception de la face avant des véhicules par rapport aux critères existants.



Simulation intensive des conditions de choc piéton par l'analyse multi-corps validée par l'expérimentation PMHS

Pour le projet PETRA, les analyses de contenu des focus-group ont montré que les piétons préfèrent les environnements dans lesquels ils perçoivent un rapport de force favorable par rapport aux automobilistes ou des environnements qui sont très prévisibles. Les résultats montrent également que les perceptions par les piétons du confort et de la sécurité des espaces publics et la décision de traversée varient largement avec les environnements présentés. La spatialisation du site présenté (c'est-à-dire sa localisation par rapport au centre-ville), la présence et la fonction du bâti, ainsi que la présence et la qualité des trottoirs sont des facteurs clés pour expliquer la décision de traversée, en leur permettant de déduire la densité des piétons et du trafic, le rapport de force piéton/conducteur, l'attention du conducteur au piéton et finalement la vitesse du véhicule. A l'opposé, le site engendrant le moins de traversées est le site « rural », caractérisé par les participants par une absence de commerces, un faible nombre d'habitations, une voie large, sans trottoir ni espace latéral dédié aux piétons et sans stationnement.

Avis du Conseil scientifique

La plupart des projets relevant de la thématique « modes doux » sont essentiellement tournés vers les piétons. La diversité des sujets ainsi que la multidisciplinarité des équipes en charge des recherches ont permis d'améliorer les connaissances non seulement d'un point de vue épidémiologique mais également sur les comportements et les habitudes, les spécificités liées à l'âge ainsi que les interactions avec les véhicules et le rôle de l'environnement. Si les aspects liés à la sécurité secondaire ont été abordés, on regrette par contre l'absence d'étude sur les systèmes de sécurité primaire et leur efficacité potentielle.
On regrette également que la thématique vélo n'ait été abordée que dans un seul projet.

Liste des projets relevant du thème

VIPPER, SICAP, ASP, CACIAUP, RATP_PIETON, SEPIA, SEVAP, PETRA, PAAM etVISIBLE.

IV Le Deux-Roues Motorisé

Le thème dans les appels à projets, les enjeux

Après des années de forte baisse de la mortalité routière en France, nous observons malheureusement une augmentation du nombre de tués sur la route, en 2014 et en 2015, soit sur 2 années consécutives, et cela pour la première fois depuis 2001.

Les accidents de deux-roues motorisés qui représentent près d'un quart des décès avec 625 motocyclistes et 165 cyclomotoristes tués en 2014, n'ont pas connu une évolution aussi satisfaisante que celle constatée pour les automobiles ces dernières années. Indépendamment des efforts réalisés pour promouvoir une meilleure protection des usagers vulnérables (piétons, cyclistes), la catégorie des usagers de deux-roues motorisés demeure encore exposée à un risque élevé en France. Les deux-roues motorisés qui représentent moins de 2% des déplacements motorisés entraînent un risque d'accident 19 fois plus élevé que sur les voitures.

Dès le premier appel à projets de la FSR en 2007, le thème de la vulnérabilité des motocyclistes faisait partie des problèmes majeurs de l'insécurité routière qu'il fallait traiter. Toutefois les premières propositions sur ce thème retenues par la FSR répondaient au deuxième appel à projets (2008) et se concentraient sur les sujets suivants : Détectabilité, Compatibilité avec les autres modes de déplacement et Exposition au risque.

Pour son quatrième appel à projets (2012), la Fondation Sécurité Routière a encouragé les expertises collectives destinées à établir un bilan actualisé des connaissances, et à produire des recommandations d'actions préconisées par la communauté scientifique.

L'appel à projets a défini de façon très précise les attentes de la Fondation sur le contenu de la recherche, à savoir :

- L'accident : des causes aux conséquences,
- La performance des systèmes d'information en sécurité routière.

Pour son cinquième appel à projets (2014), comme indiqué précédemment, la Fondation Sécurité Routière a décidé de concentrer ses moyens sur le thème de l'accidentologie des deux et trois roues motorisés en particulier sur le devenir des blessés et sur les usages en lien avec la sécurité.

Objectifs

En réponse à l'appel à projets 2008, la Fondation a soutenu trois propositions :

Le projet PERCEPT qui proposait d'investiguer la problématique de la non détection des deux-roues motorisés par les autres usagers en recourant complémentairement à une analyse approfondie des mécanismes d'accidents de deux-roues motorisés, une investigation expérimentale des processus sous-jacents et une analyse plus opérationnelle des besoins des conducteurs concernés.

Le projet DRMSpatial avait pour objectif d'appréhender le risque routier des deux-roues motorisés dans l'espace ; il s'agissait ici de prolonger des recherches déjà réalisées en y intégrant une nouvelle dimension : la dimension socio-spatiale. Les déterminants spatiaux des accidents devaient être mis en évidence afin d'expliciter les liens entre les caractéristiques des territoires de LMCU (Lille Métropole Communauté Urbaine) à différentes échelles et les caractéristiques des impliqués.

L'objectif de SENSORIMOTO était de travailler à la mise au point du simulateur de conduite des deux-roues motorisés de l'IFSTTAR et d'évaluer sa validité pour l'étude des comportements des conducteurs moto en s'appuyant sur l'analyse des relations fonctionnelles existant entre les stratégies visuelles et le contrôle de trajectoire.

L'objectif de DYMOA, lancé suite à l'appel à projets 2012, était double :

- Développer de nouvelles méthodes de diagnostic des infrastructures routières et de leur usage par des deux-roues motorisés et des véhicules légers à l'aide d'EDR (Enregistreurs de Données de la Route), basées notamment sur l'analyse des incidents.
- Produire des connaissances sur l'utilisation réelle d'un deux-roues motorisé, en distinguant : les interactions avec l'infrastructure, l'utilisation des capacités dynamiques des deux-roues motorisés et les comparaisons véhicule légers / deux-roues motorisés.

Ce projet s'inscrivait dans le domaine de la sécurité routière au sens large et il était destiné notamment aux gestionnaires de réseaux. Il avait pour but de produire de nouvelles connaissances sur l'impact de l'infrastructure dans la genèse des incidents et accidents.

Le projet SECU2RM (appel à projets de 2014) visait à quantifier l'importance des principaux facteurs à l'origine de l'accident de deux-roues motorisés.

Il permet en particulier d'apporter un éclairage sur :

- Les causes des pertes de contrôle en fonction des types de deux-roues motorisés et de leur usage,
- L'efficacité des dispositifs d'aide au freinage,
- L'accidentologie comparée des différents types de deux-roues motorisé,
- Les usages en fonction du type de deux-roues motorisés et les caractéristiques de l'usager.

Un deuxième objectif était d'établir les bilans lésionnels de l'ensemble des victimes usagers de deux-roues motorisé.

Un troisième objectif était, pour les victimes présentant un risque vital, d'estimer le bien-fondé de solutions de protection et d'évaluer la pertinence de leur prise en charge et leur devenir à 6 mois.

Approche méthodologique

La catégorie des usagers de deux-roues motorisé demeurant encore exposée à un risque élevé en France, l'ensemble des paramètres et critères pouvant expliquer cette sur-vulnérabilité devait pouvoir être étudié.
L'intégration du deux-roues motorisé dans le trafic routier exige une bonne détection de ce véhicule par les autres usagers. Le projet PERCEPT s'est efforcé de trouver les relations entre non détection des deux-roues motorisés par les autres usagers et mécanismes d'accidents de deux-roues motorisés. D'autres projets comme SENSORIMOTO et DYMOA se sont concentrés sur l'étude des comportements des conducteurs de deux-roues motorisé en fonction de l'infrastructure qui les entoure et de leur capacité à conserver une trajectoire optimale.
Une approche reposant plus sur des données sociologiques a été retenue pour le projet DRMSpatial.

Enfin le dernier projet concernant les deux-roues motorisés a privilégié, sous l'influence de la Fondation, une approche pluridisciplinaire basée sur l'observation de résultats provenant de plusieurs sources. Le projet SECU2RM reposait sur la consolidation, l'exploitation et la mise en œuvre de données et bases de données comme par exemple le Registre du Rhône ou des bases de données sur l'Ile de France ou la région de Marseille. Les équipes de recherche impliquées dans ce projet sont composées d'accidentologues, d'épidémiologistes, de statisticiens, de biomécaniciens, d'urgentistes et de cliniciens.

Résultats

L'ensemble des études sur le deux-roues motorisé nous a permis de mettre en exergue des résultats intéressants sur les problématiques deux-roues motorisé en ayant une approche multidisciplinaire dans la mesure où ces résultats concernent le conducteur du deux-roues motorisé, son environnement, la sociologie des conducteurs, l'usage des infrastructures ou encore le traitement des blessés après accident.
En particulier, le projet PERCEPT a permis d'établir qu'un problème perceptif était impliqué dans la très grande majorité (78 %) des défaillances spécifiques auxquelles sont sujets les usagers de la route confrontés à un deux-roues motorisé. De plus, l'étude nous a appris que lorsque le mouvement est défini comme un des critères de détermination d'une cible, il devient un attracteur attentionnel efficace.
Il a été déduit de cette étude des modalités d'action et des contre-mesures pour limiter l'occurrence des accidents liés à la perception. Cette étude a également contribué à l'élaboration par l'Association Prévention Routière d'un outil pédagogique intitulé « Motoprev ».

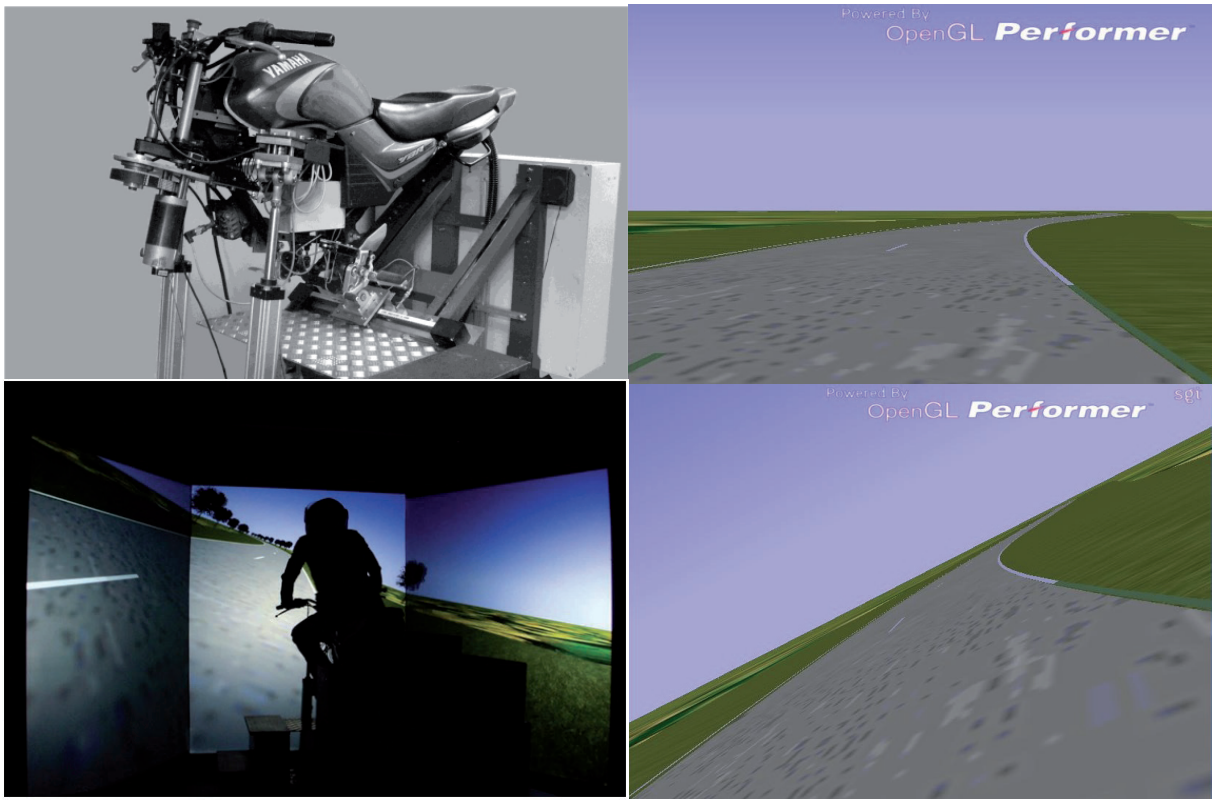
Le projet DRMSpatial, qui a permis de croiser les catégories d'usagers ainsi que leurs Professions et Catégories Socioprofessionnelles (PCS), a mis en évidence des différences significatives des risques en fonction des différents usagers.

Il ressort en particulier que la catégorie « Étudiants, lycéens, collégiens » affiche le taux de risque le plus élevé. L'étude montre également que les usagers de deux-roues motorisé « ouvriers » ont un taux de risque largement supérieur à ceux des « cadres et professions intellectuelles supérieures ». DRMSpatial apporte également un éclairage intéressant sur la fréquence des accidents en fonction de la proximité des hyper-centres et de la situation socio-économique des conducteurs de deux-roues motorisé.

SENSORIMOTO a permis d'améliorer le réalisme du Simulateur dans le contrôle de trajectoire notamment grâce à l'introduction d'un roulis visuel « raisonnable ».

Une connaissance nouvelle et intéressante sur la compréhension des mécanismes qui conduisent aux accidents en observant le comportement des conducteurs en diverses situations, en analysant l'usage des infrastructures et en comparant les deux-roues motorisés et les véhicules légers sur zones accidentogènes nous a été apportée par le projet DYMOA.

La traumatologie des usagers des deux-roues motorisés a été analysée par SECU2RM au regard des équipements de protection portés ou non. L'analyse des blessés pris en charge par les services d'accueil d'urgence vitale a permis de fournir une description détaillée des lésions graves et/ou avec des séquelles graves et d'évaluer si la prise en charge des traumatisés sévères des deux-roues motorisés est en adéquation avec les typologies de traumatismes constatés a posteriori. De plus, ce projet a permis de fournir une analyse critique et des recommandations sur l'efficience de certains dispositifs de protection.



Le simulateur DRM à plateforme dynamique de l'IFSTTAR (en haut à gauche) est positionné face à 3 écrans hauts de 2.8m et larges de 1.8m (en bas à gauche). La scène visuelle (à droite) peut être inclinée dans l'axe de roulis afin de générer l'illusion d'une inclinaison

Avis du Conseil scientifique

Sans avoir couvert l'ensemble de la problématique deux-roues motorisé, les résultats de ces études s'inscrivent dans les axes de la Fondation Sécurité Routière en matière de recherche sur la protection des usagers vulnérables (cohabitation dans l'espace urbain, compatibilité avec les autres modes de déplacement, exposition au risque).

Ces études ont, entre autres, permis l'élaboration par l'Association Prévention Routière d'un outil pédagogique intitulé «Motoprev», d'améliorer le réalisme du simulateur dans le contrôle de trajectoire, ainsi que notre compréhension des mécanismes qui conduisent aux accidents, de fournir une analyse critique et des recommandations sur l'efficience de certains dispositifs de protection et enfin d'évaluer si la prise en charge des traumatisés sévères des deux-roues motorisés est en adéquation avec les typologies des traumatismes constatés.

Liste des projets relevant du thème

PERCEPT, DRMSpatial, SENSORIMOTO, DYMOA, SECU2RM

V L'infrastructure

Le thème dans les appels à projets, les enjeux

Le thème Infrastructure apparaît, directement ou indirectement, dans tous les appels à projets de la Fondation et plusieurs projets ainsi subventionnés ont traité, dans des proportions variables, de problématiques en lien avec l'infrastructure routière. Dans les premiers appels (2007 et 2008), les accidents contre obstacles sont cités comme un enjeu majeur en interurbain mais également en urbain orientant l'appel vers le concept d'infrastructure « pardonnante ». L'infrastructure y est également présente dans la thématique piéton pour adresser des questions en lien avec les aménagements visant à faciliter et sécuriser leurs déplacements. Pointant l'absence d'évaluation sur des pratiques existantes, l'appel de 2012 fait référence à la nécessité de quantifier l'impact de plans d'actions (PDU, plan, de gestion du trafic, …) mais également d'aménagements plus ponctuels sur la sécurité routière. Cet appel évoque également le thème de la lisibilité et de la perception de l'environnement comme sujet d'intérêt.

Objectifs

Les projets financés par la Fondation sur ce thème poursuivent des objectifs qui peuvent être regroupés en trois grandes familles. La première est centrée sur le véhicule et son conducteur. Elle poursuit l'objectif de mieux comprendre les interactions du conducteur/véhicule avec l'infrastructure afin de proposer des aménagements permettant d'agir sur le comportement du conducteur/véhicule afin de réduire le risque d'accidents (PROFIL, DYMOA, SANTAFE, 6T_VITESSE).

La seconde vise à mieux appréhender le comportement du piéton lors de ses déplacements (PAAM) ou lors de traversée de rues (PETRA, RATP_PIETON, SICAP) afin d'identifier les aménagements et environnements qui impactent ces comportements et la sécurité des piétons. Enfin, la dernière entend améliorer les connaissances sur l'implication de l'infrastructure dans la survenue des accidents de certaines populations tels que les jeunes ou les deux-roues motorisés (DRMSpatial, PAAM).

Aménagements et comportement véhicule / conducteur

En réponse à l'appel à projets 2012, le projet PROFIL vise à identifier, mesurer et quantifier l'influence du profil en travers sur les trajectoires pour différentes conditions de circulation. Il s'agit notamment de produire des éléments de recommandation à destination des gestionnaires permettant de modifier le comportement des conducteurs en agissant sur leur perception de l'environnement. En réponse au même appel à projets, le projet DYMOA a pour but

de développer de nouvelles méthodes de diagnostic des infrastructures routières à l'aide d'Enregistreurs de Données de la Route, en se basant notamment sur l'analyse d'incidents de conduite des deux-roues motorisés et des véhicules légers. Il entend également renseigner sur les interactions entre deux-roues motorisé et infrastructure ainsi que sur l'usage réel de l'infrastructure par ce type de véhicule et de les comparer à l'équivalent pour les véhicules légers.
Le projet SANTAFE (appel à projets 2012) se propose d'étudier le sentiment de priorité, observé dans des études détaillées des accidents, en étudiant sur simulateur de conduite le comportement des conducteurs en lien avec l'infrastructure et des variables psychosociales propres aux conducteurs. Enfin, en réponse à l'appel à projets 2011, le projet 6T_VITESSE vise à étudier l'acceptabilité et les effets de la réduction à 30 km/h de la vitesse maximale autorisée sur des grands axes de circulation parisiens.

Aménagement et comportement piéton

Le projet PETRA (appel à projets 2009) entendait vérifier l'hypothèse de recherche que l'environnement de la traversée et les éléments qui le composent (dont l'aménagement des routes et des rues) influence les prises d'informations et la prise de décision de traversée chez les piétons.
Le projet RATP_PIETON (appel à projets 2009) visait à mieux comprendre le comportement des usagers en lien avec la traversée des piétons aux abords de stations de transports en commun. Il interrogeait la manière dont l'aménagement façonne les comportements des usagers et plus largement comment l'environnement spatial, l'agrément et le confort renforcent la sécurité du piéton afin de favoriser des comportements de sécurité de chacun et la cohabitation de tous les usagers.
Bien que ne figurant parmi les objectifs clairement affichés, les projets SICAP (appel à projets 2007) et PAAM (appel à projets 2008) se sont également intéressés au lien entre infrastructure et comportement des piétons afin, de modéliser informatiquement les perceptions et les représentations de l'environnement du piéton lors de la tâche de traversée en carrefour (SICAP) et de mieux appréhender la manière donc l'aménagement affectait la perception de l'agrément de la sécurité des environnements de marche des collégiens (PAAM).

Aménagement et accidentalité

La prise en compte du rôle joué par l'infrastructure dans la survenue des accidents faisait partie intégrante des facteurs à étudier dans les projets DRMSpatial (appel à projets 2008) et PAAM portant respectivement, sur l'insécurité routière avérée des deux-roues motorisés et des collégiens.

Approche méthodologique

Dans la plupart des cas, les travaux menés sur la thématique infrastructures s'appuient sur des approches multidisciplinaires associant des sciences humaines et des sciences et techniques de l'ingénieur.

Les recherches menées s'appuient en grande partie sur des observations permettant de « mesurer » le comportement des usagers, de manière objective ou subjective. Ces observations sont réalisées en situation réelle ou en laboratoire. In situ, les données sont recueillies à l'aide d'une vaste palette d'outils : véhicules instrumentés (PROFIL, DYMOA), capteurs bord de voie (SICAP), observations terrains et questionnaires (RATP_PIETON, 6T_VITESSE). En laboratoire, les recherches sont menées de manière dynamique sur simulateur conduite ou de trafic (SANTAFE, PROFIL), statique par projection de photos (PETRA), par entretiens collectifs ou individuels (PETRA, PAAM) ou par questionnaire (SANTAFE). Les données font ensuite l'objet d'analyses quantitatives et/ou qualitatives.

En ce qui concerne le lien entre accidentalité/accidentologie et infrastructure, les recherches reposent sur l'exploitation des procès-verbaux d'accidents et la définition de scénarios d'accidents (DRMSpatial, PAAM).

Résultats

Le projet PROFIL a permis d'investiguer l'influence d'aménagements permettant de redistribuer le profil en travers des voies (diminution de la largeur des voies, introduction de bandes dérasées) sur le comportement des usagers. Les résultats montrent notamment qu'un redimensionnement de l'espace roulable par l'emploi de bandes dérasées est à même d'induire un repositionnement latéral des véhicules limitant le risque de sortie de route sans induire de comportement délétères notamment en terme de vitesses pratiquées.

Le projet DYMOA a conduit à l'élaboration d'un EDR sécurisé basé sur l'usage d'un smartphone destiné aux véhicules légers et aux deux-roues motorisés. Il a abouti à la mise en place d'un guide juridique pour respecter les droits des conducteurs et les obligations des chercheurs dans le cadre de ce type d'expérimentation. Enfin, il a permis la production de connaissances sur la conduite naturelle des 2RM en termes notamment d'usage de l'infrastructure, de détection des caractéristiques d'infrastructure qui posent problèmes aux deux-roues motorisés, d'utilisation réelle de leurs capacités dynamiques, etc.
Les résultats obtenus sur simulateur de conduite dans le projet SANTAFE ont mis en évidence l'impact négatif d'éléments qui renforcent le statut prioritaire des conducteurs sur le risque d'accident en intersection. Ainsi les conducteurs soumis à une consigne (« vous roulez sur une route prioritaire ») et/ou au panneau AB2 (rappelant qu'ils sont prioritaires) ont eu deux fois plus

d'accidents que les conducteurs testés dans la condition sans consigne et sans panneau.

Le projet 6T_VITESSE a montré que l'introduction d'une limitation de vitesse à 30 km/h sur des axes structurants parisiens a été très bien accueillie avec 85 % des usagers qui se déclarent favorables à la mise en place de cette mesure sur l'Avenue de Clichy. Même les automobilistes et les utilisateurs réguliers de deux-roues motorisés sont près de la moitié à être favorables à une telle mesure avant et plus de la moitié après l'expérimentation. Les convictions personnelles et les sentiments d'équité en faveur des modes « vulnérables » (piétons et cyclistes) expliquent l'acceptabilité d'une telle mesure. Les effets positifs pressentis par les usagers favorables sont une amélioration de la sécurité routière et des traversées pour les piétons. Les effets négatifs pressentis par les usagers défavorables sont une augmentation des embouteillages et des temps de déplacements, surtout de la part des automobilistes.

Le projet PETRA a permis de mieux cerner les environnements qui favorisent la décision de traversée des piétons indiquant une large préférence pour les environnements dans lesquels ils perçoivent un rapport de force favorable par rapport aux automobilistes ou des environnements qui sont très prévisibles, organisés et simplifient la prise de décision. En termes d'aménagement, cette recherche pointe la nécessité de mieux prendre en compte la « marchabilité » des espaces publics (présence, largeur et hauteur des trottoirs, qualité du revêtement, limitation de vitesse, nombre de voies de circulation, …).

Le projet RATP_PIETON a également produit un ensemble de résultats concernant l'impact de l'aménagement sur la traversée des piétons. L'observation des comportements des piétons traversant sur passage piéton montre des différences en fonction du type d'infrastructure et des conditions de circulation. En effet, certaines conditions sont défavorables au respect de la signalisation par les piétons, comme une réduction de la largeur de la traversée, un faible trafic, ou un intervalle entre deux flux de véhicules.

En comparant les traversées de piétons dans carrefour avec et sans feux, le projet SICAP a montré que la présence de feux induisait une conformité plus grande de l'utilisation des passages piétons, une plus grande focalisation sur les autres et un sentiment de priorité piéton moins affirmé. La présence ou non de stationnement à l'arrivée de la traversée a également été étudiée : les piétons semblent plus prudents lors de la traversée en l'absence de stationnement et plus focalisés sur le trafic en présence de véhicules stationnés.

Le projet PAAM apporte des éclairages sur la perception qu'ont les adolescents de leurs environnements de marche. Ainsi, ils se sentent plus vulnérables en tant que piéton dans un environnement qui n'est pas forcément pensé et aménagé pour la marche. D'après les résultats obtenus, les lieux multimodaux (à proximité des stations de métro ou de bus) apparaissent comme des lieux complexes et comme «sous tension» (trop de trafic, de vitesse, de bus, de piétons, pas assez de protection, de visibilité, …). Enfin, le stationnement des véhicules, combiné au bâti,

semble un indice important du comportement à venir des conducteurs face aux piétons collégiens. De la même façon la présence de feux peut être perçue négativement par certains collégiens car elle est selon eux un indice de densité de trafic et donc de traversées plus complexes et dangereuses mais, pour d'autres, elle suppose une traversée facilitée, car elle permet une délégation à l'environnement de la prise de décision, abaissant le sentiment de danger.

