

SENTIMENT AFFIRMÉ DE PRIORITÉ ET TEMPS DE RÉACTION ANALYSE D'ACCIDENTS EN INTERSECTION

M. HUGHES

Bureau d'études Jonction, France

marinahughes@laposte.net

J. YERPEZ

Unité de recherche Mécanismes d'accidents (MA), Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR), France

joel.yerpez@ifsttar.fr

RESUMÉ

Le temps de réaction est une caractéristique du comportement humain qui intéresse les chercheurs en sciences humaines, notamment les accidentologues ainsi que les aménageurs d'infrastructures routières qui doivent adapter les aménagements et l'environnement aux conducteurs.

Les études détaillées des accidents (EDA) permettent une analyse poussée des mécanismes d'accidents. A partir d'un échantillon de cas d'accidents en intersection issu des EDA, nous caractérisons des typologies de comportements des conducteurs prioritaires à l'approche de l'intersection et en situation d'accident. Il s'agit ensuite de comprendre en quoi les caractéristiques de l'infrastructure et celles des conducteurs induisent un sentiment de priorité qui a pu intervenir dans l'accident.

Le temps de réaction peut être fortement augmenté chez certains conducteurs, à cause d'une revendication, consciente ou inconsciente, de sa priorité. L'analyse fine d'accidents montre que dans certains cas, un facteur lié à un sentiment affirmé de priorité, qui augmente le temps de réaction, a joué dans la survenue et le déroulement de l'accident. Autrement dit, les conducteurs gaspilleraient l'espace-temps disponible et nécessaire pour réagir.

On peut alors définir des pistes à la fois en terme d'amélioration de comportement (formation, éducation...) et d'infrastructure (distance de visibilité, environnement, signalisation....).

1. INTRODUCTION

« La construction routière est le domaine des ingénieurs. La détermination des besoins des usagers de la route est du domaine des psychologues. L'écart qui existe entre ces deux professions doit être comblé si on veut concevoir des routes qui parlent d'elles mêmes et qui ont des caractéristiques requises pour réduire de manière efficace les erreurs de conduite et les accidents. Les normes en matière d'ingénierie routière devraient reposer sur le comportement, les capacités et les limites de l'être humain » [1].

Cette nécessité est intégrée depuis longtemps par les chercheurs de l'IFSTTAR (Unité de recherche Mécanismes d'accidents) qui allient les sciences pour l'ingénieur et les sciences humaines et sociales dans le domaine de l'analyse de la sécurité routière et des dysfonctionnements du système de circulation. L'analyse pluridisciplinaire des accidents ont ainsi abouti à des réflexions sur l'amélioration de l'aménagement routier et urbain [2][3][4].

Au delà des facteurs classiques caractérisant le fonctionnement des conducteurs : tension et charge de travail, perception, suivi de la voie, choix de la vitesse, orientation et anticipation, qui sont étudiés en détails par nombre de chercheurs, nous nous intéresserons dans cette communication au temps de réaction (TR) du conducteur qui intègre un « sentiment affirmé de priorité ». Le conducteur soumis à ce fort sentiment prioritaire néglige les signaux précurseurs d'une situation conflictuelle. Par absence de régulation (ralentissement, observation), il participe à la genèse de l'accident. Bien que connu et mis en évidence dans des études accidentologiques [5][6], ce paramètre a été peu étudié. Il est très difficilement mesurable et reste estimable de manière subjective.

De nombreuses études ont essayé de finaliser la valeur des temps de réaction dans un cadre expérimental ou écologique. Classiquement, le TR est décomposé en cinq phases : la phase de perception, la phase d'identification, la phase de recherche en mémoire de la réponse associée au signal reconnu précédemment, la phase de recherche en mémoire du code moteur requis pour exécuter la réponse, la phase d'exécution. Une sixième phase concerne la réponse mécanique du véhicule. La durée de chaque phase est dépendante de nombreux facteurs liés à l'individu (expérience, fatigue...) et à la situation (trafic, météo, infrastructure...).

Dans le cadre de cette étude, notre hypothèse est que le temps de réaction d'un conducteur, compris entre la phase « identification » et la phase « recherche en mémoire de la réponse associée » peut être fortement augmenté chez certains conducteurs, à cause d'une revendication, consciente ou inconsciente, de sa priorité. Autrement dit, les conducteurs gaspilleraient l'espace-temps disponible pour réagir et un facteur lié à un sentiment affirmé de priorité peut jouer dans la survenue et le déroulement de l'accident.

Les études détaillées des accidents (EDA) développées au sein de l'Unité Mécanismes d'Accidents de l'IFSTTAR permettent une analyse poussée des dysfonctionnements en jeu [7]. En effet, les conducteurs accidentés ont la possibilité de s'entretenir avec un psychologue juste après l'événement. Cet entretien pendant lequel les conducteurs sont encouragés à exprimer leurs perceptions, leurs intentions et leurs réactions tout au long du déroulement de l'accident, permet aux chercheurs d'en appréhender avec précision les mécanismes [8].

Dans un premier temps, le texte expose une courte bibliographie sur le temps de réaction qui permettra au lecteur de s'apparenter aux ordres de grandeur communément admis. La méthodologie utilisée et l'échantillon d'accidents étudié à partir des EDA sont ensuite détaillés. Les résultats sont présentés par famille d'accidents à partir des caractéristiques du sentiment prioritaire du conducteur en situation d'approche de l'intersection et en situation d'accident. Des pistes sont alors définies à la fois en terme d'amélioration de comportement (formation, éducation...) et d'infrastructure (distance de visibilité, environnement, signalisation...). Des perspectives sont envisagées sur l'augmentation des connaissances sur les temps de réaction et sur les configurations d'aménagement avec un simulateur de conduite intégrant des scénarios d'accident.

2. LE TEMPS DE RÉACTION

Dans un cadre expérimental, une mesure de TR est acceptable « lorsqu'une réponse adéquate est donnée, dans le temps minimal nécessaire pour se faire et que cette réponse est bien déclenchée par l'arrivée du signal » [9]. Le TR est une mesure sensible, soumise à de nombreux facteurs. Il peut être décomposé en plusieurs étapes, variables en fonction de l'individu ainsi que des conditions expérimentales. Il ne peut donc être déterminé de manière universelle pour tous les individus et pour toutes les situations car il met en jeu des mécanismes perceptifs, cognitifs et moteurs complexes.

Le modèle de Theios décompose le processus activé entre la perception du stimulus et la production de la réponse observable, en une série de phases [10]. Il permet d'appréhender le temps de réaction à l'aide une représentation interne des opérations mettant en jeu la perception, la cognition ainsi que la motricité. Le TR dépend de la durée de chaque phase. Il s'applique entre autre à la conduite automobile.

