

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

Rapport intermédiaire n° 2 (à 24 mois)

IFSTTAR – TS2 / Laboratoire Mécanismes d'Accidents (Salon-de-Provence)

JONCTION Bureau d'Études (Aix-en-Provence)

Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (DTerOuest) (Ex CETE de l'Ouest)

Laboratoire Cognition, Langues, Langage, Ergonomie (UMR 5263), Université de Toulouse Le Mirail (Toulouse)

**Convention 2012/MP/06
Décembre 2014**

Non confidentiel



Auteurs :

Joël Yerpez, Jean-Yves Fournier

Département Transport Santé Sécurité (TS2) / Laboratoire Mécanismes d'Accidents (LMA), Salon de Provence
Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux (IFSTTAR)
Cité Descartes - Champs sur Marne - 14-20 Boulevard Newton - 77447 Marne la Vallée Cedex

Marina Hughes

JONCTION Bureau d'Études
Avenue Gaston Berger - 13652 Aix-en-Provence

Stéphanie Bordel, Matthieu Adam

Centre d'études sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema), DTerOuest (Ex CETE de l'Ouest)
MAN - 9 rue René Viviani - 44262 Nantes

Stéphane Perrissol

Laboratoire Cognition, Langues, Langage, Ergonomie, Unité Mixte de recherche CLLE (Cognition, Langues, Langage, Ergonomie, UMR 5263)
Université de Toulouse le Mirail
3 rue Michel Ange - 75794 Paris

SOMMAIRE

1. Contexte du projet et rappel de la méthode	5
1.1 Objet du document	7
1.2 Avancement du projet.....	7
2. Bibliographie	11
Introduction.....	11
2.1 Les Études Détaillées des Accidents (EDA) : comprendre les mécanismes complexes d'accidents	11
2.1.1 Une démarche spécifique	11
2.1.2 Qu'est-ce que le recueil de l'EDA ? Un recueil de détails inégalé pour comprendre les accidents.....	12
2.1.2.1 L'entretien, l'accident et l'impliqué	12
2.1.2.2 Recueils sur l'infrastructure, l'environnement et le véhicule.....	14
2.2 Le sentiment de priorité comme participant à la genèse d'accidents.....	15
2.2.1 Un enchaînement de situations	15
2.2.2 Sentiment de priorité.....	18
2.3 Temps de réaction du conducteur (approche cognitive)	19
2.4 Éléments liés à l'infrastructure.....	22
2.4.1 La sécurité routière des intersections : un problème complexe	22
2.5 Intérêt du simulateur pour l'amélioration des connaissances dans le domaine de la conduite automobile en général et pour l'étude du temps de réponse en carrefour en particulier	28
2.5.1 SARI et le panneau AB2 : infrastructure et statut prioritaire	30
2.6 Sentiment de priorité et optimisme comparatif, une articulation novatrice ?	31
2.7 Conclusion	32
3. Du recrutement vers des groupes homogènes	35
3.1 Élaboration de l'échantillon.....	35
3.2 Groupes homogènes	37
4. Simulateur de conduite, conditions d'expérimentation	39
5. Approche spécifique des données	41
5.1 Organisation et qualification des données questionnaires	41
5.2 Organisation et qualification des données simulateurs	42
5.3 Organisation et qualification des entretiens post passation.....	44
6. Premiers éléments sur les données.....	45
6.1 Entretiens post passation	45
6.2 Passation simulateur	45
6.3 Questionnaires	49

7. Premières interprétations	53
7.1 Simulateur	53
7.2 Questionnaires	56
7.3 Approches conjointes	57
8. Conclusion	59
Références bibliographiques.....	61
Table des illustrations.....	65
ANNEXES.....	67
Annexe 1 : Le simulateur de conduite de Salon-de-Provence	69
Annexe 2 : Manifestation et caractérisation du sentiment affirmé de priorité lors de l'entretien post passation, analyse par participant et par groupe expérimental	71
Annexe 3 : Lexique des données simulateur et de leurs codages	79
Annexe 4 : Tableau d'enchaînement d'actions en fonction des phases de l'intersection	87

1. Contexte du projet et rappel de la méthode

Le projet SANTAFÉ se propose d'étudier de manière approfondie et novatrice le sentiment de priorité, observé dans des études précédentes (Hughes et Yerpez, 2011 ; Ragot-Court et Van Elslande, 2011) grâce à des expérimentations sur simulateur de conduite (Damm et al., 2011 ; Espié et al., 2005), plus précisément l'analyse du temps de réponse, en lien avec l'infrastructure (Bordel et Somat, 2011) et des variables psycho-sociales propres aux conducteurs [optimisme comparatif] (Perrissol et al., 2011) dans une perspective intégrée, c'est-à-dire prenant en compte simultanément le comportement et l'infrastructure.

Au travers des connaissances ainsi produites, il s'agit de questionner l'éducation routière, les guides de conception d'infrastructure et plus particulièrement la signalisation routière. Nous contribuerons ainsi aux débats actuels sur la compréhension et l'intégration des facteurs humains dans ces guides de conception. Nous répondrons enfin au vœu exprimé par l'Association Mondiale de la Route – AIPCR : « 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 » (AIPCR, 2003).

Nous avons montré à partir des Études Détaillées d'Accidents (EDA) que le « sentiment affirmé de priorité » ressenti par les usagers de la voie prioritaire d'une intersection pouvait être identifié comme facteur d'accident important et que ce sentiment pouvait être relié aux éléments de l'infrastructure routière et à des actions de sécurité routière. En effet, d'autres travaux réalisés sur simulateur de conduite ont montré que le panneau de circulation AB2 (Cf. Figure 1) renforce les participants dans leur « statut » de prioritaire sur les voies secondaires (Rosey et al., 2008).



Figure 1 : Panneau AB2

Le conducteur qui développe ce fort sentiment prioritaire néglige les signaux précurseurs d'une situation conflictuelle. Provoquant une absence de régulation de la situation (ralentissement, observation), il participe à la genèse de l'accident. Bien que connu et déjà mis en évidence dans des études, ce paramètre a été peu étudié. Il est objectivement difficilement mesurable et reste estimable de manière subjective.

Si l'ensemble des travaux cités ci-dessus concourt à l'hypothèse de l'existence d'un sentiment de priorité, sentiment qui pourrait être amorcé et/ou renforcé par l'infrastructure et qui pourrait conduire les conducteurs à réagir tardivement face à une situation d'accident, dans une logique systémique, on peut également supposer que des variables psycho-sociales viennent moduler ce sentiment. De ce

point de vue, il est pertinent de s'intéresser au concept d'optimisme comparatif (OC). L'OC se définit comme une tendance des individus à considérer que les événements positifs auront plus de probabilité de leur arriver qu'à autrui. À l'inverse, ils considèrent qu'ils seront moins concernés qu'autrui par la survenue d'événements négatifs. Dans le domaine de la conduite automobile, il s'agit d'estimer la perception du conducteur quant à sa propension à avoir un accident de la route (Guppy, 1993) comparativement au « conducteur moyen ». Outre la probabilité d'être victime d'un accident de la route, l'OC porte également sur les capacités de conduite (McKenna et al., 1991 ; Walton et Bathurst, 1998). Ainsi, si l'OC amène les conducteurs à se percevoir comme ayant des capacités de conduite supérieures à celles des autres conducteurs, alors l'OC peut de ce fait les amener à se percevoir comme étant plus susceptibles de réagir de façon adéquate face à une situation d'accident et donc les amener à négliger les éléments de la situation.

Fort de ces premiers éléments, SANTAFÉ pose l'hypothèse de l'existence d'un sentiment de priorité, sentiment qui pourrait être amorcé et/ou renforcé par l'infrastructure et par l'optimisme comparatif, et qui pourrait conduire les conducteurs à réagir tardivement en situation d'accident.

Afin de valider ou d'infirmer cette hypothèse, nous avons eu recours à un simulateur de conduite. Les simulateurs sont devenus des outils indispensables pour l'amélioration des connaissances dans le domaine de la conduite automobile, notamment pour l'étude de situations qu'il serait risqué d'observer en situation naturelle. Par ailleurs, ils permettent de mesurer la valeur des temps mis pour réagir ou temps de réponse. Nous souhaitons mesurer sur simulateur de conduite, le temps de réponse de conducteurs confrontés à un véhicule non prioritaire en intersection en manipulant un certain nombre d'indices environnementaux (panneaux AB2 présents ou non) mais aussi en manipulant la consigne donnée aux participants afin de mieux estimer l'influence des facteurs « infrastructure » et « consigne » sur le sentiment de priorité.

Le circuit est directement inspiré d'une infrastructure réelle située en milieu péri-urbain. Par ailleurs, outre les éléments manipulés et les variables mesurées, nous avons pris en compte la variable psychosociale d'optimisme comparatif en ayant recours à un questionnaire. Nous faisons l'hypothèse que le sentiment de priorité pourra être modulé par le niveau d'optimisme déclaré par le conducteur quant à sa probabilité estimée d'être victime d'un accident de la route, mais également quant à ses capacités estimées de conduite. Afin de ne pas influencer le comportement des participants le jour de l'expérimentation sur simulateur, un questionnaire d'OC a été distribué et rempli par les participants un mois avant la passation sur simulateur de conduite.

Les résultats des questionnaires ont permis d'évaluer l'OC des participants et ainsi de créer des groupes homogènes en vue de leur passage sur simulateur. À la suite de la passation sur simulateur, nous soumettions les participants 1) à un entretien semi-directif qui a permis d'affiner qualitativement leurs actions/réactions lors de l'expérimentation et de déterminer la manifestation verbale d'un sentiment affirmé de priorité et 2) à un second questionnaire focalisé sur les données psycho-sociales. Les réponses données aux deux questionnaires seront ensuite comparées afin de mesurer l'influence de la passation sur simulateur sur le niveau d'OC déclaré par les participants.

1.1 Objet du document

Ce deuxième rapport intermédiaire rendu à vingt-quatre mois de la notification de la convention Fondation Sécurité Routière / IFSTTAR présente une bibliographie préparatoire des différents contextes et méthodes monopolisés par l'ensemble du projet. Le document décrit et explicite les étapes des expérimentations sur simulateur et du recueil du questionnaire de psychologie sociale. Il précise le cadre d'analyse des données obtenues. Les étapes de travail explicitées sont en accord avec le planning prévisionnel de la proposition de recherche.

Mots-clés : Comportement de conduite – Accident – Intersection – Infrastructure – Simulation de conduite – Sentiment de priorité – Optimisme comparatif – Sentiment de contrôle.

1.2 Avancement du projet

Le projet SANTAFÉ a été notifié par la Fondation Sécurité Routière le 5 décembre 2012. Il regroupe quatre partenaires : l'Institut Français des Sciences et Technologie des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux (IFSTTAR), porteur du projet, le Bureau d'Études Jonction d'Aix-en-Provence, le Centre d'études sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema) (Ex Centre d'Études Techniques de l'Équipement de l'Ouest, CETE de l'Ouest), le Laboratoire Cognition, Langues, Langage, Ergonomie (UMR 5263) de l'Université de Toulouse Le Mirail. Ce document fait état du travail réalisé en 2014 par l'ensemble des membres de l'équipe. L'équipe s'est réunie deux fois à Salon-de-Provence afin d'étudier les points des ordres du jour suivants :

- Les 16 et 17 juillet 2014. Pré-analyse des données issues du simulateur : Intersections I1 à I9. Pré-analyse des questionnaires de psychologie sociale.
- Les 14 et 15 octobre 2014 à Salon-de-Provence. Pré-analyse des résultats du simulateur. Réflexions sur l'articulation des différents types de données.

Nous avons également organisé, entre ces réunions, des conférences téléphoniques pour affiner certains points particuliers de la recherche et des réunions « de domaine » plus réduites (simulateur, données psycho-sociales...).

État d'avancement par rapport au planning prévisionnel des tâches que nous avons proposé dans le cadre du projet (Cf. Figure 2).

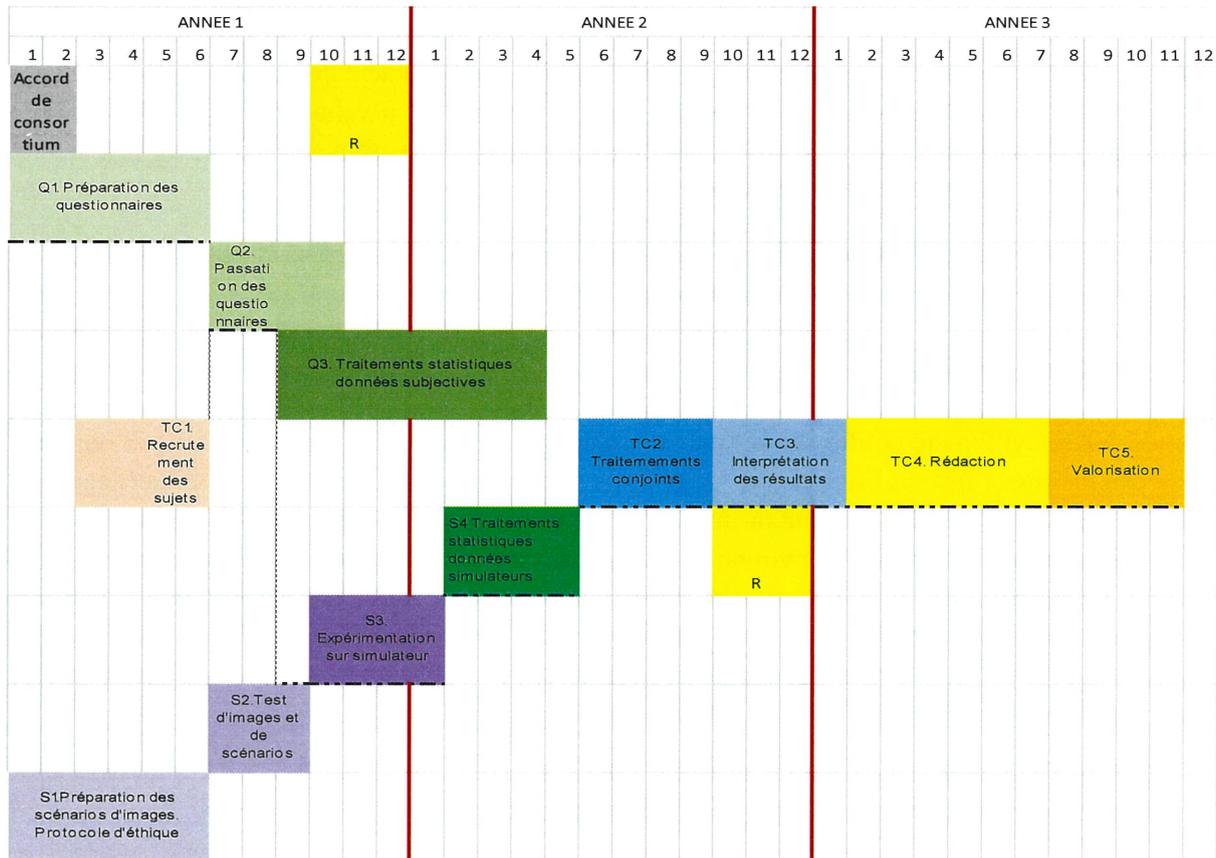


Figure 2 : Planning prévisionnel des tâches proposé dans le cadre de SANTAFÉ

Le premier livrable rendu en décembre 2013 (Yerpez et al., 2013) explicitait les différents points organisationnels et techniques de la première année du projet. Les différentes étapes du projet prévues en 2014 se sont déroulées comme convenu dans le planning initial de l'offre de recherche.

Après recrutement d'une centaine de personnes qui ont complété les questionnaires de psychologie sociale proposé par Internet, un premier travail a consisté à traiter les données des questionnaires en vue de l'élaboration de groupes homogènes quant à l'Optimisme Comparatif des participants.