Sur le volet accidentalité, les résultats de ce même projet PAAM ont permis de mieux appréhender l'accidentalité des jeunes au regard des aménagements :

- les accidents se produisent plutôt lors de la traversée de voies principales ;
- le véhicule de transports en commun peut constituer un masque à la visibilité ou un point de focalisation de l'attention des adolescents ;
- une part non négligeable des accidents implique un masque à la visibilité, du fait d'un véhicule stationné ou arrêté, parfois pour céder le passage au piéton, ...
- les accidents des 11-15 ans se concentrent principalement dans des zones dites de transitions (zones urbanisées et forte mobilité) caractérisées par un trafic routier important, une présence importante de transports en commun, des largeurs de voie importantes et une densité d'habitation moyenne.

Concernant l'accidentalité des deux roues motorisés, le projet DRMSpatial a investigué la question du sur-risque d'accident de cette catégorie d'usagers sur les voies dotées d'aménagements cyclables. Les résultats des analyses mises en œuvre indiquent une surreprésentation d'accidents de deux roues motorisés (par rapport aux usagers des autres modes) sur ce type de voie avec un sur-risque plus important sur les voies avec bande cyclable que pour celles avec piste cyclable.

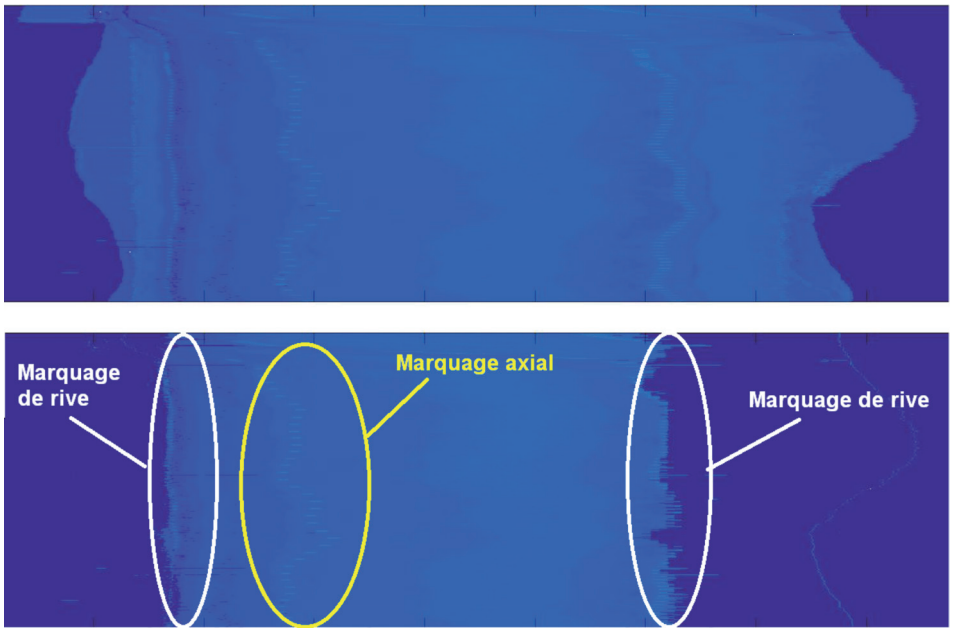


Illustration de données du LiDAR arrière. Détection de la route. En haut : illustration des données brutes. En bas : illustration de la segmentation de la route. En bleu marine : arrière plan (tout ce qui n'est pas de la route). En bleu plus clair : l'enrobé. Les marquages en bleu le plus clair : marquages de rive (entouré en blanc) marquage axial (entouré en jaune).

Avis du Conseil scientifique

Les projets financés par la Fondation sur ce thème ont produit un large éventail de résultats sur les interactions entre aménagements routiers et urbains et les usagers des routes et des rues.
En tout premier lieu, ils ont contribué à améliorer ou conforter nos connaissances sur la manière dont les aménagements influencent le comportement des usagers. En second lieu, mais de manière plus modeste, les travaux ont permis de tester et d'évaluer l'impact comportemental et l'acceptabilité de certaines solutions d'aménagements existantes ou innovantes.

L'ensemble des enseignements qui en découlent contribuent à alimenter, scientifiquement, les réflexions portant sur l'élaboration de la doctrine technique dans ce domaine
Sur le plan scientifique et technique, les travaux menés ont également donné naissance au développement de nouveaux outils de recueil, de traitement et d'analyse de données susceptibles d'être utilisés dans des recherches ultérieures.

Liste des projets relevant du thème

S'il s'agissait d'un thème central dans les projets **PROFIL, DYMOA, PETRA, 6T_VITESSE, RATP_PIETON**, il occupait également une part non négligeable dans les projets **PAAM, DRMSpatial et SICAP**

VI La sécurité primaire

Le thème dans les appels à projets, les enjeux

Les différents appels à projets de la Fondation Sécurité Routière (2007, 2008, 2011, 2012 et enfin 2014) ont très largement couvert les aspects de sécurité primaire, que ce soit par le biais de l'étude des groupes à risque (piétons et deux-roues motorisés notamment), des facteurs de risque (alcool, distraction, etc.), des composants du système de circulation (conducteurs, véhicule, infrastructure) ou par la proposition d'études prospectives sur le diagnostic des risques et les mesures de prévention (nouvelles approches de l'insécurité routière, véhicule du futur, route intelligente, etc.).

En fait, tout ce qui concerne la connaissance de la survenue des accidents et de leur prévention est catégorisable dans la « sécurité primaire ». Par conséquent, la quasi-totalité des projets réalisés grâce à une subvention de la Fondation Sécurité Routière comporte largement une partie « sécurité primaire », à l'exclusion d'une poignée d'entre eux dont l'objet d'investigation est la sécurité secondaire (ou sécurité de protection), comme par exemple les recherches sur les traumatismes du rachis cervical ou sur la sécurité des piétons dans les accidents impliquant une automobile.

Nous avons ainsi fait le choix pour cette synthèse de catégoriser les projets en fonction de certains thèmes privilégiés comme les piétons, l'infrastructure, les deux-roues motorisés et de ne conserver dans la fiche sécurité primaire que ce qui était de l'ordre des facteurs de risque, notamment l'alcool, la distraction et le vieillissement. Les autres projets touchant la sécurité primaire sont classés dans les sous-chapitres précédents.

Objectifs

Cinq projets ont eu pour thème d'étude l'alcool, chacun sous une facette du sujet très différente (juridique, technique, évaluation de l'usage, épidémiologique, effet sur l'endormissement) :

- Le projet EAD (Ethylotest Anti-Démarrage) avait pour objectif d'analyser les conditions techniques, administratives et juridiques du déploiement des EAD en France ;

- Le projet DAR (Détection de l'Alcoolémie par spectroscopie Raman) avait pour but d'étudier une autre manière de détecter l'alcool dans le sang et de mesurer le taux d'alcool, aujourd'hui réalisées par prise de sang ou expiration de l'air, en proposant le recours à une technique optique, la spectroscopie Raman, jugée a priori plus rapide et moins coûteuse que la prise de sang ;

- Un troisième projet, ALCOOL_PREVENTION, avait pour objet de recherche les méthodes d'évaluation externe et d'auto-évaluation par les conducteurs de l'usage de l'alcool au volant selon trois volets : la psychométrie et la validité des tests; les conditions d'(auto) évaluation de l'usage de l'alcool pour la réhabilitation des conducteurs infractionnistes inscrits dans les stages de sensibilisation à la sécurité routière; le rôle des EAD dans la modification des comportements sur la route ;

- Un quatrième projet, issu de la cohorte GAZEL, avait pour ambition de comprendre pourquoi la conduite sous l'empire d'un état alcoolique demeure toujours aujourd'hui un problème majeur de sécurité routière ;

- Enfin, un cinquième projet (ALCOLAC, ALCOol, vigiLAnce et Charge de travail) a eu pour objectif de tester deux hypothèses :
  - ► une charge de travail élevée jusqu'à un certain seuil augmente le niveau de vigilance et favorise les performances de conduite, alors qu'une surcharge de travail pourrait avoir des effets délétères en augmentant fortement la tension et le stress des conducteurs ;
  - ► la consommation d'une faible dose d'alcool en début d'après-midi peut entraîner un assoupissement précoce et ainsi diminuer la performance de conduite.

Nous avons retenu trois autres projets dans cette fiche dédiée à la sécurité primaire :

- Le projet PIAAC dont l'objectif est d'estimer la prévalence et l'impact des activités annexes à la conduite sur le risque d'accident.

- Le projet ACT (Assistance au Contrôle de Trajectoire), dont l'objectif était d'examiner l'efficacité et l'acceptabilité d'une alerte signalant un risque de collision et d'un système d'avertissement de sortie de voie.

- Le projet GAZEL_SENIOR, toujours issu de la cohorte GAZEL, qui s'intéresse aux facteurs d'insécurité liés à la santé chez les conducteurs vieillissants.

Approche méthodologique

Les approches méthodologiques dépendent des finalités de chaque projet qui exigent souvent des méthodes disciplinaires pour répondre aux questions posées. Au-delà du fait que chaque projet fait généralement l'objet de revue de la littérature scientifique concernant le sujet abordé ou d'analyse documentaire et de l'existant, chaque projet a sa spécificité méthodologique.

Ainsi, EAD s'est essentiellement appuyé sur des entretiens réalisés avec les acteurs impliqués dans la mise en œuvre du dispositif (médecins, alcoologues, membres des commissions médicales du permis de conduire, magistrats, etc.).

Le projet DAR a consisté à réaliser des spectroscopies d'échantillons de sang.

Le projet ALCOOL_PREVENTION a eu recours à la constitution de populations en milieu scolaire, de populations « addictives » à l'alcool, de populations ayant suivi les stages de sensibilisation à la sécurité routière, ou de populations ayant participé aux programmes d'EAD, puis à leur passer des questionnaires, des tests, et des entretiens. Des analyses statistiques, lexicographiques et textométriques ont ensuite été réalisées sur les données recueillies.

Les études GAZEL_ALCOOL et GAZEL_SENIOR ont sans surprise adopté des méthodes épidémiologiques d'analyse de cohorte (plus de 14 000 conducteurs expérimentés). Le projet PIAAC s'est également inscrit dans le cadre d'une étude épidémiologique, mais de type cas-témoins auprès de patients accidentés recrutés dans les services d'urgence.

Le projet ALCOLAC a mis des sujets jeunes en situation de conduite dans un simulateur avec recueil de données objectives sur la conduite, recueil de données physiologiques de vigilance et de tension et de charge mentale. Des questionnaires d'auto-évaluation de la vigilance ont également été passés auprès des sujets. Enfin le projet ACT a également eu recours à des expérimentations en simulateur de conduite avec recueil de données comportementales (telles que le temps de réaction et le positionnement dans la voie), des données physiologiques et des questionnaires d'acceptabilité et de stress.

Résultats

Nous ne présentons ici que les résultats les plus marquants ou les plus emblématiques sachant que chaque recherche a abouti à de plus grands nombres de résultats.

EAD, même si l'expérience de Haute-Savoie est considérée comme encourageante, la démonstration de l'efficacité, sur la durée, de tels programmes sur la récidive reste à démontrer. Par ailleurs l'EAD reste coûteux et ses modalités d'application (proposition ou imposition par exemple) et les populations visées (alcolo-dépendants ou primo infractionnistes) restent à identifier dans leurs précisions. Il faudra également repenser l'équilibre entre la réponse technique à un problème social et la responsabilisation des conducteurs. L'EAD n'est pas la réponse unique au besoin de prévention de l'alcoolisme au volant mais peut efficacement y contribuer s'il est mis en place en cohérence avec les autres actions de prévention.

Le projet DAR conclut « qu'il est difficile de tirer des conclusions définitives sur la faisabilité d'une sonde Raman in vivo pour la détection d'alcool dans le sang ». La répétabilité et la reproductivité de cette détection ne sont pas démontrées par le projet.

Le projet ALCOOL_PREVENTION a abouti, sur ses trois volets, à de très nombreux résultats et recommandations desquels nous avons extrait les suivants : une meilleure coordination de la prévention des risques est nécessaire entre le secteur de santé en alcoologie et le secteur sécurité routière ; les stages de sensibilisation à la sécurité routière permettent souvent l'émergence d'une certaine 'prise de conscience' ; les conducteurs infractionnistes 'alcool' ont souvent une alcoolémie très élevée ; l'efficacité des EAD sur la prévention de la récidive n'est pas démontrée (l'installation du dispositif doit être renforcée par un accompagnement médical et/ou psychologique).

L'étude GAZEL_ALCOOL sur l'alcool constate que, entre 2002 et 2007, la mortalité routière a considérablement diminué en France (environ 10 % par an en moyenne) et que cette diminution s'explique par des comportements et des attitudes favorables à la sécurité routière (notamment à cause de l'installation des radars de contrôle automatique de la vitesse). Parallèlement, la consommation d'alcool baisse tendanciellement depuis des décennies. Cependant rien ne permet de dire que l'ivresse au volant a diminué puisque, par exemple, alors qu'un conducteur sur cinq rapportait des épisodes d'ivresse au volant en 2001, cette proportion a augmenté de 10 % en 2007.

Le projet PIAAC confirme des résultats bien connus en sécurité routière, notamment le rôle négatif de la consommation d'alcool, de la somnolence et de la consommation de psychotropes sur le risque accidentel. Les activités distractives qui nécessitent de quitter la scène routière des yeux et/ou qui implique la manipulation d'un objet sont également associées à un sur risque. En revanche, écouter de la

musique ou converser avec une autre personne, y compris au téléphone, ne présenteraient pas, selon ces études, de sur risque mesurable.

Le projet ALCOLAC montre que, globalement, les performances de conduite se dégradent lorsque la situation se complexifie et sous l'emprise de l'alcool. La charge de travail et la tension objectives sont plus élevées, notamment chez les conducteurs novices.
Par ailleurs, l'alcool semble avoir des effets à des doses plus faibles chez les jeunes conducteurs novices que chez les jeunes conducteurs expérimentés. L'alcool provoque en effet à faible dose un effet psychostimulant, puis avec l'augmentation de la dose un effet sédatif. Il semblerait que les plus expérimentés soient capables de mieux gérer cet effet psychostimulant.
L'étude a permis d'identifier des facteurs permettant de compenser la dégradation des performances par des stratégies de régulation de la conduite, ou au contraire de renforcer cette dégradation, et de comprendre leur interaction. Ainsi, malgré des situations de conduite considérées comme délétères pour les performances, celles-ci sont relativement préservées lorsque les conducteurs sont expérimentés et lorsque leur niveau de vigilance est élevé. L'effet du manque d'expérience pourrait donc se faire particulièrement sentir dans des situations de conduite difficiles mais aussi dans des situations où plusieurs facteurs de risque sont combinés.

Enfin le projet ACT a conclu en l'efficacité des alertes signalant un risque de collision et des dispositifs d'avertissement aux sorties de voie. Les dispositifs d'avertissement de sortie de voie permettent par exemple aux conducteurs de regagner une position plus sûre dans leur voie plus rapidement que lorsqu'ils ne bénéficient pas d'une assistance et les oscillations latérales réalisées par les conducteurs tout au long de la conduite sont réduites en présence d'une assistance. Concernant les alertes anticollision, lorsque les participants étaient distraits par une tâche cognitive, ces alertes permettent d'obtenir des temps de réaction inférieurs.

Les dysfonctionnements des systèmes de sortie de voie entraînent une dégradation de performance circonscrite à la situation où l'assistance a été prise à défaut. Ils entraînent dans le pire des cas des performances similaires à celles enregistrées en l'absence de l'assistance. Concernant les fausses alertes des systèmes d'alerte de collision, il semble que les systèmes sujets aux fausses alertes soient plus facilement acceptables et qu'ils induisent des comportements plus sécuritaires notamment en termes de distances inter-véhiculaires et de vitesse que les systèmes sujets aux non-détections d'évènements critiques. Pour les deux types de systèmes testés, une fiabilité quasi-parfaite garantit une meilleure acceptation du système.

Avis du Conseil scientifique

Sur les huit projets retenus dans cette fiche, cinq concernent l'alcool, un s'intéresse à la distraction, un autre examine l'efficacité et l'acceptabilité de certaines aides à la conduite et le dernier vise l'étude des facteurs d'insécurité liés à la santé chez les conducteurs vieillissants. La sécurité primaire étant présente dans d'autres projets présentés précédemment, l'alcool, la distraction, les aides à la conduite et le conducteur âgé ne constituent donc pas les seuls thèmes abordés/financés par la Fondation Sécurité Routière dans ce domaine de la prévention des risques accidentels. Globalement, on peut noter que les recherches sur l'alcool et la conduite sont moins dominantes que par le passé. Les recherches financées par la Fondation Sécurité Routière ont plutôt concerné les modes doux (y compris le piéton âgé) et les deux-roues motorisés. De la même manière, les sujets plutôt à la mode en sécurité routière, aides à la conduite et effet de la distraction sur la conduite, n'ont pas eu beaucoup d'écho dans les projets proposés et/ou retenus par les appels à projets de la Fondation, ces sujets étant couverts par d'autres sources d'appel ou de financement.

Les sujets sur l'alcool confirment ou approfondissent des résultats bien connus (notamment sur l'alcool et les jeunes) et font l'objet de recommandations qui doivent être étudiées de près par les Pouvoirs Publics. Les résultats sur l'EAD et ses effets sur la récidive sont a priori décevants mais des pistes d'efficacité sont proposées et méritent d'être considérées également avec attention par les Pouvoirs Publics.

Les études d'efficacité des aides à la conduite doivent être encouragées, comme l'a proposé, entre autres, le comité des experts du Conseil National de Sécurité Routière en 2015

Liste des projets relevant du thème

EAD, DAR, ALCOOL_PREVENTION, GAZEL_ALCOOL, PIAAC, ACT, ALCOLAC, GAZEL_SENIOR

10 ANS DE FONDATION SÉCURITÉ ROUTIÈRE : DES AVANCÉES DANS DE NOMBREUX DOMAINES

Le bilan des dix années d'activité de la Fondation Sécurité Routière est tout à fait significatif puisque la trentaine de projets menés à bien durant cette décade ont permis d'étudier de nouveaux dispositifs, de développer des outils de recherche et bien sûr de produire des résultats utiles pour la prévention. Ils forment un ensemble riche et assez représentatif de la recherche dans le domaine, avec toutefois une volonté de privilégier les avancées et les innovations comme en témoigne la synthèse qui suit.

C'est ainsi qu'ont été développés de nouveaux outils d'analyse et de validation du comportement des piétons, principalement des catégories enfants/adolescents et personnes âgées, sans oublier la validation de méthodes de réentraînement des piétons âgés avec aide à la prise de décision et des progrès quantifiables dans la réduction de leur accidentologie.

Des avancées significatives ont également été accomplies dans le domaine des simulateurs piétons et deux-roues motorisés, y compris certains en 3D, allant jusqu'au dépôt d'un brevet concernant la plateforme dynamique d'un simulateur moto.

On notera aussi la mise au point et la validation d'un outil d'enregistrement et d'analyse du comportement des utilisateurs de deux-roues motorisés basé sur l'utilisation d'un smartphone servant d'enregistreur de données routières (EDR).

Il faut aussi signaler les améliorations apportées à l'analyse de l'impact des infrastructures sur le comportement des utilisateurs de deux-roues motorisés.

Le croisement de grandes bases de données comme les registres et cohortes dans les domaines de l'alcool, des seniors et des deux-roues motorisés, ainsi que le développement de nouveaux outils cartographiques en tant qu'outils d'analyse ont également permis d'enregistrer des évolutions positives dans ces domaines.

La mise au point d'un système d'analyse de la saillance visuelle a permis de mieux évaluer la prise d'information du conducteur face à un piéton.

De nouveaux types d'essais de choc piétons et de méthodes d'analyse au travers d'un nouvel outil permettant la réalisation d'essais full scale ont permis de mieux comprendre et interpréter la traumatologie des piétons.

L'exploration des traumatismes cervicaux de type whiplash a mis en évidence des facteurs prédictifs d'une évolution défavorable des séquelles du « coup du lapin » en corrélation avec le stress associé à la douleur.

L'évaluation du bénéfice effectif de l'utilisation d'éthylotest anti-démarrage chez les conducteurs récidivistes a montré les limites du système qui ne peut être considéré comme une réponse unique de prévention.

Enfin, l'étude sur l'évaluation et la quantification de l'efficacité des systèmes embarqués d'alerte collision et de sorties de voie a clairement prouvé leur intérêt, tout en caractérisant quelques dysfonctionnements pour les seconds.

On l'aura compris à la lecture de ce qui précède, les projets soutenus par la Fondation Sécurité Routière durant dix ans ont permis de développer de nouvelles méthodes ainsi que de nouveaux outils d'analyse et contribué ainsi à faire progresser la sécurité routière. Des avancées que la Fondation espère poursuivre à travers son dernier projet dont le financement bénéficiera de la somme dévolue à l'Ifsttar et qui touche au domaine d'avenir du véhicule autonome, comme l'énonce son titre : Sécurité des occupants de véhicules autonomes et des autres usagers de la route dans le cadre de la mise en circulation des véhicules autonomes selon les différents niveaux d'autonomie.

L'objectif global de ce projet est de contribuer à une meilleure intégration des véhicules autonomes dans la circulation actuelle. Il s'agit ainsi d'identifier quelles interactions existent et quelles stratégies pertinentes sont mises en place par les conducteurs. Cela permettra de faire des recommandations aux concepteurs de véhicules autonomes sur les besoins en termes d'interactions et de comportement du véhicule autonome.

Pour cela, il est prévu d'analyser les bases de données existantes sur la conduite des véhicules conventionnels et d'identifier les facteurs qui peuvent expliquer des comportements différents. Une description des interactions potentielles entre les véhicules autonomes et des véhicules conventionnels sera extraite de ces bases de données de comportement des usagers de la route.

Ces connaissances seront donc utilisables pour aider à l'introduction des véhicules autonomes de niveaux 3, 4 et 5*, mais pour des taux de pénétration faibles. En effet, la gestion des interactions avec les autres usagers doit être réalisée dès que le véhicule peut évoluer en autonomie sans supervision du conducteur, quelles que soient la durée et les sections sur lesquelles cette automatisation sera possible. De plus, en cas de taux de pénétration très important, d'autres types d'interactions risquent de se mettre en place et devront alors être étudiés.

**L'échelle officielle européenne de classement des voitures selon leur niveau d'autonomie va de 0 : le conducteur garde totalement le contrôle sur toutes les fonctions du véhicule, à 5 : la voiture est totalement autonome, il n'y a plus besoin de conducteur.*

LISTE DES MEMBRES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION DE LA FONDATION SÉCURITÉ ROUTIÈRE DEPUIS SA CRÉATION*

M. Acourt Gérard	
M. Bertholon Nicolas	
M. Blain Patrick	Président
M. Bourgeois Guy	
M. Burelle Laurent	
Mme Canel Annie	
M. Fels Xavier	Président
M. Ferrandéry Michel	
M. Gérondeau Christian	
M. Gomez Manuel	Président
M. Gregory Serge	
Mme Guillaume Anne	
M. Guillemot Hervé	
M. Guyot Régis	
Mme Havis Elisabeth	
M. Heitz Rémy	
M. Huère Jean-François	
M. Labrousse Michel	
M. Le Coz Jean-Yves	
Mme Martinet Thérèse	
M. Maugis Guy	
Mme Merli Michèle	
M. Mizzi Jean-Paul	
M. Nevache Jean-Luc	
M. Péchenard Frédéric	
Mme Petit Cécile	
M. Peugeot Christian	**Président**
M. Piana Christian	
M. Prolongeau Bernard	
M. Saglier François	
Mme Salathé Manuelle	
M. Tramond Emmanuel	

* *En gras, le nom des membres en activité du Conseil d'administration*

LISTE DES MEMBRES DU CONSEIL SCIENTIFIQUE DE LA FONDATION SÉCURITÉ ROUTIÈRE DEPUIS SA CRÉATION*

M. ABADIE Vincent
M. ANELLI Pierre
M. BATOCCHI Franck
M. BERTHOLON Nicolas
M. BOUSSUGE Jacques
Mme CANEL Annie
M. CASTAING Pierre
M. FAVRE Bernard
M. FLEURY Dominique
M. GILBERT Claude
M. HIRON Benoît
M. HUERE Jean-François
M. JACQUETIN Pascal
M. JAMES Patrick
M. JULIER Eric
M. LALO Jean
M. LAUMON Bernard
M. LE COZ Jean-Yves **Président**
M. LEDOUX Vincent
Mme L'HENORET Muriel
M. MALATERRE Gilles
M. METIN Eric
M. MOULIERE Stéphane
M. MOULIERE Stéphane
M. PAGE Yves
M. POUPET Pasca
Mme ROUMES Corinne
M. TADIE Marc Président
M. TARDIF François
M. VILLEMIN Thierry
M. WORMALD John

* *En gras, le nom des membres en activité du Conseil scientifique*

ANNEXES

LISTE DES PROJETS FINANCÉS PAR LA FSR CLASSÉS PAR ACRONYME

6T_VITESSE	Quels gains à la réduction de limitation de vitesse à 30 km/h des axes structurants en ville ?
ACT	Efficacité et acceptabilité des Assistances au Contrôle de Trajectoire en conduite automobile
ALCOLAC	ALCOol,vigiLance, Charge de travail : facteurs d'accident chez les jeunes conducteurs
ALCOOL_EVALUATION	Les pratiques d'évaluation externe et d'auto-évaluation de l'usage d'alcool dans un processus de changement : contexte national et comparaison franco-québécoise
ASP	Amélioration de la Sécurité des Piétons
CACIAUP	Amélioration des connaissances sur l'accidentologie des piétons
DAR	Dépistage du taux d'Alcoolémie par spectrométrie Raman
DRMSpatial	Les dimensions spatiales du risque routier des deux-roues à moteur
DYMOA	Diagnostic d'Infrastructures et Dynamique du Véhicule pour les Motos et les Autos
EAD	A quelles conditions le recours aux éthylotests anti-démarrage (EAD) peut-il être étendu dans le cadre administratif et judiciaire ?
GAZEL_ALCOOL	Pourquoi la conduite sous l'emprise de l'alcool reste un problème entier pour la sécurité routière ? Une étude prospective auprès des 20 000 vo lontaires de la cohorte GAZEL
GAZEL_SENIOR	Risque routier et pertinence des comportements d'adaptation du conducteur vieillissant. Une étude de cohorte auprès des 20 000 retraités de la cohorte GAZEL.
PAAM	Piétons, Adolescents : Accidentologie et Mobilité

PERCEPT	Perceptibilité des deux-roues motorisés
PETRA	Piétons, Environnements urbains et décisions de TRAversée
PIAAC	La prévalence et l'impact des activités annexes à la conduite sur le risque d'accident. Etude cas-témoins auprès des conducteurs accidentés se présentant aux urgences
PROFIL	Profil de la ROute comme Facteur d'Influence de la Lisibilité de l'infrastructure et son effet sur la trajectoire
QUO VADIS	Optimisation du triage des blessés de la route par la prise en compte des caractéristiques de l'accident
RATP_PIETON	Sécurité des piétons dans un espace public de transport : une affaire d'aménagement et d'ambiance
SANTAFE	Sentiment affirmé de priorité : temps de réponse, comportement de conduite et infrastructure routière
SECU2RM	Les deux et trois roues motorisé : causes et conséquences des accidents
SENSORIMOTO	Approche sensorimotrice de la présence pour la mise au point d'un simulateur de conduite de deux-roues motorisés
SEPIA	SÉcurité du PIéton Âgé : Déclins cognitifs et réentraînement des compétences impliquées dans la traversée de rue
SEVAP	SEnior en Ville à Pied
SICAP	Simulation de traversée de carrefour par des piétons
UVU_T	Usagers Vulnérables en milieu Urbain. Étape de développement des outils Technologiques pour l'étude des comportements à risque et de protection
VIPPER	Etude exploratoire sur la perception des piétons par les automobilistes
VISIBLE	VISIbilité des BicyCLettes
WHIPLASH	Les traumatismes cervicaux de type « whiplash » - Etude physiopatholo gique et clinique

6T _VITESSE

Quels gains à la réduction de limitation de vitesse à 30 km/h des axes structurants en ville ?