Ce modèle de traitement de l'information propose le découpage suivant sous forme de phases :

- 1. Perception du signal, qui correspond temps de codage de l'information par les organes récepteurs sollicités. Dans le cadre de la conduite, il peut s'agir d'un signal visuel ou auditif.
- 2. Identification du signal, qui nécessite une activité cognitive de reconnaissance du signal. C'est dans cette phase que le conducteur détermine à quoi il est confronté (un véhicule sur sa voie ou un bruit de freinage).
- 3. Recherche en mémoire de la réponse associée au signal reconnu. Le conducteur décide du type de réaction adaptée à la situation. Une absence d'action interrompt la séquence de traitement de l'information.
- 4. Recherche en mémoire du code moteur requis pour exécuter la réponse.
- 5. Exécution : le processus moteur entre en jeu, il s'agit de l'exécution de la réponse (freinage, évitement, avertissement sonore).

Une sixième phase peut être ajoutée à ce modèle, elle concerne une réponse mécanique du véhicule dont l'inertie doit être prise en compte (réponse des freins, du volant).

Plusieurs expériences réalisées en laboratoire mesurent le temps de réaction de sujets soumis à un signal simple, dont la réponse consiste à appuyer sur un bouton ou une pédale de frein. Les données issues de ces travaux ne sont pas vraiment transposables à une situation de conduite réelle dans laquelle le conducteur est soumis à de nombreux stimuli de manière simultanée et permanente. En effet, lorsque la tâche demandée aux sujets est simplifiée et l'éventail de réactions potentielles restreint à une seule possibilité, certaines étapes décomposées dans le modèle de Theios ne sont pas mises en œuvre, par conséquent le temps de réaction s'en trouve raccourci. Notre revue de questions ne s'attardera donc que sur quelques expérimentations jugées assez proches des conditions de conduite réelles, ainsi que les expérimentations permettant d'effectuer des comparaisons de rapidité entre différents types de réactions observées (freinage ou évitement latéral de l'obstacle).

Dans un article de synthèse paru en 1986 dans la revue Recherche Transports Sécurité, Malaterre [11] cite les travaux de Barret et Kobayashi [12] qui, à la fin des années 60, mesurent sur simulateur de conduite le temps de réaction de sujets

soumis à un piéton traversant la chaussée inopinément. Ces sujets dont la tâche était d'évaluer la vitesse de véhicules, voyaient au bout d'un certain temps un piéton traverser la chaussée sans qu'ils en soient préalablement prévenus. Les temps moyens de réaction des sujets ayant réussi l'évitement sont de 0,829 s (3 sujets), ils sont de 1,131 s (7 sujets) pour ceux qui n'ont pas réussi à éviter le piéton. Malaterre cite également deux études de Summala [13] : La première se déroule de nuit, il s'agit de mesurer le temps de réaction (sous forme de déport latéral), d'un véhicule dont le conducteur est soumis à l'allumage d'un feu sur l'accotement droit. Il faut un peu moins de 2 s entre l'allumage du feu et l'observation d'un déplacement mesurable. L'autre expérience se déroule de jour, il s'agit cette fois-ci de mesurer le temps de réaction (par un déport latéral) de conducteurs soumis à une ouverture de portière gauche d'un véhicule stationné sur l'accotement droit. Ce déport latéral est effectué en moyenne après 2.5 s.

L'hypothèse selon laquelle le temps de réaction augmente lorsque le conducteur doit choisir entre plusieurs types de réactions tout en exécutant simultanément deux tâches est démontrée par l'étude de Valat et al. [14]. La méthode de la double tâche est utilisée, elle fait référence à la théorie du canal à capacité limitée de Broadbent. Cette théorie s'appuie sur l'hypothèse selon laquelle les ressources attentionnelles de traitement de données sont limitées. Lors de l'exécution de plusieurs tâches, les ressources cognitives disponibles peuvent être saturées. Si elles ont atteint leur seuil, la bonne exécution d'une tâche sera faite au détriment de la seconde.

L'expérience de Malaterre et Lechner permet aux sujets de générer trois types de réactions : freinage, déport latéral ou les deux [15]. Il s'agit de 49 sujets conduisant sur simulateur de conduite. Les sujets se familiarisent 10 minutes à la conduite du simulateur à une vitesse imposée de 90-100 Km/h. A la hauteur d'une intersection en croix, un véhicule non prioritaire en attente au stop démarre et s'avance de droite à gauche pendant 1.9 s, puis freine brutalement et s'arrête au milieu de la chaussée. Ce véhicule constitue alors l'obstacle à éviter par les sujets sans qu'ils en aient été prévenus. Les sujets ont la possibilité d'effectuer un freinage d'urgence, un évitement par déport latéral ou enfin un freinage éventuellement suivi d'un déport latéral. Les temps de réaction mesurés sont 0.8 s pour un lâché d'accélérateur, 0.8 s pour un mouvement du volant, 1 s pour un freinage. La manœuvre d'urgence par évitement (déport latéral) est peu utilisée par rapport au freinage.

En conclusion, le temps de réaction face à un obstacle inattendu tend vers 1 s lorsqu'il s'agit d'un freinage et légèrement moins, 0.8 s, pour un déport latéral. Le temps de réaction obtenus par Summala [13] dans laquelle les sujets réagissent par un déport latéral sont plus longues et varient entre 2 s et 2.5 s. La situation influe donc sur le temps de réaction et dans des conditions se rapprochant d'une tâche de conduite automobile naturelle, le TR semble augmenter.

Il est intéressant de comparer ces éléments aux valeurs de TR affichées dans le manuel de sécurité routière de l'AIPCR (Association Mondiale de la Route) de 2003 qui sont de 1 à 2.5 s selon le type de milieu (urbain ou rural). Les Etats-Unis, le Canada et l'Afrique du Sud recommandent 2.5 s alors que 7 pays européens recommandent de retenir 2 s [17].

3. METHODOLOGIE

La méthode utilisée ici est l'analyse compréhensive des mécanismes d'accidents d'un échantillon issu de la base de données de l'Etude Détaillée des Accidents (EDA) disponible à l'Unité de recherches Mécanismes d'accidents de l'IFSTTAR.