À partir de ces résultats, et en respectant le délai imposé par le projet¹, l'ensemble des passations sur le nouveau simulateur de Salon-de-Provence a été réalisé, ainsi que des entretiens semi-directifs post-passation. Le simulateur de conduite est une version améliorée de celui décrit dans le projet initial (Cf. Annexe 1).

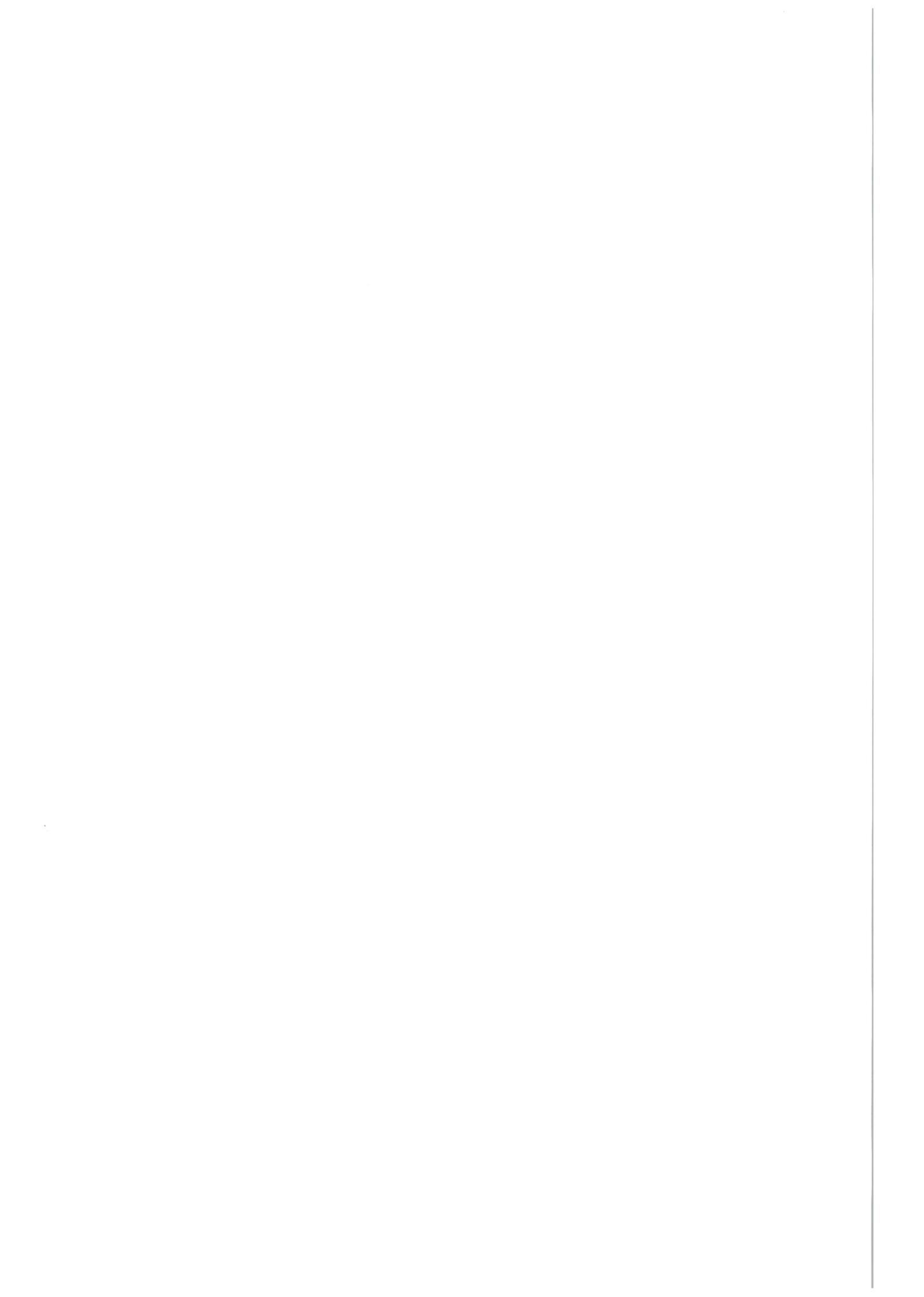
Un premier traitement d'organisation et de qualification des données a été réalisé séparément par les partenaires selon leurs spécialités (IFSTTAR et BE-Jonction pour les données sur simulateur, Cerema et Université de Toulouse pour les données issues des questionnaires).

Les premiers éléments sur l'organisation et l'articulation des données du simulateur et des données des questionnaires de psychologie sociale ont été réalisées.

¹ Le projet imposait un délai d'un mois minimum entre le remplissage du questionnaire et la passation sur simulation.

Les premières interprétations et les réflexions sur le traitement statistique et clinique ont débuté (spécifiques et conjointes).

Le plan du présent livrable reprend ces différentes étapes.



2. Bibliographie

Introduction

Notre approche est pluridisciplinaire, à la fois par l'apport des différentes disciplines mobilisées (accidentologie, aménagement, psychologie cognitive, statistique, psychologie expérimentale, psychologie sociale...) que par leur assemblage. La bibliographie préparatoire devait répondre aux différents aspects de notre problématique et à leur articulation. Elle devait permettre d'une part, de préparer l'expérimentation sur simulateur (images et scénario) et d'autre part, d'aborder l'articulation entre l'analyse des comportements sur simulateur et optimisme comparatif comme démarche enrichissante.

Le choix des paramètres définitifs de l'expérimentation sur le simulateur devait répondre à trois critères majeurs : s'appuyer sur les caractéristiques des intersections réelles qui ont été étudiées dans le cadre de la mise en évidence du sentiment affirmé de priorité dans les études détaillées des accidents², bâtir un scénario qui permette de mettre en évidence ce sentiment de priorité et intégrer les capacités de rendu du simulateur de conduite.

La bibliographie proposée traite donc de **l'analyse détaillée des accidents**, méthode d'investigation à l'origine des dysfonctionnements complexes traités dans notre recherche. Une partie s'attache au sentiment affirmé de priorité comme participant à la genèse des accidents. Cet aspect de notre questionnement s'appuie sur trois points : l'enchaînement de situations dans le contexte de la conduite et de l'accident, les éléments de comportement qui caractérisent ce sentiment de priorité, une compréhension des **temps de réaction** des conducteurs qui permet d'estimer l'ordre de grandeur physiologique de leurs capacités dans les contextes expérimentaux, l'influence de **l'infrastructure routière**, abordée de manière générale, puis particulièrement par les intersections qui intéressent notre problématique. Nous abordons **l'intérêt du simulateur** pour l'amélioration des connaissances dans le domaine de la conduite automobile et pour l'étude du temps de réponse des conducteurs avec un focus sur le panneau AB2, utilisé dans une expérimentation sur simulateur, comme influant sur le statut de prioritaire.

La bibliographie aborde l'articulation entre sentiment de priorité et optimisme comparatif, comme articulation novatrice de la problématique.

2.1 Les Études Détaillées des Accidents (EDA) : comprendre les mécanismes complexes d'accidents

2.1.1 Une démarche spécifique

Les Études Détaillées d'Accidents (EDA), développées au sein du Laboratoire Mécanismes d'Accidents (LMA) de l'IFSTTAR de Salon-de-Provence, permettent de mettre en évidence des processus générateurs d'insécurité, des défaillances du système routier et des mécanismes d'accidents. Elles sont un outil privilégié pour comprendre l'insécurité à partir de l'identification de scénarios d'accidents. Elles sont indispensables à la définition des besoins, au suivi et à l'évolution des actions de sécurité. Elles permettent de travailler à la fois sur le fonctionnement et le dysfonctionnement des systèmes. En effet, « l'accident est un objet privilégié d'analyse pour détecter certains types de

² Ce que nous avons exposé dans le livrable 1 de SANTAFÉ (Yerpez et al., 2014).

dysfonctionnement non identifiables en situations de conduite expérimentale ou par des observations de terrain » (Ferrandez, 1995). Elles permettent également de formuler des hypothèses qui sont validées sur des bases de données plus représentatives.

Inspirées en partie par des recherches réalisées aux États-Unis, leur origine en France date des années 1970, avec l'apparition des premières études cliniques en accidentologie routière. « L'objectif des EDA est d'assurer une meilleure connaissance des mécanismes à l'origine des accidents de la circulation routière et des situations auxquelles sont confrontés les usagers. Le principe des EDA consiste à reconstituer, pour chaque cas d'accident étudié, le scénario de déroulement le plus proche de la réalité et d'en analyser les processus fonctionnels impliqués, ainsi que les combinaisons de facteurs qui y contribuent » (Van Elslande, 2005).

Pour répondre à cet objectif, le Laboratoire Mécanismes d'Accidents a mis en place un recueil détaillé qui permet d'établir précisément les faits et les conditions du déroulement de l'accident et de le reconstruire.

L'analyse de ces données recueillies s'appuie sur une approche qui met l'accent sur les interactions entre l'impliqué, son véhicule et l'environnement. Un modèle cinématique permet la reconstruction et le paramétrage, dans le temps et l'espace, de la dynamique du phénomène.

Cette démarche a pour finalité 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.

2.1.2 Qu'est-ce que le recueil de l'EDA ? Un recueil de détails inégalé pour comprendre les accidents

La méthode EDA de l'IFSTTAR se différencie des autres méthodologies qualitatives par la présence d'experts en sciences humaines et sociales, et sciences pour l'ingénieur qui se rendent sur le site dès la survenue d'un accident (Hill et al., 2012)³. Le recueil de données s'effectue sur un secteur expérimental qui s'étend sur environ 15 km autour de Salon-de-Provence. 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.

2.1.2.1 L'entretien, l'accident et l'impliqué

Le psychologue doit recueillir un récit, des données et des informations les plus précis et les plus détaillés possible des impliqués sur le déroulement de l'accident en vue de servir à sa reconstitution. Sa tâche est de comprendre les perceptions, les interprétations des impliqués puis l'écart entre les événements et les réactions. L'entretien semi-directif est la méthode la plus adaptée pour répondre aux besoins de l'analyse.

³ Nous citerons pour la diffusion de la méthode EDA et l'analyse méthodologique, le projet DaCoTa, notamment à travers le « work package » *Road Safety Data Collection* qui contribue à l'objectif méthodologique d'harmonisation des études d'accidents en Europe. Le projet européen DaCoTa (*Road safety Data Collection, Transfer and Analysis - 7^{ème} PCRD*) donne au Laboratoire MA l'opportunité de montrer l'intérêt scientifique des EDA telles qu'elles sont pratiquées à Salon-de-Provence et les méthodes de recherches qui les utilisent. Les nombreux partenaires européens du projet sont chargés d'identifier, de développer et de mettre en œuvre les différentes approches et bases de données utiles et nécessaires pour un futur observatoire (Hill et al., 2012).

Les éléments recueillis lors de l'entretien semi-directif serviront à établir et à comprendre l'enchaînement des faits.

L'entretien doit être effectué le plus rapidement possible, c'est-à-dire sur la scène de l'accident, complété par un deuxième entretien dans les 48h qui suivent.

Il ne s'agit pas d'établir des responsabilités ou de trouver un coupable, ce n'est pas un interrogatoire. L'enquêteur est impartial et n'émet pas de jugement. Il agit en tant qu'acteur, témoin d'une histoire sans idée préconçue, ni d'*a priori* car cette attitude aurait des conséquences directes sur la qualité de la relation qui va s'établir. « L'enquêteur ramène le point de vue de l'impliqué sans le déformer, sans l'influencer » (Ferrandez, 1995).

Afin de ne rien oublier, l'entretien se déroule en trois phases :

- « Laisser parler : l'impliqué est laissé libre de s'exprimer comme il le désire, dans l'ordre qu'il souhaite. Le psychologue intervient le moins possible pendant cette phase.
- Guider-éclaircir : dans la méthodologie des EDA, les accidents sont décomposés en situations spatio-temporelles (conduite, rupture, urgence et choc, voir Figure 3). Le psychologue va ainsi proposer aux impliqués d'approfondir chaque situation qui n'ont été suffisamment détaillées.
- Recueillir des renseignements précis : l'enquêteur va recueillir les informations lui permettant de remplir une *chek list* » (Hughes, 2012).

Le psychologue doit réellement comprendre comment l'impliqué a « fonctionné ». Il doit prélever des informations dans son environnement, les identifier et s'en servir pour interpréter la situation en cours. En fonction des objectifs, des motivations, l'impliqué prévoit l'évolution de cette situation et prend des décisions qu'il traduit en actions. Ces différentes activités sont modulées par ses connaissances et ses représentations, ainsi que par ces attitudes (Ferrandez, 1995 ; Hughes, 2012).

« La collecte des informations par le conducteur est donc sélective, finalisée et orientée par la tâche en cours. Les éléments présents dans l'environnement n'ont donc pas tous la même probabilité d'être détectés et exploités. Le conducteur ne conduit pas toujours de manière consciente : il peut agir par automatisme. Ces automatismes sont un obstacle majeur au recueil de témoignages sur la situation de conduite car l'utilisateur peut être dans l'incapacité de décrire en détail ses activités dans les moments précédant l'accident » (Ferrandez, 1995 ; Hughes, 2012).

« Les déformations de l'évènement dans les témoignages verbaux des impliqués ont plusieurs sources et demandent de la prudence dans leur interprétations. Elles peuvent prendre plusieurs formes :

- la falsification : la culpabilité de l'impliqué est déguisée en déguisement de responsabilité,
- la justification : par peur d'être jugé de manière négative, l'impliqué tente d'expliquer rationnellement son comportement,
- la reconstitution rationnelle : l'utilisateur ne se souvient pas de la totalité de l'évènement, il comble alors les moments oubliés par des bribes de description de comportement qu'il observe habituellement,
- le biais d'analyse : par son discours, l'utilisateur informe l'enquêteur qu'il n'a pas saisi une part importante de la situation (incompréhension des lieux, du comportement d'autrui) et que l'accident est en partie ou totalement dû à cela » (Hughes, 2012).

Les indices de l'environnement, les caractéristiques du déplacement, du véhicule peuvent aussi favoriser une identification erronée de la situation.

Ces éléments confirment le bien-fondé de l'analyse des interactions usager-environnement-véhicule (approche système) dans l'analyse des accidents et particulièrement dans la situation de conduite qui précède la rupture.

Comme nous l'avons écrit, l'équipe pluridisciplinaire des EDA est composée d'un technicien qui recueille les données concernant l'infrastructure routière et les véhicules impliqués.

2.1.2.2 Recueils sur l'infrastructure, l'environnement et le véhicule

L'infrastructure conditionne les attentes des usagers, et donc leurs capacités à réagir efficacement et rapidement devant des événements ou difficultés. Ces aménagements influent sur les comportements généraux du conducteur.

Le technicien établit un recueil de données sur l'infrastructure routière et les véhicules impliqués dans l'accident. Il relève le plus de données possible : largeur de la chaussée, le nombre de voies, le sens de circulation, le type de marquage, la nature et l'intensité de l'éclairage pour les accidents de nuit ainsi que la signalisation (horizontale ou verticale)... La signalisation est un élément important. Il faut relever les différents panneaux rencontrés, signaux de danger, d'indication ou de guidage ainsi que le marquage au sol (le type, son implantation, la distance au point de choc, sa visibilité pour l'utilisateur et sa conformité à la réglementation). La pré-signalisation peut être un élément déterminant dans l'analyse.

L'enquêteur doit, non seulement s'intéresser aux caractéristiques de surfaces sur le point d'accident mais également à l'infrastructure suivie par le ou les conducteurs. L'étude des conditions d'approche du lieu de l'accident est indispensable car explicative en partie du comportement de l'impliqué.

Pour les accidents en intersection, l'enquêteur recueille les caractéristiques de la section courante précédant l'intersection. Il recueille également des données sur le contexte de l'accident : l'heure, les conditions atmosphériques, la luminosité, l'intensité du trafic...