Porteur du projet, laboratoire et organisme : *Nicolas Louvet, 6T – Bureau de recherche*

Partenaire du projet : *Direction de la voirie et des déplacements, ville de Paris*

Montant du financement FSR : *100 K€*

Pourcentage du coût total du projet : *52 %*

Durée du projet : *24 mois à compter du 01/06/12*

Mots-clés : *Vitesse – Piéton – Axes structurants – Pollution - Bruit*

Objectifs initiaux du projet

Les objectifs du projet étaient les suivants :

- S'intéresser aux effets de la réduction des vitesses sur les axes structurants et à son acceptabilité par les usagers.
- Porter un regard complet sur la question des gains en analysant les accidents, mais également le bruit ou la congestion, afin de considérer conjointement les gains apportés par la réduction de vitesses.
- Identifier des pistes pour l'action publique afin de progresser vers l'objectif «zéro victimes» en milieu urbain, en identifiant les effets de la réduction des vitesses sur les axes structurants et l'acceptabilité sociale des usagers. Un travail partenarial avec la direction de la voirie et des déplacements de la Ville de Paris renforce le caractère opérationnel de la recherche. L'enjeu d'une telle recherche est en effet lié à une commande politique.

Méthodes appliquées

Analyses croisées de données existantes
Observation de terrain
Trente entretiens avec des usagers
Questionnaire avant et après le projet auprès de près 1 000 usagers

Résultats majeurs

La réduction de la vitesse réduit directement la fréquence et la gravité des accidents.

Concernant les émissions atmosphériques et acoustiques, les effets de la limitation de la vitesse sont à la fois plus difficiles à mesurer et plus controversés.

La réduction de limitation de vitesse à 30 km/h sur les axes de transit pourrait conduire à une plus grande appropriation des espaces publics par les habitants et à une meilleure qualité du cadre de vie.

La mesure a moins d'impact sur la perception de vitesse excessive que sur le danger ressenti. Il y a une forte amélioration des traversées des piétons et de la qualité du cadre de vie.
L'acceptabilité est forte, même de la part des usagers de modes motorisés.

La limitation de vitesse a des impacts positifs pressentis, ressentis et réels sur l'insécurité routière et la qualité du cadre de vie.

La crainte majeure est la hausse des temps de parcours. Si la communication et les aménagements d'espaces publics sont perçus comme indispensables, la répression est jugée comme inutile et gênante.

Nombre de publications : *3*

Nombre de colloques où le projet a été présenté : *3*

Personnels (en hommes x mois)
Chercheurs + enseignants chercheurs + ingénieurs de recherche : *10,5*
Autres ingénieurs et techniciens : -
Personnel recruté dans le cadre du projet: *0,5*

Efficacité et acceptabilité des Assistances au Contrôle de Trajectoire en conduite automobile

Porteuse de projet, laboratoire et organisme: *Alexandra Fort, LESCOT, TS2, IFSTTAR*

Partenaire du projet : *Laboratoire d'étude des mécanismes cognitifs (EMC), Université de Lyon 2*

Montant du financement FSR : *83 K€*

Pourcentage du coût total du projet : *52 %*

Durée du projet: *27 mois à compter du 26/10/12*

Mots-clés : *Distraction - Alerte - Stress - Rythme cardiaque - Simulateur*

Objectifs initiaux du projet

De nombreux systèmes d'assistance visant à faciliter la tâche de conduite sont apparus ces dernières années. L'objectif de ce projet était d'examiner l'efficacité et l'acceptabilité de deux types de systèmes : une alerte signalant un risque de collision et un système d'avertissement de sortie de voie. Pour cela, nous avons manipulé la fiabilité du système (non-détection et/ou fausse alerte), le moment de déclenchement de l'alerte et l'état attentionnel des conducteurs.

Méthodes appliquées

Quatre expérimentations (deux pour chaque système d'alerte étudié) ont été menées sur simulateur de conduite. Des mesures comportementales (temps de réaction, position sur la voie,…) et électrophysiologiques (mesures cardiaques) ont été recueillies ainsi que les réponses à des questionnaires d'acceptabilité et de stress.

Résultats majeurs

Tout d'abord, les résultats de nos études confortent **l'efficacité des alertes** signalant un risque de collision et des dispositifs d'avertissement des sorties de voie. Ainsi ces derniers permettent-ils aux conducteurs de regagner une position plus sûre dans leur voie plus rapidement que lorsqu'ils ne bénéficient pas d'une assistance. De plus, le bénéfice de l'assistance ne se limite pas aux situations de sorties de voie. Les oscillations latérales réalisées par les conducteurs tout au long de la conduite sont réduites en présence d'une assistance. Concernant les alertes anti-collision, nos résultats ont montré un effet positif des alertes signalant 75 et 90% des risques de collision. Ainsi, lorsque les participants étaient distraits par une tâche cognitive (pas de soustraction du regard à la route), ces alertes ont permis d'obtenir des temps de réaction inférieurs à ceux observés dans la ligne de base (sans distraction et sans système). L'ensemble de ces résultats conforte l'idée qu'une généralisation des dispositifs d'assistance aux sorties de voie et au risque de collision favoriserait la sécurité des conducteurs et, plus largement, des usagers de la route.

Concernant **l'impact des erreurs des systèmes**, les données concernant les dispositifs de sortie de voie révèlent que les défauts du dispositif entraînent une dégradation de performance circonscrite à la situation où l'assistance a été prise en défaut. La dégradation de performance entraîne dans le pire des cas des performances similaires à celles enregistrées en l'absence de l'assistance. Ces résultats indiquent qu'une assistance même imparfaite en termes de fiabilité serait plus favorable aux conducteurs que l'absence d'assistance. Concernant les alertes signalant un risque de collision, il semble que les systèmes sujets aux fausses alertes (alerte sans risque réel de collision) soient plus facilement acceptables et qu'ils induisent des comportements plus sécuritaires notamment en termes de distances inter-véhiculaires et de vitesse que les

systèmes sujets aux non-détections d'évènements critiques. Par ailleurs, et comme attendu, pour les deux types de systèmes testés, une fiabilité quasi-parfaite garantit une meilleure acceptation du système.

Concernant **l'impact du moment de déclenchement de l'alerte**, nos données confortent l'idée qu'il constitue un facteur important dans leur efficacité, notamment lorsque les conducteurs sont distraits. Ainsi pour les alertes anti-collision, une alerte tardive ne semble pas en mesure de compenser les effets de la distraction cognitive. Par ailleurs, si un avertissement précoce tend à être plus profitable aux conducteurs en termes d'efficacité, ce qui est gagné en efficacité semble être perdu en acceptabilité. Pratiquement, le réglage du moment de déclenchement de l'assistance devra être considéré comme un compromis entre l'efficacité et l'acceptabilité du dispositif. La définition de ce compromis devra être obtenue en variant systématiquement le moment de déclenchement.

Enfin, concernant **le stress ressenti** lors de l'introduction des systèmes d'alerte dans nos études, elle ne semble pas induire de stress. Toutefois, lorsque les conducteurs sont contraints d'effectuer une tâche distractive en conduisant, le stress augmente. Il semble que ce stress soit bénéfique en termes de temps de réaction.

Verrous ou points durs levés

Développement d'un régulateur de vitesse dans le simulateur.

Perspectives ouvertes par le projet et verrous subsistant :

Les résultats de ce projet illustrent l'importance d'examiner l'impact des distractions cognitives lors de la conception de système d'assistance utilisant des alertes. Il semble ainsi nécessaire d'évaluer l'efficacité des systèmes d'alerte en variant l'état attentionnel des conducteurs, en utilisant différentes tâches distractives impliquant différentes modalités sensorielles et différentes charges cognitives. La complexité de la scène routière peut également avoir un impact du fait de la sollicitation accrue des ressources attentionnelles. Toujours en lien avec ces questions, l'impact des capacités attentionnelles des usagers sur l'efficacité des alertes devrait être approfondie. Nous souhaiterions poursuivre ces travaux en réalisant des études auprès de différentes populations : conducteurs novices et experts, conducteurs âgés.

Par ailleurs, la question de l'adaptation comportementale à long terme devrait, selon nous, être étudiée plus avant. En effet, si les premières confrontations avec une assistance peuvent être délicates du fait d'un manque de familiarité, une longue habituation aux systèmes peut entraîner des mésusages critiques en termes de sécurité.

Enfin, des études en conditions réelles sont également nécessaires afin de confronter les conducteurs à un nombre de déclenchements de l'alerte plus réaliste que dans nos études sur simulateur, et ceci dans des conditions variables de trafic et d'infrastructure.

Nombre de publications : *3*

Nombre de colloques où le projet a été présenté : *2*

Personnels (en hommes x mois)
Chercheurs + enseignants chercheurs + ingénieurs de recherche : *12*
Autres ingénieurs et techniciens : *1*
Personnel recruté dans le cadre du projet : *28*
dont stages M2 : *11*
dont doctorants (part sur financement FSR) : *-*
dont post-docs : *-*

ALCOol,vigiLance, Charge de travail : facteurs d'accident chez les jeunes conducteurs

Porteuse de projet, laboratoire et organisme : *Catherine Berthelon, LMA, TS2, IFSTTAR*
Partenaire du projet : *Université d'Aix-Marseille, Centre de Recherche PSYCLE, EA 3273*
Montant du financement FSR : *82 K€*

Pourcentage du coût total du projet : 50 %

Durée du projet : *32 mois à compter du 02/12/13*

Mots-clés : *Alcool - Vigilance - Expérience de conduite - Simulateur de conduite - Charge de travail*

Objectifs initiaux du projet

Deux études ont été effectuées et ont testé : pour l'une, l'hypothèse qu'une charge de travail élevée jusqu'à un certain seuil augmenterait le niveau de vigilance et favoriserait les performances de conduite, alors qu'une surcharge de travail aurait des effets délétères en augmentant la tension des conducteurs et diminuant la vigilance. Cette valeur seuil devrait être plus faible pour les conducteurs novices que pour les conducteurs expérimentés. La seconde étude testait l'hypothèse que la prise d'une faible dose d'alcool en début d'après-midi, moment de faible vigilance, pourrait entraîner un assoupissement précoce, notamment chez les jeunes conducteurs novices, ayant des répercussions sur la performance de conduite. La baisse de performance devrait s'amplifier au fur et à mesure de la conduite.

Méthodes appliquées

Dans les deux études, des conducteurs novices (18 ans, moins de 2 mois de permis) et des conducteurs expérimentés (21 ans, permis depuis 3 ans) ont conduit un simulateur. Les performances de conduite étaient enregistrées, des échelles d'autoévaluation mesuraient le niveau de vigilance, de tension et de charge de travail subjectives. Des mesures physiologiques de vigilance (EEG), de tension (EDA) et de charge mentale (rythme cardiaque) étaient enregistrées. Première étude : des circuits de complexité variable étaient utilisés (simple, moyennement complexe, très complexe) et des scénarii impliquant un piéton étaient disposés dans chaque circuit. Les piétons étaient masqués par un décor variable, ils traversaient devant le participant avec un temps court pour les éviter. Seconde étude : le circuit était de type autoroutier dans 3 sessions expérimentales dans lequel le niveau d'alcool était manipulé (BAC de 0, 0,2 et 0,5 g/l). L'alcool était consommé en début d'après-midi et les participants conduisaient pendant 45 mn sur un circuit monotone.

Résultats majeurs

Globalement, les performances se dégradent lorsque la situation de conduite se complexifie et sous l'emprise de l'alcool. La charge de travail et la tension objectives sont plus élevées, alors que la vigilance objective est plus faible pour les conducteurs novices que pour les conducteurs expérimentés. Cela témoigne de l'effort supplémentaire que les novices doivent fournir pour effectuer la tâche de conduite. Cette forte dépense énergétique les prédispose donc à la surcharge et à ses répercussions délétères sur la conduite, ainsi la première étude montre que leurs temps de réaction sont plus longs que ceux des conducteurs expérimentés et que leur nombre de collisions avec les piétons est plus élevé.

Par ailleurs, l'alcool semble avoir des effets à des doses plus faibles chez les jeunes conducteurs novices que chez les jeunes conducteurs expérimentés puisque la stabilité de leur vitesse diminue avec 0.5 g/l alors que la vitesse des expérimentés reste stable. Ce résultat est cohérent avec le fait que l'alcool provoque

communément à faible dose un effet psychostimulant, puis avec l'augmentation de la dose un effet sédatif. L'effet psychostimulant est associé à une augmentation de la vitesse d'exécution accompagnée d'une augmentation du nombre d'erreurs. Il semblerait donc que les plus expérimentés soient capables de gérer cet effet psychostimulant. De plus, l'alcool dégrade les performances de conduite, et ceci d'autant plus que l'effort ressenti est élevé, que la vigilance est faible et que les conducteurs manquent d'expérience, et ceci dès 0.2 g/l.

Nos deux études ont donc permis d'identifier des facteurs permettant de compenser la dégradation des performances par des stratégies de régulation de la conduite, ou au contraire de renforcer cette dégradation, et de comprendre leur interaction. Ainsi, malgré des situations de conduite considérées comme délétères pour les performances, celles-ci sont relativement préservées lorsque les conducteurs sont expérimentés et lorsque leur niveau de vigilance est élevé. L'effet du manque d'expérience pourrait donc se faire particulièrement sentir dans des situations de conduite difficiles mais aussi dans des situations où plusieurs facteurs de risque sont combinés.

Verrous ou points durs levés

Accords pour l'étude alcool longs à obtenir, considérations éthiques nombreuses.

Perspectives ouvertes par le projet et verrous subsistants :

Nos résultats soulignent que l'apprentissage de la conduite, au-delà des quelques heures de conduite en école avant l'obtention du permis, se construit sur la durée et est en évolution constante. Il reste alors à différencier les évolutions dues à la pratique de la conduite de celles dues à l'âge, en particulier en ce qui concerne la prise de conscience de son état interne.

Nombre de publications : *4*

Nombre colloques où le projet a été présenté : *6*

Personnels (en hommes x mois)
Chercheurs + enseignants chercheurs + ingénieurs de recherche : *13*
Autres ingénieurs et techniciens : -
Personnel recruté dans le cadre du projet : *31,5*
dont stages M2 : *17*
dont doctorants (part sur financement FSR) : -
dont post-docs : *14,5 hm*

Les pratiques d'évaluation externe et d'auto-évaluation de l'usage d'alcool dans un processus de changement : *contexte national et comparaison franco-québécoise*

Porteur de projet, laboratoire et organisme : *Jean-Pascal Assailly, LPC, TS2, IFSTTAR*

Partenaire(s) du projet : *INSERM, Université de Montréal, INSERR, RITE et ANPAA*

Montant du financement FSR : *147 K€*

Pourcentage du coût total du projet : *30 %*

Durée du projet : *42 mois à compter du 01/02/09*

Mots-clés : *Alcool - Ethylotest antidémarrage - Fonctions exécutives – Changement - Infraction*

Objectifs initiaux du projet

Les objectifs initiaux du projet étaient d'évaluer les méthodes, outils et techniques d'évaluation externe et d'auto-évaluation de l'usage d'alcool utilisables pour les conducteurs tant en sécurité routière (post-permis et pré-permis) qu'en santé (alcoologie), en suivant la chronologie de la carrière du conducteur, du pré-permis vers le post-permis :

- la psychométrie et la validité des tests, leur inscription dans un processus psycho-éducatif de changement de comportement et leur interface entre santé et sécurité routière tout au long de la vie de l'usager ;

- les méthodes, techniques et pratiques d'évaluation et d'auto-évaluation de son usage d'alcool dans la réhabilitation des conducteurs infractionnistes au sein des stages de sensibilisation à la sécurité routière ;

- l'apport de l'éthylotest anti-antidémarrage (EAD) aux questions de la modification des comportements, de l'évaluation et de l'autoévaluation des problèmes d'alcool.

Résultats majeurs

1) Pour l'étude sur la psychométrie : la prévention coordonnée est possible entre différents milieux de vie collective et différentes institutions : ainsi les pratiques de prévention primaire par les Comités d'éducation à la Santé et la Citoyenneté (CESC - Education Nationale) s'articulent avec les interventions pratiquées en prévention secondaire par le secteur médico-social en addictologie.

Cette recherche-action sur des terrains différents démontre la faisabilité de l'approche psychométrique, dans un contexte local de réseau des acteurs de la prévention des conduites à risques. L'utilisation d'outils homogènes facilite l'application des mesures de Santé publique (loi n°2009-879 portant réforme de l'hôpital et relative aux patients, à la santé et aux territoires, dix mesures sur l'alcool Article L. 3342-1 du CSP modifié par l'article 93 de la loi HPST permettent de développer différentes actions), le partage entre les professionnels des deux champs et des partenariats entre différentes institutions, dans le cadre des PDASR, plans départementaux pour les actions de sécurité routière. L'exemple du Rhône apporte des précisions sur les conditions de repérage des conduites addictives. Les acteurs de prévention en premier accueil doivent disposer de compétences en matière d'écoute active et être informés sur les différents dispositifs d'orientation et de prise en charge de proximité.

2) Pour l'étude pluridisciplinaire autour de la notion d'auto-évaluation dans les stages de sensibilisation à

la sécurité routière, nous avons étudié les personnes qui témoignaient d'un changement de comportement significativement positif dans les stades de changements de Prochaska entre T1 et T2 (comparaison de moyennes, Test T de Student) et avons mis en évidence que 18 personnes, sur les 141 étudiées, ont progressé d'un stade ou de deux stades de changement de comportement. Ainsi, 14 personnes sont passées du stade de pré-réflexion (étape 1.1) au stade de réflexion (étape 2.2), 3 personnes sont passées du stade de pré réflexion (étape 1.1) au stade d'action (étape 2.3) et 1 personne est passée du stade de la réflexion (étape 1.2) au stade du maintien (étape 2.4).

Le stage de sensibilisation entre T1 et T2 amène des éléments en faveur d'un changement de comportement. Ces éléments se manifestent principalement, chez les personnes ayant évolué positivement d'une étape à l'autre, par des processus de prise de conscience (50,6 %), des processus de libération émotionnelle (24,7 %) et de libération sociale (24,7 %). Les individus recherchent de nouvelles informations et une meilleure compréhension sur le comportement à problème. De plus, ils font l'expérience et expriment des sentiments envers le comportement à problème et essayent de trouver des solutions potentielles. Enfin, ils ont véritablement une prise de conscience de modèles de comportement.

3) Pour l'étude sur l'EAD : le taux de récidivisme de l'infraction alcool par les participants au programme comme par les sujets des groupes-contrôle augmente avec le nombre d'années de suivi ; ceci est un résultat logique et prévisible car, la probabilité de détection étant faible, plus le suivi est long et plus la probabilité d'être détecté de nouveau augmente. Si l'on s'en tient à la définition légale du récidivisme dans notre pays (nouvelle infraction dans les 5 ans), et qui permet aussi le suivi le plus valide dans ce travail (de 2006 à 2011), les différences entre participants au programme d'EAD et sujets des groupes-contrôles sont faibles ; si l'on réunit l'ensemble des cohortes depuis 2006 jusqu'à 2010, la comparaison est néanmoins à l'avantage des EAD ; il reste à comprendre les différences importantes entre le taux de récidivisme des EAD 2006 et des EAD 2007.

Nombre de publications : *2*

Nombre de colloques où le projet a été présenté : *2*

Personnels (en hommes x mois)
Chercheurs + enseignants chercheurs + ingénieurs de recherche : *20,5*
Autres ingénieurs et techniciens : *3*
Personnel recruté dans le cadre du projet : *5*

Amélioration de la Sécurité des Piétons

Porteurs de projet, laboratoire et organisme : *Pierre-Jean Arnoux, Catherine Masson, Dominique Cesari, LBA, TS2, IFSTTAR*

Partenaires du projet : *Société Faurecia Bloc Avant, Equipe des systèmes biomécaniques, Institut de Mécanique des Fluides et des Solides, Université de Strasbourg, Société Plastic Omnium Extérieur Services, Université Claude Bernard Lyon 1*

Montant du financement FSR : *880 K€*

Pourcentage du coût total du projet : *52 %*

Durée du projet : *55 mois et une semaine à compter du 22/05/09*

Objectifs initiaux du projet

Le projet d'Amélioration de la Sécurité des Piétons a été focalisé sur deux objectifs scientifiques :

- L'observation et la compréhension de la vulnérabilité du piéton ;

- La définition d'outils et de méthodes pour évaluer la vulnérabilité du piéton et optimiser la protection offerte par les véhicules.

Méthodes appliquées

- Analyse épidémiologique de données d'accident ;
- Modélisation éléments finis et multi corps d'accidents piétons ;
- Expérimentations sur corps donnés à la science (validations des outils et méthodes, étude de la chute au sol) ;
- Caractérisation mécanique (expérimentale et par simulation) de matériaux et structures utilisés dans les designs des faces avant et des capots des véhicules.

Résultats majeurs

Compréhension de la vulnérabilité du piéton :

- L'analyse par catégorie de véhicule en superposant plusieurs bases de données a permis de souligner les différences hommes-femmes, les effets de l'âge, l'incidence de la typologie du véhicule et la nature de la zone véhicule heurtée.

- L'introduction d'approches multi modèles, supportées par le couplage modèles multi corps et modèles éléments finis a permis de fournir à la fois les outils d'évaluation mais aussi une analyse de l'ensemble des séquences du choc piéton jusqu'à la chute au sol de manière non découplée.

- L'introduction de plans d'expérience utilisant simulation numérique par éléments finis, approches multi corps tout en explorant des paramètres relatifs aux conditions de l'accident (positions, vitesses, …), aux piétons (taille, âge, morphologie, …) et au véhicule (typologie du véhicule) a permis de mettre en exergue la représentativité et la pertinence des conditions d'évaluation de la protection offerte par les véhicules.

Le projet ASP a permis de proposer un outil expérimental robuste permettant de réaliser des essais «full scale » avec ou sans chute au sol. Par exemple, l'analyse combinée des données expérimentales et des simulations semble indiquer que la chute au sol pourrait être responsable de lésions importantes sur le bassin, alors que pour l'impact tête le choc véhicule semble prédominant.

Outils et méthodes pour évaluer la vulnérabilité du piéton
- Le découplage des essais segmentaires, les conditions d'impact identifiées lors des analyses montrent que ni celles proposées dans l'EuroNcap ni dans la réglementation ne sont appropriées et ne permettent d'optimiser la sécurité des piétons.

- Le choix pour la tête d'un couplage entre un modèle physique de la tête (tête ISO) et un modèle numérique permet pour la première fois d'apporter une approche cohérente et continue entre l'essai physique et l'essai virtuel. De même, pour le modèle physique de jambe, la définition de la raideur du genou, construite à partir de la matrice de raideur du modèle et intégrant les mêmes critères de blessures macroscopiques que pour le modèle, souligne le choix d'une approche intégrée où les données de sorties des modèles numériques peuvent être utilisées comme données d'entrées des modèles physiques.