3.1 Les Etudes Détaillées des Accidents

Ces études ont pour objectif d'assurer une meilleure connaissance des mécanismes régissant les accidents de la circulation routière et des situations auxquelles sont confrontés les usagers [7][16]. Il s'agit d'analyser finement ces accidents par l'étude de toutes leurs composantes (conducteur, véhicule, infrastructure) et de leurs interactions. Le recueil de données s'effectue sur un secteur expérimental qui s'étend sur environ 15 km autour de Salon de Provence dans le sud de la France. Dès la survenue d'un accident, une équipe pluridisciplinaire formée d'un psychologue et d'un technicien se rend sur place et recueille les données les plus détaillées sur l'accident. Le psychologue effectue des entretiens approfondis auprès du conducteur et des passagers du ou des véhicules. Le technicien recueille les données concernant l'infrastructure routière et les véhicules impliqués. Ces éléments sont ensuite confrontés et analysés et permettent une meilleure compréhension des relations entre les différents facteurs impliqués. La mesure des traces, déformations du ou des véhicules, calcul des vitesses, interviews, reconstitution cinématique des trajectoires, composantes du choc permettent ainsi une analyse fine du déroulement de l'accident. Des modèles cinématiques de l'accident sont utilisés pour la reconstitution et le paramétrage temporel et spatial. Les dysfonctionnements identifiés des impliqués reposent sur un découpage en situations du déroulement de l'accident qui répondent à des modèles [8].

- La situation de conduite ou situation de pré-accident : situation de conduite "normale" qui intègre les objectifs, la tâche à réaliser, les attentes du conducteur. Elle est significative de la stratégie adoptée en abord du lieu de l'accident.
- La situation d'accident, qui correspond à l'instant de rupture qui amène une situation critique. Elle est créée généralement par la survenue d'un élément imprévu.
- La situation d'urgence où il y a mise en œuvre d'actions d'évitement, dès l'identification de la difficulté.
- La situation de choc, qui marque l'échec des actions entreprises. On décrit ici la nature du choc et les événements consécutifs.

Le résultat de cette démarche est une collection de cas d'accidents analysés cliniquement, intégrant un diagnostic sur les mécanismes et les facteurs concourant au déclenchement, au déroulement, et aux conséquences de ces accidents. Un recoupement de ces monographies sur la base de différents critères de sélection permet la mise en place d'études thématiques.

3.2 Echantillon utilisé

Notre échantillon, a été constitué de 23 cas d'accidents recueillis entre 2006 et 2010 traités dans le cadre de l'EDA par l'enquêtrice co-auteur de cet article. Les EDA contiennent des données extrêmement riches, elles s'attachent à être illustratives de

la diversité des accidents et n'ont pas la prétention d'être directement statistiquement représentatives. Pour l'analyse, les accidents ont été classés en fonction des comportements de l'utilisateur prioritaire suivant les situations : de conduite, d'accident, d'urgence. Nous pouvons alors bâtir un arbre qui décline les différentes « familles comportementales » (voir figure 1). Le sentiment prioritaire a été identifié dans l'analyse comme un facteur d'accident dans 18 cas sur les 23, 5 cas n'intègrent pas le sentiment prioritaire.

Nous avons analysé les stratégies de conduite des impliqués en nous appuyant sur les protocoles verbaux recueillis lors des entretiens menés suite à leur accident. L'objectif est d'identifier les comportements et les stratégies adoptées par les conducteurs en les corrélant aux éléments de l'infrastructure routière. La figure 1 décrit la chronologie des événements. Cette figure est simplement descriptive et ne peut pas rendre compte de la complexité de l'accident. C'est ensuite et uniquement grâce aux données issues de l'EDA que nous avons pu différencier les différentes familles d'accidents.

Dans un premier temps, nous analysons le comportement du conducteur à l'approche de l'intersection. Observe-t-il les environs, fait-il preuve de vigilance vis-à-vis de véhicules potentiels qui pourraient arriver ? Est-ce qu'il ralentit à l'approche de l'intersection, et modifie son allure en fonction du lieu. Nous considérons que l'émergence d'un fort sentiment prioritaire peut se caractériser à ce niveau par plusieurs types de réactions. En période d'approche, le conducteur qui n'observe pas l'intersection qu'il va devoir franchir et/ou qui maintient son allure, suppose qu'il n'a pas à s'occuper des autres véhicules se trouvant sur un axe secondaire, car il considère que ces véhicules lui doivent la priorité. Les déclarations des conducteurs prioritaires sur la portion de l'approche illustrent ces comportements significatifs de manque d'observation et de maintien de la vitesse : « ... *je suis sur une route prioritaire... ce stop même pas j'y pense... je passe confiante... je trace...* ».