Le recueil sur le véhicule concerne les éléments techniques et la dynamique de l'accident. L'enquêteur compare aussi l'état apparent du véhicule avant l'accident et après l'accident : aspect extérieur, peinture..., l'éclairage (les feux) et le contrôle du freinage (état des disques, des plaquettes)... La mesure des traces, déformations du ou des véhicules, des points de choc, de la position finale des véhicules.

Le technicien confronte et analyse l'ensemble des éléments avec les données recueillies par le psychologue qui vont alimenter la reconstitution cinématique 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 : la situation de conduite ou situation de pré-accident, la situation d'accident, la situation d'urgence et la situation de choc » (Ferrandez et al., 1995).

L'analyse des données recueillies dans le cadre de l'EDA s'appuie sur :

- Une approche système qui met l'accent sur les interactions entre l'impliqué, son véhicule et l'environnement.
- Un modèle cinématique permettant la reconstruction et le paramétrage, dans le temps et l'espace, de la dynamique du phénomène.
- Un modèle du fonctionnement humain qui exploite les formalismes de la psychologie cognitive.
- Un modèle de découpage en phases – de conduite, d'accident (de rupture), d'urgence, de choc – du déroulement de l'accident.

De façon plus détaillée, cette analyse se fait séquentiellement, selon la reconstitution du déroulement dans le temps de l'accident.

Ce dernier étant par définition un événement dynamique, *son analyse s'effectue selon le découpage en séquences suivant :*

- 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.

Figure 3 : Analyse séquentielle de l'accident

C'est à partir de l'analyse de cas d'accidents en intersection issus de l'Étude Détaillée des Accidents que Hughes et Yerpez (2011) ont pu caractériser le sentiment affirmé de priorité comme un mécanisme générateur d'accidents, à l'origine du projet SANTAFÉ.

2.2 Le sentiment de priorité comme participant à la genèse d'accidents

2.2.1 Un enchaînement de situations

Comme nous l'avons vu dans l'encadré ci-dessus, le conducteur est confronté à un ensemble de situations : conduite, accident, urgence et choc.

Pour certains auteurs, tels que Neboit (1982), la conduite automobile peut être représentée par un modèle intégrant les différentes activités fondamentales qui sous-tendent la conduite.

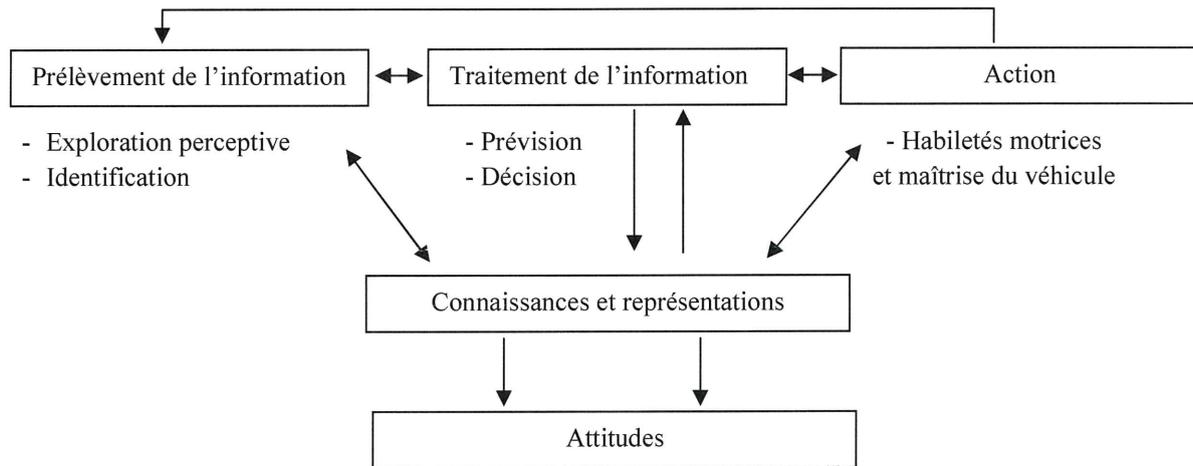


Figure 4 : Les activités mises en jeu dans la conduite (Neboit, 1982)

Ce schéma illustre le fait qu'en fonction de ses représentations et du prélèvement de l'information sur un environnement routier, le conducteur adopte différentes attitudes pour ajuster sa conduite. Pour s'adapter, Neboit (1982) rend compte de trois phases essentielles : la détection d'information, l'identification de l'information *via* un filtrage qui dépend des connaissances antérieures du conducteur et la prise de décision.

Van Elslande et Fouquet (2005) décrivent la situation d'accident comme une étape charnière. Pour ces auteurs, son analyse permet la comparaison des accidents entre eux sous l'angle des processus psychologiques qui entrent en jeu dans la défaillance. Cependant, chaque étape amène des éléments susceptibles d'expliquer les défaillances du système et renseigne sur leur poids ou leur incidence dans la survenue de l'accident. L'intérêt du découpage est d'essayer de trouver les mécanismes qui ont amené à un décalage entre les procédures mises en œuvre et celles qui auraient été adaptées à la situation.

Dans leur étude, ils détaillent les défaillances des conducteurs et les décrivent comme résultant de l'interaction entre des facteurs humains, infrastructurels et véhiculaires et qui seraient à l'origine de l'erreur. Reason (1993, cité par Van Elslande et Fouquet, 2005) définit l'erreur comme résultant de défaillances « actives » et « latentes ». Selon lui, les défaillances actives renvoient aux difficultés de contrôle induites par les différentes caractéristiques d'une situation, tandis que les défaillances latentes regroupent les lacunes propres aux systèmes et ne permettent pas d'être protégé contre les erreurs. Pour Van Elslande et Fouquet (2005), il s'agit de comprendre plus précisément pourquoi et comment l'interaction entre le comportement du conducteur, l'infrastructure et le véhicule peut causer des dysfonctionnements pluricausaux et plurifactoriels. Ainsi, ils s'intéressent de plus près aux défaillances dites « fonctionnelles », qui touchent aux fonctions motrices, sensorielles ou cognitives. Selon eux, il convient de dégager six grandes catégories de défaillances : les défaillances de perception de l'information, de diagnostic de la situation, de pronostic de la situation, de la décision d'engagement d'une manœuvre, d'ordre psycho-moteur et enfin d'ordre global. Parmi ces six grandes catégories, vingt types de défaillances plus spécifiques sont décrites. Il peut s'agir, par exemple, de non-détection par absence de visibilité, d'une saisie d'informations focalisée, d'une mauvaise estimation d'un créneau d'insertion, d'une attente active d'une régulation de la part d'autrui, d'une violation contrainte, d'un défaut de guidage, d'une perte des capacités psycho-physiologiques, etc. Au cours de leur étude, ils montrent que, majoritairement, les défaillances trouvent leurs sources dans l'articulation de deux facteurs : le sentiment prioritaire qui induit des attentes trop confortées et l'engagement inopiné d'une manœuvre atypique d'un autre usager. Ces facteurs sont décrits comme

étant principalement à l'origine des accidents en zones non-urbaines. En effet, les auteurs distinguent trois types de défaillances, d'ordre perceptif, de diagnostic et de pronostic, comme les trois plus communément rencontrées en milieu hors-urbain. Dans un premier temps, une saisie d'informations focalisée apparaît comme la défaillance la plus courante. Elle totalise 10 % des erreurs et conduit l'utilisateur à ne pas détecter une composante pourtant visible. La deuxième situation la plus fréquemment rencontrée relève d'une mauvaise évaluation de l'espace-temps dont le conducteur dispose et d'une mauvaise compréhension des informations recueillies. Cela se traduit majoritairement par une mauvaise compréhension des manœuvres engagées par les autres usagers. Enfin, l'attente de régulation par autrui constitue la troisième défaillance la plus récurrente. Elle repose sur une mauvaise anticipation de la situation et est due dans 99 % des cas à une manœuvre atypique de la part de l'utilisateur adverse. De plus, le sentiment prioritaire est présent dans 80 % de ces situations et la très bonne connaissance du trajet représente également 50 % des cas.

Pour pouvoir observer la réaction du conducteur prioritaire lors de l'accident, le projet SANTAFÉ doit donc s'intéresser particulièrement à la situation d'urgence qui est une des plus importantes dans le déroulement de l'accident. Elle est instructive sur les niveaux de risque accepté ainsi que sur les niveaux de performance du couple conducteur-véhicule.

Pour Fleury et al. (1988), « les manœuvres d'urgence ont pour objet d'éviter un choc ou d'en réduire la gravité en diminuant les énergies dissipées. Leur mode de réalisation dépend des étapes antérieures : la situation concrète à laquelle l'utilisateur est confronté ainsi que la vitesse à laquelle il l'aborde, cette dernière étant caractéristique de la situation de conduite ».

Dans le domaine de la littérature relative aux situations d'urgence, Malaterre et Lechner (1989) montrent que nombre d'études marquent un intérêt certain pour les types de manœuvres exécutées par les conducteurs et à la manière dont ils réalisent ces manœuvres, à la détection d'un obstacle (Limpert et Gamero, 1974 ; Rice et Dell'Amico, 1974). Les études de Barrett et al. (1968), Rundkvist (1973) et Rice et Dell'Amico (1974) révèlent que le conducteur a pour premier réflexe de freiner, en combinant ou non cette action avec une manœuvre de déport latéral. Les conducteurs utilisent très peu la manœuvre de déport latéral pure (sans acte de freinage). De plus, en dépit de la possibilité physique et temporelle de réaliser une manœuvre d'évitement, la plupart des sujets conduisant dans ce cas de figure ne réalisent pas l'action appropriée (Rice et Dell'Amico, 1974 ; Fleury et al., 1988). Pour Amalberti (1991), « en situation d'urgence, le conducteur ne va pas chercher la solution optimale mais plutôt éliminer toutes les solutions impossibles ». Les études de Malaterre et Peytavin (1987) et Malaterre et al. (1987) révèlent qu'en situation d'urgence, les stratégies les mieux adaptées consistaient d'abord à freiner, puis éventuellement tenter de contourner l'obstacle par l'avant ou par l'arrière.

Dans la continuité de ces travaux, Malaterre et Lechner (1989), au cours d'une étude menée auprès de 49 participants sur les types de manœuvres exécutées en situation d'urgence sur intersection, démontrent que 25 des sujets exercent une manœuvre combinée de freinage et de déport latéral. Néanmoins, parmi ces sujets, seulement quatre réussissent à éviter l'obstacle, les autres manœuvres n'ayant pas été efficaces. Ce qui montre d'une part, que les stratégies adoptées par le conducteur ne sont pas toujours les plus appropriées. D'autre part, cette étude met en évidence le fait que les personnes aux temps de réaction plus ou moins longs semblent entreprendre des manœuvres différentes. En fonction de la vitesse à laquelle le conducteur est en train de circuler, les manœuvres entreprises peuvent ensuite être plus ou moins efficaces car le véhicule peut contourner l'obstacle ou non et mettre plus ou moins de temps pour s'immobiliser. En ce sens, il n'existe pas réellement de manœuvres idéales à réaliser en situation d'urgence car tout dépend des temps de réaction de chacun,

de la vitesse d'approche, du temps au choc, mais aussi de l'équipement du véhicule (ex : ABS ou non). D'autre part, le véhicule peut réagir différemment aux commandes de l'utilisateur, mais malgré tout éviter l'obstacle. Par exemple, dans les tentatives de déport combiné d'un freinage, les roues peuvent se bloquer mais le freinage peut suffire à immobiliser le véhicule à temps. La réponse mécanique du véhicule dépend donc de nombreux paramètres inhérents au conducteur ou au véhicule.

Parallèlement à cela, Fleury et al. (1988) révèlent qu'en intersection, le fort sentiment de priorité développé par l'utilisateur sur l'axe prioritaire est le facteur déterminant dans la non réalisation de la manœuvre d'urgence. À partir d'une analyse partant sur 162 situations individuelles d'accident en intersection, les auteurs concluent : « c'est toujours l'utilisateur prioritaire qui pouvait théoriquement éviter l'accident et ce, dans 70 % des cas où la manœuvre est réalisable ».

Si nombre d'études ont porté sur les manœuvres engagées par les conducteurs en situations d'urgence, peu s'intéressent aux temps de réaction et au sentiment prioritaire qui interviennent pourtant en amont de l'exécution de ces manœuvres.

2.2.2 Sentiment de priorité

Dans leur recherche, Hughes et Yerpez (2011) analysent les corrélations entre les comportements et les éléments de l'infrastructure. Ils montrent une typologie d'accidents et expliquent 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.

À partir d'un échantillon constitué de 23 cas d'accidents en intersection recueillis entre 2006 et 2010 traités dans le cadre de l'EDA⁴, les auteurs ont classé les accidents en fonction des comportements de l'utilisateur prioritaire suivant les situations : de conduite, d'accident et d'urgence. Hughes et Yerpez (2011) bâtissent alors un arbre qui décline les différentes « familles comportementales ». Le sentiment prioritaire a été identifié dans l'analyse comme un facteur d'accident dans 18 cas sur les 23.

L'analyse des stratégies de conduite des impliqués s'appuie sur les protocoles verbaux recueillis lors des entretiens menés suite à leur accident. L'objectif était d'identifier les comportements et les stratégies adoptées par les conducteurs en les corrélant aux éléments de l'infrastructure routière.

Dans un premier temps, il s'agit d'analyser 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-il amené à ralentir à l'approche de l'intersection et à modifier son allure en fonction du lieu ?

Pour les auteurs, le sentiment affirmé de priorité n'est pas corrélé, dans la majorité des cas, à une vitesse excessive sauf sur les grandes infrastructures dégagées. Ils confirment l'image d'un « gaspillage de crédit espace-temps » mis en évidence dans des recherches précédentes (Girard et Lepsan, 1987). Ils montrent 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 effets négatifs.

⁴ Les EDA ont été recueillies et traitées par Marina Hughes.

2.3 Temps de réaction du conducteur (approche cognitive)

Au-delà des facteurs classiques caractérisant le fonctionnement des conducteurs, qui sont étudiés en détails par nombre de chercheurs, Hughes et Yerpez (2011) se sont intéressés au temps de réponse (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 (Girard et Lepesant, 1987 ; Van Elslande et Fouquet, 2004), 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 réponse dans un cadre expérimental ou écologique. Selon Vanderhaegen (1982), un temps de réponse est réellement mesuré lorsqu'une action est réalisée dans un temps minimal et bien déclenchée par un signal qui a été contrôlé. Le temps de réponse d'une personne face au déclenchement inopiné d'un signal dépend de nombreux facteurs liés à la situation rencontrée ainsi qu'à l'individu. Selon Malaterre (1986), « il n'existe pas un temps de réaction, valeur unique que l'on pourrait entrer dans les modélisations conducteur-véhicule. La très grande variabilité interindividuelle, et la diversité des traitements cognitifs intégrés dans la réponse finale d'un conducteur en situation réelle obligent à une grande prudence ».

Pour certains auteurs, temps de réponse et temps de réaction apparaissent comme deux éléments bien distincts. Malaterre et Lechner (1989) distinguent, par exemple, temps de réaction et temps de réponse par les différentes démarches adoptées par le conducteur en situation d'urgence. Au cours de leur étude portant sur les manœuvres d'urgence en intersection, il a été demandé à 49 sujets expérimentés de rouler sur un circuit présenté sur simulateur de conduite, à une vitesse comprise entre 90 et 100 km/h. Au bout de dix minutes de conduite, et ce, sans que les sujets ne s'y attendent, un véhicule obstacle traversait une intersection, en s'arrêtant brutalement au milieu de la route. L'étude révèle que majoritairement, la première réaction du conducteur à la vue de l'obstacle est de lâcher la pédale d'accélérateur. En ce sens, les auteurs identifient le temps de réaction par le temps mis par le sujet pour lever le pied de l'accélérateur dès lors qu'il perçoit l'obstacle. Cette action relève selon eux, d'une « simple réaction naturelle en fonction de la position de l'obstacle ». Elle est égale à une valeur moyenne de 0,8 s. Il s'agit donc d'un temps physiologique, propre au conducteur, défini par le premier geste exécuté en réaction face à l'obstacle. Le temps de réponse est caractérisé par la mise en œuvre des premières « commandes actives », à savoir les actions menées sur le véhicule telles que le freinage ou le déport latéral. Ce temps équivaut alors à 0,95 s mais ne comprend pas le temps mis par le véhicule pour s'immobiliser.