- Les analyses de sensibilité montrent que certains paramètres de design géométrique (positions relatives des structures de la face avant) et propriétés mécaniques (épaisseurs, rigidité des structures) sont des variables susceptibles d'influer significativement la réponse du modèle.

Le projet ASP a permis d'introduire une évolution substantielle des critères de blessure existants. Pour le membre pelvien, ils prennent en compte des effets de couplages (notamment entre cisaillement et flexion latérale) alors que pour la tête l'enjeu est ciblé sur la combinaison des accélérations linéaires et rotationnelles.

D'un point de vue normatif, les points majeurs à retenir dans le projet ASP sont : la nécessité de revoir les conditions d'évaluation de l'impact tête ; la nécessité d'introduire de nouveaux critères pour la jambe ; la question posée sur la représentativité de l'impact bassin/fémur, la nécessité de proposer des essais d'évaluation qui tiennent compte des différentes familles de véhicules ; enfin, la question de l'évaluation de la vulnérabilité du tronc pour l'impact avec un monospace est posée.

Optimiser la protection offerte par les véhicules
La piétonisation d'un véhicule (type GCM) tant dans la géométrie de la face avant que dans l'intégration de structures qui optimisent la dissipation de l'énergie au choc a permis de souligner tout l'intérêt de ce type de technologie au regard des critères existants.

Le projet ASP a permis de se doter de données précises sur deux matériaux de référence utilisés dans la conception des faces avant des véhicules. Les résultats obtenus portent tant sur la connaissance expérimentale du comportement à la rupture de ce type de matériau que sur leur modélisation.

Les perspectives de recherches ouvertes indiquent qu'il est possible d'établir des gains de protection pour le piéton. De même l'introduction de nouveaux matériaux absorbants, actifs ouvre des pistes très intéressantes pour prévenir et limiter l'exposition du piéton à des blessures.

Verrous ou points durs levés

- Superposer données du registre du Rhône, données BAAC et typologie des véhicules
- Combiner approches éléments finis et multi corps
- Développer un dispositif expérimental qui évite la chute au sol
- Améliorer la modélisation du comportement à la rupture des matériaux et structures qui composent la face avant d'un véhicule
- Développer un premier prototype de jambe instrumentée à visée réglementaire.

Perspectives ouvertes par le projet et verrous subsistants

- Introduction de méthodes couplant systèmes actifs et passifs de sécurité (détection du piéton – airbag face avant)
- Travaux sur l'enfant piéton
- Proposer une nouvelle jambe réglementaire
- Introduire de nouveaux critères de blessure

Nombre de publications : *12*

Nombre de colloques où le projet a été présenté : *23*

Personnels (en hommes x mois)
Chercheurs + enseignants chercheurs + ingénieurs de recherche : *100*
Autres ingénieurs et techniciens : *18*
Personnel recruté dans le cadre du projet : *135*
dont stages M2 : *12*
dont doctorants (part sur financement FSR) : *95*
dont post-docs : *28*

Amélioration des connaissances sur l'accidentologie des piétons

Laboratoire et organisme du porteur de projet : *Thierry Hermitte, LAB, GIE de Recherche et d'Etudes PSA Peugeot Citroën*

Partenaire du projet : *CEESAR Centre Européen d'Etudes, de Sécurité et d'Analyse des Risques*

Montant du financement FSR : *396 K€*

Pourcentage du coût total du projet : *44 %*

Durée du projet : *36 mois à compter du 01/06/09*

Mots-clés : *Piéton – Reconstruction - Etudes détaillées d'accident - Facteurs de risque - Mécanisme accidentel/ lésionnel*

Objectifs initiaux du projet

L'objectif principal du projet était 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. Pour 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 ;

√ 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 ;

√ Des études thématiques sur les sujets suivants :

- Identification des principales configurations d'accident et de leurs caractéristiques principales ;
- Analyse des mécanismes accidentels et lésionnels ainsi que l'identification des causes associées ;
- Identification des besoins réels des usagers à partir de l'analyse de leurs défaillances ;
- Une analyse des lésions observées avec un zoom spécifique sur les cas dont la vitesse au choc entre dans le cadre des tests réglementaires.

Méthodes appliquées

Collecte de données détaillées d'accidents spécifique aux accidents avec piéton (protocole, aspect méthodologique, collecte des informations, sélection des paramètres pour la codification). Mise en place d'un contrôle qualité et de validation de tous les cas enregistrés.

Reconstruction d'accident : revue de la littérature et synthèse des méthodes. Création d'un guide.

Analyse des besoins : utilisation et adaptation de la méthodologie HFF aux usagers piétons.

Suivi des blessés : accord CNIL + partenariat avec les hôpitaux de la région.

Résultats majeurs

- La mobilisation d'une équipe pluridisciplinaire (médecins, accidentologistes, 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'accidentologistes permettant de les valider.

- Le renouvellement des connaissances sur les accidents de piéton avec une mise à jour des problématiques associées.

Verrous ou points durs levés

- Méthodologie pour le recueil des accidents piétons. Un guide sur les éléments particuliers liés à ce type d'accident a été établi et permet aujourd'hui encore de poursuivre la collecte de ce type d'accident.

- Méthodes et éléments à recueillir pour estimer les vitesses au choc.

- Une attention particulière a été apportée durant le projet à l'identification des éléments ayant provoqué chaque blessure, en particulier en essayant de distinguer les rôles liés au véhicule et à celui de l'infrastructure.

Perspectives ouvertes par le projet et verrous subsistants

Point dur non levé : le suivi des blessés avec deux principales difficultés relevées :

- La participation des impliqués : pas mal d'impliqués n'ont plus voulu donner suite pour ne pas avoir à « revivre » leur traumatisme.

- Le suivi dans le temps : le suivi consistait en deux recueils supplémentaires sur les évolutions des blessures liées à l'accident, à 6 mois et à 12 mois. Malgré leur consentement et des relances, le taux de réponse a été extrêmement faible. Beaucoup d'efforts ont été consentis pour un résultat non concluant.

Nombre de publications : *4*

Nombre de colloques où le projet a été présenté : *1*

Personnels (en hommes x mois)
Chercheurs + enseignants chercheurs + ingénieurs de recherche : *27*
Autres ingénieurs et techniciens : *61*
Personnel recruté dans le cadre du projet: -

Porteur de projet, laboratoire et organisme : *Mario Marchetti, Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement de l'Est*

Partenaire(s) du projet : *Laboratoire Matériaux Optiques, Photonique et Systèmes, UMR 7132 CNRS- Université Paul Verlaine Metz*

Montant du financement FSR : *180 K€*

Pourcentage du coût total du projet : *54 %*

Durée du projet : *28 mois compter du 01/09/08*

Mots- clés : *Alcoolémie- Spectroscopie Raman - Capteur*

Objectifs initiaux du projet

Il s'agissait d'étudier la faisabilité et l'élaboration d'un nouveau détecteur d'alcoolémie par l'analyse du spectre Raman dans une veine, directement à travers l'épiderme d'un sujet, et donc sans prélèvement sanguin. Cette technologie permettrait de disposer d'un nouvel instrument de terrain de dépistage de l'alcoolémie robuste, fiable, auto-calibrable et de faible coût, à l'usage des forces de l'ordre ou à des fins d'auto-contrôle par les usagers.

Méthodes appliquées

Application de la spectroscopie Raman à des échantillons de sang et de plasma.

Résultats majeurs

La réponse Raman du sang total est bien plus riche que celle du plasma. Sa fluorescence est moindre, à puissance laser égale, que celle mesurée sur les échantillons de plasma. Cet effet est lié à une absorption plus importante et à des phénomènes d'extinction de la fluorescence dus au nombre important de composés présents dans le sang total. De ce fait, des acquisitions sur 20 secondes ont été possibles sur le sang total alors qu'une acquisition de quelques secondes sature le spectromètre pour les échantillons de plasma. En comparant les spectres de sang total alcoolisé et non alcoolisé il est difficile de mettre en évidence l'apparition de raies directement liées à l'éthanol. Ainsi, en comparant le spectre d'un échantillon de sang total alcoolisé par rapport à celui de l'éthanol, aucune raie ne semble se corréler à la présence d'alcool. Même si les trois raies de l'éthanol dans les hautes fréquences semblent correspondre, celles-ci sont présentes également dans tous les échantillons ne contenant pas ou peu d'alcool. Cependant, en réalisant une nouvelle apodisation, sur les deux raies principales dans les basses fréquences, 1580 cm^{-1} et 1634 cm^{-1}, on remarque une évolution relative de ces deux raies qui est différente suivant la présence ou non d'alcool. En calculant le rapport des intensités de ces pics, en comparant à un échantillon de sang total non alcoolisé, on note une évolution croissante en fonction du taux d'alcool. La variation relative de ces raies est donc un indicateur de la présence de l'alcool dans le sang total. Consistant en un rapport d'intensité de pics, il permet de s'affranchir de la variabilité de signature entre différents individus.

Il est difficile de tirer des conclusions définitives sur la faisabilité d'utilisation d'une sonde Raman in vivo pour la détection d'alcool dans le sang. Les résultats et le sentiment des auteurs sont en effet assez contradictoires. Si des résultats sur la détectabilité par spectrométrie Raman de la présence d'alcool dans le sang ou le plasma, peuvent être positivement mis en avant, ils ne sont pas suffisamment répétables et reproductibles pour en tirer une conclusion définitive. Le faible nombre d'échantillons cliniques disponibles rend difficile une appréciation de la répétabilité et de la reproductibilité.

Verrous ou points durs levés

On a obtenu des signatures Raman de présence d'alcool dans le sang, mais ces indicateurs sont très divers : pic de l'éthanol, qui est la trace a priori la plus pertinente, pic de l'acétaldéhyde, trace liée à une transformation, mais susceptible de provenir aussi d'autres effets que celui de l'alcool, pics du sang affectés par la présence d'alcool, et là encore susceptibles de provenir d'autres effets inconnus a priori (ingestion médicaments, ...).

Par ailleurs, ces résultats dépendent des individus et varient dans le temps. C'est vrai à la fois du sang même, mais aussi de l'interaction du sang avec l'alcool. Ceci affecte évidemment la reproductibilité et répétabilité des mesures, et donc la fiabilité des résultats. Une question importante n'a pu être abordée : celle du chemin inverse. Les signatures décelées et assignées à la présence d'alcool, peuvent-elles avoir d'autres origines ?

Se posent aussi des questions liées à la méthodologie. Il paraissait indispensable de valider des techniques sur des échantillons, avant d'aborder des études in vivo. Or la définition même d'échantillons pose question dans ce type d'études. Sont-ils suffisamment significatifs d'une population ? En quoi peuvent-ils être considérés comme des échantillons-tests ? Les personnes sur lesquelles ces prélèvements ont été effectués n'étaient-elles pas porteurs d'autres germes pouvant affecter le signal Raman du sang ? Comment transposer des résultats sur des échantillons prélevés sur des expérimentations in vivo ?

Les mesures in vivo, pourtant l'un des objectifs de l'étude, n'ont pu être réellement abordées. Toutefois nous considérons que si la fiabilité des signatures est démontrée sur des populations suffisamment représentatives, le passage in vivo ne constituerait pas un obstacle important puisque la faisabilité de mesures à travers la peau, a été prouvée sur d'autres applications de sonde Raman à travers la peau, en particulier pour la détection du glucose. Un brevet publié sur le même objet après le démarrage de notre étude démontre la pertinence du projet. Toutefois la lecture de ce document ne fournit pas de réponses satisfaisantes à nos questions et nourrit encore davantage notre perplexité, avec un focus sur le matériel de détection et sur le traitement du signal. A notre connaissance, il n'existe aucune démonstration sur une faisabilité in vivo.

Perspectives ouvertes par le projet et verrous subsistants

Même en l'absence de démonstration in vivo, les résultats sont extrêmement positifs. Si une telle étude est reprise ou prolongée il apparaît indispensable qu'elle soit menée en milieu hospitalier, directement sur des patients représentatifs de la population. Ceci soulève de nombreuses questions éthiques et réglementaires.

Nombre de publications : -

Nombre de colloques où le projet a été présenté : *1*

Personnels (en hommes x mois)
Chercheurs + enseignants chercheurs + ingénieurs de recherche : *11*
Autres ingénieurs et techniciens : -
Personnel recruté dans le cadre du projet : *12*
dont stages M2 : -
dont doctorants (part sur financement FSR) : -
dont post-docs : *12*

Les dimensions spatiales du risque routier des deux-roues à moteur

Porteur de projet, laboratoire et organisme : *Dominique Fleury, LMA, TS2, IFSTTAR*

Partenaires du projet : *GEOSYSCOM, Université de Caen - Laboratoire Live, Université de Strasbourg - CETE Méditerranée*

Montant du financement FSR : *126 K €*

Pourcentage du coût total du projet : *40%*

Durée du projet : *26 mois compter du 01/02/09*

Mots- clés autres que disciplinaires (5 principaux): *Deux-roues motorisé – Approche territoriale – Analyse géographique – Hiérarchie de réseau – Caractéristiques sociales*

Objectifs initiaux du projet

Appliquer une approche par le territoire à l'analyse des accidents de deux-roues motorisés permet de mettre en relation les spécificités sociales des habitants impliqués, les caractéristiques géographiques et environnementales ainsi que les stratégies de traitements des espaces mises en place, en particulier celles des réseaux de déplacement. Ces analyses sont à croiser avec les déroulements des accidents, ainsi que leurs conséquences, les comportements observés et les caractéristiques techniques des véhicules.

Approches méthodologiques appliquées

Cette recherche repose sur le dépouillement et l'analyse d'un corpus de PV d'accidents de la circulation routière ayant eu lieu dans le département du Nord de février 2003 à décembre 2008 et dont les 2 001 impliqués à deux-roues motorisés (conducteurs et passagers) sont des habitants de Lille Métropole Communauté Urbaine. Les informations sont codées puis les accidents sont géolocalisés dans un Système d'Information Géographique. Grâce aux techniques statistiques développées dans ArcGiS, l'analyse géographique permet de compléter ce travail.

Résultats majeurs

Les résultats obtenus montrent l'intérêt d'appréhender l'accidentologie dans une double dimension, à la fois sociale et spatiale, les deux étant intimement liées. Parmi les nombreux résultats, quelques-uns peuvent être extraits à titre d'illustration.

Plus l'impliqué est jeune, plus il a de chance de s'accidenter à cyclomoteur, près de son domicile, en milieu urbain périphérique, sur des axes de dessertes et sur des voies pour lesquelles les niveaux de trafic sont faibles. À l'inverse, à mesure qu'augmente l'âge et que s'améliore la situation économique de l'usager de deux-roues motorisés, les probabilités pour qu'il s'accidente à Lille, au terme d'un trajet important et à motocyclette augmentent.

En comparaison avec les catégories « populaires », les usagers des catégories «supérieures» accidentés sont plus représentés dans les trajets de type loisir et moins dans les trajets de type travail.

Les différences sont significatives en ce qui concerne le type de véhicule utilisé lors de la survenue de l'accident selon l'activité de l'usager : les « Actifs ayant un emploi » sont plus souvent accidentés à motocyclette (40,8 %) alors que les usagers de deux-roues motorisés « Sans-emploi » et « Étudiants, lycéens, collégiens » utilisent très majoritairement des cyclomoteurs (82,2 % et 90,3 %). Des caractéristiques économiques expliquent cet usage majoritaire de cyclomoteur pour les « sans-emploi ». S'y ajoute la jeunesse pour ce qui est des « Étudiants, lycéens, collégiens ».

Les conflits avec les piétons sont, en proportion, assez rares. Conformément à ce qui est mis en avant dans la littérature, les problèmes de perception sont eux très nombreux : 44,3 % des accidents sont liés à ce type de problème, soit 771 cas. Cela est directement à rapporter à la faible détectabilité dont pâtissent les usagers de deux-roues motorisés. Les problèmes de perceptibilité sont significativement reliés au niveau hiérarchique de la voie. Ce sont plutôt les niveaux intermédiaires (6 000 à 30 000 véh/jour) qui posent plus de problèmes. Les jeunes usagers de deux-roues motorisés (moins de 20 ans) et les plus âgés (plus de 50 ans) sont ceux qui s'accidentent le plus près de leur domicile. Entre 20 et 49 ans, la distance réseau parcourue est croissante pour atteindre son maximum pour les 40-49 ans (4 829 m).
La surreprésentation des usagers de deux-roues motorisés à circuler sur des voies dotées d'aménagements cyclables est de 0,48. Cette surreprésentation est plus importante lorsque l'impliqué à deux-roues motorisés circule sur une voie avec bande cyclable (0,52) plutôt qu'avec piste cyclable (0,23). La surreprésentation est très importante (1,00) pour les voies à niveau de trafic élevé (Moyenne journalière supérieure à 13 000 véh/jour).
Ces résultats semblent poser la question de l'efficacité des aménagements cyclables dans l'amélioration de la sécurité des usagers de deux-roues motorisés. Il paraît alors nécessaire de procéder à de nouvelles analyses permettant d'infirmer ou de corroborer les éléments présentés dans ce travail.

Perspectives ouvertes par le projet

Cibler des actions de prévention, tant au niveau national que local, en s'appuyant sur les caractéristiques sociales des usagers de deux-roues motorisés et les occurrences spatiales des accidents.
Etendre cette approche à un autre terrain serait utile pour en conforter les résultats.

Verrous ou points durs levés ou subsistants

Cette recherche a été possible grâce à l'accès à des fichiers de PV pouvant être traités à l'aide des outils informatiques actuels. De même que les développements des analyses en statistiques géographiques dans ArcGIS .

Nombre de publications : -

Nombre de colloques où le projet a été présenté : -

Personnels (en hommes x mois)
Chercheurs + enseignants chercheurs + ingénieurs de recherche : *9*
Autres ingénieurs et techniciens : *9*
Personnel recruté dans le cadre du projet : *9*

DYMOA

Diagnostic d'Infrastructures et Dynamique du Véhicule pour les Motos et les Autos

Porteur de projet, laboratoire et organisme : *Thierry Serre, LMA, TS2, IFSTTAR*

Partenaires du projet : *Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema) - Assurance Mutuelle des Motards*

Montant prévu du financement FSR : *217 K€*

Pourcentage prévu du coût total du projet : *17 %*

Durée prévue du projet : *46 mois à compter du 02/12/13*

Mots-clés : *Deux-roues motorisé - EDR (Enregistreur de Données de la Route) et protection des données personnelles – Incident – Infrastructure- Dynamique du véhicule*

Objectifs initiaux du projet

Les objectifs poursuivis par le projet DYMOA sont :

- De développer de nouvelles méthodes de diagnostic des infrastructures routières et de leur usage par des deux-roues motorisés (2RM) et des véhicules légers (VL) à l'aide d'EDR (Enregistreurs de Données de la Route), basées notamment sur l'analyse des incidents.

- De produire de la connaissance sur l'utilisation réelle d'un 2RM, en distinguant : les interactions avec l'infrastructure, l'utilisation des capacités dynamiques des 2RM, notamment les vitesses pratiquées et les comparaisons véhicule légers / 2RM.

- De mettre en œuvre une méthodologie de recueil (EDR de type smartphone, base de données) et d'exploitation de données (outils cartographiques) en conformité avec les droits des conducteurs concernés (protection des données à caractère personnel).

Méthodes appliquées

DYMOA est basé sur l'instrumentation d'une flotte de 40 véhicules (30 2RM et 10 VL) à l'aide d'EDR de types smartphones. Le recueil, d'une durée de 1 an et étendu sur 3 territoires (départements de Seine-Maritime, Bouches du Rhône et Hérault), concerne l'enregistrement des parcours des véhicules, des incidents éventuels détectés par le dépassement de seuils dynamiques des véhicules, des passages sur des zones d'intérêt (zones accidentogènes, aménagements spécifiques, …), des comportements des conducteurs, du contexte extérieur au véhicule par enregistrement vidéo et l'élaboration d'un observatoire des vitesses. Une procédure juridique spécifique liée à la confidentialité des données et à l'usage d'un smartphone comme enregistreur a été mise en place afin de garantir la protection des données à caractère personnel et de la vie privée des conducteurs impliqués dans le projet.

Résultats majeurs

DYMOA a permis l'élaboration d'un enregistreur embarqué basé sur l'usage d'un smartphone dédié, sécurisé et adapté aux 2RM. Les mesures juridiques et techniques mises en place ont permis d'obtenir l'autorisation de la CNIL. Des critères de détection d'incidents basés sur des seuils atteints par la dynamique du véhicule ont été définis. Une flotte d'une quarantaine de véhicules (30 2RM et 10 VL) a été équipée d'EDR. Un recueil de données a été effectué sur trois zones géographiques (départements de la Seine Maritime, des Bouches du Rhône et de l'Hérault) recouvrant une période de 1 an. Plus de 3 200 parcours ont été enregistrés représentant environ 42 000 kilomètres parcourus.

Plus de 700 événements et 430 incidents ont été recueillis. Ils ont permis de déterminer quelques types d'infrastructures posaient problème aux 2RM et de localiser des zones à risques les concernant. Des aménagements spécifiques ou des zones accidentogènes ont été analysés de manière détaillée en comparant notamment les comportements de conduite de VL avec ceux de 2RM. L'utilisation réelle des capacités dynamiques des 2RM a pu être identifiée et comparée avec celle des VL. L'intérêt d'un observatoire de vitesse en relation avec l'infrastructure et les objets routiers (virages, giratoires, intersection, dispositifs modérateurs de vitesses, ...) a été montré via la mise en place d'un démonstrateur technique. Enfin, les enjeux de sécurité spécifiques 2RM liés à l'infrastructure ont pu être mis en exergue en s'appuyant sur le fichier national des accidents (BAAC) de 2011 à 2015, ce qui a permis d'analyser plus de 71 000 accidents corporels.

Verrous ou points durs levés :

Parmi les verrous levés, nous citerons :

- l'élaboration d'un EDR sécurisé basé sur l'usage d'un smartphone destiné aux VL et aux 2RM,
- la mise en place d'un guide juridique pour respecter les droits des conducteurs et les obligations des chercheurs dans le cadre de ce type d'expérimentation,
- la production de connaissances sur la conduite naturelle des 2RM en termes notamment d'usage de l'infrastructure, de détection des caractéristiques d'infrastructure qui posent problèmes aux 2RM, d'utilisation réelle des capacités dynamiques des 2RM, etc.

Perspectives ouvertes par le projet et verrous subsistants

Le projet DYMOA étant intimement lié au projet S_VRAI , les valorisations des deux projets sont mutualisées. Ainsi, le recueil de données est amené à être étendu à une échelle plus grande via le partenariat avec des collectivités. L'usage de smartphones en tant qu'EDR est d'ores et déjà programmé pour équiper des flottes de véhicules de plusieurs Conseils Départementaux. D'un point de vue juridique, un guide de conformité vis-à-vis de la protection des données à caractère personnel des conducteurs sera soumis à la CNIL pour permettre la pérennisation du dispositif dans les recherches futures basées sur le même modèle expérimental. Enfin, les résultats permettront d'alimenter les guides de conception d'aménagement routiers.

Nombre de publications : *2*

Nombre de colloques où le projet a été présenté : *-*

Personnels (en hommes x mois) - Prévision
Chercheurs + enseignants chercheurs + ingénieurs de recherche : *73*
Autres ingénieurs et techniciens : *32*
Personnel recruté dans le cadre du projet : *69*
dont stages M2 : *37*
dont doctorants (part sur financement FSR) : *0*
dont post-docs : *0*

A quelles conditions le recours aux éthylotests anti-démarrage (EAD) peut-il être étendu dans le cadre administratif et judiciaire ?

Porteur de projet, laboratoire et organisme : *Arnaud Morange, Centre d'Etude et de Recherche sur les Risques et les Vulnérabilités (CERReV), Université de Caen Basse Normandie*

Montant du financement FSR : *46 K€*

Pourcentage du coût total du projet : *50%*

Durée du projet : *24 mois compter du 01/06/08*

Mots-clés : *Alcool – Ethylotests Anti-Démarrage*

Objectifs initiaux du projet

Analyser les conditions pratiques, administratives et juridiques de mise en place et d'extension des Ethylotests Anti-démarreur (EAD, ou « Alcolock » pour Alcohol ignition interlock) en France, en privilégiant le point de vue des acteurs locaux impliqués dans les procédures de prévention et de répression de la conduite en état alcoolique.

Méthodes appliquées

Corrélativement à l'analyse documentaire et de l'existant en la matière (études internationales, expérimentation en Savoie), il s'agissait d'un enquête de terrain, principalement par entretiens, auprès des acteurs potentiellement concernés par le dispositif EAD : médecins et acteurs de santé en alcoologie, personnels de préfecture et membres de la commission médicale du permis de conduire, magistrats (Parquet, juges, juges d'application des peines, personnels des services de probation = 12 entretiens réalisés) et, surtout, conducteurs récidivistes en CEA suivis par le comité de probation = 60 entretiens réalisés). L'échelle retenue pour cette étude était le département du Calvados (14).