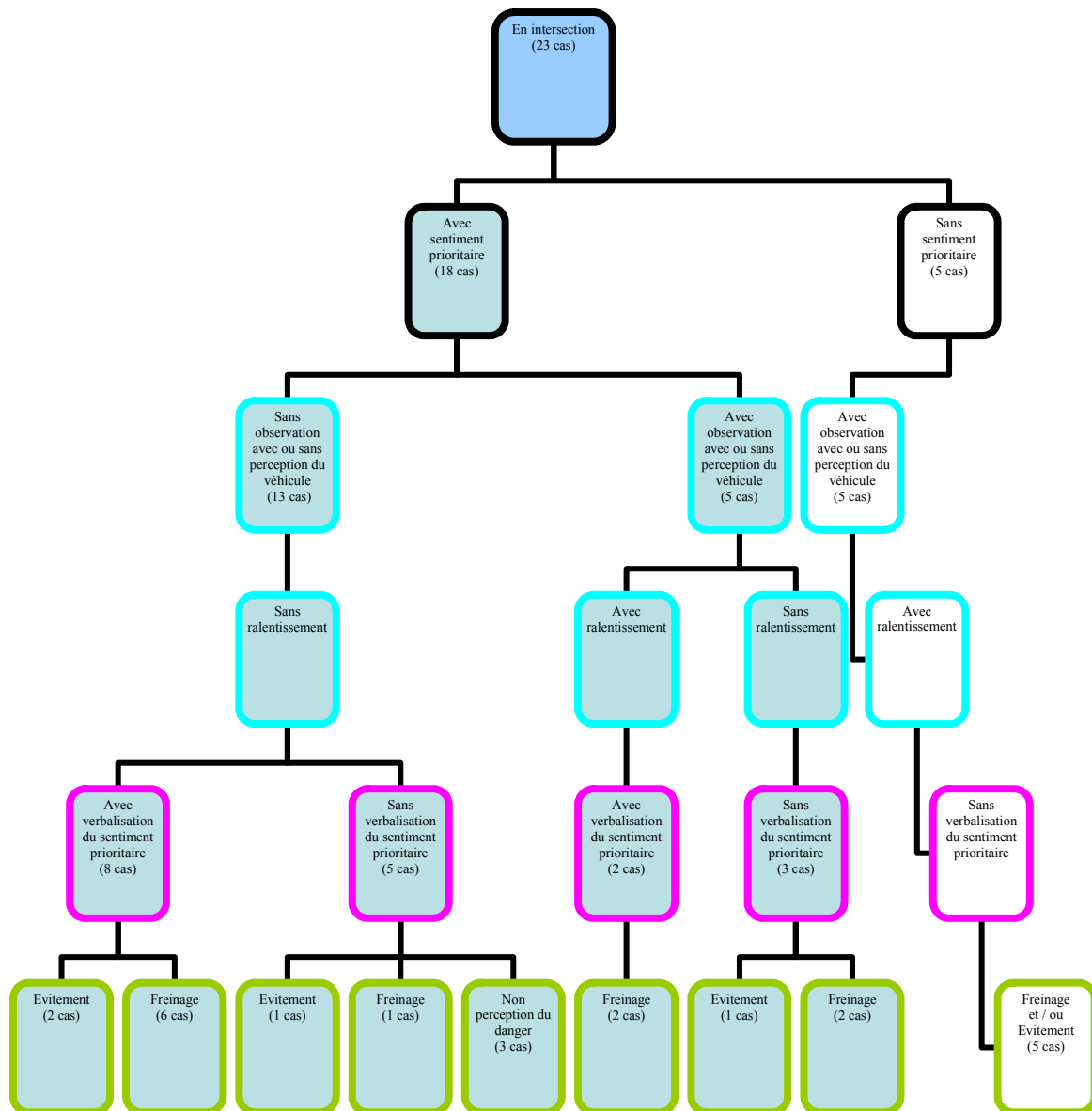


Figure 1 - Classement des accidents en fonction de la situation d'approche (en bleue), de rupture (en rose), d'urgence (en vert)

Le conducteur prioritaire se retrouve ensuite en phase d'accident, il est alors confronté à l'autre véhicule et va devoir réagir. Le fort sentiment prioritaire, si il est déjà présent, peut être renforcé mais peut aussi uniquement émerger pendant cette phase. Par exemple ce conducteur déclare, en percevant l'autre véhicule au milieu de la chaussée « ... *qu'est ce qui fout là il est fou !!...* ». On interprétera ce commentaire comme si le conducteur jugeait que l'autre véhicule gênait sa progression, sous entendu qu'il ne doit pas se trouver là et que ce tiers devrait réagir en dégagant le passage afin de réguler la situation : « ... *Je pensais au dernier moment que la voiture elle m'avait vu et je pensais qu'elle aurait freiné...* ». Le conducteur se trouve alors dans l'attente que l'impliqué non prioritaire transforme la

situation conflictuelle en une situation de conduite normale car c'est lui qui est à l'origine du dysfonctionnement. Il dispose alors d'un temps pendant lequel il peut réagir, qui est très court. Dans la mesure où il juge la situation d'accident en terme de droit à la priorité, il gaspille le peu de temps dont il dispose durant cette phase. Le temps de réaction se trouve ainsi rallongé, il s'agit encore de l'étape que nous avons considérée comme intermédiaire entre l'identification du signal (phase 2) et la recherche en mémoire de la réponse associée au signal reconnu précédemment (phase 3), de la séquence de processus de Theios [10].

Il existe une condition particulière pendant laquelle le conducteur demeure bloqué lors de l'identification du signal (phase 2) car il émet une interprétation erronée de la situation et n'a pas intégré le danger, par conséquent il ne produit pas de réaction adaptée.

En résumé, le sentiment prioritaire peut être exprimé soit en situation d'approche par les comportements de progression linéaire et de non observation de l'environnement, soit en situation d'accident via une verbalisation de ce sentiment prioritaire. Nous avons ainsi distingué quatre familles d'usagers (décrites ci-dessous dans la partie résultats). La première famille est composée de conducteurs dont le sentiment prioritaire s'exprime en situation d'approche et en situation d'accident. Les usagers de la deuxième famille expriment le sentiment prioritaire uniquement en situation d'approche, il n'apparaît pour les conducteurs de la troisième famille, qu'en situation d'accident. Quant à la quatrième famille, il s'agit de conducteurs qui ne manifestent jamais de sentiment prioritaire.

4. RESULTATS

4.1. Première famille (8 cas) : sentiment prioritaire très affirmé

Généralités

C'est la famille la plus importante en nombre. La majorité des conducteurs effectuent le déplacement dans un but utilitaire, soit pour faire une course, soit pour se rendre sur leur lieu de travail, ils quittent ou se rendent tous vers leur domicile. Dans tous les cas, l'accident a lieu soit sur la commune de résidence des conducteurs, soit sur une commune très proche, ils fréquentent quotidiennement le site de l'accident qu'ils connaissent très bien. Les vitesses pratiquées à l'approche de l'accident sont soit en dessous, soit en limite de la vitesse réglementée. Un seul conducteur dépasse la limite de 30 km/h. La majorité de ces conducteurs n'a jamais été victime d'un accident de la circulation auparavant, ils possèdent leur permis de conduire depuis plus de 4 ans. Les manœuvres des usagers non prioritaires auxquelles sont confrontés les conducteurs prioritaires sont variables. Au niveau de l'intersection, les conducteurs non prioritaires peuvent venir de droite comme de gauche avant de « couper la route ».

Les conducteurs non prioritaires sont diversifiés : hommes et femmes de 22 à 70 ans. Dans tous les cas, ils ne sont pas infractionnistes, ils traversent lentement l'intersection.

Sentiment prioritaire

Les conducteurs prioritaires ont un sentiment qualifié de très affirmé car ils l'expriment en situation d'approche et en situation d'accident. En approche, ils n'observent pas l'environnement de l'intersection et ne ralentissent pas. En phase d'accident, au moment où le véhicule non prioritaire est perçu, ils revendiquent une priorité qu'ils estiment largement en leur faveur. Les protocoles verbaux décrits ci après l'attestent clairement. Les conducteurs réagissent pour la majorité par une manœuvre de freinage ou par une tentative d'évitement. Notons qu'une conductrice de cette famille klaxonne afin de réaffirmer son sentiment de priorité et dans le but de faire dégager de la chaussée le véhicule non prioritaire, juste avant de réagir par une manœuvre de freinage.