Dans un article de synthèse paru en 1986 dans la revue Recherche Transports Sécurité, Malaterre (1986) cite les travaux de Barret et Kobayashi (1968) qui, à la fin des années 60, mesurent sur simulateur de conduite le temps de réponse de sujets soumis à la traversée inopinée d'un piéton. 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 (1981) : 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 réponse 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. (1992). 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.

Le temps de réponse 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. Les temps de réaction obtenus par Summala (1981) dans laquelle les sujets réagissent par un déport latéral sont plus longs 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 États-Unis, le Canada et l'Afrique du Sud recommandent 2,5 s alors que sept pays européens recommandent de retenir 2 s (AIPCR, 2010).

Pour certains auteurs, le temps de réaction est partie intégrante du temps de réponse. Dans cette perspective, le TR est classiquement 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 (Theios, 1973).

Toujours selon Theios, 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...).

S'appuyant sur un nombre d'études détaillées des accidents, Hughes et Yerpez (2011) défendent l'hypothèse que le temps de réponse d'un conducteur, compris entre la phase « d'identification » et la phase « de 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 à cause d'un sentiment affirmé de priorité, ce dernier pouvant jouer dans la survenue et le déroulement de l'accident.

Les auteurs considèrent 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.

« Le conducteur prioritaire ne modifie donc pratiquement jamais sa vitesse d'approche de l'intersection et se trouve fortement surpris lorsqu'il constate (souvent tardivement) que l'utilisateur adverse ne réagit pas comme il l'espérait » (Fleury, 1988).

Les déclarations des conducteurs prioritaires, issues des EDA, 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... ».

Le conducteur prioritaire se retrouve ensuite confronté à l'autre véhicule et va devoir réagir. Le fort sentiment prioritaire, s'il est déjà présent, peut être renforcé mais peut aussi uniquement émerger pendant la phase « recherche en mémoire de la réponse associée ». 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 « dégageant » 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 termes de droit à la priorité, il gaspille le peu de temps dont il dispose durant cette phase. L'analyse de cette situation d'accident montre que l'usager circulant sur l'axe prioritaire perçoit généralement assez tôt la présence de l'usager survenant à sa droite ou à sa gauche, mais ne modifie pas son comportement de conduite en raison de son fort sentiment prioritaire.

Le sentiment prioritaire développé par l'usager est alors explicatif d'une prise en compte tardive de l'usager adverse, malgré une détection assez précoce de sa présence en approche d'intersection. Pour Girard (1987), ce diagnostic d'interférence avec un autre usager déclenche un comportement fondé sur l'affirmation de la priorité et de l'attente qu'elle soit respectée par autrui. Lorsque des « précautions » sont prises, il apparaît qu'elles sont là pour confirmer la présence de l'usager prioritaire et son intention de passer. Lorsqu'une modification de trajectoire est effectuée, il s'agit bien d'utiliser la place disponible non pas tant pour « éviter l'autre », que pour « passer quand même ». Le prioritaire a un problème non pas en termes de collision, mais en termes de gêne à la progression, c'est un problème fonctionnel de droit / place de passage et non de sécurité. Cela ne relève pas tout le temps de l'analyse rationnelle. Les « gains » ou les « coûts » attendus par le conducteur sont estimés selon des critères contradictoires pouvant entrer en concurrence, tels que la sécurité, la compétition ou l'agressivité. « La résistance à ralentir "pour rien" sous-jacente à cette option prioritaire est un fait d'observation courante » (Girard, 1987).

« L'influence du sentiment prioritaire de la part des usagers impliqués est un des facteurs relevés sur de nombreux accidents. Le conducteur prioritaire envisage l'arrêt de l'autre véhicule, le dégagement rapide de la voie et ne modifie pas sa propre vitesse » (Fleury et al., 1988).

Le temps de réponse se trouve ainsi rallongé, il s'agit encore de l'étape considérée comme intermédiaire entre l'identification du signal et la recherche en mémoire de la réponse associée au signal reconnu précédemment, de la séquence de processus de Theios (1973). « L'homme introduit donc un certain retard entre le signal prélevé dans l'environnement et la réponse » (Malaterre, 1986).

Il existe une condition particulière pendant laquelle le conducteur demeure bloqué lors de l'identification du signal 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 rencontrant une situation complexe ou imprévue, le conducteur excède les temps de saisie, de traitement et d'action qu'il intègre habituellement dans sa fonction de régulation. Dans certains cas d'accidents, on constate une sorte de paralysie ou de stupéfaction, semblant bloquer le conducteur tant que la situation n'est pas devenue claire pour lui.

Dans le cas du projet SANTAFÉ, cette situation d'accident sera analysée par le biais d'un conducteur prioritaire arrivant à une intersection sur laquelle il sera confronté à un véhicule non prioritaire lui « coupant la route ».

2.4 Éléments liés à l'infrastructure

Selon Manzano et Brusque (2007), les défaillances fonctionnelles du conducteur peuvent être expliquées par des facteurs endogènes, c'est-à-dire inhérents au conducteur, mais également par des facteurs exogènes. Visibilité limitée, défauts de pré-signalisation, ambiguïté sur la priorité, sont autant de défauts relatifs à l'aménagement des infrastructures et à la signalisation, pouvant contribuer à la genèse d'accidents. L'infrastructure peut également comporter une rupture non perceptible, telle qu'une ligne droite présentant des effets de continuité, qui peut inciter le conducteur à adopter une conduite non appropriée à ce type de route.

D'un point de vue ergonomique, la visée d'un dispositif consiste à harmoniser l'interaction entre l'environnement proposé et l'ensemble de ses usagers.

C'est ainsi que l'aménagement doit intégrer un certain nombre de contraintes comme la nécessité de réduire, dans la conduite, les temps de saisie de l'information ou encore le besoin d'assurer la cohérence entre les attentes et les situations rencontrées. La création de nouveaux aménagements urbains doit par conséquent toujours tenir compte à la fois des caractéristiques humaines et des contraintes situationnelles qu'on leur impose, pour promouvoir une meilleure lisibilité de la route.

Une fois que le conducteur a construit sa représentation de l'espace dans lequel il circule, il peut ainsi mettre en place des attentes pour son comportement général de conduite, sa vitesse ou encore son niveau d'attention.

« Il y a donc nécessité à mettre en place des aménagements (tracés, dessins, signalisation, traitement végétal, bâti, environnement...) permettant au conducteur de détecter, d'identifier et de sélectionner facilement dans l'environnement les indices efficaces pour la régulation de sa conduite » (Van Elslande et Fouquet, 2005).

Notre recherche se focalise sur les intersections de rase campagne ce qui entraîne des spécificités d'interaction entre usager et infrastructure : continuité perceptive, intervisibilité entre prioritaire et non prioritaire, et la configuration du carrefour.

« Le phénomène de "continuité perceptive" de la route empruntée, peut engendrer l'absence de toute perception de l'intersection, ou à un moindre degré, favoriser une impression de priorité du fait du faible impact visuel de la route secondaire. Ces éléments, combinés à l'inattention engendrée par un très faible niveau de trafic, peuvent favoriser l'absence de ralentissement et de vérification concernant le trafic sur les branches, surtout en l'absence de visibilité » (SETRA, 1992).

L'analyse de l'intervisibilité doit être réalisée au fur et à mesure du déroulement de l'accident.

2.4.1 La sécurité routière des intersections : un problème complexe

Les intersections sont des « zones de transition » pour l'utilisateur. Il s'agit pour lui de détecter la présence de celle-ci afin d'ajuster son comportement et sa conduite. Des problèmes de visibilité des informations propres à la situation ou des structures atypiques d'intersection peuvent engendrer des difficultés d'interprétation ou de compréhension de la part des conducteurs. En effet, franchir ou traverser une intersection implique pour le conducteur de comprendre sa structure et son

fonctionnement. Pour ce faire, il est nécessaire de catégoriser la situation rencontrée, se représenter les caractéristiques propres à la situation afin d'activer les connaissances propres à ce type de lieux et aux manœuvres à entreprendre. Avant de se représenter la situation, le conducteur doit repérer l'intersection. En situation d'approche, le repérage peut être optimisé par la présence de panneaux de pré-signalisation, des changements de largeur de chaussée, des îlots centraux. La visibilité et la lisibilité de ces aménagements contribuent donc largement à la compréhension de l'intersection. Citant Page et Chauvel (2004), Manzano et Brusque (2007) font remarquer que la majorité des accidents mortels ont lieu en rase campagne et non pas en ville (58 % vs. 42 %). Leur étude s'intéresse aux manœuvres à l'origine d'accidents en intersection (rase campagne et ville confondues) et montre que la manœuvre de traversée d'une intersection par un conducteur non prioritaire est à l'origine de 34 % des accidents en intersection. Il a également été admis que des vitesses plus élevées pratiquées en campagne expliqueraient la gravité des accidents en intersection (Abdel-Aty et al., 2005).

En amont de ces travaux, Têtard montrait en 1974, que franchir une intersection nécessite, pour le conducteur, le traitement d'une information riche et complexe. Compte tenu de la capacité limitée de l'opérateur, ce dernier ne peut prendre en compte la totalité de cette information, et il doit réaliser une sélection d'éléments pertinents pour l'action. À ce niveau, divers aspects sont pris en compte : réglementation en vigueur sur le site, configuration des tracés, densité et nature du trafic en présence... Selon le cas, l'utilisateur peut être amené à privilégier certains de ces aspects au détriment des autres. « En cas de contradiction induite par la configuration du tracé et celle prescrite par la réglementation, le conducteur tend à privilégier la première et non la seconde » (Têtard, 1974).

Le concepteur poursuit des buts qui ne coïncident pas nécessairement avec ceux de l'utilisateur. Il peut y avoir dans ce cas décalage entre la représentation du concepteur et celle du conducteur. Celui-ci peut être amené à utiliser des procédures différentes de celles que le concepteur s'attend à voir utiliser et en fonction desquelles il a conçu l'aménagement.

Têtard (1974) explique que la configuration du tracé, le caractère rectiligne de la voie et le fait que les usagers soient prioritaires influent sur la vitesse des conducteurs. Bien que dans les cas étudiés, les usagers ne roulaient pas vite malgré une ligne droite, la remarque montre l'intérêt des EDA de « remonter » en amont de l'accident en situation de conduite. Par rapport à d'autres types de carrefours, les carrefours plans non giratoires ont un niveau de sécurité en moyenne peu élevé (SETRA, 1994).

« Les résultats concernant les études sur la sécurité des carrefours ordinaires (route prioritaire ou non) mettent en évidence une influence très importante du trafic secondaire sur le nombre d'accident, et influence négligeable du trafic principal. ». Ils montrent qu'en fonction du ratio nombre annuel d'accident/trafic secondaire par rapport aux valeurs moyennes correspondant aux carrefours de même type, l'insécurité constatée est à relier pour une part non négligeable aux particularités du site dans certains cas ou dans d'autres à relier principalement à l'insécurité « structurelle » propre au type de carrefour (Brenac et Aubin, 1989).

La conception de carrefours plans non giratoires doit donc viser principalement à maximiser la sécurité. « L'utilisateur arrivant sur un carrefour doit comprendre aisément et rapidement comment fonctionne le carrefour, quel est le comportement que l'on attend de lui, ce que font les autres usagers ou ce qu'ils vont faire » (SETRA, 1994). La géométrie du carrefour doit être en cohérence avec le comportement que l'on attend de l'utilisateur.

L'implantation d'un îlot séparateur peut être mise en place pour mieux percevoir l'intersection.

« L'implantation d'un îlot séparateur sur les branches non prioritaires favorise la perception du carrefour ou de la perte de priorité lors de l'approche du carrefour et un certain ralentissement.

Une conception permettant de rendre orthogonales la trajectoire de traversée et la voie prioritaire, aura pour effet d'améliorer les conditions de prises d'information pour l'utilisateur non prioritaire et de limiter la largeur à traverser » (SETRA, 1992).

Concernant le traitement des îlots sur la route prioritaire, les études françaises (dont les résultats sont synthétisés dans SETRA [1989c]) montrent, du moins pour le milieu non urbain, que les îlots en saillie (équipés de bordures basses franchissables peintes en blanc) offrent une sécurité bien meilleure, du fait d'une meilleure perception du carrefour et d'une protection effective des usagers sur les voies secondaires, que les îlots simplement peints sur la chaussée.

« La conception des carrefours doit prendre en compte dans sa conception générale ou géométrique, les principes fondamentaux suivants :

- Le respect de la compatibilité avec le type de route et le comportement que ce type induit.
- L'intégration à la logique de l'itinéraire (homogénéité des aménagements).
- La lisibilité de l'aménagement, en favorisant une reconnaissance facile, rapide et non ambiguë du fonctionnement du carrefour abordé.
- L'optimisation des conditions de sécurité pour tous les flux de trafic, y compris pour les courants très secondaires.
- Le respect d'un niveau élevé de fluidité des flux prioritaires.
- La prise en compte des usagers particuliers (piétons, cycles, transport en commun...) » (SETRA, 1998).

La conception d'une intersection, dans le sens de la sécurité, suppose une vérification des conditions de visibilité d'approche (distance de visibilité) et le franchissement pour les usagers de la route non prioritaire (temps de franchissement).

Pour un carrefour, l'appréciation des conditions de fonctionnement et la vérification des distances de visibilité nécessaires supposent la connaissance des vitesses effectivement pratiquées ou prévisibles. Pour rendre compte de ces vitesses, on utilise conventionnellement, la V85, vitesse en dessous de laquelle roulent 85 % des usagers en condition de circulation fluide.

Pour des raisons de sécurité, l'utilisateur de la route non prioritaire doit disposer du temps nécessaire pour s'informer de la présence d'un autre usager sur la route prioritaire et réaliser sa manœuvre. Il doit donc pour cela disposer d'un laps de temps estimé à 8 secondes pour anticiper l'intersection.

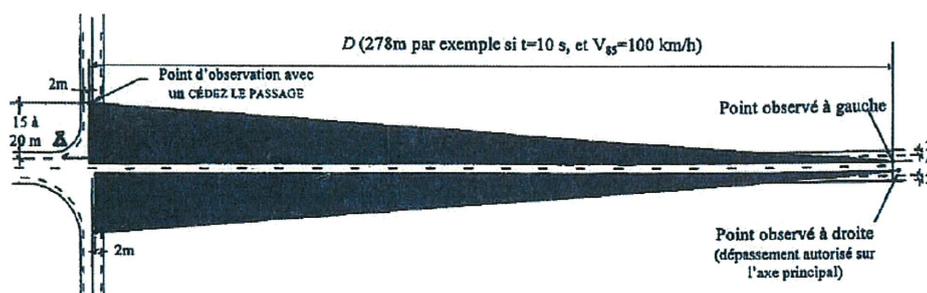
Profil en travers de la route principale		2 voies	2 voies de T.A.G ⁵	2*2 voies : insertion à droite dans les demi-carrefours
Stop	Temps conseillé	8 s	9 s	8 s
	Minimum absolu	6 s	7 s	6 s
Cédez le passage	Temps conseillé	10 s	11 s	9 s
	Minimum absolu	8 s	9 s	7 s
Tourne-à-gauche vers la voie secondaire	Temps conseillé	8 s		
	Minimum absolu	6 s		

Figure 5 : Tableau du temps de franchissement de conducteur non prioritaire selon la largeur de la route franchie et le régime de priorité (à prendre en compte pour le calcul de la distance de visibilité)

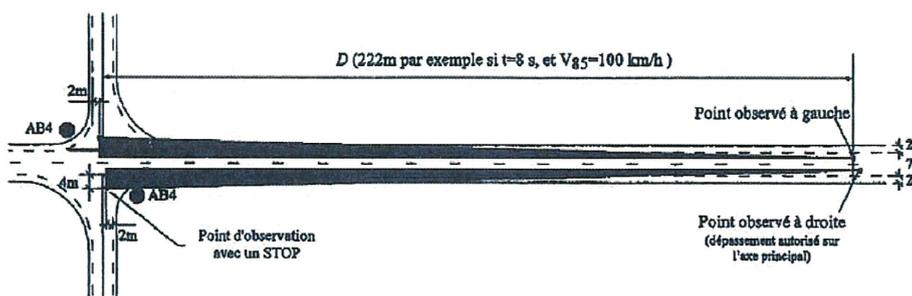
La bibliographie dans ce domaine est concentrée sur les non prioritaires. Il y a peu de données sur le prioritaire car la traversée de l'intersection leur est facilitée.