Résultats majeurs

Tout séduisant que paraisse le dispositif technique EAD, les investigations que nous avons menées conduisent à une certaine prudence. S'il n'est pas contestable que le programme d'Annecy (expérimentation en Savoie, en 2004) a produit des résultats encourageants, il n'en demeure pas moins vrai qu'il reste à démontrer que l'objectif de prévention de la récidive au moyen des EAD puisse être véritablement atteint sur la durée et en direction du public le plus accidentogène. Le problème du coût : concernant les bénéficiaires de cette alternative à la sanction, sans soutien financier pour une partie d'entre eux, une sélection économique s'opèrerait sans doute qui biaiserait les attendus des acteurs de sécurité routière ; l'EAD risquerait de devenir alors un simple outil de substitution à l'ancien «permis aménagé» (permis blanc) au bénéfice d'une frange particulière de la population. La question du public concerné par ce dispositif reste donc entière et conditionne les choix qui seront faits quant aux modalités et formes des programmes EAD (proposition ou imposition, alcoolo-dépendants ou primo-infractionnistes, action de répression ou outil de prévention auprès des jeunes conducteurs, ...). Les EAD peuvent sans doute apporter un complément technique à l'arsenal juridique dont disposent les juges pour contraindre et réprimer les conducteurs indélicats, mais le problème considérable de la conduite en état alcoolique subsiste. C'est pourquoi d'autres pistes - bien connues des experts en ce domaine - sont revisitées à l'aune des propos recueillis auprès des infractionnistes («taux zéro» pour les malades de l'alcool, éthylomètres en série dans les véhicules, alternatives à la conduite en cas d'alcoolisation...). Plus largement, l'étude, conduite par un sociologue, invite à s'interroger sur le

traitement technique d'un problème social (l'alcoolisation d'une partie de la population et le non respect des normes). Dans une perspective socio-anthropologique, ce sont les équilibres entre les réponses proprement techniciennes - que nous avons tendance à privilégier désormais - et la responsabilisation des conducteurs qui sont à repenser.

L'étude conclut, en substance, que si l'on veut miser positivement sur cet appareillage, les nombreux obstacles à son efficacité doivent faire l'objet d'analyses complémentaires, tant sur le plan juridique et technique que dans leurs dimensions symboliques et sociologiques.

Verrous ou points durs levés

Pour l'étude, pas de difficultés particulières de réalisation tellement notre organisation interne et nos réseaux locaux ont permis de remplir le programme prévu, notamment en matière d'entretiens. Tout au plus avons-nous été confrontés à des contraintes de temps ayant nécessité un délai supplémentaire de quelques mois, négocié de manière constructive avec la FSR.

Pour le contenu du programme lui-même, force a été de constater l'omniprésence de l'expérimentation de Savoie ; notre investigation a permis de mettre un bémol à l'enthousiasme ambiant des acteurs en sécurité routière autour du dispositif EAD.

Perspectives ouvertes par le projet et verrous subsistants

Nous avons mis en évidence que l'alternative à la sanction que peut constituer le recours à l'EAD (sous main de justice) comporte le risque d'un certain nombre d'effets pervers préjudiciables à la sécurité routière. Par ailleurs, le public concerné par cette alternative à la peine ne recoupe pas nécessairement le public le plus accidentogène en matière de CEA. Aussi, présentant nos résultats aux autorités compétentes, celles-ci ont pu prendre en compte nos réserves à propos dudit dispositif, dans le contexte de l'époque du vote de la loi dite LOPSI 2 prévoyant, entre autres, l'extension en France de la mesure EAD.

Nombre de publications : *-*

Nombre de colloques où le projet a été présenté : *2*

Personnels (en hommes x mois)
Chercheurs + enseignants chercheurs + ingénieurs de recherche : *12*
Autres ingénieurs et techniciens : *6*
Personnel recruté dans le cadre du projet : *9*

Pourquoi la conduite sous l'emprise de l'alcool reste un problème entier pour la sécurité routière ? Une étude prospective auprès des 20 000 volontaires de la cohorte GAZEL

Porteur de projet, laboratoire et organisme : *Emmanuel Lagarde, Equipe Avenir Prévention et prise en charge des traumatismes Centre de recherche INSERM U897*

Montant du financement FSR : *54 K€*

Pourcentage du coût total du projet : *50 %*

Durée du projet : *24 mois à compter du 01/06/09*

Mots- clés : *Conduite - Insécurité routière - Alcool*

Objectifs initiaux du projet

- Evaluer de manière prospective l'évolution des attitudes et des comportements des conducteurs vis-à-vis de la conduite sous l'emprise de l'alcool entre 2001, 2004 et 2007 ;
- Etudier les associations entre les évolutions des facteurs psychosociaux et les changements de comportements relatifs à la conduite sous l'emprise de l'alcool ;
- Identifier les facteurs pouvant favoriser ou entraver une amélioration des comportements et des attitudes ;
- Mettre en relation les évolutions des habitudes relatives à la consommation générale d'alcool avec les évolutions des comportements et des attitudes vis-à-vis de la conduite sous l'emprise de l'alcool ;
- Emettre des recommandations relatives au ciblage de la prévention et du contrôle-sanction en s'appuyant sur les résultats obtenus.

Méthodes appliquées

Etude de cohorte

Résultats majeurs

Entre 2002 et 2007, le nombre de tués sur la route a diminué de 10% par an en moyenne contre 2% entre 1975 et 2001 en France (ONISR/DSCR 2009). Cette baisse accrue de la mortalité routière observée ces cinq dernières années représente des milliers de vies épargnées. Elle est concomitante à l'augmentation des mesures préventives décidée en 2002, qui comprend le déploiement de 1500 radars automatiques, la fin des indulgences, et l'aggravation des sanctions. Contraints et forcés, les conducteurs ont modifié leurs habitudes. Selon l'Observatoire Interministériel de la Sécurité Routière (ONISR), le nombre des grands excès de vitesses a été divisé par cinq entre 2002 et 2007, et la vitesse moyenne a diminué de 5 à 10 km/h suivant les réseaux (ONISR 2008). Nos travaux au sein de la cohorte GAZEL, rassemblant plus de 14 000 conducteurs expérimentés, montrent une réduction très significative des vitesses maximales pratiquées en ville, sur route et sur autoroute entre 2001 et 2004 (Constant 2009). Et, contrairement à ce que l'on pourrait croire, les conducteurs sont restés très majoritairement favorables à un renforcement du contrôle-sanction de la vitesse et de l'alcool au volant (Constant 2008). La baisse de la mortalité routière observée à la suite de ces mesures a certainement convaincu le grand public de leur utilité et a ainsi favorisé leur observance.

Ces évolutions positives des comportements et des attitudes vis-à-vis de la sécurité routière, couplées à

la baisse de consommation d'alcool observée depuis des décennies en France (INSEE 2009), pouvaient laisser espérer un recul substantiel de l'ivresse au volant. Mais rien ne nous permet de dire que ce recul ait eu lieu. Entre 2002 et 2006, le nombre de contrôles positifs a ainsi augmenté de 57% (ONISR), et l'alcool au volant est devenu la première cause de collision mortelle avec une surreprésentation des 18-24 ans parmi les victimes.

Dans le cadre de ce projet de recherche soutenu par la FSR, nous avons analysé les déclarations relatives à l'alcool au volant dans la cohorte GAZEL en incluant les données d'une troisième mesure effectuée en 2007, à la suite de celles recueillies en 2001 et 2004. Les résultats montrent que la diminution des excès de vitesse observée entre 2001 et 2004 s'est poursuivie en 2007. Mais, alors que plus d'un conducteur sur cinq rapportait déjà des épisodes d'ivresse au volant en 2001, cette proportion a augmenté de 10% en 2007 (Constant 2009).

Nous avons cherché à savoir pourquoi les efforts de prévention de l'alcool au volant semblent sans effet. La suite du travail conduit dans le cadre du présent projet a consisté à décrire les évolutions des comportements entre 2001 et 2007 et à tenter d'en identifier les ressorts en examinant les caractéristiques des populations concernées (constant 2011).

L'analyse montre que parmi les 9 309 personnes étudiées, 20% déclaraient en 2001 conduire en état d'ivresse (la plupart du temps de façon épisodique). Parmi ces derniers, un quart (462) avaient cessé cette pratique en 2007. Malheureusement, parmi ceux qui étaient sobres au volant en 2001, une même proportion (511) déclaraient une conduite en état d'ivresse en 2007.

L'examen des facteurs associés au passage dans le groupe de ceux qui déclarent prendre le volant alors qu'ils ont trop bu permet de mieux comprendre les motivations des participants : cette évolution est plus souvent le fait des hommes, engagés dans un plus large réseau social (amis et connaissances) mais qui se sont éloignés de leur famille. De plus, la consommation globale d'alcool restait associée à l'alcool au volant et la perception d'une pression répressive accrue diminuait le risque de déclarer une conduite en état d'ivresse.

Perspectives ouvertes par le projet

Les résultats confirment que la répression peut être un outil efficace de lutte contre l'alcool au volant mais que la perception de la pression du contrôle-sanction reste probablement faible. Ils montrent aussi que ce problème reste lié avec la consommation globale d'alcool, laissant penser que les mesures de lutte contre l'alcoolisme ont un impact sur la sécurité routière.
Les résultats mettent aussi le doigt sur l'importance du contexte social dans lequel la consommation d'alcool du conducteur survient. Ils sont l'illustration chiffrée du constat que les bénéfices connus sur la santé du support social, aujourd'hui bien documentés, peuvent avoir une contrepartie en termes de risque routier.

Ainsi, la dimension culturelle et conviviale de l'alcool, combinée au faible pouvoir dissuasif du contrôle-sanction rendent la conduite en état d'ivresse particulièrement réfractaire à la prévention.

Nombre de publications : *3*

Nombre de colloques où le projet a été présenté : *1*

Personnels (en hommes x mois)
Chercheurs + enseignants chercheurs + ingénieurs de recherche : *5*
Autres ingénieurs et techniciens : *12*
Personnel recruté dans le cadre du projet: *-*

Fondation Sécurité Routière

GAZEL_SENIOR

Risque routier et pertinence des comportements d'adaptation du conducteur vieillissant. Une étude de cohorte auprès des 20 000 retraités de la cohorte GAZEL.

Porteur de projet, laboratoire et organisme : *Emmanuel Lagarde, Equipe « Prévention et Prise en Charge des Traumatismes » (PPCT), Centre de recherche U897 « Épidémiologie et Biostatistiques », Université Bordeaux Segalen*

Montant prévu du financement FSR : *212 K€*

Pourcentage prévu du coût total du projet : *45 %*

Durée du projet : *44 mois à compter du 22/11/13*

Mots- clés : *Vieillissement - Adaptations - Mobilité - Incapacités - Maladies chroniques*

Objectifs initiaux du projet

Décrire et comprendre les interactions entre les facteurs de l'insécurité routière liés à la santé chez les conducteurs vieillissants, de façon à contribuer à la définition des actions de prévention et à la production de réglementations efficaces et équitables.

Méthodes appliquées

Etude de cohorte

Résultats majeurs

Les analyses portent sur les 5 426 réponses de participants à la cohorte GAZEL.
S'il est parfois difficile de démêler les effets générationnel, l'effet âge et conjoncturels, les conducteurs vieillissants diminuent progressivement leur mobilité, leur vitesse, l'utilisation du téléphone. La somnolence au volant n'augmente pas de manière importante avec l'âge à ces âges et on n'observe que peu d'évolution pour la conduite en état d'ivresse.
Autre résultat mesuré, la perception du risque personnel augmente avec l'âge et corrélativement les personnes déclarent alors une plus grande prudence.
Une analyse porte plus spécifiquement sur le triptyque perception – régulation – comportements. Une partie du risque est liée aux incapacités. Une régulation est observée de manière systématique, plus importante chez les femmes. Plusieurs enjeux apparaissent qui restent à confirmer et approfondir : sur-risque des anciens cadres, rôle des plaintes cognitives, liées à la vision et aux troubles articulaires. Ces derniers points conduisent à penser que les adaptations liées au vieillissement ne sont pas toujours suffisantes pour compenser les risques.
Le travail doit se poursuivre en 2018 par la mise en relation des accidents déclarés avec certaines variables, dont des pathologies comme la cataracte, l'arthrose et douleurs, les troubles du sommeil, la dépression, la bronchite chronique. Ces travaux aborderont également des questions relatives aux motivations, aux déterminants sociaux et économiques, et à l'impact de d'arrêt de la conduite.

Perspectives ouvertes par le projet et verrous subsistants

Le travail doit se poursuivre en 2018 par la mise en relation des accidents déclarés avec certaines variables, dont des pathologies comme la cataracte, l'arthrose et douleurs, les troubles du sommeil, la dépression, la bronchite chronique. Ces travaux aborderont également des questions relatives aux motivations, aux déterminants sociaux et économiques, et à l'impact de d'arrêt de la conduite.

Par ailleurs, le projet fait actuellement l'objet d'une réplication par une équipe de l'Université de Waterloo au Canada. Il est ainsi prévu à l'horizon des 12 prochains mois d'effectuer un rapprochement des bases de données et une analyse comparative entre ces deux populations culturellement différentes.

Liste des publications : *2*

Liste des principaux colloques où le projet a été présenté : *1*

Personnels (en hommes x mois)
Chercheurs + enseignants chercheurs + ingénieurs de recherche : *18*
Autres ingénieurs et techniciens: *1*
Personnel recruté dans le cadre du projet : *70*
dont stages M2 : *6*
dont doctorants (part sur financement FSR) : *0*
dont post-docs : *0*

Piétons, Adolescents: Accidentologie et Mobilité

Porteuse de projet, laboratoire et organisme : *Marie-Axelle Granié, LMA, TS2, IFSTTAR*

Partenaire(s) du projet : *Espaces, Nature et Culture (ENEC), UMR 8185 CNRS - GEOSYSCOM , UMR IDEES 6266 CNRS*

Montant du financement FSR : *161 K€*

Pourcentage du coût total du projet : *29 %*

Durée du projet : *36 mois à compter du 26/10 /12*

Mots-clés : *Piétons - Collégiens - Accidentalité - Mobilité - Comportements*

Objectifs initiaux du projet

En articulant deux champs d'analyse de la sécurité routière (l'accidentologie fine et spatialisée avec l'analyse approfondie des comportements et des facteurs psycho-sociaux), notre projet a eu pour objectif de cerner finement la mobilité des collégiens et leur accidentologie en tant que piéton et de spécifier des déterminants géographiques, psychologiques et sociologiques de ces deux variables et de leurs relations.

Méthodes appliquées

Une étude de l'accidentologie 2002-2011 des collégiens sur la France entière à partir d'un échantillon de procès-verbaux d'accidents a été complétée, sur le terrain d'étude de la région de Lille (France) par l'analyse spatialisée de l'accidentologie locale (avec scénarios types d'accidents) et de la mobilité des 10-15 ans à partir des données de l'enquête ménages-déplacements de 2006.

Sur le même terrain d'étude, deux enquêtes ont ensuite été menées. Une première enquête par questionnaire auprès de 2 500 collégiens de 10 à 16 ans a permis de cerner les pratiques fines de mobilité et leurs déterminants socio-spatiaux. Elle a également permis d'explorer les variables sociodémographiques (âge, sexe) et psychologiques (rôles de sexe, perceptions des normes sociales, des risques, des règles, du niveau de supervision) expliquant les comportements déclarés en tant que piéton. Une deuxième enquête auprès de 300 collégiens a porté sur la perception par les collégiens des environnements de marche connus et inconnus. Elle a permis de dresser une cartographie sensible de leur environnement de marche réel et de procéder à une analyse qualitative des éléments qu'ils utilisent pour juger de l'agrément, du confort et de la sécurité et caractériser leur représentation, positive ou négative, des trajets en tant que piéton.

Résultats majeurs

Cette recherche confirme le pic d'accident piéton entre 11 et 13 ans à l'entrée dans l'enseignement secondaire. Les analyses montrent que les accidents se produisent majoritairement les jours ouvrés (85 %), particulièrement le mercredi (20 %), en pleine journée (77 %) ou de nuit avec éclairage allumé (14 %). 50% des accidents ont lieu à moins de 650 m du domicile et 75% à moins de 500 m du collège, dans des zones à forte densité de trafic, plutôt lors de traversée de voies principales. Les scénarios typiques d'accident relèvent davantage d'un manque d'anticipation réciproque que d'un manque de visibilité. Les transports collectifs (TC) et les piétons accompagnants (pairs ou adultes) jouent un rôle important, direct et indirect, dans les accidents piétons des collégiens.

L'analyse de la mobilité montre que 31 % des collégiens sont quotidiennement passagers de voiture tandis que 25 % ne le sont quasiment jamais. Moins de 1 % est usager de deux-roues motorisé, alors que 24 % utilisent les transports collectifs tous les jours et 77 % la marche (surtout chez les familles modestes ou monoparentales).

Les pratiques éducatives, par le niveau de supervision et le choix de l'établissement scolaire, impactent fortement la fréquence de la marche à pied. Celle-ci n'augmente pas avec le passage au collège, mais l'accompagnement par l'adulte est remplacé par celui des pairs. L'utilisation des TC augmente avec l'âge, au détriment de la voiture et de la marche, tandis que les différences de sexe dans la mobilité (plus de vélo et de TC chez les garçons, plus d'accompagnement et de marche chez les filles) ne sont visibles que jusqu'en 5ème.

Les deux enquêtes auprès des collégiens montrent que ce sont les collégiens les plus âgés, ceux scolarisés en centres urbains, ceux issus de familles modestes, ceux qui sont les moins supervisés, mais aussi ceux qui ont les comportements les plus masculins et ceux qui perçoivent le moins les risques et les transgressions qui déclarent le plus de comportements piétons à risque accidentel. De plus, les collégiens justifient leurs perceptions et leurs comportements à risque par ceux qu'ils attribuent à leurs parents et à leurs pairs.

Les collégiens perçoivent la présence et le niveau d'entretien des dispositifs pour les piétons (trottoirs, feux, passages piétons) comme des symboles de la prise en compte des piétons, affectant leur perception de l'agrément et de la sécurité des environnements de marche. La présence des pairs est perçue comme un facteur d'agrément, mais aussi de sûreté des trajets à pied, face à la crainte des mauvaises rencontres.

Verrous ou points durs levés

On comprend mieux les phénomènes et processus en jeu dans l'accidentologie des adolescents de 10-15 ans et ainsi les mesures à prendre pour pallier ce problème.

Perspectives ouvertes par le projet et verrous subsistants

Pour autant, ces modifications dans le rapport au risque, dans les attitudes et les valeurs susceptibles d'expliquer la conformité aux règles routières ne semblent pas se traduire directement dans l'accidentologie piétonne des adolescents, qui baisse au cours des années de collège. Elles sont toutefois susceptibles d'impacter le rapport plus général des collégiens aux règles routières, notamment lors de l'accession autonome, dès la fin du collège, aux modes de déplacements motorisés et mériteraient d'être davantage prises en compte dans le continuum éducatif à la sécurité routière.

Plus généralement, la sécurité des 10-14 ans dans le cadre de leurs déplacements quotidiens à pied dépend en grande partie de la qualité des aménagements autour des collèges, de l'offre de transport actif et largement aussi de la localisation géographique des établissements dans l'espace urbain (en centre-ville vs zone périphérique, dans un tissu urbain où la présence des piétons est marquée vs un tissu urbain distendu ou mixte plus favorable à la voiture). Or, les choix de localisation des établissements scolaires dépendent de facteurs plus larges (historique, économique comme le coût du foncier, urbanistique comme la disponibilité foncière), et on peut présager que la prise en compte de l'accessibilité -notamment à pied en toute sécurité- n'est pas forcément prégnante dans les critères de leur implantation. Il s'agit donc là d'un problème général d'aménagement du territoire à l'échelle d'une ville.

Nombre de publications : *4*

Nombre de colloques où le projet a été présenté : *6*

Personnels (en hommes x mois)
Chercheurs + enseignants chercheurs + ingénieurs de recherche : *42*
Autres ingénieurs et techniciens : *15*
Personnel recruté dans le cadre du projet: *47*

PERCEPT

Perceptibilité des deux-roues motorisés

Porteur de projet, laboratoire et organisme: *Pierre Van Elslande, LMA, TS2,IFSTTAR*

Partenaires du projet : *Association Prévention Routière - International Motorcycle Manufacturers Association, IMMA - Association des Constructeurs Européens de Motocycles, ACEM*

Montant du financement FSR : *82 K€*

Pourcentage du coût total du projet : *41 %*

Durée du projet : *42 mois à compter du 01/06/09*

Mots- clés : *Deux-roues motorisé - Perception - Accident - Détectabilité - Comportement*

Objectifs initiaux du projet

Le projet PERCEPT a eu pour objet d'étudier la question de la plus grande difficulté ressentie par les usagers de la route à détecter un deux-roues motorisé qu'un autre véhicule, difficulté qui est reconnue, dans la littérature scientifique, pour contribuer à la sur accidentalité de ce moyen de déplacement.

Méthodes appliquées

Les travaux ont recouru à deux méthodes : 1) une analyse approfondie des mécanismes d'accidents de deux-roues motorisés impliquant des difficultés perceptives de la part des conducteurs confrontés ; 2) une investigation expérimentale des processus sous-jacents à ces difficultés perceptives.

Résultats majeurs

L'analyse accidentologique a permis d'établir qu'un problème perceptif était impliqué dans la très grande majorité (78 %) des défaillances spécifiques auxquelles sont sujets les usagers de la route lorsqu'ils sont confrontés à un deux-roues motorisés. Ces problèmes perceptifs interviennent non seulement sur l'ensemble des défaillances de détection, mais également sur des erreurs de diagnostic et de prise de décision. Il ressort par ailleurs que la plus faible perceptibilité du deux-roues motorisés est déterminante dans plus de 57 % de ces problèmes perceptifs.
L'approche expérimentale a fait ressortir, notamment, l'influence du mouvement d'un objet sur sa détection par un observateur. Les résultats montrent que ce mouvement constitue un attracteur attentionnel efficace, sous réserve qu'il soit perçu rapidement et donc que la taille de l'objet qui bouge soit suffisante. Lorsque ce n'est pas le cas, c'est-à-dire lorsque l'objet à percevoir est trop petit, son mouvement peut tendre au contraire à constituer un « bruit » visuel qui gêne la détection plus qu'il ne la favorise.

Verrous ou points durs levés

La définition et le calibrage du matériel expérimental permettant d'étudier l'influence du mouvement relativement à la taille de l'objet sur sa détection ont nécessité de nombreuses pré-manipulations.

Perspectives ouvertes par le projet et verrous subsistants

Ce projet a contribué à l'élaboration par l'Association Prévention Routière d'un outil pédagogique intitulé «Motoprev» -accessible via Internet- qui vise l'ensemble des problèmes liés à la conduite moto. Cet outil constitue, pour les séquences mettant en cause un problème perceptif, une valorisation des travaux du projet

PERCEPT d'un point de vue opérationnel d'amélioration de la sécurité routière impliquant les deux-roues motorisés en interaction avec les automobilistes.

Nombre de publications : *4*

Nombre de colloques où le projet a été présenté : *6*

Personnels (en hommes x mois)
Chercheurs + enseignants chercheurs + ingénieurs de recherche : *9*
Autres ingénieurs et techniciens : *2*
Personnel recruté dans le cadre du projet : *22*
dont stages M2 : *5*
dont doctorants (part sur financement FSR) : -
dont post-docs : -

Piétons, Environnements urbains et décisions de TRAversée

Porteuse du projet, laboratoire et organisme: *Marie-Axelle Granié, MA, INRETS*

Partenaire du projet : *Service Aménagements Urbains, Sécurité et Eclairage, CETE Méditerranée*

Montant du financement FSR : *59 K€*

Pourcentage du coût total du projet : *25 %*

Durée du projet : *25 mois à compter du 01/02/10*

Mots-clés : *Piéton - Environnement bâti - Inférences - Traversées*

Objectifs initiaux du projet

Notre hypothèse de recherche est que l'environnement de la traversée et les éléments qui le composent vont influencer les prises d'informations et la prise de décision de traversée chez les piétons. Nous faisons également l'hypothèse que cela relève d'une organisation conceptuelle chez le piéton qui varie en fonction du niveau d'expérience acquise par l'individu, en tant que piéton et en tant que conducteur.

Méthodes appliquées

Dans une première étude, nous avons exploré, par la méthode des focus groups, la perception de 20 environnements de rues présentant une certaine diversité, du point de vue du bâti, des activités, de la position par rapport au centre-ville, de la largeur des trottoirs et du type de trafic.

Dans une deuxième étude, cinq environnements différenciés (centre-ville, habitat collectif, première couronne, zone commerciale, zone rurale) ont été présentés sous format photographique présentant 5 vues du site prises du point de vue du piéton et permettant une représentation à 180° de l'environnement de traversée. Les individus devaient indiquer puis expliquer leur décision de traverser ou non dans le cadre d'un entretien d'exploration critique.

Résultats majeurs

L'analyse de contenu du matériau verbal obtenu lors des focus groupes montre que les piétons préfèrent les environnements dans lesquels ils perçoivent un rapport de force favorable par rapport aux automobilistes ou les environnements qui sont très prévisibles.

Les analyses quantitatives des données de la deuxième étude montrent que les perceptions par les piétons du confort et de la sécurité des espaces publics et la décision de traversée varient largement avec les environnements présentés, les piétons étant significativement plus enclins à prendre la décision de traverser dans le centre-ville.

Les analyses qualitatives pointent les différences entre sites concernant les éléments de la scène pris en compte et les inférences sur l'environnement et sur les comportements des conducteurs et des piétons. La spatialisation du site présenté (c'est-à-dire sa localisation par rapport au centre-ville), la présence et la fonction du bâti, ainsi que la présence et la qualité des trottoirs sont des facteurs clés pour expliquer la décision de traversée, permettant aux piétons de déduire la densité des piétons et du trafic, le rapport de force piéton/conducteur, l'attention du conducteur au piéton et finalement la vitesse du véhicule.

Verrous ou points durs levés

D'une manière générale, les résultats montrent que les piétons conservent une lecture routière de l'espace à traverser, avec un rapport de force largement favorable à la voiture. Ceci peut interpeller les démarches en cours, visant à placer le piéton au cœur de la mobilité urbaine.