Les déclarations sur la période de l'approche de l'intersection sont naturellement pauvres dans la mesure où n'observant pas la chaussée et ne ralentissant pas, les conducteurs prioritaires atteignent une intersection sans en avoir réellement conscience. Ils se comportent comme s'il n'y avait pas de rupture dans l'infrastructure en poursuivant leur cheminement sur un itinéraire rectiligne sans intersection. En revanche ils sont bavards dès qu'il s'agit de décrire leur réaction après détection du danger. Ils l'expriment fréquemment sous forme d'interrogation accompagnée de jugement « ... *mais qu'est-ce qu'il fait là, il est fou ce type ?!!... oh mais qu'est-ce qu'elle me fait ?... mais qu'est-ce qu'elle fait ? elle sort ? elle sort ?...* ». La forme interrogative employée par les conducteurs renvoie au fait qu'ils n'envisagent pas qu'un véhicule puisse effectuer cette manoeuvre. Ils jugent anormal le comportement du véhicule qui est en train de s'avancer sur la chaussée. C'est à ce moment-là qu'ils perdent le temps qu'ils auraient pu consacrer à réagir. Ensuite ces conducteurs expriment leur attente forte de régulation de la part du conducteur non prioritaire. C'est à l'autre de réagir, de rétablir la situation pour qu'elle ne soit plus dangereuse. Ils perdent encore un peu plus de temps car ils ne réagissent pas non plus pendant cette période d'attente de régulation « ... *elle va s'arrêter, elle va freiner... j'ai klaxonné tout en disant elle va s'arrêter... je pensais qu'elle aurait freiné...* ». Leur but initial va d'ailleurs consister à poursuivre leur itinéraire et échapper à la situation car c'est à l'autre conducteur que revient la responsabilité de réagir. Un conducteur va même jusqu'à déclarer « ... *je suis mort mais je suis pas en tort...* ». Il justifie davantage sa passivité en réaffirmant son droit.

En résumé, les conducteurs de cette famille revendiquent fortement leur droit à la priorité à la fois en situation d'approche et en situation d'accident. La distance de visibilité suffisante aurait pu leur permettre de réagir à temps et éviter l'accident. Mais ils ont transféré vers le conducteur non prioritaire l'entière responsabilité de la situation conflictuelle et par conséquent dépensé le crédit espace-temps dont ils disposaient pour réagir.

Réflexions sur l'aménagement

Les intersections sont situées en rase campagne ou en milieu péri-urbain dégagé. Les routes prioritaires sont de grandes infrastructures qui supportent un fort trafic. Ce sont généralement des anciennes routes nationales. Dans les accidents où les conducteurs prioritaires ont effectué des manoeuvres de freinage, les distances d'intervisibilité sont relativement importantes (de 60 m à 200 m du lieu d'accident), les vitesses déclarées et validées par la reconstitution cinématique sont fortes (on a pu relever 120 km/h dans un cas). Les calculs des temps disponibles pour le conducteur prioritaire situent une fourchette entre 4.5 et 5.5 secondes qu'il a gaspillé.

Cette valeur, qui se rapproche des 6 secondes, montre que l'accident aurait pu être évité si le conducteur prioritaire n'avait pas « poussé » si loin sa revendication de droit au passage. Du point de vue de l'infrastructure, l'aménagement de l'axe prioritaire n'apporterait rien, aucun message d'alerte supplémentaire (équipement vertical ou horizontal) ne serait efficace pour des conducteurs qui revendiquent « coûte que coûte » la priorité. Si une action sur l'aménagement n'est pas crédible pour la route prioritaire, la piste d'une action d'information (dans le cadre de formation au permis de conduire ou d'action de communication) mérite réflexion.

L'analyse des accidents fait apparaître une incompréhension de l'aménagement de l'intersection pour les non prioritaires. Les jeunes sont impliqués dans des intersections « atypiques » et les personnes âgées sont impliquées dans des grandes intersections aménagées (plusieurs voies, îlots centraux).

L'assiette foncière des intersections est importante et un réaménagement est toujours possible, particulièrement en rase campagne. Cependant, tous les cas et au delà d'une simplification de l'intersection, les aménagements pourraient faire l'objet d'améliorations ponctuelles par la suppression de gêne à la visibilité due à la signalisation verticale de danger ou de jalonnement ou due à l'environnement proche : taille de haies, déplacement d'équipements de mobilier urbain. Des actions qui demandent peu de moyens mais qui permettent d'augmenter la visibilité d'inter distances et de donner « plus de temps » à l'utilisateur non prioritaire.

4.2. deuxième famille (5 cas) : les conducteurs non-vigilants

Généralités

Ici, les conducteurs prioritaires font partie d'un groupe relativement homogène qui présente les caractéristiques suivantes : Ils se déplacent sur le trajet domicile travail qu'il empruntent quotidiennement ou fréquemment, ils ont tous une surexpérience du lieu de l'accident. Ce dernier est à moins de 5 km de leur domicile. Tous les conducteurs possèdent leur permis de conduire depuis plus de 5 ans, ils circulent en approche du lieu de l'accident soit à la limite de la réglementation, soit 5 km/h au-dessus. Ceux qui dépassent légèrement la vitesse réglementaire au moment de leur accident, sans être des infractionnistes récidivistes, ont été sanctionnés pour un ou plusieurs excès de vitesse depuis qu'ils ont obtenu leur permis de conduire. La vitesse pratiquée peut être expliquée par la très bonne connaissance du lieu de l'accident, génératrice d'une confiance excessive et par conséquent d'un relâchement de la part du conducteur. Sans vouloir consciemment dépasser la limite autorisée, le conducteur ne surveille pas son compteur de vitesse.

Les usagers non prioritaires ne savent pas interpréter les lieux à cause de la complexité de l'aménagement ou de la signalisation. On peut montrer une hétérogénéité de régime de priorité (Stop, cédez le passage, priorité à droite...) qui a perturbé le conducteur pendant les derniers kilomètres de son trajet.

Sentiment prioritaire

Cette famille regroupe des conducteurs dont le sentiment prioritaire s'exprime principalement en situation d'approche. En effet, ils affirment leur statut par des comportements de maintien de la vitesse à proximité de l'intersection et de non

vigilance. Malgré l'imminence de l'accident, la plupart des conducteurs demeurent persuadés qu'ils ne doivent pas observer la chaussée et par conséquent ne détectent jamais le danger.

En approche du lieu de l'accident, les conducteurs n'observent pas la chaussée et ne ralentissent pas leur allure. En situation d'accident, ils ne verbalisent pas de sentiment prioritaire car pour la plupart ils n'ont même pas perçu de danger, c'est-à-dire qu'avant le choc, ils ne détectent jamais le véhicule non prioritaire. Tout se passe comme si ils étaient persuadés que c'est aux autres usagers que revient l'obligation de vigilance et qu'ils ne percevaient aucun véhicule. Pour les deux conducteurs qui ont finalement détecté un danger, ils ne peuvent que réagir tardivement par une manœuvre d'évitement ou une manœuvre de freinage.