Le dégagement de visibilité est une condition relative au temps de franchissement qui se traduit au niveau de la conception par le dégagement d'un triangle de visibilité. « Dans ce triangle, il ne doit y avoir aucun obstacle à la visibilité. Le grand côté du triangle correspond à la distance de la visibilité nécessaire. On vérifie alors sur le terrain, que cette distance de visibilité est réellement assurée, de la façon qui suit :

- Point d'observation : sur la voie secondaire, à hauteur de 1 m, en retrait de 4 m de la ligne d'effet du stop ou en retrait de 15 à 20 m de la ligne d'effet du cédez le passage ;
- Point observé : vers la droite et vers la gauche, à hauteur de 1 m, sur l'axe de la voie de la route observée » (SETRA, 2008).



Situation de cédez le passage (panneau AB3a)



Situation d'arrêt (panneau STOP)

Figure 6 : Abaque donnant la distance de visibilité en fonction de la vitesse pratiquée sur la voie principale et du temps de franchissement

⁵ Tourne à gauche.

Si on ne connaît pas la V85, on peut appliquer la méthode de mesure des conditions de visibilité dite « Méthode du chronomètre ». Cette méthode consiste à mesurer le temps écoulé entre l'instant où l'observateur aperçoit un véhicule circulant sur la voie principale et l'instant où celui-ci arrive à hauteur du point d'observation. Si le temps est inférieur au temps de franchissement du carrefour préconisé, la visibilité est jugée insuffisante.

Des masques peuvent gêner la visibilité en cachant la signalisation, des éléments de l'infrastructure, d'autres usagers et véhicules. Ils peuvent être constitués par : des talus de déblais, des glissières et garde-corps, des sommets de côtes, des plantations, du mobilier urbain, des panneaux publicitaires...

En carrefour, la visibilité doit atteindre deux objectifs :

- Préserver la visibilité mutuelle des usagers des différentes branches du carrefour, à la distance adaptée (triangle de visibilité).
- Permettre une bonne identification et compréhension du fonctionnement du carrefour et des manœuvres des autres usagers.

Si la distance de visibilité n'est pas assurée, il faut alors identifier les masques, obstacles ou configurations qui empêchent d'obtenir le triangle de visibilité « idéal ».

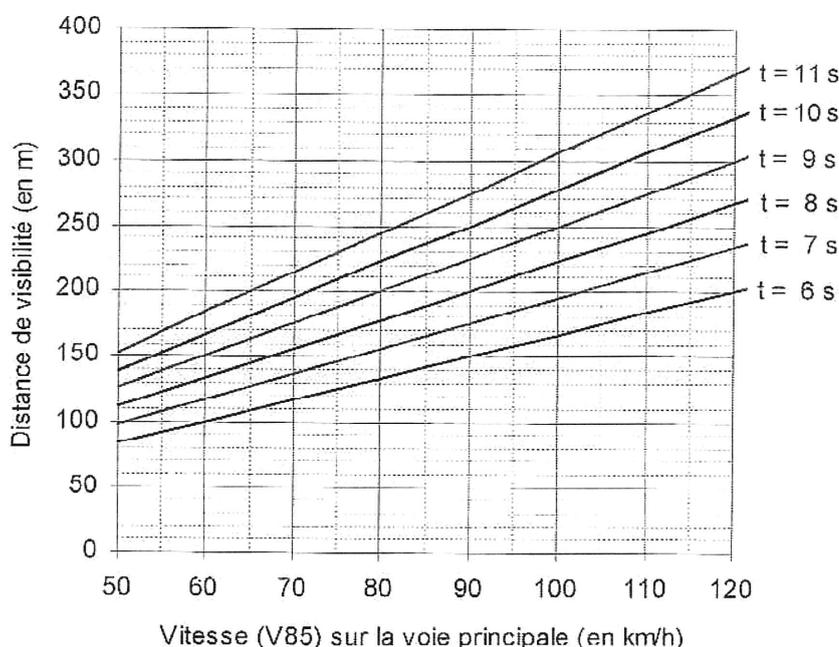


Figure 7 : Abaque donnant la distance de visibilité en fonction de la vitesse pratiquée sur la voie principale et du temps de franchissement

« L'utilisateur arrivant sur une intersection doit comprendre aisément et rapidement comment fonctionne le carrefour, le comportement que l'on attend de lui et ce que vont faire les usagers. Les conditions nécessaires pour une visibilité satisfaisante sont les suivantes :

- La compatibilité des distances de visibilité avec les vitesses d'approche.
- Des aménagements ou dispositions soulignant la présence du carrefour (îlots séparateurs).
- Une homogénéité des dispositions géométriques le long d'un itinéraire.
- Des aménagements les plus conformes possibles aux "schémas types".

- Une signalisation simple, cohérente et placée de façon à être bien perçue » (SETRA, 1998).

En outre, des aménagements paysagers contribuent à favoriser l'attention du conducteur et peuvent faciliter la lecture du tracé. Ils permettent, par exemple, une visualisation anticipée des voies secondaires.

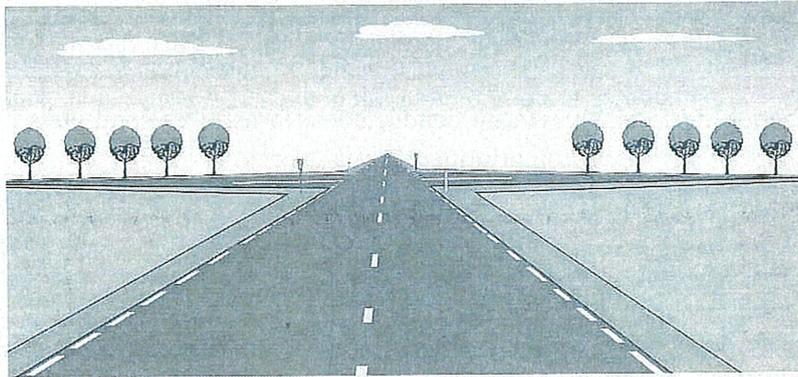


Figure 8 : Visualisation de la route secondaire intersectée par un alignement transversal

Pour les usagers circulant sur la route prioritaire, il faut plus particulièrement assurer une visibilité suffisante sur les nez d'îlots en saillie, dite « visibilité d'approche ». La distance de visibilité est au moins égale à la distance d'arrêt⁶ correspondant à la vitesse d'approche (V_{85}) pratiquée sur la route principale.

De manière générale, un carrefour est d'autant plus dangereux que la route principale est plus large. Ce phénomène implique de limiter le nombre de voies directes par sens de la route principale au droit du carrefour.

La recherche de Fleury et al. (1988) nous renseigne sur l'influence de l'arrivée à droite ou à gauche du conducteur non prioritaire sur la trajectoire d'un usager prioritaire.

Les auteurs abordent, pour les intersections en T ou en Y, plusieurs situations d'accidents :

- Dans le premier cas, la situation d'accident concerne deux usagers circulant sur des trajectoires perpendiculaires. L'usager « non prioritaire » venant de gauche effectue une manœuvre d'insertion dans le flux principal. Cette situation favorise une manœuvre d'évitement car l'usager « non prioritaire » circulant à faible allure pourra interrompre sa manœuvre de tourne-à-gauche. L'espace disponible, dépendant de l'aménagement du carrefour, conditionne également la réalisation et la réussite de l'évitement. Pour un quart des usagers, la manœuvre d'évitement est réalisable.
- Dans le deuxième cas, la situation d'accident, toujours en trajectoire perpendiculaire, implique un usager venant de la droite. L'évitement est le plus souvent possible par déport latéral vers l'avant du véhicule, car le conducteur « non prioritaire » prenant conscience du danger interrompt sa manœuvre de traversée. La manœuvre a une fréquence réalisable plus élevée. Dans cette situation, les manœuvres d'évitement sont facilitées car l'usager s'engageant dans cette traversée ralentit ou s'arrête dès qu'il s'aperçoit de son erreur.

⁶ La distance d'arrêt est composée de la distance de freinage augmentée de la distance parcourue pendant le temps de réaction.

Dans la moitié des cas, le conducteur aurait pu théoriquement éviter le choc.

« L'usager prioritaire serait en mesure de réaliser une manœuvre d'évitement une fois sur deux lorsque le véhicule non prioritaire survient à sa droite et une fois sur quatre lorsqu'il survient à sa gauche » (Fleury, Ferrandez, Lepesant, 1988).

Selon les auteurs, la prise en compte de l'usager survenant de droite est plus immédiate que celle de l'usager survenant de gauche. La perception du danger potentiel dans chaque situation n'étant donc pas la même, cette influence est prise en compte lors de la simulation pour le projet SANTAFÉ. On cherche l'amplification de la manœuvre du conducteur prioritaire et donc nous choisissons pour la simulation un scénario d'arrivée du non prioritaire par la gauche.

Une modification de la règle de priorité peut aussi être une solution pour améliorer la sécurité en intersection. En effet, Têtard (1989) constate qu'après modification de la règle de priorité, les conducteurs, devenus non prioritaires, effectuent des contrôles supplémentaires et réduisent leur vitesse d'arrivée sur l'intersection (ces résultats ont été confirmés par une analyse des mouvements oculaires de conducteurs effectuée sur le même site). Ce changement de réglementation tend à homogénéiser les vitesses d'entrée en intersection. Les auteurs rapportent que le temps et le nombre de contrôle visuel à gauche ou à droite augmentent après changement de priorité et que cette nouvelle stratégie perceptive nécessite un ralentissement. Avant modification de la règle, 80 % des usagers ne regardent pas à gauche au niveau de l'entrée. Lorsqu'ils étaient prioritaires, les conducteurs prenaient la décision de passer en amont de l'entrée, ce qui explique les vitesses élevées constatées. Après changement, la proportion s'inverse : 90 % regardent à gauche.

Les pratiques observées ne sont pas liées uniquement à la réglementation ou à l'infrastructure, mais résultent d'une interaction entre les deux. Une sécurité optimale est obtenue en menant des actions sur la signalisation et sur l'aménagement de l'infrastructure.

2.5 Intérêt du simulateur pour l'amélioration des connaissances dans le domaine de la conduite automobile en général et pour l'étude du temps de réponse en carrefour en particulier

Les simulateurs sont devenus des outils indispensables pour l'amélioration des connaissances dans le domaine de la conduite automobile. Ils ont de multiples avantages : absence de risque, reproductibilité des situations, contrôle des paramètres expérimentaux, gain de temps et réduction de coûts. Leur flexibilité permet également de tester des situations qui n'existent pas dans la réalité ou qui se produisent rarement et/ou apparaissent de façon aléatoire. C'est en fait une des seules façons d'exposer les conducteurs à des situations dangereuses, telles des situations d'accident (Damm et al., 2011). Il faut toutefois noter d'une part que l'absence de risque, qui peut être considérée comme un avantage, pose des questions dans l'étude de situations objectivement risquées, d'autre part, que les simulateurs comportent des limites aussi bien dans leurs fidélités physiques que comportementales (Espié et al., 2005).

La validité physique, c'est-à-dire les caractéristiques dynamiques, les valeurs d'accélération, de freinage et de volant du simulateur de Salon-de-Provence (Annexe 1), que nous allons utiliser dans ce projet, correspondent à ceux d'un véhicule moyen bien qu'insuffisamment précises pour caractériser les sollicitations dynamiques du véhicule relatives à une manœuvre d'urgence mais cet objectif est pratiquement inatteignable même avec les simulateurs les plus performants. Dans la mesure où nous nous attacherons à l'étude des processus cognitifs, liés aux caractéristiques du conducteur et à celles

de l'environnement, c'est le niveau de validité comportementale qui retient notre intérêt, c'est-à-dire la capacité du simulateur à provoquer les mêmes réponses qu'un environnement réel. Des études ont montré qu'une validité comportementale relative peut d'ailleurs être suffisante. Par exemple, à l'approche d'une courbe, le profil de vitesse, mais non leurs valeurs, sont similaires sur simulateur et sur route (Godley et al., 2002), il apparaît simplement que les conducteurs adoptent des vitesses plus basses sur route que sur simulateur (Klee et al., 1999). On note également que la classification de dangerosité d'une série d'intersections obtenue expérimentalement est congruente avec les informations d'accidents obtenues sur des infrastructures équivalentes (Yan et al., 2008). En ce sens, le simulateur de Salon-de-Provence a prouvé ses capacités et a permis, entre autres, de mettre en évidence des comportements d'anticipation et d'évitement de collision différents en fonction du niveau d'expérience en conduite (Damm et al., 2011). Il s'est montré tout à fait adapté à l'étude des temps de réponses de participants confrontés à des situations d'accident, ce qui est en parfaite adéquation avec les objectifs du présent projet.

Dans le cadre de notre étude, l'intérêt majeur de l'utilisation du simulateur de conduite est l'immersion du participant dans un environnement relativement réaliste puisque notre scénario s'inspire d'éléments issus d'infrastructures existantes. L'autre avantage du simulateur pour SANTAFÉ est de pouvoir contrôler les événements qui vont survenir au cours du déroulement du scénario et ainsi mesurer le temps de réponse mis par les participants pour réagir à la traversée d'un véhicule non prioritaire. En effet, comme le soulignent Vienne et al. (2014), nous pouvons contrôler sur simulateur de conduite les événements qui dans la réalité sont rares ou dont l'occurrence est hasardeuse. Les mêmes auteurs soulignent également que les scénarios sur simulateur permettent la reproductibilité des situations pour tous les participants de l'étude et rend ainsi possible la comparaison entre les protocoles produits. Enfin, l'intérêt du simulateur de conduite est l'enregistrement et le stockage de nombreuses données très précises issues directement des actions des participants sur les commandes (frein, accélérateur...).

Le scénario créé par le LEPSIS⁷ pour les besoins de l'étude SANTAFÉ est complètement original et issu de routes réelles⁸.

Pour ce qui concerne les travaux de recherche sur les intersections, nous citerons Berthelon et al. (1988) qui se sont intéressés aux indices visuels pouvant renseigner le conducteur prioritaire sur le mouvement d'une autre voiture sur l'axe secondaire. L'hypothèse générale est que le conducteur peut avoir des difficultés à distinguer, dans le mouvement de l'environnement, le mouvement réel du véhicule adverse.

Berthelon et al. (1988) montrent que la scène visuelle se présentant à l'usager prioritaire contenait des informations suffisantes pour qu'il puisse anticiper le comportement du véhicule adverse et éviter l'accident. Les accidents se produisant en intersection témoignent bien des problèmes posés par l'analyse de la scène visuelle.

Au cours d'un déplacement, l'environnement dans son ensemble paraît animé d'un mouvement de sens contraire au déplacement.

Le résultat de cette expérience montre que la présence de point de référence semble réduire les difficultés d'analyse du mouvement réel. Elle améliore l'identification du mouvement réel. Cette expérience suggère que la multiplication de références peut améliorer la détection du mouvement réel.