Cela conforte les travaux montrant que la place du piéton doit être clairement identifiée dans les partis d'aménagement et lisible pour le piéton mais aussi pour les autres usagers, afin de leur permettre d'inférer rapidement leurs places respectives dans l'environnement, notamment lorsque le rapport de « domination » dans l'environnement change. En effet, les analyses font ressortir que les environnements les plus difficiles à interpréter pour les piétons sont les sites dans lesquels la forte présence d'habitations peut faire inférer une forte présence de piétons mais dans lesquels le statut de la voie ne permet pas facilement d'inférer le type de trafic (transit ou desserte) dans la zone.

Perspectives ouvertes par le projet et verrous subsistants

Ces résultats demandent à être confirmés, par des méthodologies différentes, comme les parcours commentés. De plus, il serait nécessaire de confronter les piétons à des scènes dynamiques, afin de cerner l'apport des éléments dynamiques par rapport aux éléments statiques dans la construction d'inférences et dans l'influence de l'environnement bâti sur les prises de décisions et de vérifier que les inférences observées dans cette étude sont effectivement produites et utilisées en situation réelle de traversée.

Par ailleurs, la diversité des décisions de traversées produites à partir des mêmes indices prélevés dans l'environnement amène à interroger le poids des facteurs psychologiques (rapport au risque et à la règle notamment), des expériences de vie (modes de déplacement, lieu d'habitation, catégorie socio-culturelle), des représentations et des stéréotypes associés à certains environnements (la « banlieue » par exemple) sur les inférences produites.

Nombre de publications: *2*

Nombre de colloques où le projet a été présenté : *5*

Personnels (en hommes x mois)
Chercheurs + enseignants chercheurs + ingénieurs de recherche : *23*
Autres ingénieurs et techniciens : *8*
Personnel recruté dans le cadre du projet : *14*

La prévalence et l'impact des activités annexes à la conduite sur le risque d'accident. Etude cas-témoins auprès des conducteurs accidentés se présentant aux urgences

Porteur de projet, laboratoire et organisme: *Emmanuel Lagarde, ISPED U897 INSERM*

Montant du financement FSR : *156 K€*

Pourcentage du coût total du projet : *95 %*

Durée du projet : *36 mois à compter du 25/11/12*

Mots-clés : *Attention - Distraction - Responsabilité*

Objectifs initiaux du projet

Evaluer l'effet des problèmes d'attention et des distractions sur le risque d'accident de la circulation.

Méthodes appliquées

Etude cas-témoin responsables/non responsables chez des patients accidentés recrutés aux urgences.

Résultats majeurs

Les résultats confirment les associations connues dans la littérature, notamment en ce qui concerne le rôle de la consommation d'alcool, de la somnolence et de la consommation de psychotropes. Les résultats montrent l'importance des risques associés aux activités distractrices qui nécessitent de quitter la scène routière des yeux et qui impliquent la manipulation d'un objet. Ils montrent en revanche qu'écouter de la musique ou converser avec une autre personne, y compris au téléphone, ne présenterait pas de sur-risque mesurable.

Perspectives ouvertes par le projet et verrous subsistants

Nos résultats ont permis de confirmer le rôle des pensées perturbantes et du Mind Wandering dans la responsabilité des accidents de la circulation. L'intérêt des systèmes préventifs embarqués ou des thérapies cognitives basées sur la pleine conscience devraient être évalués pour vérifier qu'un meilleur contrôle du Mind Wandering permet effectivement de diminuer les accidents de la route.
Nous avons également retrouvé un sur-risque d'accident lié aux capacités cognitives des individus. Il faudra étudier de manière un peu plus précise ce problème pour comprendre les mécanismes susceptibles de l'expliquer.

D'autres problèmes attentionnels, évalués par le test de l'attention sélective doivent être étudiés pour expliquer précisément ceux présentés par le groupe à risque.

Dans une future étude sur les accidents de la circulation, on pourrait envisager d'effectuer les tests neuropsychologiques, non plus aux urgences mais à distance de l'accident, une fois le sujet remis de ses blessures. Ceci permettrait d'observer réellement l'état de base des patients en s'extrayant du contexte de l'accident et des urgences qui peuvent induire des biais de mesure.

Nombre de publications (y compris celles en préparation): *1*

Personnels (en hommes x mois)
Chercheurs + enseignants chercheurs + ingénieurs de recherche : *2*
Autres ingénieurs et techniciens : *-*
Personnel recruté dans le cadre du projet : *32*

Profil de la ROute comme Facteur d'Influence de la Lisibilité de l'infrastructure et son effet sur la trajectoire

Porteur de projet, laboratoire et organisme : *Julien Saunier, Institut National des Sciences Appliquées (INSA) de Rouen*

Partenaire(s) du projet : *Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema) - Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (Ifsttar)*

Montant prévu du financement FSR : *220 K€*

Pourcentage prévu du coût total du projet : *20 %*

Durée du projet : *41,5 mois à compter du 01/06/14*

Mots-clés : *Profil en travers - Comportement de conduite - Interactions autres usagers - Bande dérasée - Bande multi-fonctionnelle - Simulateur de trafic*

Objectifs initiaux du projet

Le projet vise à identifier, mesurer et quantifier l'influence du profil en travers sur les trajectoires (i.e., position latérale et vitesse) des usagers de la route et sur les inter-distances (frontales et latérales) dans différentes situations de conduite (e.g. véhicule isolé, véhicule croiseur, véhicule dépassé et dépassant, trafic modéré à chargé) en condition réelle et en réalité virtuelle. Cette approche a pour objectif de produire des éléments de recommandation à destination des gestionnaires afin de modifier le comportement des conducteurs par leur perception de l'environnement routier (ici, le profil en travers).

Les objectifs complémentaires du projet sont de développer, spécifier et mettre en place un outil de recueil de position latérale et d'inter-distances en embarqué, et de produire de nouvelles connaissances sur l'impact de l'infrastructure dans la genèse des incidents et des accidents directement liés au contrôle de la trajectoire.

Méthodes appliquées

La première phase, approfondir la connaissance de l'usage des voies grâce à une étude en conduite réelle, est réalisée à bord de véhicules instrumentés équipés de matériels permettant le recueil de la position latérale et des inter-distances en continu, en situation écologique sur un trajet disposant de différents types de profil en travers.

La seconde phase, étudier l'effet de différentes modalités du profil en travers dans différentes situations de conduite en réalité virtuelle, est réalisée à l'aide du simulateur de conduite « lacet » de l'Ifsttar afin, d'une part, de vérifier la transférabilité des résultats de l'étude réelle à celle en simulateur et, d'autre part, de systématiser la compréhension de l'impact du profil en travers sur le comportement des conducteurs. Une étude attestant de l'effet de la visualisation d'un habitacle sur le comportement latéral a également été réalisée.

Enfin, la troisième phase, étendre l'échelle de cette validation à l'aide d'outils de simulation de trafic adaptés, utilise un simulateur de trafic pour, sur la base d'un modèle validé grâce aux données des deux autres expérimentations, générer différentes modalités de trafic et d'infrastructure et d'en étudier l'impact.

Résultats majeurs

La trajectoire des conducteurs sur route réelle a été étudiée à l'aide d'un véhicule équipé de lidars. Le circuit retenu regroupait des sections routières avec des profils en travers variés afin d'analyser l'impact

1) de la largeur de voie et de la bande dérasée et 2) de la situation de conduite au regard du trafic routier (présence de véhicules croisés). Vingt participants ont ainsi circulé sur un circuit de 75 km du réseau routier du département des Côtes d'Armor. En parallèle, afin d'identifier des zones homogènes en termes de profil en travers (largeur de voie, marques sur chaussées) et de tracé en plan (alignement droit versus virage), des relevés du circuit ont été effectués avec les outils IREVE et MOGEO. L'ensemble des données recueillies et les informations de description des sections routières disponibles à l'issue de l'expérience sont complétées des données issues des LiDAR (position latérale et inter-distances véhiculaires). La base de données constituée permet d'extraire les sections routières à analyser en fonction 1) de la présence de trafic croisé et 2) des caractéristiques du tracé en plan (alignement versus virage).

En nous appuyant sur la simulation de conduite afin d'explorer les effets de nouvelles configurations du profil en travers sur les comportements, une première étude était destinée à analyser l'impact 1) de la manipulation de la largeur de la voie et de la bande dérasée, 2) de la redistribution du profil de la route (ie, réduction de la largeur de voie au profit de la bande dérasée), et 3) de la situation de conduite au regard du trafic routier. Les résultats majeurs de cette étude ont révélé que les conducteurs se rapprochent du centre de la route avec la réduction de la largeur de voie, rapprochement néanmoins compensé par un éloignement du centre de leur voie en direction du bord de rive. Un éloignement du centre de voie vers le marquage de rive a également été observé avec l'augmentation de la largeur de la bande dérasée. Avec la redistribution du profil en travers, les conducteurs oscillent moins dans leur voie et conservent une distance à la berme particulièrement stable. Les résultats ont également montré que les positions latérales adoptées sont affectées par la présence d'un trafic dense dans la voie opposée et que les vitesses pratiquées sont peu influencées par le profil de la route. Les résultats suggèrent que la réallocation de la route peut être utilisée comme un plan de sécurité à faible coût.

En lien avec la Tâche 2.2.b. (Comparaison des trajectoires en situation réelle et en réalité virtuelle), et dans la perspective d'alimenter la transférabilité des résultats obtenus sur simulateur de conduite à la situation réelle, nous avons engagé une réflexion sur les limites de la simulation de conduite pour mener des études d'aménagements. Outre l'analyse croisée des comportements observés sur route, sur mini-simulateur et sur simulateur intermédiaire face à l'infrastructure, nous nous sommes intéressés à l'effet de la configuration du simulateur (présence ou non d'une cabine figurant le gabarit le véhicule) sur la position latérale adoptée. Deux expérimentations ont ainsi été menées, la première sur section droite, la seconde lors de la prise de virage, en utilisant un mini-simulateur (outil susceptible d'être déployé auprès des gestionnaires). Sur section droite, les résultats ont montré des différences de l'ordre de 20 cm selon que les participants conduisaient avec ou sans représentation du gabarit du véhicule.

Verrous ou points durs levés

Le premier verrou levé concerne le relevé embarqué du positionnement latéral du véhicule grâce un équipement à base de LIDAR et une méthode de traitement automatique de ces données. Le second s'intéresse à la compréhension des mécanismes de repositionnement et de choix de vitesse dus au profil en travers, permettant une première compréhension de l'impact de ce dernier. Le troisième concerne la production d'éléments permettant de sélectionner les meilleures pratiques (quel type de simulateur, quelle représentation visuelle) pour l'étude en simulateur de conduite du positionnement latéral des conducteurs.

Perspectives ouvertes par le projet et verrous subsistants

Les sorties attendues et les perspectives sont d'émettre des recommandations sur la redistribution du profil en travers sur les infrastructures existantes. Les résultats pourront alimenter les guides techniques concernant la doctrine sur une largeur de voie adaptée dans un cadre de sécurité routière. Ils permettront de proposer un outil d'évaluation de la lisibilité des infrastructures. Il est attendu aussi que les résultats permettent : 1) la production d'une doctrine/normalisation sur le profil en travers de la route et 2) la diffusion d'outils (et de

spécifications d'outils) d'évaluation de la lisibilité des infrastructures : instrumentation de véhicules avec des LiDAR, simulateurs de conduite, et simulateur de trafic.

Nombre de publications : *2*

Nombre de colloques où le projet a été présenté : *1*

Personnels (en hommes x mois) - prévision
Chercheurs + enseignants chercheurs + ingénieurs de recherche : *57*
Autres ingénieurs et techniciens : *26*
Personnel recruté dans le cadre du projet : *34*
dont stages M2 : *12*
dont post-docs : *22*

Optimisation du triage des blessés de la route par la prise en compte des caractéristiques de l'accident

Porteur de projet, laboratoire et organisme : *Olivier Langeron, président de l'Association pour la Recherche en Traumatologie Routière (ARTR)*

Partenaires du projet : *Université Pierre et Marie Curie Paris 6 - Service d'Incendie et de Secours (SDIS) 63, 78 - Brigade des Sapeurs-Pompiers de Paris (BSPP) - SAMU 63, 75, 78 - Renault SAS - Université de Lille 1 - Atis-Consulting - Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (Ifsttar)*

Montant prévu du financement FSR : *280 K€*

Pourcentage prévu du coût total du projet : *20 %*

Durée prévue du projet : *34 mois à compter du 01/01/15*

Mots-clés : *Triage – Victimes - Accidentologie*

Objectifs initiaux du projet

Etablissement d'une aide à l'orientation des victimes (triage) d'un accident de la route à l'aide de la relation établie entre des critères accidentologiques constatés et des bilans cliniques lésionnels observés. L'objectif n'est pas de se substituer à la décision mais d'apporter une aide lorsque cela est nécessaire.

Méthodes appliquées

La méthodologie repose sur les points suivants : 1) étude bibliographique permettant d'avoir un état de l'art des méthodes aujourd'hui en cours (principalement aux Etats-Unis), 2) sur la base d'une analyse d'experts, sélection de critères accidentologiques pouvant être documentés par des non experts (pompiers), 3) mise en place d'une expérimentation sur 3 départements pour la collecte des informations, 4) constitution d'une base de données des victimes impliqués dans les cas d'accidents investigués et des bilans médicaux finaux associées, 4) analyse statistique permettant de montrer l'apport des nouveaux critères accidentologiques par rapport aux bilans constatés (comparaison avec les différentes méthodes existantes – régulation telle qu'aujourd'hui pratiquée, critères de Vittel – différentes métriques permettant de caractériser la gravité – MAIS, ISS, RTS, TRISS).

Résultats majeurs

La constitution d'une base de données regroupant un peu plus de 2000 victimes. 95% de ces victimes souffrent de lésions légères (MAIS ≤ 2) et seulement 4% de blessures graves de type MAIS3+. 23% des indemnes (MAIS0), 95% des MAIS1 et 100% des MAIS2 ont été transportés à l'hôpital. Du fait d'une très faible population de blessés graves dans cette enquête, l'analyse statistique s'est orientée vers les blessés légers et sur le sur-triage.

MAISGLOB			
		Effectif	Poucentage
Valeurs valides	0	1062	66,7 %
	1	288	18,1 %
	2	181	11,4 %
	3	42	2,6 %
	4	11	0,7 %
	5	4	0,3 %
	7	5	0,3 %

Tableau 1
Distribution des MAIS

Effectif				
		Transport à l'hôpital		
		Oui	Non	Total
MAISGLOB	0	247	815	1062
	1	274	14	288
	2	181	0	181
	3	42	0	42
	4	10	1	11
	5	4	0	4
	7	0	5	5
Total		758	835	1593

Tableau 2
Répartition des MAIS en fonction du transport à l'hôpital de la victime

Verrous ou points durs levés

- Sélection de critères accidentologiques pertinents et pouvant être appréhendés par des non spécialistes.
- Formation des équipes pour recueillir les critères accidentologiques (BSPP, SDIS78, SDIS63).
- Collecte des données médicales.
- Déploiement multicentrique de l'étude.

Perspectives ouvertes par le projet

Obtention de critères accidentologiques comme aide au tri des victimes en relation avec des lésions supposées.

Nombre de publications : *1*

Nombre de colloques où le projet a été présenté : *1*

Personnels (en hommes x mois)
Chercheurs + enseignants chercheurs + ingénieurs de recherche : *18*
Autres ingénieurs et techniciens : *8*
Personnel recruté dans le cadre du projet : *5*
dont stages M2 : *-*
dont doctorants (part sur financement FSR) : *1*
dont post-docs : *4*

Sécurité des piétons dans un espace public de transport : une affaire d'aménagement et d'ambiance

Porteuse de projet, laboratoire et organisme : *Véronique Michaud, Direction Générale de l'Innovation et du Développement Durable, Régie Autonome des Transports Parisiens (RATP)*

Partenaires du projet : *Ville de Paris – Direction de la Voirie et des Déplacements - Bureau de recherche 6T*

Montant du financement FSR : *58 K€*

Pourcentage du coût total du projet : *58%*

Durée du projet : *18 mois à compter du 01/03/09*

Mots-clés : *Piétons - Partage de l'espace public - Sentiment de sécurité – Signalisation - Signalétique*

Objectifs initiaux du projet

Les principales questions traitées sont :

- Comment l'aménagement façonne-t-il les comportements des usagers et plus largement commentl'environnement spatial, l'agrément, le confort renforcent-ils la sécurité du marcheur ?
- Comment l'environnement peut-il être 'apprenant' et favoriser des comportements de sécurité de chacun et la cohabitation de tous les usagers (voyageurs, riverains, usagers de la rue) ?
- Quel impact de l'ambiance et du sentiment de sécurité ou d'insécurité ? (les notions d'ambiance urbaine et de bien-être rarement conviées dans les réflexions sur la sécurité routière paraissent pourtant essentielles)
- Quelles compétences sensorielles et motrices requiert le déplacement à pied dans un espace partagé ?

Méthodes appliquées

Observations de terrain et enquêtes sur l'ergonomie de l'espace et sa perception.

Dans chacun des 3 types de terrains d'observation, trois types d'investigation sont combinés :

- Une analyse contextuelle de l'espace public étudié ;
- Un diagnostic sécurité routière et une enquête ergonomique combinant l'observation et l'entretien court auprès des usagers des terrains retenus ;
- Une enquête qualitative sur le vécu de l'espace public, les comportements dangereux et l'expérience de l'espace public dans les sites retenus.

Résultats majeurs

La recherche a abouti à des recommandations concrètes sur l'accompagnement du cheminement piéton suivant ses différents attributs : la signalisation, la signalétique, l'information voyageur et globalement l'aménagement.

Les principaux résultats de cette étude montrent, tout d'abord, que les usagers véhiculés respectent moins le passage piétons lorsque celui-ci se situe en sortie de carrefour, plutôt qu'en entrée. Ce résultat peut être rapproché des différentes études réalisées par la ville de Paris qui indiquent que la plupart des accidents impliquant au moins un piéton se produisent en sortie de carrefour, et pas seulement avec des véhicules en mouvement tournant. Ensuite, les usagers qui traversent hors de tout aménagement dédié le feraient en ayant conscience du risque encouru puisqu'ils trouvent la traversée plus difficile et plus dangereuse que les piétons traversant sur les passages piétons et ils ont tendance à traverser plutôt en courant qu'en marchant. Néanmoins, ils choisissent de traverser lorsque les véhicules sont à l'arrêt, et le plus souvent le long des lignes de feux. Puis, bien que les usagers interviewés le matin soient plus familiers des lieux, davantage pressés et prennent plus de risques, la plupart des accidents se produisent à la fin de l'après-midi. Enfin, l'intermodalité ou la recherche du transport collectif auraient des effets indésirables sur la sécurité des déplacements des usagers piétons en les incitant à prendre des risques de peur de rater son bus. Ce phénomène a déjà été démontré dans d'autres études parisiennes sur l'accidentalité piétonne aux abords des stations de métro à une seule trémie ou à l'approche d'un tramway.
Les comportements observés (traversée hors de tout aménagement dédié et respect de la règle) reflètent bien la réalité des accidents. Le manque d'attention et de prise d'information de la part des usagers piétons se retrouve tant dans les accidents scénarisés, que dans les réponses au questionnaire. Il s'avère également que le compromis gain de temps/sécurité penche malheureusement trop souvent vers le gain de temps.
Les résultats de l'observation des comportements des piétons traversant sur passage piétons montrent des différences en fonction du type d'infrastructure et des conditions de circulation. En effet, certaines conditions sont défavorables au respect de la signalisation par les piétons, comme une réduction de la largeur de la traversée, un faible trafic, ou un intervalle entre deux flux de véhicules ; elles contribuent ainsi à l'insécurité des déplacements piétons. C'est pourquoi il est important de davantage réfléchir à des recommandations améliorant l'ergonomie de l'espace public en tenant compte entre autres de la lisibilité de l'espace, de la compréhension des itinéraires, de la prise de risque inconsciente des usagers, et surtout des besoins de déplacement des usagers. L'espace public doit être alors repensé autour de l'usager piéton.

Nombre de publications : *2*

Nombre de colloques où le projet a été présenté : *2*

Personnels (en hommes x mois)
Chercheurs + enseignants chercheurs + ingénieurs de recherche : *3*
Autres ingénieurs et techniciens : *9*
Personnel recruté dans le cadre du projet : *12*

Sentiment affirmé de priorité : temps de réponse, comportement de conduite et infrastructure routière

Porteur de projet, laboratoire et organisme : *Joel Yerpez, LMA, TS2, IFSTTAR*

Partenaires du projet : *JONCTION Bureau d'Etudes - Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement de l'Ouest (CETE Ouest) - Université de Toulouse Le Mirail, Laboratoire Cognition, Langues, Langage, Ergonomie, CNRS UMR 5263*

Montant du financement FSR : *109 K€*

Pourcentage du coût total du projet : *45%*

Durée du projet : *36 mois à compter du 05/12/12*

Mots-clés : *Carrefour - Infrastructure - Simulateur de conduite - Sentiment de priorité -Optimisme comparatif*

Objectifs initiaux du projet

Le projet étudie, de manière approfondie et novatrice, le sentiment de priorité, observé dans des études détaillées des accidents, grâce à des expérimentations sur simulateur de conduite. Plus précisément, la recherche porte sur l'analyse des temps de réponse des conducteurs, en lien avec l'infrastructure et les variables psycho-sociales propres aux conducteurs [optimisme comparatif] dans une perspective intégrée, c'est-à-dire prenant en compte simultanément le comportement et l'infrastructure.

Méthodes appliquées

Une centaine de sujets est soumise aux différentes étapes de la recherche étalées dans le temps :

- Questionnaire de psychologie sociale sur internet présenté sous forme d'échelles de perception du risque.
- Expérimentation sur simulateur : étude du temps de réponse des participants confrontés à un véhicule non prioritaire en intersection sous différentes conditions.
- Entretien semi directif « post passation » qui a pour objectif de spécifier la manifestation du sentiment de priorité détectée après la conduite sur simulateur et d'alimenter qualitativement les réactions repérées par l'expérimentateur.
- Questionnaire « post passation » qui reprenait en partie les questions du premier questionnaire rempli sur internet.

Résultats majeurs

Si les résultats issus des expérimentations sur simulateurs apportent des éléments de réponse intéressants, les relations entre les résultats sur simulateurs et les composantes psychosociales sont difficiles à mettre en évidence.

Concernant le simulateur, les résultats obtenus en termes d'occurrence des collisions confirment les hypothèses de départ sur les conditions expérimentales et leurs effets renforçateurs sur le sentiment affirmé de priorité. Ainsi, les conducteurs des trois groupes soumis aux consignes et/ou aux panneaux, renforcés dans leur statut de prioritaire, ont eu deux fois plus d'accidents que les conducteurs testés sans panneau ni consigne.
Sur l'ensemble des conducteurs : à partir du moment où le véhicule non prioritaire débouche, la première

réponse des conducteurs se situe en moyenne autour de 1,6 s. Les conducteurs actionnent le frein en moyenne 2,5 s après avoir vu le véhicule non prioritaire démarrer. Les temps de réaction des conducteurs accidentés sont supérieurs à ceux des non accidentés indépendamment de leur groupe expérimental. En effet, les conducteurs non accidentés réagissent plus vite à ce seuil d'urgence, et ce, quel que soit le type d'action.

Le « non accidenté » va réagir à 1,4 s et lever le pied pratiquement au même moment mais va freiner tard à 2,9 s mais ça marche ! Alors que « l'accidenté » va réagir à 1,8 s et lever le pied pratiquement au même moment mais va freiner « tôt » à 2,10 s mais ça ne marche pas ! En ce qui concerne le lever de pied et le freinage, un décalage de quelques centièmes de seconde dans la mise en œuvre de ces actions se répercute directement sur la survenue de la collision.

La réaction plus rapide pour les conducteurs non accidentés pourrait être expliquée par leur vigilance accrue durant la phase d'approche de l'intersection. Ces conducteurs seraient en poursuite d'observation du véhicule non prioritaire. Toujours en alerte, ils seraient en mesure de réagir plus rapidement.

Ainsi, ce ne serait pas uniquement le faible temps de réponse qui permet d'éviter l'accident mais aussi la qualité de la réponse. L'analyse de l'enchaînement des manœuvres réalisées par les participants met en évidence une différence significative, entre accidentés et non accidentés, du nombre de manœuvres réalisées au niveau du seuil de perceptibilité, particulièrement, en amont de l'intersection. Les non accidentés effectuent davantage de manœuvres de régulation que les accidentés au début de l'intersection, ils ont alors moins de difficultés à réagir efficacement en situation d'urgence.

Question de genre : il n'y a pas de différence entre les temps de réaction des hommes et celui des femmes en situation d'urgence ni en termes de collision. Les hommes réagissent plus tôt en amont de l'intersection (seuil de perceptibilité de l'intersection). Ils réagissent par un lâcher de pédale. Ils feraient davantage preuve de prudence à cette étape.

Verrous ou points durs levés

La méthodologie employée s'inscrit dans une approche originale et complémentaire. En effet, plutôt que de mesurer a posteriori le Sentiment Affirmé de Priorité (SAP), il s'agit de tenter de le manipuler expérimentalement. Dans une logique systémique, nous avons mesuré des variables psychosociales susceptibles d'interagir avec le SAP sur le comportement des conducteurs. Afin d'en mesurer les effets, nous avons eu recours à un simulateur de conduite. L'utilisation d'un simulateur de conduite permet d'avoir une situation la plus écologique possible et une mesure comportementale quasi-réelle et complémentaire aux données déclaratives des questionnaires et de l'entretien.

Perspectives ouvertes par le projet et verrous subsistants

Les résultats obtenus ont permis de démontrer expérimentalement l'effet du sentiment affirmé de priorité sur les comportements de conduite de l'individu.