Les productions verbales des conducteurs prioritaires de cette famille montrent qu'ils revendiquent le fait de ne pas observer la route. Ils insistent sur le fait qu'ils considèrent qu'ils n'ont pas à effectuer cette démarche active d'observation. Ce comportement est conscient, mais également volontaire. Ainsi un conducteur explique sa conduite avant d'atteindre l'intersection « ... *je cherche pas midi à 14h... y a un stop même pas j'y pense... je regarde pas ce qui se passe à côté... c'est un cédez le passage donc je suis prioritaire...* ». Les deux conducteurs qui perçoivent finalement un véhicule manifestent un sentiment de surprise lorsqu'ils le véhicule adverse « surgit ». Ils mettent en exergue la rapidité à laquelle leur apparaît ce véhicule « ... *il est arrivé comme une fusée... subitement je vois une voiture devant moi...* ». Il se dégage également une certaine passivité de la part de ces conducteurs « ... *on m'a coupé le passage...* ». Ils se considèrent comme des victimes de ce véhicule.

Actions sur l'aménagement

Les intersections se situent toutes en zone péri urbaine. Dans les cas où l'utilisateur prioritaire réagit en situation de rupture, l'approche est rapide, dégagée. Eu égard aux vitesses pratiquées et surtout au peu de temps final pour réagir, l'accident ne peut être dynamiquement évité.

Dans les cas où l'utilisateur prioritaire n'a pas le temps de réagir, les intersections sont des intersections étendues relativement complexes qui permettent d'écouler un fort trafic de périphérie de ville. Le bruit visuel peut être important (publicité, signalisation d'information, de direction, de prescription, signalisation horizontale, nombre de voies...).

Eu égard à la topographie et/ou à la configuration de l'aménagement, les distances d'intervisibilité sont faibles (entre 15 et 50 m). Alliés à des vitesses déclarées d'environ 55 km/heure, corroborés par la reconstitution cinématique, les temps disponibles pour le conducteur prioritaire sont compris entre 1 et 3.3 secondes. On montre, en se référant aux différentes phases théoriques des temps de réaction décrits en début de cet article, l'impossibilité d'éviter l'accident.

Dans certains cas, la configuration des lieux rendant difficile une amélioration de l'intervisibilité (immeubles...), d'autres actions doivent être analysées : simplification, homogénéisation, renforcement de la lisibilité de la perte de priorité. En effet, l'assiette foncière de l'aménagement est large et on pourrait préconiser une

simplification de l'aménagement de type rond point par exemple. Une action moins coûteuse pourrait être, au regard des mécanismes d'accidents mis en évidence, une homogénéisation des régimes de priorité plus que la mise en place systématique d'un Stop (sensé rassurer). Des ajustements dans l'aménagement, qui peuvent sembler des détails, mais qui ont leur importance, peuvent être le déplacement de signalisation verticale (tête d'îlots...) afin d'améliorer ponctuellement la visibilité ou lever des ambiguïtés. L'entretien des haies ou leur suppression sont également évoqués.

4.3. Troisième famille (5 cas) : les conducteurs inflexibles

Généralités

Quatre accidents sur cinq présentent des caractéristiques assez similaires en terme de déplacement, de vitesses pratiquées à l'approche de l'accident, de connaissance du site de l'accident et enfin d'expérience de conduite qui est importante : Les conducteurs possèdent une expérience de conduite importante. Ils ont obtenu leur permis de conduire depuis plus de 8 ans. Ils n'ont que rarement ou pas commis d'infractions au code de la route depuis l'obtention de leur permis de conduire.

Ils effectuent un déplacement court qui peut être entre deux communes proches voire au sein d'une même commune. Ils connaissent très bien l'itinéraire qu'ils empruntent au moins une fois par semaine depuis plusieurs années, ils sont domiciliés à côté du lieu de l'accident donc très familiers des lieux. Les vitesses pratiquées par les conducteurs en approche de l'intersection de l'accident sont au minimum de 5 Km/h en dessous de la vitesse réglementaire

En revanche, un cas est sensiblement différent. Le conducteur prioritaire est jeune, il a obtenu son permis de conduire depuis trois semaines, il ne fréquente pas souvent le site de l'accident pour vivre à plus de 50 km de celui-ci. Malgré tout ce conducteur semble, d'après ses déclarations, être familier du lieu de l'accident « ... *cette route je la connais par cœur...* ». C'est l'impression du conducteur de connaître le lieu d'accident qui semble conditionner son comportement. Ceci pourrait s'expliquer par sa fréquentation régulière en tant que passager d'un véhicule.

Les conducteurs non prioritaires arrivent de droite ou de gauche au niveau de l'intersection. Ils effectuent des traversées de chaussées ou des manœuvres de tourne à droite ou de tourne à gauche. Les motifs de déplacement sont : utilitaires (course, accompagnement ou démarche), de loisir, domicile - travail. Certains conducteurs n'ont jamais eu d'accident de la circulation, d'autres en ont déjà été victimes et considérés responsables ou non. Les situations de conduite de ces conducteurs diffèrent aussi : un conducteur âgé ne s'arrête pas sciemment au stop, un autre s'arrête trop en amont de l'intersection, une personne voit l'usager prioritaire et qui pense avoir le temps de passer, plusieurs personnes (la majorité) qui ne comprennent pas l'intersection. L'analyse des mécanismes d'accidents montre que les usagers peuvent s'arrêter au Stop sans comprendre réellement la configuration de l'intersection. Dans tous les cas, ils traversent l'intersection à faible vitesse.

Sentiment prioritaire

Pour les conducteurs de cette famille, le sentiment de priorité n'apparaît qu'en situation d'accident. Les conducteurs ont bien détecté un véhicule mais tardent à le considérer comme un danger potentiel. Ils sont ancrés dans leurs convictions réglementaires et attendent une régulation de la situation de la part d'autrui. La visibilité suffisante leur aurait pourtant permis de réagir plus rapidement.

En situation de conduite, les conducteurs observent l'approche de l'intersection, certains sont susceptibles de ralentir. En situation de rupture, ils développent un sentiment prioritaire puis réagissent par une manœuvre d'évitement ou par un freinage.

Les productions verbales de l'ensemble des conducteurs de cette famille montrent que, dès lors qu'ils ont observé l'aménagement, perçu le véhicule adverse et réellement pris en compte sa présence, ils expriment fortement une revendication de priorité : « ... *j'ai plus fait attention... je me suis pas méfié... je trace ma route... j'ai continué sans me poser de question... j'avais pas à m'arrêter...* ». Ces conducteurs prioritaires considèrent qu'ils n'ont pas à modifier leur comportement en fonction de la présence de ce véhicule au niveau de l'intersection. Il y a jusqu'au bout une attente de comportement « réglementaire » de la part du véhicule non prioritaire « ... *elle va pas passer... j'ai pas pensé qu'il allait pas s'arrêter...* ». Ce véhicule qui ne représente pas encore un danger, leur doit légitimement la priorité. Les conducteurs n'envisagent jamais qu'il puisse s'engager à un moment donné. Ils expriment ensuite leur sentiment prioritaire de manière plus directe « ... *en tout cas j'étais en priorité... j'étais de mon côté, côté priorité... j'allais tout droit...* »

Actions sur l'aménagement

L'usager prioritaire dispose d'une grande ligne droite avant l'intersection (entre 200 et 600 mètres), les intersections sont visibles et bien détectables de 70 à 100 m, au regard des vitesses pratiquées, les conducteurs disposent d'une fourchette de 4 à 6 secondes pour réagir. Mais au-delà de ces distances de visibilité bien dimensionnées, nous montrons dans l'analyse du déroulement de l'accident, des masques à la visibilité qui coupent l'intervisibilité (Allée d'arbres de haute tige, bâtiments, panneaux indicateurs et de prescription, de tête d'îlots, candélabres, véhicules en stationnement...). Cette perte de visibilité ne se produit pas en continu dans la phase d'approche et l'usager prioritaire aurait pu réagir de façon plus ajustée s'il ne s'était pas conforté dans son sentiment prioritaire.