⁷ Laboratoire exploitation, perception, simulateurs et simulations de l'IFSTTAR.

⁸ Ces images utilisées pour ce projet sont stockées dans une base de données, ont déjà été réutilisées après quelques modifications pour une autre étude ayant des besoins expérimentaux différents mais s'inspirant également d'infrastructures existantes.

La simulation pour le projet SANTAFÉ devra donc intégrer des éléments dans la scène visuelle pour que le conducteur puisse mieux appréhender le mouvement du véhicule adverse.

Les travaux de Rosey et al. (2007) sont un exemple d'expérimentation sur simulateur relativement récent lié à l'interaction entre véhicule/environnement et infrastructure mettant en relation un type d'environnement particulier (sommet de côte), le comportement des conducteurs et leurs temps de réponse.

« Cette étude expérimentale sur simulateur de conduite essaye d'identifier les éléments de l'environnement qui contraignent le contrôle du véhicule et les indicateurs perceptivo-cognitifs qui pourraient indiquer les difficultés que peut poser un sommet de côte » (Rosey et al., 2007).

L'expérimentation s'est déroulée en deux phases. Une phase a consisté pour les participants à compléter deux questionnaires, un à leur arrivée et l'autre après la passation. Ces questionnaires ont été utilisés pour déterminer le niveau d'acceptabilité des aménagements et pour estimer les différences potentielles entre le ressenti des participants et les données numériques recueillies.

La deuxième phase a consisté en la passation proprement dite sur le simulateur. Après une période de familiarisation avec le simulateur sur une condition neutre, les participants ont conduit sur la situation de référence, puis ils ont été confrontés à quatre aménagements choisis (ligne médiane continue, délinéateurs, bandes d'alertes sonores et accotements revêtus).

Ces exemples montrent que le simulateur peut permettre aujourd'hui de reconstituer des situations d'accident sans risque, relativement complexe et réaliste. L'amélioration de la capacité graphique et de calcul des simulateurs actuels permet de mieux intégrer l'environnement routier et d'approfondir les connaissances en matière de réactions des conducteurs (temps de réponse, positionnement sur la chaussée...).

2.5.1 SARI et le panneau AB2 : infrastructure et statut prioritaire

Le projet SARI (Surveillance Automatisée des Routes pour l'Information des conducteurs et des gestionnaires) était un projet ANR-PREDIT qui visait d'une part, au diagnostic des difficultés de conduite rencontrées par les usagers, et d'autre part, à la conception et l'expérimentation de solutions technologiques aux difficultés observées. L'un des trois thèmes techniques du projet concernait les difficultés liées à la visibilité et notamment à la visibilité en carrefour (Thème VIZIR). La solution proposée consistait à implanter un panneau à message variable (PMV) afin d'alerter l'utilisateur de la route prioritaire d'un danger, danger lié à la présence d'un véhicule sur la voie secondaire. Dans ce cadre, des études ont été réalisées en laboratoire (Bordel et al., 2009) et sur simulateur (Rosey et al., 2008) afin de sélectionner le message à afficher sur le PMV.

L'étude en laboratoire, qui peut s'apparenter à un pré-test, confrontait 60 sujets à un PMV, présenté en situation, comportant le pictogramme AB2 (voir Figure 1) accompagné de la mention soit « Attention » soit « Ralentir ». Les sujets étaient ensuite interrogés sur leur compréhension de la situation, la fonction du PMV et leur intention comportementale. Quel que soit le message, on observe que le pictogramme AB2 vient mettre en exergue la priorité de la voie principale sur l'axe secondaire. Plus que d'alerter sur la présence d'une intersection dont la visibilité est limitée, le PMV conforte les usagers sur l'aspect prioritaire.

L'étude sur simulateur, quant à elle, a montré également que le pictogramme AB2 renforce les participants dans leur « statut » de prioritaire sur les voies secondaires. Il faut noter que quatre sujets ont été « traversés » par le véhicule venant de la droite, autrement dit quatre sujets ont connu un

accident virtuel. Lorsqu'il leur a été demandé s'ils avaient vu la voiture venant de leur droite, ils ont tous répondu « qu'ils étaient prioritaires et que le véhicule devait s'arrêter ». Les auteurs de cette étude ont rapproché ces résultats d'une autre recherche réalisée par Perron (1997) sur les comportements des usagers en situation accidentogène. Cette recherche, réalisée également sur simulateur de conduite, montre que des usagers réagissent tardivement après la perception d'un véhicule non prioritaire et peuvent se mettre en danger.

Or, en intersection, les règles d'implantation de la signalisation verticale sont très précises⁹. « Lorsque l'axe principal n'est pas classé à grande circulation, un panneau du type AB2 (Priorité Ponctuelle) est obligatoire en amont de l'intersection » (SETRA, 1998).

On soulignera par ailleurs une volonté, dans certains cas, de renforcer le message du panneau AB2 par ajout de lumières. La signalisation est équipée d'un panneau solaire qui alimente les lumières clignotantes rouges en périphérie du panneau et des lumières clignotantes « jaunes » sur le dessin central (Figure 9).



Figure 9 : Panneau AB2 clignotant en Corse (Nationale 198, Haute Corse)

2.6 Sentiment de priorité et optimisme comparatif, une articulation novatrice ?

L'ensemble de ces résultats concourt à l'hypothèse de l'existence d'un sentiment de priorité, sentiment qui pourrait être amorcé et/ou renforcé par l'infrastructure et qui pourrait conduire les conducteurs à réagir tardivement en situation d'accident. Cependant, dans une logique systémique, on peut également supposer que des variables psycho-sociales viennent moduler ce sentiment. De ce point de vue, il peut être pertinent de s'intéresser à l'optimisme comparatif (OC).

L'OC se définit comme une tendance des individus à considérer que les événements positifs auront plus de probabilité de leur arriver qu'à autrui. À l'inverse, ils considèrent qu'ils seront moins

⁹ « La signalisation des carrefours plans ordinaires doit aussi être prise en compte dans la conception de carrefours plans ordinaires. Les panneaux de signalisation sont implantés de façon à introduire un recul minimal de 0,70 m entre le bord du panneau et la bande dérasée de droite. Tous les éléments de signalisation (panneau de priorité, de prescription, de signalisation directionnel), à l'approche et dans le carrefour, doivent être implantés de façon à ne pas compromettre la visibilité. Afin que la route principale soit en dehors des triangles de visibilité, il convient de l'implanter à une distance de 200 m environ dans la situation de "CEDEZ LE PASSAGE", et de 50 m au moins dans la situation d'arrêt (STOP) » (SETRA, 1998).

concernés qu'autrui par la survenue d'évènements négatifs. Dans le domaine de la conduite automobile, il s'agit d'estimer la perception du conducteur quant à sa propension à avoir un accident de la route (Guppy, 1993) comparativement au « conducteur moyen ». Depuis le milieu des années 80, nombre d'études témoignent de cette propension des individus à manifester de l'optimisme comparatif (OC) dans le domaine de la conduite automobile (Delhomme et al., 2009).

À suivre McKenna (1993), l'OC des conducteurs quant au risque d'accident est différent selon la contrôlabilité de la situation. Lorsque les situations proposées renvoient à des situations contrôlables pour le conducteur (effectuer un dépassement, changer de voie de circulation, etc.) l'OC est beaucoup plus important que dans les situations présentant un degré de contrôlabilité plus faible (avoir un pneu qui éclate, dérapé sur du verglas, etc.). De même, dans l'étude de Guppy (1993), l'OC est plus marqué lorsque la situation renvoie à la probabilité d'avoir un accident que de faire l'objet d'un contrôle de police. La perception de contrôlabilité des situations serait donc une variable essentielle dans la manifestation de l'effet d'OC.

Une des hypothèses pour expliquer cet effet renvoie à une erreur d'appréciation quant aux capacités de conduite estimées. En effet, de manière générale, les conducteurs estiment avoir de meilleures capacités de conduite que le conducteur moyen (McKenna et al., 1991 ; Walton et Bathurst, 1998) ou que les autres conducteurs (Delhomme, 1994). L'optimisme porterait donc non seulement sur la probabilité d'être victime d'un accident, mais également sur la perception des capacités de conduite. Ainsi, les conducteurs qui manifestent de l'OC, comparativement à ceux qui n'en manifestent pas, estiment avoir de meilleurs réflexes et être plus prudents (Delhomme, 2008). On retrouve par ailleurs cet OC au niveau des infractions. La plupart des conducteurs déclarent commettre moins souvent d'infractions que les autres conducteurs (Delhomme, 2008). Or, Perrissol et al. (2011) ont montré que les conducteurs infractionnistes estimaient avoir des compétences supérieures en termes de conduite automobile qui les amenaient à estimer la survenue d'un accident comme moins probable pour eux que pour autrui. Ces estimations les encourageraient à prendre davantage de risques et à commettre ainsi davantage d'infractions. Ces résultats, en contradiction avec les résultats évoqués précédemment, peuvent s'expliquer par le fait que la conduite est généralement mesurée par des comportements déclarés (i.e., nombre de points de permis perdus, infractions commises) et non par une observation réelle des comportements, comme dans l'étude de Perrissol et al. (2011). Dès lors, il paraît extrêmement intéressant de prendre en compte, dans une même étude, l'OC et le comportement de conduite en carrefour, cela permettra bien sûr d'approfondir le lien entre OC et comportement, mais également de mieux comprendre le lien entre le sentiment de priorité et les capacités de conduite auto-rapportées. Ainsi, si l'OC amène les conducteurs à se percevoir comme ayant davantage de capacités de conduite que les autres conducteurs, alors l'OC peut de ce fait les amener à se percevoir comme étant plus susceptibles de réagir en situation d'accident et donc à négliger les éléments de la situation.

2.7 Conclusion

Le projet SANTAFÉ cherchera à mettre en évidence en quoi le sentiment de priorité pourrait être un des facteurs à l'origine et/ou un facteur aggravant de l'accident. La combinaison des Études Détaillées d'Accidents et des expérimentations sur simulateur, permettra de mieux comprendre le comportement du conducteur à l'approche d'une intersection. De plus, la nature de l'optimisme comparatif manifesté par les participants nous renseignera sur les erreurs d'estimation quant à leur capacité de conduite par rapport à autrui. En fonction des protocoles individuels produits par des participants sur le simulateur et plus particulièrement la nature des accidents virtuels et les temps de réponses, nous pourrions établir les relations entre comportement de conduite, sentiment affirmé de priorité et optimisme comparatif.

Au regard de l'ensemble des recherches bibliographiques abordées, on peut mettre en évidence des éléments qui permettent de construire le cahier des charges ainsi que les différents points à prendre en compte lors de la simulation.

Ainsi, dans l'expérience de Fleury et al. (1988), la prise en compte de l'utilisateur survenant de droite étant plus immédiate que celle de l'utilisateur survenant de gauche, cette influence devra être intégrée dans la simulation du projet SANTAFÉ. Lors de cette même expérience, le sentiment prioritaire a été identifié principalement sur des intersections aménagées avec des îlots centraux : ce scénario devra donc être testé dans le projet SANTAFÉ pour en mesurer les effets sur le sentiment de priorité. Selon Girard (1987), « il n'y a pas confirmation du danger tant qu'il y a un espace-temps à l'obstacle suffisant. Il n'y a pas lieu d'entreprendre une manœuvre sécuritaire tant qu'elle est encore réalisable ». Cet élément peut aussi avoir une influence sur l'expérimentation et notamment sur le phasage du surgissement de l'utilisateur non prioritaire car le conducteur prioritaire, se sentant en confiance dans son droit de priorité, peut être enclin à ne réaliser une manœuvre d'évitement que lorsqu'il est trop tard.

D'une manière plus générale, en ce qui concerne l'infrastructure, nous rappelons que le projet SANTAFÉ tient à respecter en tous points les normes de construction routière telles qu'elles sont conçues dans la réalité. Ainsi lors de la phase d'élaboration des images du scénario sur simulateur de conduite, nous avons vérifié l'ensemble des éléments de construction des routes du guide du SETRA (2006). Chaque étape de la conception des images tient compte des normes référencées dans le guide.

La simulation en intersection réalisée par Berthelon et al. (1988) a établi le constat que des références visuelles permettent de mieux distinguer le véhicule adverse. La simulation pour le projet SANTAFÉ insérera donc des références pour améliorer la détection du mouvement réel. Les indices de l'environnement, les caractéristiques du déplacement du véhicule peuvent aussi favoriser une identification erronée de la situation. L'ensemble de ces constatations confirme le bien-fondé de l'analyse des interactions usager-environnement-véhicule (approche système) dans l'élaboration du protocole expérimental ainsi que du scénario de SANTAFÉ.

Grâce à l'outil simulateur de conduite et à sa capacité d'enregistrement de données et de calcul extrêmement précis des réactions sur les commandes du véhicule-simulateur de conduite, cette expérimentation affinera la fourchette du temps de réaction en mesurant l'éventuel « gaspillage de temps » provoquée par le sentiment de priorité. Ce projet définira par la suite des pistes en termes d'amélioration du comportement des conducteurs (formation, éducation) et en termes d'infrastructure et de gestion de l'équipement routier (distance de visibilité, environnement, signalisation...).

3. Du recrutement vers des groupes homogènes

3.1 Élaboration de l'échantillon



Site de Salon-de-Provence
Laboratoire Mécanismes d'Accidents
304 Chemin de la Croix Blanche
13300 Salon de Provence

A Salon de Provence, le 30 mai 2013

Recherche de participants

Dans le cadre d'un projet de recherche, l'IFSTTAR recrute des volontaires possédant le **permis de conduire voiture et âgés de 25 à 50 ans**.

L'expérience à laquelle vous participerez se déroule sur un simulateur de conduite automobile situé dans les bureaux de l'IFSTTAR à Salon de Provence. Vous serez immergés dans un environnement virtuel à la place d'un automobiliste et vous conduirez une voiture.

Cette expérimentation dure environ 1 heure dont 20 mn de conduite. Une première étape sera de remplir un questionnaire sur internet environ 1 mois avant.

Les expérimentations sont prévues de septembre à décembre 2013 à Salon de Provence. Vous serez payés **40 euros** pour votre participation à l'étude.



Siège : 14-20 bd Newton - Cité Descartes, Champs-sur-Mame - 77447 Mame-la-Vallée Cedex 2
T. +33(0)1 81 66 80 00 - F. +33(0)1 81 66 80 01 - www.ifsttar.fr
Établissement Public à Caractère Scientifique et Technologique



Système de management de la qualité
certifié sous le n° 22230 - 1
pour les sites de Paris, Nantes,
et Satory (LIVIC)

Figure 10 : Annonce de recrutement distribuée

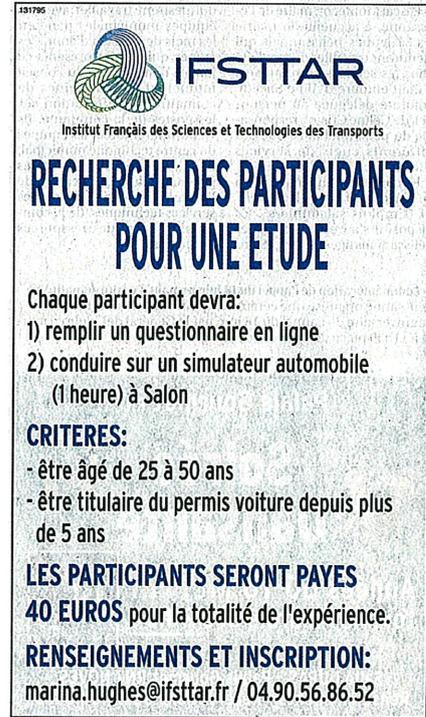
L'annexe technique de la convention avec la Fondation Sécurité Routière prévoyait 100 participants à cette recherche, âgés de 25 à 45 ans et possédant une expérience au minimum de cinq ans de permis de conduire ou 100 000 km parcourus en tant que conducteur. La procédure prévoyait que chaque participant réponde au questionnaire un mois avant de participer à l'expérimentation sur le simulateur de conduite. Chacun d'entre eux passait dans une seule des quatre conditions expérimentales, soit 25 participants par condition. La parité devait être respectée au sein de chaque condition.