Pour autant, la condition dans laquelle le sentiment de priorité est le plus élevé se distingue négativement des autres conditions expérimentales en termes de collision.

Les travaux sur l'aménagement ne sont pas épuisés, il reste beaucoup à faire. Agir sur les infrastructures, l'aménagement, la conception de l'espace constitue un puissant levier pour produire des effets significatifs et durables, sur le niveau de sécurité du système de circulation car leurs caractéristiques et les contraintes qu'ils imposent, déterminent fortement le comportement du conducteur-usager.

Il y a besoin d'alimenter les fondamentaux des guides de conception routière car les différents composants de la circulation routière) évoluent (et de plus en plus rapidement).

Nombre de publications : *3*

Nombre de colloques où le projet a été présenté : *2*

Personnels (en hommes x mois)
Chercheurs + enseignants chercheurs + ingénieurs de recherche : *21,5*
Autres ingénieurs et techniciens : *19*
Personnel recruté dans le cadre du projet : *-*

Les deux et trois roues motorisé : *causes et conséquences des accidents*

Porteur de projet, laboratoire et organisme : *Jean-Louis Martin, UMRESTTE, TS2, Ifsttar*

Partenaires du projet : *Université de Strasbourg, Institut de Mécanique des Fluides et des Solides, Systèmes biomécaniques - Centre Européen d'études de sécurité et d'analyse des risques (CEESAR)*

Montant prévu du financement FSR : *649 K€*

Pourcentage prévu du coût total du projet : *63 %*

Durée du projet : *32 mois à compter du 01/05/15*

Mots- clés : *Deux-roues motorisé (DRM) – Accident – Lésion - Sécurité primaire - Sécurité secondaire*

Objectifs initiaux du projet

- Quantifier l'importance des principaux facteurs qui sont à l'origine de l'accident de deux-roues motorisé.
- Etablir les bilans lésionnels de l'ensemble des victimes usagers de deux-roues motorisé.
- Pour les victimes présentant un risque enjeu neurologique et/ou biomécanique, estimer des facteurs pronostiques, évaluer leur prise en charge et leur devenir à 6 mois, et estimer la pertinence de solutions de protection offertes aux usagers de deux-roues motorisé.

Méthodes appliquées

- Enquête postale auprès de 8000 accidentés identifiés par le registre du Rhône.
- Recueil accidentologique sur site pour une centaine d'accidents.
- Recueil des données cliniques et physiologiques pour tous les blessés de l'année 2016 passés en salle d'accueil d'urgence vitale (déchocage) dans les services d'urgence de Lyon et Marseille.
- Analyse épidémiologique, modélisation statistique et analyse biomécanique, avec simulation.

Résultats majeurs

Un premier livrable porte sur les tableaux lésionnels subis par les usagers de deux-roues motorisé.

Les recueils de données sont pratiquement terminés : l'enquête postale (977 questionnaires), le recueil des données cliniques (254 dossiers) et le recueil sur site (86 accidents).

Les principaux résultats attendus de l'analyse de l'enquête postale concernent la spécificité des accidents de deux-roues motorisé en cas de perte de contrôle ou de défaut de détection des et par les autres usagers, l'efficacité des dispositifs d'aide au freinage, les particularités relatives aux scooters 2 ou 3 roues, et l'influence du type d'usage du deux-roues motorisé sur la survenue et la typologie des accidents.

En termes de conséquences corporelles, la traumatologie des usagers des deux-roues motorisé est analysée au regard des équipements de protection portés ou non, en utilisant à la fois les réponses à l'enquête et le bilan médical connu par le Registre du Rhône, avec une attention spécifique pour les blessures légères (abrasions et plaies).

Concernant les enquêtes détaillées d'accidents effectuées par le Ceesar, 86 accidents ont été inclus, et 36 «reconstruits» en appliquant la méthodologie européenne DREAM (Driving reliability en Error Analysis Method).

Concernant le volet clinique, le processus d'inclusion sur les sites de Lyon et Marseille est terminé et le processus de codage et de finalisation de la base de données est en cours :

- 127 dossiers cliniques ont été collectés à Marseille et 127 dossiers à Lyon (53 patients ont refusé d'être inclus ou ne pouvaient pas l'être en raison de leur état).
- Deux bases de données similaires ont été constituées, les premières analyses «cliniques» sont en cours.
- L'examen des dossiers cliniques a permis d'isoler une première série de traumatismes types pour le rachis cervical. Des situations de luxation du rachis cervical avec et sans fracture osseuse ont pu être simulées. Ces résultats mettent en exergue le rôle fusible des facettes zygapophysaires pour protéger des lésions de la moelle épinière. De plus, ces simulations font ressortir le rôle délétère de la combinaison d'un mécanisme de flexion et de torsion du rachis. Dans les cas d'accident étudiés, aucune victime ne disposait d'un système de protection susceptible de prévenir ce type de blessure.
- Un processus similaire est en cours sur les autres segments corporels : rachis thoraco-lombaire et région abdominale.
- Enfin des données spécifiques relatives à la tête ont été transmises à l'Université de Strasbourg comme point d'entrée de l'analyse de sensibilité réalisée. Ainsi, l'université a défini une gamme d'accidents de référence en se basant sur des accidents réels renforcés par une large analyse paramétrique. Cette analyse se focalise sur les conditions d'impact du casque et révèle que le vecteur vitesse de la tête au moment de l'impact présente une composante tangentielle significative qui a un effet délétère sur le milieu intra-cérébral. Ces simulations numériques des impacts sur le système tête-casque en situation réelle ont permis de remonter à l'étiologie du traumatisme crânien telle que décrite dans les données cliniques.

Plus largement, les facteurs pronostiques de l'évolution de l'état vital des victimes seront recherchés. L'étiologie de leurs traumatismes sera recherchée, avec un double focus lésions neurologiques (Tête Rachis) et hémorragiques (Abdomen Thorax) en rapport avec des facteurs physiologiques et biomécaniques. Une analyse critique sur l'efficience de certains dispositifs de protection sera effectuée, et l'adéquation entre la prise en charge des traumatisés sévères des deux-roues motorisé et les typologies de traumatismes constatés a posteriori sera évaluée.

Verrous ou points durs levés

Autorisations CNIL et CCTIRS, accès aux données médicales (y compris les données d'imagerie pour les blessés graves), double éclairage des causes d'accident selon les impliqués et selon les forces de l'ordre.

Perspectives ouvertes par le projet

- Etre en capacité de promouvoir l'usage de certains dispositifs de sécurité.
- Développer de nouveaux système de sécurité y compris définir des standards d'évaluation d'équipements mieux adaptés à la réalité des lésions.
- Identifier et consolider la nécessité de développer et/ou déployer des équipements de protections qui aujourd'hui font défaut.
- Contribuer à faire évoluer la prise en charge clinique.

Nombre de publications : -

Nombre de colloques où le projet a été présenté : -

Personnels (en hommes x mois)
Chercheurs + enseignants chercheurs + ingénieurs de recherche : *51*
Autres ingénieurs et techniciens : *18*
Personnel recruté dans le cadre du projet : *133*
dont stages M2 : *10*
dont doctorants (part sur financement FSR) : *63*
dont post-docs : *23*

Approche sensorimotrice de la présence pour la mise au point d'un simulateur de conduite de deux-roues motorisés

Porteur de projet, laboratoire et organisme : *Régis Lobjois, LEPSIS, TS2, IFSTTAR*

Partenaires du projet : *Université Paris Sud 11, UFR STAPS, Laboratoire Complexité, Innovation, Activités Motrices et Sportives - IRCCYN, UMR CNRS 6597*

Montant du financement FSR : *85 K€*

Pourcentage du coût total du projet : *36 %*

Durée du projet : *36 mois à compter du 01/04/10*

Mots-clés : *Simulateur de conduite deux-roues motorisés - Evaluation et domaine de validité - Contrôle de trajectoire - Prise de virage - Stratégies visuelles*

Objectifs initiaux du projet

1. Mettre au point et déterminer le domaine de validité d'un simulateur de conduite de deux-roues motorisés avec plate-forme dynamique :
   a. Mise au point d'une stratégie de commande (modèle de conduite) intégrant la technique de contre-braquage, spécifique de la conduite moto ;
   b. Dimensionner le retour d'information sensorielle, qu'elle soit haptique (retour d'effort dans le guidon), visuelle (amplitude du roulis visuel et effet sur les utilisateurs), ou vestibulaire (amplitude du roulis de la moto virtuelle et effet sur les utilisateurs) ;
2. Etudier les comportements en virage, en particulier le couplage sensorimoteur naturel existant entre prise d'informations visuelles et contrôle de la trajectoire en conduite moto.

Méthodes appliquées

Méthodes expérimentales - Neurosciences comportementales – Analyse du comportement - Oculométrie

Résultats majeurs

Ce travail a été décliné en trois tâches et quatre études expérimentales. Les trois tâches ont respectivement porté sur la mise au point du modèle de conduite implémenté, sur le développement du tracking des mouvements oculaires dans un contexte de simulation de conduite et enfin sur les effets des caractéristiques immersives et interactives du simulateur de conduite sur les comportements des utilisateurs. Deux des quatre expérimentations réalisées ont adressé les effets du modèle de conduite (conduite en mode braquage sans restitution de mouvement autre que l'inclinaison de la scène visuelle versus conduite en contre-braquage avec restitution de mouvement par la plateforme) sur les comportements de conduite. Les deux autres expérimentations ont étudié les effets du roulis visuel (inclinaison de la scène en sens opposé à celle de la moto) sur le contrôle de trajectoire et les stratégies visuelles. Au cours de ces différentes expérimentations, les participants ont réalisé des tâches de conduite à dominante sensorimotrice et complété différents questionnaires (mal du simulateur, sentiment de présence et un questionnaire destiné à recueillir les préférences individuelles). Les résultats ont mis en évidence un effet du modèle de conduite ainsi qu'un effet du roulis visuel sur les mesures objectives et subjectives.

En ce qui concerne le modèle de conduite, si les mesures subjectives ont clairement mis en évidence une préférence pour le modèle contre-braquage, les expériences 2, 3 et 4 ont montré que ce modèle s'accompagne d'une plus grande variabilité de la trajectoire, d'une plus grande difficulté de contrôle de la direction et d'une stratégie de regard moins anticipative (expliquée par une demande accrue du contrôle de

trajectoire). Néanmoins, une analyse fine des trajectoires empruntées en fonction du modèle de conduite a mis en évidence des stratégies de prise de virage conformes à une stratégie dite de sécurité (par opposition à une trajectoire dite de course consistant à couper le virage pour optimiser la vitesse de passage), telle qu'elle est préconisée dans les cursus de formation. Les caractéristiques immersives (ici, l'inclinaison de la moto) et interactives (ici, le contre-braquage) d'un simulateur deux-roues motorisés semblent donc essentielles pour favoriser l'émergence de comportements naturels (à la condition que les participants à l'étude pratiquent effectivement ce type de trajectoire en situation réelle).
En ce qui concerne le roulis visuel, un consensus semble être trouvé quant à son introduction afin d'assurer l'illusion d'inclinaison. Le roulis visuel permet en effet de compenser les limites du roulis physique (puisqu'il s'accompagne d'une potentielle sensation de chute au-delà d'un certain seuil), de même qu'il permet d'aller dans le sens des principes physiques de l'inclinaison à moto en procédant à un rapprochement entre le conducteur et le sol. L'introduction de ce roulis visuel participerait donc à la fidélité physique de la simulation. Cependant, l'introduction de ce roulis va immanquablement modifier la dynamique de la scène visuelle. Les résultats obtenus (expériences 3 et 4) ont effectivement montré que, plus le roulis visuel augmente, plus les participants ont tendance à couper les virages. Cette position latérale moyenne décalée vers l'intérieur du virage s'accompagne d'une augmentation du nombre de sorties de voie. Quant aux directions du regard, les résultats mettent en évidence un relatif maintien de la stratégie point tangent. Cependant, si la manipulation du roulis visuel n'influence pas du tout le positionnement du regard sur l'axe horizontal, on observe, sur l'axe vertical, une direction moyenne du regard en amont du point tangent, synonyme d'une plus grande anticipation. Les différents gains testés suggèrent de recourir à un gain visuel qui n'excéderait pas 0.5 pour un simulateur à plateforme dynamique (soit 50% de l'inclinaison d'une moto réelle) et serait inférieur à 0.4 pour un simulateur statique.

Verrous ou points durs levés

Modèle de véhicule simulé intégrant la technique du contre-braquage.
Traitement automatique des stratégies visuelles replacées dans l'environnement 3D.

Perspectives ouvertes par le projet et verrous subsistants

1. Les trajectoires produites par les différents panels de sujets testés méritent d'être doublées d'études en situation réelle afin de disposer d'une vérité terrain.
2. Les sources d'amélioration du modèle de conduite en contre-braquage semblent devoir s'orienter vers un travail spécifique sur le retour d'effort guidon (manque de couple dans les virages), sur la sensibilité des capteurs d'effort (meilleure prise en compte du poids du conducteur), vers l'évaluation de différents gains pour le roulis physique (et de son couplage avec le roulis visuel), ou encore vers une comparaison entre une stratégie de commande reposant sur le maintien de l'inclinaison dans le virage et une seconde restituant une inclinaison (tilt) uniquement pendant les phases transitoires.
3. Il ne se dégage pas de conclusion claire sur l'intérêt et les limites de l'introduction du roulis visuel pour la simulation de conduite moto.

Nombre de publications : *4*

Nombre de colloques où le projet a été présenté : *2*

Personnels (en hommes x mois)
Chercheurs + enseignants chercheurs + ingénieurs de recherche : *22*
Autres ingénieurs et techniciens : 2,5
Personnel recruté dans le cadre du projet : *12*
dont post-docs : *12*

Sécurité du Piéton Âgé : *Déclins cognitifs et réentraînement des compétences impliquées dans la traversée de rue*

Porteuse du projet, laboratoire et organisme : *Viola Cavallo, LPC, AME, IFSTTAR*

Partenaires du projet : *Institut des Sciences du Mouvement (CNRS- ISM) - Accident Research Center, Monash University, Australie*

Montant du financement FSR : *196 K€*

Pourcentage du coût total du projet : *30 %*

Durée du projet : *39 mois à compter du 01/10/09*

Mots-clés : *Sécurité du piéton âgé - Traversée de rue - Double sens de trafic - Déficits cognitifs - Méthodes d'entraînement*

Objectifs initiaux du projet

1. Etude de l'origine des comportements à risque : évaluation de l'impact des déclins fonctionnels sur les comportements de traversée de rue des piétons âgés dans des situations de trafic à double sens (expérimentations 1 et 2).

2. Evaluation de différents programmes d'entraînement destinés à améliorer la sécurité des piétons âgés : entraînement comportemental, éducatif et cognitif. Comparaison de l'efficacité de ces programmes pour réduire les comportements à risque des piétons âgés (expérimentation 3).

Méthodes appliquées et résultats majeurs

Expérimentation 1 :

Méthodes : 17 piétons jeunes (20-35 ans), 17 piétons jeunes-âgés (60-67 ans) et 18 piétons âgés (70-84 ans) ont été placés dans un simulateur piéton et devaient estimer si la traversée de rue était possible face à un trafic à double sens. Les participants ont également été soumis à une batterie de tests perceptifs, cognitifs et sensori-moteurs.

Résultats : Les piétons les plus âgés (70-84 ans) ont pris significativement plus de décisions dangereuses que les deux groupes de participants jeunes ou jeunes-âgés. En ce qui concerne les causes des comportements dangereux, les résultats indiquent une explication multidimensionnelle du risque de collision encouru par les personnes âgées, combinant des déclins sensori-moteurs (faible vitesse de marche), perceptifs (mauvaise perception de la vitesse des véhicules approchant) et cognitifs (attention visuelle réduite).

Expérimentation 2 :

Méthodes : 18 piétons jeunes (19-35 ans), 28 piétons jeunes-âgés (62-71 ans) et 38 piétons âgés (72-85 ans) ont réalisé des tâches de traversée de rue dans un simulateur piéton, en se déplaçant réellement sur la rue expérimentale. La vitesse des véhicules approchants et les fenêtres temporelles entre les véhicules étaient variées. Les mouvements de tête lors de l'exploration de l'environnement routier étaient enregistrés.

Résultats : Les difficultés des piétons âgés se manifestent surtout lorsque les voitures approchent dans la voie éloignée et/ou à grande vitesse. Les piétons âgés prennent leurs décisions principalement en fonction des véhicules présents sur la voie proche, négligeant les véhicules approchant sur la voie éloignée. La vitesse des véhicules n'est pas suffisamment prise en compte par les piétons âgés qui basent leur jugement de façon prédominante sur la distance des véhicules. La situation la plus accidentogène pour les piétons âgés est celle où une fenêtre temporelle suffisante dans la voie proche est combinée avec une fenêtre insuffisante

dans la voie éloignée. Ces difficultés des plus âgés sont expliquées par leurs stratégies d'exploration visuelle qui se focalisent sur la voie proche.

Expérimentation 3 :

Méthodes : Un protocole classique, consistant en un pré-test, une phase d'entraînement, un post-test immédiatement après l'entraînement et un post-test 6 mois après l'entraînement, a été utilisé. Dans la phase pré-test, 79 personnes âgées de plus de 60 ans ont réalisé des traversées de rue sur le simulateur piéton et ont été soumises à un test cognitif évaluant la vitesse de traitement et l'attention visuelle. Parmi ces personnes, 48 participants (72 ans en moyenne) ont été sélectionnés pour participer à l'expérience d'entraînement. Ils présentaient une diminution significative des performances cognitives et un grand nombre de collisions lors de la traversée de rue simulée. Quatre groupes homogènes de 12 participants ont été formés et soumis à trois types d'entraînement : cognitif (attention visuelle), comportemental (traversée sur simulateur piéton) et éducatif (discussions de groupe). Le quatrième groupe (groupe contrôle) n'a bénéficié d'aucun programme d'entraînement.

Résultats : Les programmes d'entraînement comportemental et éducatif ont significativement amélioré la sécurité des traversées de rue chez les piétons âgés, avec moins de décisions dangereuses et moins de collisions après entraînement. Les bénéfices de ces programmes ont été constatés immédiatement après l'entraînement et se sont maintenus 6 mois après. Cependant, ces deux programmes n'ont pu complètement remédier aux difficultés des âgés à apprécier la vitesse des véhicules à l'approche, ou à prendre en compte la voie éloignée d'une rue à double sens de circulation.

Verrous ou points durs levés

- Simulation de la traversée de rue avec double sens du trafic et possibilité réelle de traverser la rue expérimentale.
- Première étude expérimentale de traversée de rue avec trafic à double sens.
- Première étude comparant 3 programmes d'entraînement des piétons âgés et montrant l'efficacité de deux types d'entraînement.

Perspectives ouvertes par le projet et verrous subsistants

- Les programmes testés n'ont pas permis de remédier à toutes les difficultés des âgés à traverser la rue, notamment la prise en compte dans leurs décisions de la voie éloignée d'une rue à double sens de circulation et de la vitesse des véhicules approchant.
- Un second verrou consiste en l'utilisation d'un grand simulateur de traversée de rue qui ne pourra pas être utilisé lorsqu'on souhaite appliquer nos méthodes d'entraînement. Ceci pose la question de l'efficacité de l'entraînement comportemental utilisant un mini-simulateur piéton qui serait transportable.
- Suite au projet SEPIA, et sur la base des résultats obtenus, une nouvelle étude a été conduite abordant plus spécifiquement les déficits perceptifs des personnes âgées et permettant une meilleure prise en compte de la voie éloignée et de la vitesse des véhicules à l'approche. La même étude a également validé l'efficacité d'un mini-simulateur piéton pour améliorer la sécurité des âgés.

Nombre de publications : *4*

Nombre de colloques où le projet a été présenté : *7*

Personnels (en hommes x mois)
Chercheurs + enseignants chercheurs + ingénieurs de recherche : *20*
Autres ingénieurs et techniciens : *6*
Personnel recruté dans le cadre du projet : *82*
dont stages M2 : *-*
dont doctorants (part sur financement FSR) : *34*
dont post-docs : *48*

SEVAP

Porteur de projet, laboratoire et organisme : *Eric Watelain, Laboratoire d'Automatique de Mécanique et d'Informatique, Industrielles et Humaines, Université de Valenciennes et du Hainaut Cambrésis, UMR CNRS 8201*

Partenaires du projet : *CHRU de Lille (Hôpital Gériatrique des Bateliers, Hôpital Pierre Swynghedauw, Service de médecine physique et réadaptation, Service de Neurophysiologie Clinique) - Université du Sud Toulon-Var, Handibio EA 4330: Equipe Biomodelisation des Handicaps – Université de Lille, UMR CNRS 8160, Laboratoire de Neurosciences Fonctionnelles et Pathologies - Université de Valenciennes, LSC EA 2445, Laboratoire des Sciences de la Communication, Le Mont Houy — Université des Sciences et des Technologies de Lille, TEVS Territoires, Villes, Environnement et Société — Equipe Mobilités et structuration des espaces métropolitains*

Montant du financement FSR : *124 K€*

Pourcentage du coût total du projet : *46%*

Durée du projet : *45 mois à compter du 01/10/09*

Mots-clés : *Piéton – Senior – Simulateur – Biomécanique - Prise de risques*

Objectifs initiaux du projet

L'objet général du projet SEVAP est de contribuer à l'étude biomécanique et psychophysiologique du comportement de traversée de routes en milieu urbain, chez le piéton âgé.

Pour cela, il se décompose en deux grands sous objectifs qui sont :

- d'une part, concevoir un simulateur de traversée de rues pour piétons, à partir d'images réelles projetées, dispositif totalement sécurisé et intégrant des mesures biomécaniques et électrophysiologiques,
- et d'autre part, de réaliser une première série d'expérimentations, portant sur les premières phases de la traversée de rues, sur des sujets âgés, à partir d'images réelles de l'arrondissement de Valenciennes. Les traversées se réalisent ainsi sous différentes conditions de contraintes temporelles (nombre & vitesse de déplacement des véhicules diffèrent).

Méthodes appliquées

Conception d'un outil (simulateur) et application des bases de la métrologie pour le premier sous-objectif.

Méthode expérimentale directe sur deux populations de sujets (jeunes vs âgés) pour le second sous-objectif.

Résultats majeurs

Les données recueillies soutiennent l'idée d'un comportement de traversée plus prudent des participants âgés, tous actifs et en bonne santé, comparativement aux jeunes. Leur engagement sur la chaussée requiert une marge de sécurité accrue, et n'est effective qu'après une exploration plus poussée des voies de circulation. La vitesse de marche des seniors (traduisant essentiellement une augmentation de la cadence des pas) est également plus rapide que celle des jeunes dans des conditions de faible pression temporelle. Les caractéristiques biomécaniques portent néanmoins les signes du vieillissement. Il s'agit donc d'une marche optimisée, au regard des contraintes exercées, rarement décrite dans les environnements décontextualisés des laboratoires. Nul ne peut exclure que les différences intergroupes soient en partie imputables au fait que la participation à une recherche ait motivé davantage les retraités et qu'ils aient été, plus que les jeunes, animés par un souci de bien faire et/ou celui de donner une bonne image d'eux-mêmes. Cependant, il convient de souligner que leur comportement de traversée dans le simulateur se révèle cohérent avec la

description sécuritaire que ces personnes font de leur comportement habituel en tant que piéton. Suggérée par les évaluations posturométriques, une anxiété-état (liée à une évaluation cognitive primaire) juste avant l'initiation motiverait donc efficacement le comportement sécuritaire, conduisant à des évaluations secondaires favorables et donc, à la réduction de l'anxiété.

Si notre description de piétons âgés prudents rejoint la conclusion de quelques études antérieures, elle contraste avec les statistiques accidentologiques de cette classe d'âge. Comment rendre compte de ce paradoxe ? Si des traversées qui se seraient concrétisées par des collisions ont été peu fréquentes et observées davantage chez les jeunes, des facteurs de risques potentiels sont décrits chez certains participants retraités, en particulier en lien avec des distorsions de la perception du temps. Dans notre recherche, tant les critères d'inclusion des participants âgés (personnes actives et en bonne santé) que les paramètres contextuels (faible flux de véhicules ; marche sur de faibles distances) peuvent avoir été idoines ; nos seniors auraient ainsi été aptes à mettre en œuvre des stratégies d'adaptation et l'auraient fait pour des niveaux de menaces bien moindres que ceux auxquels commencent à réagir les plus jeunes. Cependant, certaines stratégies mises en œuvre pourraient parfois se révéler contreproductives. Transposées dans un contexte de flux continu, il est toutefois possible que trop d'hésitation à s'engager puisse conduire à des traversées dangereuses, si elles sont ultimement motivées par la fatigue et/ou l'énervement résultant d'une attente prolongée en bord de trottoir. La vitesse de marche accrue pourrait également, au-delà d'un certain seuil, prédisposer aux chutes.

Au total, SEVAP a permis de capitaliser une base normative pour un inventaire de paramètres relatifs à l'équilibre statique et dynamique ainsi qu'à l'initiation de la marche et la marche elle-même concernant la traversée de rues de piétons âgés en bonne santé.

Verrous ou points durs levés

L'outil conçu permet une immersion satisfaisante des sujets au regard des contraintes imposées (dimensions, sécurité, coût, contexte…). Il a permis la réalisation et l'analyse des résultats d'une première campagne de mesures expérimentales avec des variables qu'il n'est pas possible de mesurer in situ et une implication importante des participants. Ces résultats restent cependant à confronter à des mesures in situ réelles et similaires, mais réalisées à l'insu des participants, pour finir de mesurer les possibilités d'utilisation du simulateur et les limites qu'il induit par essence.