En ce qui concerne l'aménagement, ce sont des intersections diversifiées, implantées sur des boulevards urbains ou en rase campagne. Elles sont toutes réglementées par Stop. Il est intéressant de noter que dans deux cas, les stops sont implantés en retrait de la route, les conducteurs qui veulent s'arrêter sont obligés de s'avancer pour profiter au maximum de la visibilité. C'est une configuration qui encline les conducteurs à passer dans la foulée ou du moins encourage les usagers à traverser, à ne pas s'arrêter au niveau du panneau et peut être aussi à prendre plus de risque dans la traversée dans la mesure où ils peuvent estimer qu'ils sont dans une situation inconfortable au-delà du panneau.

4.4. Quatrième famille (5 cas) : absence de sentiment de priorité

Elle concerne les conducteurs n'ayant pas développé de sentiment prioritaire. Les conducteurs observent l'intersection et ralentissent à son approche. En situation d'accident, ils n'affirment pas de sentiment de priorité, ils réagissent rapidement par un freinage, suivi ou non d'une manœuvre d'évitement.

La différence notable entre les verbalisations de ces conducteurs dont le sentiment prioritaire n'est pas présent et les autres conducteurs de notre échantillon, est que ces derniers revendiquent fortement d'être vus par le conducteurs non prioritaire. Ces conducteurs considèrent que le fait d'être perceptibles par le conducteur non prioritaire leur confère une sécurité lors du franchissement de l'intersection. Pour les conducteurs de cette dernière famille, ne pas être suffisamment visible par autrui constitue un danger potentiel. Ils redoublent de prudence par une vigilance accrue et une réduction de leur allure. Face à la situation d'accident leur absence de sentiment de priorité les fait réagir dès la perception de l'obstacle et de la manière qui leur semble la plus adaptée.

L'analyse des protocoles verbaux fait apparaître une certaine appréhension de leur part sans qu'ils soient toujours en mesure d'expliquer la raison de leur méfiance à l'approche du lieu. Cela se manifeste par une diminution de l'allure à l'approche de l'intersection « ... j'ai lâché mon accélérateur... je devais être à 85 km/h, je suis descendu à 80 km/h... j'ai commencé à freiner à ralentir... je roule pas vite sur cette route... ». Certains ont d'ailleurs été témoins d'accident à cet endroit, ou ont entendu des récits d'accidents « ... je fais attention quand même parce que tout le monde nous dit que ce carrefour est dangereux... à chaque fois que j'arrive ya l'appréhension... ». Les conducteurs déclarent ensuite avoir poursuivi l'observation des lieux, et dès la détection du danger, ils ont réagi le plus rapidement et le plus efficacement possible « ... je regarde, on sait jamais même si je suis prioritaire... dans ce carrefour là je suis toujours hyper attentive... mais l'autre elle s'est pas arrêtée... elle a pas marqué le stop... j'ai vu qu'elle regardait pas mon véhicule... j'ai freiné tout ce que je pouvais ... ». On notera que pour ces conducteurs il est important d'être vu par le véhicule adverse. Le conducteur sait qu'il possède le statut prioritaire sans que cela lui en confère le sentiment qui caractérise pourtant les conducteurs des autres familles. L'environnement semble être à l'origine de ces différences comportementales.

Actions sur l'aménagement

La conception de l'infrastructure participe de manière importante à la genèse de l'accident. Nous attribuons un poids conséquent au manque de visibilité. En effet, pour ces cas l'intervisibilité faible (moins de 50 m) permettrait d'expliquer le comportement des conducteurs dans leur absence de sentiment de priorité. Les conducteurs connaissent tous l'intersection pour la pratiquer de manière régulière, voire quotidienne. Ils savent que les conducteurs non prioritaires désirant traverser l'intersection ne sont pas en mesure de les voir correctement. De la même façon, ils ne sont pas en mesure de voir ces conducteurs de manière optimale. C'est l'intervisibilité faible en situation d'urgence et/ou d'accident qui est le souci majeur alors que dans les familles précédentes, la problématique liée à l'intervisibilité intervient en situation de conduite et en situation d'accident.

L'action sur l'infrastructure peut s'avérer quelque fois difficile voire impossible au regard de la configuration des lieux. Cependant dans quelques cas, une amélioration de l'intervisibilité par un meilleur entretien des talus et des arbres (coupe et taille) permettrait d'améliorer la situation. De la même manière, un règlement d'urbanisme plus contraignant permettrait de limiter les hauteurs de clôture d'éloigner les bâtiments des bords de parcelles et d'imposer un entretien régulier des haies afin de ménager une visibilité correcte.

5. DISCUSSION ET CONCLUSION

L'objectif de ce travail n'est pas de démontrer et prouver mais de décrire et comprendre. Il se situe dans une démarche euristique que seules les Etudes Détaillées d'Accident par leur degrés de finesse permettent de comprendre et d'expliquer. Le développement d'hypothèses et de recherches au plus près des problèmes réels de sécurité routière sont alors possibles. Il y a à la fois un intérêt pour la compréhension (révélateur de difficultés) et pour l'application (comprendre les problèmes et leurs contextes est une condition nécessaire pour définir des mesures adaptées).

Nous avons pu générer dans notre recherche une typologie d'accidents et expliquer en quoi le sentiment de priorité pourrait être un des facteurs à l'origine et/ou un facteur aggravant de l'accident. Une meilleure appréhension de la situation par le conducteur prioritaire et notamment par une affirmation moins grande de son sentiment de priorité aurait pu contribuer à éviter certains accidents ou au moins minimiser la violence des chocs. Ce comportement n'est pas corrélé, dans la majorité des cas, à une vitesse excessive sauf sur les grandes infrastructures dégagées. Nous confirmerons ici l'image d'un « gaspillage de crédit espace-temps » (Girard, 1987) qui peut être important [5]. Ceci montre en corollaire que de grandes lignes droites alliées à des distances de visibilité importantes en approche d'intersection, si elles peuvent être sécuritaires, peuvent avoir des contre effets. L'analyse de l'intervisibilité doit être réalisée au fur et à mesure du déroulement de l'accident. Les non prioritaires ont franchi l'intersection car ils ont mal compris l'aménagement. Qu'ils aient franchi l'intersection dans la foulée ou qu'ils se soient arrêtés et qu'ils aient redémarrés, la non compréhension des lieux est toujours prégnante.