Au regard de la complexité de la méthode et notamment des différentes étapes articulées dans le temps, il était évident qu'il fallait tenir compte d'une « perte en ligne » des effectifs au fur et à mesure de l'avancement du projet. Dans un premier temps, nous avons estimé qu'une extension de l'échantillon aux 25-50 ans ne nuisait pas à la recherche et nous permettait de disposer d'un recrutement plus large.

Le recrutement des participants a été réalisé dès le mois de mars 2013 et jusqu'au mois de juillet 2013, par distribution de brochure, par bouche à oreille et par publication d'une annonce dans le journal *La Provence*. Enfin, certains participants ont été recrutés lors de leur visite du Laboratoire LMA dans le cadre des « Flâneries » de Salon-de-Provence (événement culturel) qui ont eu lieu au mois de mars 2013.

Nous avons recueilli les coordonnées (téléphone, mails...) de 140 personnes disposées à participer à la recherche.

Une des particularités de l'expérimentation est de mettre en perspective les données recueillies lors de l'expérimentation sur simulateur de conduite et les réponses aux questionnaires recueillies *via* Internet (et gérées par le Cerema). Par conséquent, il a fallu mettre en place un système de codage des participants afin de protéger leur identité tout en permettant l'appariement des données issues des passations sur simulateur et des questionnaires.



131795

 **IFSTTAR**
Institut Français des Sciences et Technologies des Transports

**RECHERCHE DES PARTICIPANTS
POUR UNE ETUDE**

Chaque participant devra:

- 1) remplir un questionnaire en ligne
- 2) conduire sur un simulateur automobile
(1 heure) à Salon

CRITERES:

- être âgé de 25 à 50 ans
- être titulaire du permis voiture depuis plus de 5 ans

**LES PARTICIPANTS SERONT PAYES
40 EUROS** pour la totalité de l'expérience.

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTION:
marina.hughes@ifsttar.fr / 04.90.56.86.52

Figure 11 : Annonce parue dans le quotidien *La Provence*

Sur les 140 personnes contactées, 118 personnes ont répondu au questionnaire. Mais malgré des relances effectuées pour 50 participants (1 à 4 relances par mail et/ou par téléphone par personne), on note une perte en ligne (mortalité expérimentale) due à des abandons, des erreurs de mails, des critères d'âge : légèrement trop jeunes, légèrement trop vieux...).

Sur les 118 questionnaires remplis, 101 étaient exploitables. À cette étape, « la perte en ligne » est due à des mauvais codes de participant, plusieurs remplissages au même questionnaire)...

À partir de l'échantillon, nous avons déterminé quatre groupes expérimentaux pour tester nos hypothèses :

- Avec panneau avec consigne
- Avec panneau sans consigne
- Sans panneau avec consigne
- Sans panneau sans consigne

Comme cela nous a été demandé par la commission scientifique de la Fondation Sécurité Routière, la parité homme/femme a été respectée à l'intérieur des quatre groupes expérimentaux.

Sur 101 personnes ayant répondu correctement au questionnaire et convoquées à la passation sur simulateur, 96 personnes se sont présentées et ont exécuté le parcours. La « perte en ligne » est liée à

deux personnes ayant un emploi du temps incompatible avec les horaires d'ouverture des locaux de l'IFSTTAR et trois personnes qui ne sont pas venues au rendez-vous, sans prévenir.

Sur les 96 personnes qui ont participé à l'expérimentation, seules les données de 92 personnes sont exploitables. La « perte en ligne » est liée à trois personnes qui ont fait un malaise (mal du simulateur, parcours terminé ou non) et à une passation sans donnée enregistrée (bug du système informatique du simulateur).

Les effectifs par passations exploitables et par condition expérimentale se répartissent comme suit :

- Sans consigne sans panneau : 24
- Avec consigne sans panneau : 22
- Sans consigne avec panneau : 24
- Avec consigne avec panneau : 22

Chaque groupe expérimental comprend au moins 11 hommes et 11 femmes.

Par rapport à ce qui était initialement prévu dans le projet, les effectifs restent suffisamment importants en vue d'une exploitation statistique.

La coordination entre l'IFSTTAR (Salon-de-Provence) et le Cerema (Saint-Brieuc) s'est parfaitement déroulée, la vérification entre les différents fichiers réalisée en mars 2014 à la suite des expérimentations n'a fait apparaître aucune donnée indéterminée ni de perte d'information.

3.2 Groupes homogènes

Il a fallu réaliser les premiers traitements des données sur les questionnaires Internet en vue de la création de groupes homogènes quant à l'OC des participants.

Vérifications préalables de répartition dans les conditions expérimentales

Comme prévu les groupes composant les conditions expérimentales ont les mêmes caractéristiques statistiquement. Ces données sont présentées dans le paragraphe 5.3 de ce rapport.

4. Simulateur de conduite, conditions d'expérimentation

Le recueil des réponses aux questionnaires de psychologie sociale a été réalisé par le Cerema (ex-CETE de l'Ouest) au mois d'août 2013. Un lien vers le questionnaire a été envoyé par mail aux participants. Chaque participant possédait un code permettant l'anonymisation des questionnaires. Les réponses des participants aux questionnaires se sont échelonnées jusqu'au mois d'octobre 2013. Il a été convenu que les passations sur simulateur de conduite auraient lieu au moins un mois après le remplissage des questionnaires afin que le comportement des participants sur le simulateur ne soit pas directement influencé par les réponses aux items du questionnaire de psychologie sociale.

La prise de rendez-vous pour les expérimentations a été faite par téléphone pour chaque participant et les rendez-vous pris en fonction de leur emploi du temps et des disponibilités du simulateur de conduite de Salon-de-Provence. La durée de l'expérimentation sur le simulateur pour chaque participant se situe autour d'une heure (à plus ou moins un quart d'heure) et varie en fonction du comportement des participants (temps d'installation dans le véhicule, facilité de prise en main du véhicule, etc.). Un quart d'heure de battement était systématiquement prévu afin de pallier à d'éventuels légers dysfonctionnements du système informatique du simulateur qui auraient nécessité une intervention (rallumage des machines, réglages, etc.) ou un retard du participant. Les passations sur simulateur de conduite se sont déroulées du mois de septembre 2013 au mois de décembre 2013. L'ensemble des passations a été effectué par la même personne, ce qui a permis une homogénéité dans son déroulement, notamment en ce qui concerne la formulation des consignes et la manière de mener l'entretien semi-directif post passation.

Dans un premier temps, le participant était invité à lire la fiche d'informations donnée aux volontaires, il remplissait ensuite le formulaire de consentement libre et éclairé (ces deux documents ayant été validés par la commission d'éthique de l'IFSTTAR).

Le participant s'installait dans le simulateur de conduite alors que l'ensemble du système avait été préalablement allumé en respectant les consignes du manuel d'utilisation du simulateur de conduite (Aillerie, 2013)¹⁰. Sur les consignes de l'expérimentateur, le volontaire réglait le siège ainsi que les rétroviseurs, comme il le ferait dans un véhicule standard. Dans un souci d'immersion et d'homogénéité des passations, il était également demandé au participant d'attacher la ceinture de sécurité. L'expérimentateur lui indiquait alors qu'il s'agissait d'un véhicule de type Renault Mégane qui se conduit normalement c'est-à-dire, en utilisant la pédale d'accélérateur, de frein et d'embrayage. L'expérimentateur ajoutait que les sensations sont différentes de la réalité puisque la voiture en elle-même ne bouge pas, alors que c'est le décor défile en fonction des actions effectuées par le participant. Il lui était également indiqué qu'en cas de malaise, il pouvait communiquer *via* un interphone avec l'expérimentateur afin lui faire part le plus rapidement possible de son inconfort. Dans ce cas, la passation s'arrêtait instantanément. En outre, l'expérimentateur disposait dans la partie expérimentation de la salle de simulateur, d'un écran de contrôle où sont filmés le visage et les pieds du participant. L'expérimentateur demandait enfin si le volontaire avait des questions à poser.

L'expérimentateur lui indiquait ensuite qu'il pouvait démarrer le véhicule en appuyant sur la pédale de frein ou d'embrayage et de manière simultanée sur le bouton « *start* » situé sur le tableau de bord du véhicule.

¹⁰ Aillerie I. (2013), Manuel de mise en service du simulateur, IFSTTAR-LEPSIS, Document interne, 41 p.

Afin d'être familiarisé avec le simulateur, le participant débutait par une phase d'entraînement sur une portion de route issue des images produites par le LEPSIS pour le projet SANTAFÉ mais non utilisée dans le scénario test. Le participant suivait les consignes de l'expérimentateur qui étaient d'accélérer et passer les vitesses du véhicule. Cette phase durait environ cinq minutes. Elle s'achevait dès que l'expérimentateur considérait que le participant maîtrisait le véhicule. Au terme de cet entraînement, les participants atteignaient sensiblement le même niveau de maîtrise du véhicule, en ayant testé ces capacités de freinage et l'accélération.

La phase expérimentale était alors lancée sur les écrans par l'expérimentateur. Il retournait ensuite à côté du participant toujours installé dans le véhicule. Les consignes suivantes lui étaient données :

« Vous allez circuler sur une route de campagne, une route départementale, vous conduirez comme vous le faites dans la réalité. Je vous demanderai de suivre cette route en allant toujours tout droit ». Le participant était invité à démarrer à nouveau le véhicule et à poser des questions. Généralement, il n'y en avait pas. Si le participant faisait partie de la condition expérimentale avec consigne, l'expérimentateur ajoutait « vous circulez sur une route prioritaire ». Cette consigne était ajoutée juste avant le départ du participant afin de favoriser un effet mnésique de récence.

La passation sur simulateur de conduite durait environ 15 minutes.

À la fin du scénario, le participant était invité à participer à un entretien semi-directif. Il était incité tout d'abord à donner « à chaud » ses impressions sur la passation. Cet entretien avait pour objet l'évaluation de la présence d'un sentiment affirmé de priorité. L'entretien était enregistré, l'expérimentateur prenait également des notes sur la grille d'entretien post passation.

Enfin, le participant remplissait informatiquement un second questionnaire de psychologie sociale sur le PC fourni par le Cerema.

5. Approche spécifique des données

5.1 Organisation et qualification des données questionnaires

Ces analyses préalables nous ont permis de vérifier s'il était possible de calculer les scores conformément aux validations des questionnaires.

Concernant le questionnaire d'optimisme comparatif relatif au risque d'accident (McKenna, 1993) :

Constitué de douze items, ce questionnaire se compose de deux dimensions. Chacune permet de mesurer l'optimisme comparatif des participants quant au risque d'accident. Autrement dit, le conducteur estime la probabilité d'avoir un accident de la route par rapport à un conducteur moyen. Chaque dimension est composée de six items. La première dimension renvoie à des situations dans lesquelles l'individu peut avoir un contrôle important sur la situation. La seconde renvoie, quant à elle, à des situations pour lesquelles l'individu a un contrôle moins important. Les alphas de Cronbach calculés sur les deux séries d'items (respectivement $\alpha = .757$ et $\alpha = .804$ pour les contrôles fort et faible) confirme l'existence de ces deux dimensions. Nous avons donc calculé une moyenne des items par dimensions. Les scores peuvent être compris entre -5 et +5. Un score positif renvoie à du pessimisme comparatif (le conducteur estime qu'il a plus de risques qu'un conducteur moyen) alors qu'un score négatif renvoie à une situation d'optimisme comparatif (le conducteur estime qu'il est moins susceptible que le conducteur moyen d'avoir un accident de la route).

Concernant le questionnaire d'optimisme comparatif relatif aux capacités de conduite (Barnils et Perrissol, 2012) :

Ce questionnaire de 24 items se compose d'une seule dimension. Comme pour le questionnaire précédent, nous avons vérifié sa consistance interne. Sa valeur est également satisfaisante ($\alpha = .774$) et autorise donc le calcul d'un score global. Une moyenne a donc été calculée pour chaque participant. Comme précédemment, celle-ci peut être comprise entre -5 et +5. Un score positif traduit le fait que le conducteur estime avoir des compétences inférieures à celles des autres conducteurs alors qu'un score positif traduit une estimation de ses capacités de conduite de la part du conducteur supérieure à celle des autres conducteurs.

Concernant le DBQ (Driving Behavior Questionnaire, Guého et Granié, 2014) :

Composé de 23 items, ce questionnaire mesurant les habitudes de conduite est, à suivre ces auteurs, constitué de six dimensions : cinq dimensions renvoient à des comportements liés à des infractions routières et une dimension renvoie à des comportements de conduite adaptés. Le calcul de consistance interne se révèle non satisfaisant pour cinq des six dimensions.

L'analyse exploratoire du questionnaire nous a conduits à éliminer les quatre items de conduite adaptée. Nous avons effectué un nouveau calcul de consistance interne sur les items restants. Ce dernier s'avère suffisamment élevé ($\alpha = .715$) pour calculer une moyenne générale de conduite inadaptée. Plus le score (compris entre 1 et 6) est élevé, plus les individus ont des comportements de conduite inadaptés.

Concernant le questionnaire de perception du risque relatif :

Ce questionnaire est composé uniquement de trois questions. Cependant, contrairement aux questionnaires précédents, il s'agit pour le participant de classer par ordre croissant trois types de risques (accident cardiaque, domestique et de la route) en termes de gravité, mortalité et de douleur.

On additionne ensuite les différents classements. On obtient ainsi un score de risque global qui est compris entre 3 et 9. Plus le score est élevé, plus les individus classent le risque routier comme plus important que les deux autres risques.