Perspectives ouvertes par le projet et verrous subsistants

Confronter les résultats des mesures en laboratoire à des mesures in situ afin d'estimer l'effet 'simulateur'. Travail en partie réalisé par une thèse en co-tutelle (2014-2017) avec l'université de Sfax, en traitement d'images appliquées à l'étude du comportement du piéton âgé.

Nombre de publications : *4*

Nombre de colloques où le projet a été présenté : *4*

Personnels (en hommes x mois)
Chercheurs + enseignants chercheurs + ingénieurs de recherche : *13,5*
Personnels recrutés dans le cadre du projet : *20*

SICAP

Porteur de projet, laboratoire et organisme : *Jean-Michel Auberlet, MSIS, TS2, IFSTTAR*

Partenaires du projet : *LRPC de Saint-Brieuc - Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement de l'Ouest*

Montant du financement FSR : *88 K€*

Pourcentage du coût total du projet : *27 %*

Durée du projet : *21 mois à compter du 01/01/09*

Mots- clés : *Piéton – Traversée de rue – Interaction piéton/conducteur – Perception – Décision cognitive*

Objectifs initiaux du projet

Le projet s'intéresse principalement à l'élaboration d'un modèle informatique des perceptions et des représentations de l'environnement du piéton en interaction avec les conducteurs lors de la tâche de traversée en carrefour, à partir de données expérimentales, recueillies en situation réelles et dans un environnement contrôlé (salle de réalité virtuelle). Le projet s'intéresse aux facteurs perceptifs et cognitifs impliqués dans la tâche de traversée : zone de prise d'information, nature des informations, saillance des informations, intention chez autrui (véhicules, piétons, ...) pour la création d'un algorithme informatique de perception et d'anticipation du piéton vis à vis des conducteurs.

Méthodes appliquées

1 – Observation et analyse vidéo

Cette action avait pour but de recueillir des données nécessaires à la calibration et à la validation de l'algorithme de traversée de rue. Cette action a permis de mettre en avant la faisabilité d'une exploitation vidéo pour l'acquisition de données de trafic fine. Le traitement vidéo a permis de mesurer la vitesse et la fréquence de pas des piétons.

2 – Observation et analyse in situ, puis en environnement contrôlé (salle de réalité virtuelle).

L'objectif des méthodes était de mettre en évidence les facteurs déclencheurs de la prise de décision de traverser en carrefour, mais également de mettre en lumière les stratégies d'anticipation des piétons, qui constituent l'une des finalités du projet SICAP.

Pour ce faire, une grille d'observation du comportement de traversée a été élaborée, testée et utilisée in situ sur des carrefours parisiens et rouennais.

En environnement contrôlé, une expérimentation visant à mieux comprendre les processus de prise de décision et d'anticipation a été menée. Cette expérimentation reposait sur un recueil de vidéos « innovant » puisqu'il permet un affichage à l'échelle 1, pour un champ de vision de 140°.

Résultats majeurs

1 - un premier algorithme de traversée de rue, basé sur les indices visuels prélevés a été élaboré.

2 - l'élaboration d'une grille d'observation du comportement de traversée.

Verrous ou points durs levés

1 - Le premier verrou concerne le recueil vidéo pour l'obtention de données fines de trafic « piéton/ conducteur » sous certaines conditions de densité.

2 - Le deuxième verrou concerne l'interdisciplinarité. Il serait peut-être plus pertinent d'évoquer une démonstration plutôt qu'un verrou, mais SICAP dans sa rédaction de proposition et dans son exécution a démontré qu'il est possible de conduire des projets interdisciplinaires (versus pluridisciplinaires). En effet, l'objectif final, un premier algorithme de traversée de rue, a été atteint car les actions menées dans le domaine des facteurs humains ont permis d'alimenter concrètement les actions menées en informatique.

Perspectives ouvertes par le projet et verrous subsistants

- une perspective concernait (et concerne toujours) la représentation numérique de l'espace de déplacement des piétons, versus celui des conducteurs. Dit autrement, comment dans un environnement numérique, des piétons simulés peuvent interagir avec des conducteurs simulés.

- un verrou subsistant concerne la modélisation cognitive des usagers de la route (piéton, conducteur, …) en vue d'une implantation informatique, dans l'objectif de peuplement de scènes virtuelles. En effet, pour tendre vers une meilleure crédibilité des usagers simulés, la prise en compte de facteurs psychosociaux est nécessaire. Et à ce jour peu de travaux ont été menés en ce sens.

Nombre de publications : *2*

Nombre de colloques où le projet a été présenté : *4*

Personnels (en hommes x mois)
Chercheurs + enseignants chercheurs + ingénieurs de recherche : *18*
Autres ingénieurs et techniciens : -
Personnel recruté dans le cadre du projet : *30*
dont stages M2 : -
dont doctorants (part sur financement FSR) : *3*
dont post-docs : -

Usagers Vulnérables en milieu Urbain. Étape de développement des outils Technologiques pour l'étude des comportements à risque et de protection

Porteur de projet, laboratoire et organisme : *Emmanuel Lagarde, ISPED U897 INSERM*

Partenaire(s) du projet :
Montant du financement FSR : *34 K€*

Pourcentage du coût total du projet : *56 %*

Durée du projet : *24 mois à compter du 21/12/12*

Objectifs initiaux du projet

Développer et valider une méthode automatisée permettant la détection et la classification des différents types d'usagers de la route avec une sensibilité et une spécificité acceptables.

Méthodes appliquées

Interfaçage de caméras infrarouge et optique, traitement des données, validation en situation réelle.

Résultats majeurs

Au travers de nos développements et surtout grâce aux résultats des comparaisons humaines, nous avons montré que le système présente une performance globale pertinente et exploitable.

La méthode de classification par reconnaissance visuelle s'est révélée efficace, tout en consommant peu de ressources systèmes.

La comparaison humaine des résultats de l'algorithme a permis un retour très ciblé sur les problèmes de détection avec une optimisation immédiate des performances. Le système présente aujourd'hui la capacité d'analyser une grande quantité de données vidéo en conditions variables de conditions climatiques, de température, d'intensité et de typologie du trafic.

D'un point de vue valorisation, les avancées du présent projet ne trouveront leur application que lorsque le système sera utilisé dans le cadre d'une application de recherche, de surveillance ou d'intervention en sécurité routière.

Perspectives ouvertes par le projet et verrous subsistants

Le système peut être appliqué à tout projet de sécurité routière nécessitant la détection et la classification des usagers de la route. Il est à noter cependant que les développements continuels de nouvelles solutions matérielles intégrées aux caméras de nouvelle génération amèneront le cas échéant à reconsidérer l'architecture du système dans une utilisation à venir.

Nombre de publications : -

Nombre de colloques où le projet a été présenté : -

Personnels (en hommes x mois)
Chercheurs + enseignants chercheurs + ingénieurs de recherche : *2,4*
Autres ingénieurs et techniciens : -

VIPPER

Etude exploratoire sur la perception des piétons par les automobilistes

Porteur de projet, laboratoire et organisme : *Vincent Boucher, Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées d'Angers*

Partenaire(s) du projet : *Laboratoire de Psychologie, Université d'Angers ; ESE, Laboratoire Central des Ponts et Chaussées ; Valeo*

Montant du financement FSR : *57 K €*

Pourcentage du coût total du projet : *23 %*

Durée du projet : *15 mois compter du 01/04/08*

Mots- clés : *Visibilité – Piétons - Mesures objectives - Représentations sociales*

Objectifs initiaux du projet

Le projet a consisté à déterminer les différents facteurs qui interviennent dans la prise d'information du conducteur face à un piéton et à examiner leurs interactions. Il est difficile de dissocier l'information physique (contraste, luminosité, indice de visibilité, saillance attentionnelle, ...) portée par un piéton, du contexte psychosocial dans lequel il sera perçu ou non par un conducteur. Ce contexte agissant comme un modulateur de l'information visuelle de base, il s'agissait donc de quantifier finement l'information physique émise par le piéton puis d'identifier les phénomènes psychosociaux déterminant les pratiques du conducteur. Cette démarche devait permettre de déterminer les situations les plus accidentogènes et d'apporter dans ces conditions des solutions couplant une maximisation de la visibilité du piéton avec une représentation psychosociale recentrée sur la préservation de son intégrité physique.

Méthodes appliquées

- Une phase d'enquête psychosociologique :
    a. Entretiens exploratoires auprès de conducteurs
    b. Passation d'outils qualitatifs et quantitatifs

L'approche multi-méthodologique était privilégiée : évocations hiérarchisées, caractérisation, questionnaire de conditionnalité, petites histoires.

- Une phase d'investigation expérimentale :

Cette phase combinait étude psychosociologique et mise en situation de sujets (simulateur de scènes routières) afin d'évaluer « l'impression » de la dangerosité d'une situation routière du point de vue des automobilistes, dans la problématique du piéton.

- Une phase de mesures sur le terrain :

Réalisation de relevé d'indices de visibilité de piétons dans des conditions réelles de conduite. Les indices de visibilité étaient extraits des images de scènes routières enregistrées par «Cyclope » : système d'imagerie photométrique dynamique dédié à des applications de recherche dans le domaine de la perception de l'environnement routier.

- Une phase finale :

Synthèse des mesures et analyse statistique afin d'identifier des corrélations entre données physiques de

visibilité et données issues de représentations sociales dans certaines situations impliquant l'interaction d'un conducteur et d'un piéton.

Résultats majeurs

Cette première étude exploratoire a permis à chacune des équipes de développer ses propres outils, de les adapter à la problématique des piétons et de les formater pour produire des données exploitables par les autres partenaires. Pour ce qui est de la vision, un modèle de saillance a été développé et appliqué à des images enregistrées par Cyclope. Aujourd'hui, ce modèle ne tient pas compte de la tâche de conduite mais de nombreuses pistes sont à creuser pour le rendre plus représentatif de la réalité. Il a permis cependant de caractériser un certain nombre de situations routières et d'en tirer des descripteurs utilisables pour les corrélations statistiques. Pour l'aspect psychosocial, une batterie d'outils (associations libres, questionnaire de caractérisation, petites histoires et scripts conditionnels) a été élaborée pour étudier le piéton en tant qu'objet de représentation sociale. En outre, une exploitation spécifique du discours des conducteurs à l'issue du visionnage des films a été mise en œuvre pour faire ressortir des données utilisables en analyse de corrélation. L'expérimentation croisée a permis de révéler les difficultés pour relier de manière exploitable les données physiques et l'approche psychosociale en termes de visibilité. Elle a permis cependant de définir un protocole expérimental commun, d'utiliser les outils multidisciplinaires sur des données communes et de confronter les différents points de vue. Ainsi cette étude exploratoire a permis à chacune des équipes de développer les outils nécessaires pour appréhender la prochaine étape. Celle-ci consistera à intégrer une étape supplémentaire dans le processus de visibilité se traduisant par l'étude des attentes perceptivo-cognitives.

Ce projet proposait une première phase exploratoire pour mettre en place les expérimentations et la coordination entre les mesures objectives et l'étude des représentations sociales. Il paraissait pertinent d'analyser la problématique du piéton avec une complémentarité interdisciplinaire. Cette première phase devait en initier une seconde dans le cadre d'un deuxième appel à projets où l'étude était focalisée sur l'interaction entre la prise d'information perceptuelle et les aspects socio-cognitifs. Cette seconde phase n'a pas été retenue lors du second appel et a donc été abandonnée.

Verrous ou points durs levés

L'expérimentation croisée a permis de définir un protocole expérimental commun, d'utiliser les outils multidisciplinaires sur des données communes et de confronter les différents points de vue.

Perspectives ouvertes par le projet et verrous subsistants

L'expérimentation croisée a permis de révéler les difficultés pour relier de manière exploitable les données physiques et l'approche psychosociale en termes de visibilité.

Nombre de publications : *4*

Nombre de colloques où le projet a été présenté : *6*

Personnels (en hommes x mois)
Chercheurs + enseignants chercheurs + ingénieurs de recherche : *11*
Autres ingénieurs et techniciens : *20*
Personnel recruté dans le cadre du projet : *6*
dont stages M2 : *6*
dont doctorants (part sur financement FSR) : -
dont post-docs : -

VISIBLE

VISIbilité des BicyCLettes

Porteuse de projet, laboratoire et organisme : *Joceline Rogé, LESCOT, TS2, IFSTTAR*

Partenaire du projet : *Université de Lyon 2, Laboratoire d'étude des mécanismes cognitifs (EMC)*

Montant prévu du financement FSR : *146 K€*

Pourcentage prévu du coût total du projet : *44 %*

Durée du projet : *43 mois à compter du 10/01/14*

Mots-clés autres que disciplinaires : *Visibilité des cyclistes, Conspicuité, Collision cycliste-véhicule léger, Visibilité estimée des cyclistes, Distance de visibilité des cyclistes*

Objectifs initiaux du projet

L'objectif principal de ce projet est, d'une part, d'identifier les situations et les conditions dans lesquelles les cyclistes déclarent avoir été peu ou pas vus par les autres usagers de la route et, d'autre part, de vérifier si les automobilistes rencontrent effectivement des difficultés pour les détecter dans ces circonstances ; ce dernier point sera étudié en environnement virtuel (à l'aide d'un simulateur de conduite automobile). Une analyse originale de données quantitatives et qualitatives d'accidents (comprenant, entre autres, des récits d'accidents impliquant des bicyclettes et des véhicules légers) ainsi qu'une étude en contexte naturel avec une cohorte de cyclistes observés sur Lyon et Paris seront réalisées dans le cadre de ce projet. Un équipement d'aide à la visibilité utilisé par les cyclistes sera testé dans une expérience réalisée dans un simulateur de conduite afin d'étudier son effet sur la capacité des automobilistes à détecter les cyclistes. Des retombées scientifiques (en termes de connaissances et de développement d'outils pour la recherche sur les usagers vulnérables) et des applications des résultats obtenus grâce à ces trois approches complémentaires sont attendues.

Méthodes appliquées

Des scénarios typiques d'accident ont été identifiés grâce à l'analyse des données d'accidents (collisions cycliste-véhicule léger et récits de choc ou de chutes). Une étude effectuée en contexte naturel a consisté à suivre des cyclistes réguliers dans l'ensemble de leurs déplacements en ville. Des enregistrements audio-visuels de leurs déplacements, des informations relatives à des situations de mauvaise visibilité recueillies dans un journal de bord rempli régulièrement par les cyclistes et des entretiens d'auto-confrontation ont servi à identifier parmi ces situations critiques celles dans lesquelles les cyclistes estimaient être peu visibles pour les autres conducteurs. Enfin, la capacité de détection des cyclistes par les automobilistes a été étudiée à l'aide d'un simulateur de conduite dans lequel certaines situations critiques ont été recréées afin de mesurer la distance de visibilité des cyclistes pour les automobilistes.

Résultats majeurs

Une synthèse bibliographique porte sur l'association entre la visibilité (conspicuité) et le risque d'accidents à vélo, sur l'utilisation d'équipements de visibilité chez les cyclistes accidentés et sur plusieurs typologies d'accident à vélo. Cette revue de la littérature inclut également la présentation de différents protocoles expérimentaux utilisés pour étudier la visibilité des cyclistes pour les autres usagers, l'effet des équipements d'aide à la visibilité et des études relatives à la perception par les cyclistes de leur propre visibilité.
Une analyse des données d'accidents (298 cas de collision ou évitement impliquant un cycliste) a été faite à partir des données du registre du Rhône. Ces accidents ont été catégorisés en fonction de 3 typologies existantes (celle de Got, celle de Tarron et celle de Bué). Une liste de situations d'accidents (impliquant le

cycliste et un tiers motorisé) les plus fréquentes a été établie à partir de ces données. L'étude exploratoire des équipements de conspicuité utilisés indique des résultats contre-intuitifs qui sont similaires à ceux rencontrés dans la littérature, et qui pourraient s'expliquer par des biais méthodologiques (biais de sélection et biais de déclaration).
Une étude en contexte naturel qui s'est déroulée sur Paris et Lyon a permis d'identifier plusieurs situations d'intérêt dans lesquelles les cyclistes se sentent en difficulté et qui sont associées, pour certaines, à un problème de faible visibilité du cycliste. Parmi celles-ci, plusieurs situations présentent un intérêt particulier pour l'étude sur simulateur de conduite: celle où le véhicule motorisé quitte ou entre dans une place de stationnement, celle dans laquelle l'automobiliste ouvre sa portière au moment où le cycliste arrive à sa hauteur, celle où le véhicule motorisé tourne à droite et coupe la trajectoire du cycliste allant tout droit, celle où le véhicule léger change de direction alors que le cycliste remonte une file (ou roule entre deux files) et celle où le véhicule motorisé provenant de la droite à une intersection coupe la trajectoire du cycliste.

Plusieurs situations identifiées préalablement par les cyclistes ont été recrées dans un simulateur de conduite automobile. Une première expérience a permis de recueillir l'avis d'automobilistes sur le réalisme des comportements du cycliste, de la base et des situations mais aussi de tester la capacité des automobilistes à détecter les cyclistes. Les résultats obtenus permettent d'observer que les automobilistes exclusifs (non cyclistes) ont plus de collisions avec des cyclistes que les automobilistes-cyclistes et qu'ils détectent moins facilement les cyclistes dans l'environnement urbain quelle que soit le type de situations (à faible ou à haute visibilité). Une deuxème expérience sur simulateur a été réalisée afin de tester l'effet d'un système d'aide à la visibilité équipant le cycliste (le gilet jaune) dans les mêmes situations d'interaction entre le cycliste et l'automobiliste. Les résultats obtenus indiquent que cet équipement a un effet bénéfique sur la détection des cyclistes par les automobilistes quand il est utilisé de jour, mais pas systématiquement dans toutes les situations. L'ensemble des résultats a permis de conclure que la sélection attentionnelle du cycliste par l'automobiliste dépend de processus top-down (ou processus descendants) et de processus bottom-up (ou ascendants).

Perspectives ouvertes par le projet et verrous subsistants

Les données recueillies dans le cadre de ce projet sont très riches pour les équipementiers ou start-up qui cherchent à améliorer la visibilité des cyclistes. En effet, les situations critiques identifiées, la technique de mesure de la visibilité des cyclistes pour les autres usagers et l'approche scientifique générale (analyse des données d'accidents, de données récoltées en contexte naturel et expérimentation menée en environnement virtuel) pourraient permettre de tester et quantifier l'apport, en termes de visibilité, de systèmes d'aide existant et de prototypes en cours de développement.

Les résultats obtenus peuvent également être intégrés dans des simulateurs dédiés à la formation des automobilistes ou à la sensibilisation des cyclistes aux situations d'interaction automobiliste-cycliste risquées. Une des retombées de ce projet concerne également la prévention routière puisque les résultats obtenus peuvent aider à concevoir des messages de sécurité routière destinés à alerter les automobilistes et les cyclistes sur les risques encourus dans les déplacements urbains de jour.

Nombre de publications : *3*

Nombre de colloques où le projet a été présenté : *2*

Personnels (en hommes x mois)
Chercheurs + enseignants chercheurs + ingénieurs de recherche : *22*
Autres ingénieurs et techniciens : *3*
Personnel recruté dans le cadre du projet : *10*

Les traumatismes cervicaux de type « WHIPLASH » - Etude physiopatologique et clinique

Porteur de projet, laboratoire et organisme du porteur de projet : *Marc Tadié, président de l'Institut de Recherche sur la Moelle épinière et l'Encéphale*

Partenaires du projet : *Laboratoire d'Accidentologie et de Biomécanique (LAB) – UMRESTTE, TS2, IFSTTAR - Université Paris 5 René Descartes, Laboratoire de Neurobiologie des Réseaux Sensorimoteurs - Centre Européen d'Etudes de sécurité et d'Analyse des Risques (CEESAR)*

Montant du financement FSR : *566 K€*

Pourcentage du coût total du projet : *66 %*

Durée du projet : *33 mois à compter du 01/04/10*

Mots-clés : *Coup du lapin - Cervicalgie post-traumatique - Diagnostic - Évolution - Traitement*

Objectifs initiaux du projet

L'objectif principal de cette étude était d'identifier de façon précoce les indices de mauvais pronostic fonctionnel des traumatismes cervicaux de type « whiplash » en clinique et imagerie avec, en outre, des tests physiopathologiques et neuropsychologiques.

Les objectifs secondaires sont de corréler les données cliniques, d'imagerie et de tractographie de fibres avec les données physiopathologiques et neuropsychologiques.

Méthodes appliquées

Bilans réalisés en longitudinal sur six mois (clinique, physiopathologique, ORL, neuropsychologique)

Résultats majeurs

Les résultats des analyses statistiques ont permis de mettre en évidence des facteurs cliniques et neuropsychologiques en phase précoce (entre J8 et J21 de l'accident) comme prédictifs d'une évolution défavorable de la symptomatologie du Whiplash.
L'examen clinique et neurologique recherchait essentiellement les troubles de l'équilibre et les douleurs étaient évaluées par les échelles visuelles analogiques (douleurs générales et céphalées). Au niveau de cet examen clinique, c'est essentiellement l'évaluation de la douleur (égale ou supérieure à 4 sur l'EVAD[1] à 10) et une amplitude cervicale limitée en flexion qui étaient les éléments discriminants retrouvés. La cinématique de la tête et du tronc corrélés à des troubles objectivés de l'équilibre ont permis de discriminer les patients chroniques des patients non chroniques à un stade précoce après le whiplash. Par contraste, les tests vestibulaires étaient anormaux mais incapables de discriminer les patients chroniques de patients non chroniques.
Selon l'entretien neurospychologique et les tests qu'il comportait, les patients présentant un niveau élevé de catastrophisme au stade aigu et/ou un syndrome de stress post-traumatique associé à des anomalies de la cinématique de la tête ou du tronc, un test anormal de la fonction otolithique et à l'Equitest ou une combinaison de ces symptômes, présentaient des risques de chronicité.
Le niveau de catastrophisme des patients chroniques en stade aigu est de 7.71 ce qui est relativement conforme à ce qui avait été observé chez Koleck et collaborateurs (2006) chez des patients chroniques souffrant de douleurs du bas du dos. Les douleurs, dès le stade aigu, atteignent un niveau pathologique à

1 EVA D = échelle visuelle analogique (douleurs)

l'EVAD[1] et pour le QDSA[2] chez les patients chroniques. Ceci est également conforme avec d'autres études qui ont montré qu'un niveau de douleur initiale élevé prédisait la chronicité de symptômes.
Les patients whiplash chroniques souffrent également précocement d'un stress aigu. Ce résultat est important car cette comorbidité souligne l'impact du psychologique dans la manière dont l'accident a été vécu et dans la manière dont le stress résultant des douleurs va influencer précocement l'évolution du syndrome. Il n'est pas étonnant de voir que l'état d'anxiété permette précocement de distinguer les deux groupes. En effet, nous rappelons que le stress post-traumatique fait partie des troubles anxieux selon le DSM IV[3] . Les tests cognitifs ne semblent pas en revanche de bons prédicteurs du WAD[4] . Seule la fonction exécutive d'inhibition semble altérée chez les patients chroniques. Cela ne veut cependant pas dire que les symptômes cognitifs, souvent évoqués par les patients WAD[4], n'existe pas. En effet, les patients souffrant d'ESPT[5] se plaignent systématiquement de problèmes de mémoire et de concentration qui les handicapent au quotidien. La littérature sur les troubles cognitifs dans le PTSD[6] est conséquente, révélant l'importance des difficultés cognitives que rencontrent ces patients (Koso & Hansen, 2006; Sachinvala et al., 2000).
Néanmoins, les déficits exécutifs observés chez les patients whiplash chroniques à un stade précoce sont intéressants puisque aucune étude n'avait évalué cette fonction à ce stade aigu du whiplash.
Les résultats observés ici semblent donc mettre en avant une atteinte du cortex frontal confirmant les travaux de Mosimann et al. (2000) sur des patients whiplash chroniques. En effet, cette structure corticale est impliquée dans la mise en œuvre de l'inhibition. Des études ont ainsi montré que des patients présentant des lésions frontales et, plus spécifiquement de la région préfrontale, avaient des difficultés à inhiber les mouvements oculaires saccadiques réflexes (Guitton, Buchtel, & Douglas, 1985; Pierrot-Deseillingny, Rivaud, Gaymard, & Agid, 1991).

Perspectives ouvertes par le projet et verrous subsistants

Cette étude suggère que les patients de bas niveau de whiplash devraient être soumis le plus tôt possible après le traumatisme aux tests neuropsychologiques et de contrôle moteur dans une consultation spécialisée. En outre, ils doivent être évalués par un neuro-otologue pour un examen détaillé des fonctions vestibulaires. S'ils sont diagnostiqués à risque de WAD[4], ces patients doivent être pris en charge précocement selon un programme intensif de réadaptation préventive, de rééducation neurospychologique avec prise en charge psychologique et rééducation vestibulaire si nécessaire. Une demande ARS est en cours pour la mise en place d'une telle consultation dédiée aux victimes du Whiplash.

2 QDSA = questionnaire de Saint Antoine (douleurs)
3 DSM : Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux
4 WAD whiplash-associated disorders
5 ESPT = État de stress post traumatique
6 PSTD = post traumatic stress disorder

Nombre de publications : *2*

Nombre de colloques où le projet a été présenté : -

Personnels (en hommes x mois)
Chercheurs + enseignants chercheurs + ingénieurs de recherche : *30*
Autres ingénieurs et techniciens : *33*
Personnel recruté dans le cadre du projet : *17*
dont stages M2 : *5*
dont doctorants (part sur financement FSR) : -
dont post-docs : *12*

Fondation
Sécurité Routière

2, rue de Presbourg 75008 Paris