Les EDA nous ont permis de confirmer notre hypothèse en ce qui concerne le comportement des conducteurs et les configurations d'intersections. Malgré tout, nous ne disposons pas de mesures très précises sur le temps de réaction. A partir de données pourtant très détaillées nous avons montré que le TR augmentait avec le sentiment prioritaire, mais s'il est difficile de fournir des informations chiffrées. Mesurer la perte de temps provoquée par un sentiment de priorité nécessite des outils qui ne sont pas disponibles sur les lieux de l'accident. Les approximations mises en évidence sur ce paramètre dans les reconstitutions d'accidents, montrent la difficulté d'une estimation précise. Nous avons besoin d'expérimentations plus cadrées pour avoir une idée de la fourchette dans laquelle se situe ces temps de réaction et pour mettre en évidence des pistes d'amélioration de l'aménagement ; à la fois dans le dessin et l'espace mais aussi dans la gestion de l'équipement routier.

Une piste qui nous paraît intéressante à développer est le montage d'expérimentations sur simulateur de conduite étudiant les liens entre la configuration de l'infrastructure et le sentiment de priorité :

- L'amélioration de la connaissance des temps de réaction en lien avec le sentiment de priorité, permettrait d'affiner et de questionner la fourchette de 4 – 6 secondes utilisée dans les guides sur l'infrastructure routière [17].
- L'analyse des éléments d'incompréhension d'aménagement existant générant ces accidents serait une aide à la conception des infrastructures.

Le simulateur de conduite développé dans l'Unité de recherche Mécanismes d'accidents de l'Ifsttar sur lequel nous testons les effets de l'expérience de conduite, des psychotropes ainsi que des éléments de l'environnement pourrait être un bon outil dans ce sens [18][19].

Les actions d'éducation ou de communication sur la dangerosité potentielle d'une revendication de priorité constituent également des pistes à développer. Dans la mesure où les conducteurs prioritaires connaissent très bien les lieux, un message ayant pour ligne directrice « c'est pas parce que vous connaissez bien les lieux que les autres aussi » ne nous paraît pas hors de propos. Il bénéficierait à l'ensemble des usagers.

RÉFÉRENCES

1. AIPCR (2003), Manuel de sécurité routière, AIPCR Editions, 603 pages.
2. Yerpez, J., Ferrandez, F., (1986), Caractéristiques routières et sécurité, reconnaissance des facteurs route dans la genèse des accidents, Synthèse n°2, 63 pages.
3. Brenac, T., (2007) Des analyses de cas d'accidents aux conclusions pour l'action: différentes voies selon les objectifs et les contextes d'étude, in Brenac & Lemoine (Eds) Séminaire "L'utilisation de scénarios types d'accidents dans les diagnostics de sécurité routière", Aix-en-Provence, 12 octobre 2006, INRETS; SETRA; CERTU, p12-17.
4. Fleury, D. Tira, M. (2010), Etat des recherches sur l'appréhension de la sécurité par le territoire, Colloque AISRe-ASRDLF 2010, 20 - 22 Septembre 2010, Aoste, Italie.
5. Girard Y., Lepesant C. (1987), Comportement des usagers sur intersections aménagées à travers l'analyse clinique des accidents, Le cas des usagers prioritaires, Rapport intermédiaire de recherche, INRETS, 67 pages.
6. Van Elslande P., Fouquet K. (2004), Analyse approfondie de l'accidentologie en aménagement urbains : erreurs, facteurs, contextes de production, Rapport de convention INRETS-DSCR, INRETS, 83 pages.
7. Ferrandez, F., Fleury, D., Malaterre, G. (1986). L'étude détaillée d'accidents (EDA), une nouvelle orientation de la recherche en sécurité routière in Recherche Transports Sécurité, 9-10, pages 7-33.
8. Ferrandez, F., Brenac, T., Girard, Y., Lechner, D., Jourdan, M., Nachtergaele, C., Michel, J.E., (1995), L'étude détaillée d'accident orientée vers la sécurité primaire. Methodologie de recueil et de pré-analyse, Presses de l'ENPC, 244 pages.
9. Vanderheaghen, C., (1982), Psychobiologie de l'attention. Temps de réaction et potentiel évoqués, L'année psychologique, VOL 82, pages 473-495.
10. Theios, J., (1973), reaction time measurements in the study of memory processes : theory and data in G. H. Bower (edit.), the psychology of learning and motivation : Advances in research and theory, vol. 7, New York , academic press, pages 418-440.
11. Malaterre, G., (1986), temps de réponse et manoeuvre d'urgence, in Recherche Transports Sécurité n°12, pages 6-11.
12. Barret G. V., Kobayashi M., Fox B. H., (1968). Feasibility of studying driver reaction to sudden pedestrian emergencies in an automobile simulator in Human Factor, 10 (1), pages 19-26.

13. Summala H., (1981). Drivers' steering reaction to a light stimulus on a dark road *Ergonomics*, 1981, vol.24, NJ 2, pages 125-131.
15. Malaterre, G., Lechner, D., (1989), Expérimentation de manoeuvre d'urgences sur simulateur de conduite, rapport INRETS n°104, 1989, 60 pages.
14. Valat, M., Le Breton, B., Laurens, J.F., Vernet, M., (1992), Faisabilité d'une procédure de mesure des temps de réponses des conducteurs à des signaux d'alerte; INRETS, PM.
16. DACOTA, (2010), Road safety Data Collection, Transfer and Analysis, Projet européen
17. AIPCR (2010), Human Factors Guideline for Safer Road Infrastructure, <http://www.piarc.org>, 57, pages.
18. Berthelon C., Nachtergaele C., Perrin C., Aillerie I. (2007), Simulation de scénario d'accident piéton et expérience de conduite. *Recherche Transports Sécurité*, n° 97, pages 73-89.
19. Berthelon C., De Loncamp A., Coquerel A., Denise, P. (2008), Residual effects of zolpidem, zopiclone and flunitrazepam on the processing of visual information in driving context. *European Review of Applied Psychology*, vol. 58, n° 2, pages 111-116.

La rédaction de l'analyse des comportements a bénéficié des précieux conseils de Catherine Berthelon, Directrice de recherche à l'Unité de recherche MA de l'IFSTTAR.