5.2 Organisation et qualification des données simulateurs

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	numéro identifiant	cond expérimentale	sexe	vitesse moyenne sur le parcours	1.1 vitesse	1.2 vitesse	1.3 vitesse	1.1 acc	1.2 acc	1.3 acc	1.1 frein	1.2 frein
2	Z26K11	1	2	86,12	82,0	84,0	83,7	0,2	-0,1	0,4	0,00	0,00
3	E5720	1	1	87,46	53,9	39,6	49,1	-0,6	0,0	0,2	1,00	1,00
4	M13W23	1	1	88,52	83,7	88,8	86,3	0,0	-0,1	0,0	0,00	0,00
5	C3L12	1	1	81,81	67,3	63,2	75,8	-0,5	0,3	0,4	0,00	0,00
6	H8K11	1	2	94,41	95,2	94,9	94,4	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00
7	W23H8	1	2	96,03	91,3	92,6	91,3	-0,5	0,2	-0,1	0,00	0,00
8	G7H8	1	2	85,68	65,6	53,0	69,0	-0,5	0,0	0,7	0,00	0,00
9	L12J10	1	1	90,56	83,2	82,0	87,2	0,2	0,0	0,3	0,00	0,00
10	S19E5	1	1	91,9	94,4	92,2	97,7	-0,2	0,1	0,4	0,00	0,00
11	C3K11	1	1	97,9	110,1	93,7	93,1	-0,6	-0,7	0,4	0,00	0,00
12	E5R18	1	2	83,06	74,9	68,6	68,2	-0,4	0,0	0,2	0,00	0,00
13	I9F6	1	2	95,63	93,8	90,9	95,8	0,2	-0,1	0,3	0,00	0,00
14	J10Q17	1	1	89,23	89,5	89,8	89,9	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00
15	O15C3	1	2	87,72	75,3	70,9	86,9	-0,7	0,4	0,9	0,00	0,00
16	U21J10	1	2	88,1	82,3	71,2	74,9	-0,2	-0,3	0,3	0,00	0,00
17	L12K11	1	1	90,07	80,7	80,8	81,8	0,2	-0,1	0,1	0,00	0,00
18	Y25C3	1	1	90,3	90,1	88,8	82,6	0,0	-0,3	0,0	0,00	1,00
19	Z26Q24	1	2	91,34	82,4	70,7	77,3	-0,8	-0,1	0,4	0,00	0,00
20	W23G7	1	1	87,11	82,5	85,1	88,8	0,1	0,2	0,1	0,00	0,00
21	X24B2	1	2	82,78	75,1	61,8	61,1	-0,3	-0,5	0,4	0,00	0,00
22	M13O15	1	1	86,38	83,7	82,7	89,1	-0,4	0,2	0,1	0,00	0,00
23	U21N14	1	2	89,83	86,8	85,9	96,2	-0,9	0,5	0,5	0,00	0,00
24	J10F6	1	1	100	88,4	83,1	92,6	-0,5	0,2	0,6	0,00	0,00
25	U21Z26	1	1	88,75	87,4	84,1	84,7	-0,2	-0,1	0,2	0,00	0,00
26	Z26S19	2	1	106,53	102,9	100,6	103,5	0,3	-0,2	0,5	0,00	0,00
27	V22Q17	2	2	87,97	89,5	82,7	84,8	-0,7	-0,2	0,5	0,00	1,00
28	Y25L12	2	2	86,35	81,5	83,4	86,7	-0,4	0,3	0,1	0,00	0,00
29	O15T20	2	2	88,11	83,6	90,4	88,3	-0,2	0,3	-0,5	0,00	0,00
30	B2I9	2	1	84,71	68,2	63,3	64,4	-0,6	-0,1	0,5	0,00	0,00
31	I9D4	2	2	121,02	110,4	109,5	106,5	0,1	-0,2	-0,3	0,00	0,00
32	B2C3	2	2	95,59	94,1	90,2	91,8	0,2	-0,3	0,6	0,00	0,00
33	P16N14	2	1	81,27	77,8	80,9	76,8	0,0	-0,1	0,0	0,00	0,00
34	K11Q17	2	1	86,69	78,6	80,0	86,8	0,0	0,2	0,4	0,00	0,00
35	V22C3	2	1	87,38	80,0	78,6	80,9	-0,2	0,0	0,3	0,00	1,00
36	W23A1	2	1	84,74	69,8	75,8	72,3	0,2	0,1	-0,1	0,00	0,00
37	I9H8	2	1	114,53	86,0	81,1	95,9	-1,3	0,6	0,8	0,00	0,00
38	Z26P16	2	2	86,45	83,5	78,3	80,1	-0,2	-0,1	0,2	0,00	0,00
39	E5A1	2	1	83,55	76,0	71,1	74,8	-0,4	0,0	0,2	0,00	0,00
40	K11V22	2	1	87,21	83,9	82,1	86,1	-0,3	0,2	0,1	0,00	0,00
41	M13Z26	2	1	82,67	72,3	67,7	70,3	-0,4	0,2	-0,4	0,00	0,00
42	B2F6	2	2	88,12	84,5	85,3	86,6	0,1	0,0	0,1	0,00	0,00
43	E5C3	2	1	88,04	80,5	70,7	71,0	0,0	0,4	0,5	0,00	0,00

Figure 12 : Une vue d'écran des codages des participants et des premières données

numéro identifiant	TR2 (s) lever de pied	1ere action pour TR2	TR2 (s) pour 1ere action	collision	intensité du choc	ecart type vp voie (mm)	déport max (mm)
1	1,41710	ecart de trajectoire	0	non	-	557	-3955
2	1,49950	ecart de trajectoire	0	non	-	571	739
3	1,86660	lever de pied	1,8666	non mais sort de la route	-	460	-5255
4	1,73320	lever de pied	1,7332	non	-	579	239
5	1,46647	lever de pied	1,46647	non	-	511	386
6	0,84943	lever de pied	0,84943	non	-	438	-763
7	1,61670	lever de pied	1,6167	non	-	513	-255
8	1,11640	lever de pied	1,1164	oui	important	540	-374
9	1,78509	lever de pied	1,78509	non	-	554	-2146
10	1,68290	lever de pied	1,6829	non	-	458	-199
11	1,43270	lever de pied	1,4327	non	-	492	-252
12	1,94921	lever de pied	1,94921	oui	important	481	-351
13	1,98360	ecart de trajectoire	0	non	-	470	-882
14	1,04970	lever de pied	1,0497	non	-	518	-2656
15	2,00010	lever de pied	2,0001	oui	important	538	-379
16	1,66640	ecart de trajectoire	0	oui	important	506	517
17	1,83110	lever de pied	1,8311	non	-	532	625
18	1,83270	lever de pied	1,8327	oui	important	428	538
19	1,11620	lever de pied	1,1162	non	-	444	257
20	0,86600	lever de pied	0,866	non	-	540	-315
21	1,41680	lever de pied	1,4168	oui	important	376	-810
22	1,53330	lever de pied	1,5333	non	-	512	-284
23	1,54953	ecart de trajectoire	0	non	-	478	-886
24	0,81650	lever de pied	0,8165	non	-	588	-358
25	0,14982	lever de pied	0,14982	non	-	600	552
26	1,73330	ecart de trajectoire	0	non	-	544	-1114
27	1,94910	lever de pied	1,9491	oui	important	439	344
28	2,08430	lever de pied	2,0843	oui	important	546	-933
29	0,08260	lever de pied	0,0826	oui	important	584	296
30	2,01564	lever de pied	2,01564	non	-	548	736
31	2,01600	lever de pied	2,016	non	-	423	-200
32	1,26700	lever de pied	1,267	oui	important	427	411
33	1,81610	ecart de trajectoire	0	oui	important	565	820
34	0,94990	lever de pied	0,9499	non	-	527	-954
35	1,94930	lever de pied	1,9493	oui	important	478	-495
36	-	lâcher de pedale	0	non	-	540	-522
37	1,94920	lever de pied	1,9492	oui	important	464	185
38	1,01620	lever de pied	1,0162	non	-	512	-397
39	1,66670	ecart de trajectoire	0	non	-	522	-697
40	1,16740	lever de pied	1,1674	non	-	541	223
41	1,31640	lever de pied	1,3164	oui	léger	462	-797
42	1,65020	lever de pied	1,6502	oui	important	553	664

Figure 13 : Une vue d'écran de l'intersection I11

Le lexique des données du simulateur et de leurs codages est présenté en Annexe 3.

Les résultats sont classés par participant en fonction de leur groupe expérimental pour les intersections I1 (première intersection) à I9 (neuvième intersection), découpage en trois phases de chaque intersection.

Les variables étudiées sont vitesse moyenne sur l'ensemble du parcours, lâcher de pédale, freinage, écart type à la trajectoire.

Définition de quelques données du simulateur :

La variable « **freinage** » : on considère que le conducteur freine lorsque la variable « **vp: cab.frein** » est supérieure à 30. Cette variable correspond à l'enfoncement de la pédale de frein (0 = pas d'enfoncement de la pédale et 255 = enfoncement maximal de la pédale).

La variable « **lâcher de pédale** » : on considère que le conducteur a lâché la pédale d'accélérateur lorsque la variable « **vp: cab.accél** » est égale à 0. Cette variable correspond à l'enfoncement de la pédale d'accélérateur (0 = pas d'enfoncement de la pédale et 255 = enfoncement maximal de la pédale).

La variable « **lever de pied** » : on considère que le conducteur lève le pied de la pédale d'accélérateur lorsque la variable « **vp: cab.accél** » diminue (en moyenne) d'au moins 1 sur 5 valeurs consécutives et

qu'en même temps, la vitesse diminue. Cette variable correspond à l'enfoncement de la pédale d'accélérateur (0 = pas d'enfoncement de la pédale et 255 = enfoncement maximal de la pédale).

La variable « **écart à la trajectoire** » : l'objectif est de voir si le conducteur effectue un écart de trajectoire dans l'intersection I11. Pour cela, on utilise la variable « **vp: Voie (mm)** » qui mesure l'écart entre le centre de gravité du véhicule et la ligne axiale. Dans un 1er temps, on calcule la moyenne (et l'écart type) de cet écart de trajectoire pour chaque conducteur entre le début de l'expérimentation jusqu'au début de l'intersection I11 (non compris). Dans un 2ème temps, on place un point de référence « **vp: Voie (mm)** » correspondant au début de I11 puis on mesure l'écart de chaque point en I11 avec le point de référence. On considère alors un écart de trajectoire si l'écart entre les deux points est inférieur ou supérieur à l'écart type calculé précédemment.

Collision : on considère qu'il y a choc lorsque la variable « **vp: T.I.V. (s)** » est négative. Cette variable correspond à la distance intervéhiculaire entre le véhicule conduit par le sujet et le véhicule non prioritaire.

Intensité du choc : on considère qu'il y a un choc important lorsque la variable « **vp: T.I.V. (s)** » est égale à -1. Cette valeur montre que le véhicule conduit par le sujet se trouve devant le véhicule prioritaire (c'est-à-dire qu'il est passé à travers le véhicule le précédant). Si la variable « **vp: T.I.V. (s)** » est négative mais n'est jamais égale à -1 alors le choc est moins important (le véhicule conduit par le sujet reste toujours le véhicule non prioritaire).

5.3 Organisation et qualification des entretiens post passation

Un premier tableau récapitulatif des éléments recueillis lors des **entretiens post passation** et issues des observations du scénario, classés par participant (code et genre) et par groupe expérimental est présenté en **Annexe 2** *Manifestation et caractérisation du sentiment affirmé de priorité lors de l'entretien post passation, analyse par participant et par groupe expérimental*.

Le tableau récapitule les observations lors de la passation sur simulateur ainsi que des manifestations du sentiment affirmé de priorité pendant les entretiens. Il permet également de visualiser s'il y a eu accident ou non pendant la passation et le type de réaction de chaque participant, en fonction de leur groupe expérimental. Nous obtenons un tableau qui met en parallèle les résultats du questionnaire pré et post passation et ceux de l'expérimentation dans la globalité de ses étapes. L'analyse « de visu », corroborée aux informations de l'entretien, sont particulièrement utiles pour caractériser des comportements qui peuvent ne pas être / ou peu détectés par le calculateur du simulateur ; par exemple, une manœuvre d'évitement qui peut être importante « à la vue » et peu explicite au regard du calcul informatique appliqué pour caractériser cette manœuvre : écart à la trajectoire au moins deux fois supérieur à la valeur de l'écart moyen sur le parcours.

6. Premiers éléments sur les données

6.1 Entretiens post passation

Les différentes phases s'organisent comme suit :

- Dépouillement des grilles d'analyse par participant afin de déterminer la manifestation d'un sentiment affirmé de priorité.
- Retranscription des enregistrements audio.
- Analyse qualitative des données textes recueillies en partie sous forme de déclarations.
- Insertion des données issues des entretiens post passation dans le tableau général des données.

L'objectif poursuivi est le croisement des données objectives simulateur/données subjectives questionnaires/données subjectives entretien.

6.2 Passation simulateur

Projection des analyses des données issues du simulateur :

- Dimension de la voiture (Mégane) = 2 mètres de large
- Dimension de la voie = 3,5 mètres

L'analyse principale porte sur la comparaison entre les quatre groupes de participants (quatre conditions expérimentales). Une analyse sera aussi réalisée en fonction du genre de façon globale et en fonction des quatre conditions expérimentales. Afin de pouvoir comparer les discours pendant l'entretien post passation au comportement en simulation, nous aurons également besoin des protocoles individuels. Le lexique des données issues du simulateur ainsi que leur codage se trouvent en Annexe 3.

Analyse des intersections 1, 3, 5, 6, 8, 9

Dans un premier temps, pour chaque intersection, on représente :

- Le profil de vitesse moyen pour chaque condition expérimentale afin de savoir si la consigne ou les panneaux AB2 ont une influence sur la vitesse moyenne sur l'ensemble du circuit. Le profil se caractérise entre le début de I1 et le début de I11, soit après une période de démarrage et avant les actions d'évitement de l'accident.

À noter : on peut également comparer la valeur moyenne par groupe expérimental à la valeur moyenne globale (ensemble des participants).

- Profils individuels : le profil de vitesse moyen pour chaque participant, afin de considérer le lien entre OC, évaluation du risque et comportement individuel, soit trois vitesses moyennes par participant sur chaque intersection correspondant au découpage en trois de l'intersection (Cf. Figure 14 : Profil de vitesse dans l'intersection 1).
- La position latérale du véhicule léger sur la chaussée
- La comparaison H/F sur ces types d'analyses se fera ou non en fonction des résultats obtenus.

Types de méthodes statistiques envisagées :

- pour comparer les conditions expérimentales : ANOVA

- pour analyser les données subjectives et les données objectives, par exemple en variable indépendante l'OC et en variable dépendante les données simulateur : REGRESSION.

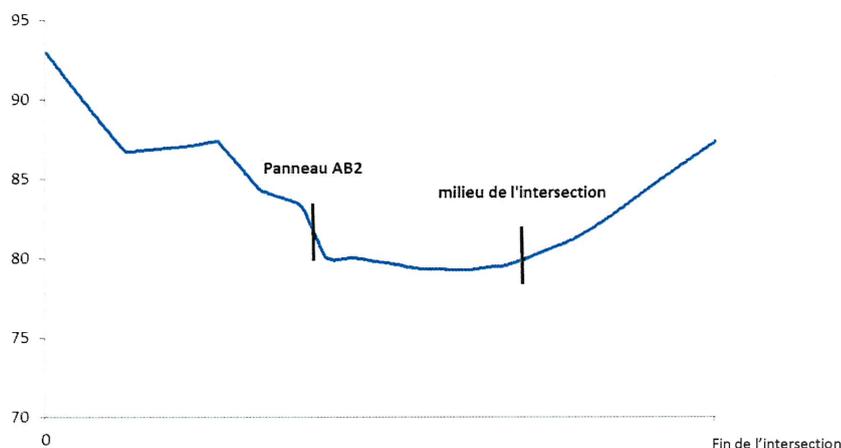


Figure 14 : Profil de vitesse dans l'intersection 1

Dans un second temps, on présente un tableau synthétique pour chaque intersection étudiée (soit I3¹¹, I5, I6, I8, I9). On découpe l'intersection en trois phases :

- 1. du début de l'inter (-250 m) au panneau AB2 (-150 m),
- 2. du panneau AB2 (-150 m) au milieu de l'inter (0 m),
- 3. du milieu de l'inter (0 m) à la fin de l'inter (100 m).

Les variables étudiées seraient la vitesse, l'accélération longitudinale, l'utilisation du frein (oui/non).

	250 m à 150 m	150 m à 0 m	0 m à 100 m
Vitesse moyenne (km/h) + écart type	86,75 83,75	79,58	83,26
Accélération longitudinale (m/s ²) + écart type	-0,56 -0,34	-0,02	0,48
Utilisation du frein (si freinage à quel moment)	non	non	non
Lever de pied	oui	non	non

Figure 15 : Tableau synthétique des variables utilisées pour l'analyse des intersections

→ Sur ces variables, l'objectif sera aussi de recenser le nombre de conducteurs effectuant cette action (calcul de fréquence).

Analyse de l'intersection 11

Intersection 11 : découpage en 4 parties

- de 250 à 200 m : seuil de perceptibilité (comptes-rendus des 14 et 15 mai 2013) « à noter pour I11 : Visibilité du véhicule problématique à partir de 200 m environ soit PK 24543497 m et PK 24799432 m au centre de l'intersection », c'est-à-dire à partir du moment où le conducteur peut percevoir le véhicule léger non prioritaire au top « véhicule non prioritaire démarre »,

¹¹ Le stop grillé par un véhicule est trop « lointain » visuellement pour être retenu. I3 est considéré comme sans trafic.

- du top « véhicule non prioritaire démarre » au top « vehperp » (correspondant au moment où le véhicule non prioritaire franchit le milieu de l'intersection, il est alors perpendiculaire à la chaussée),
- du top « vehperp », à la fin de l'intersection.

Tout d'abord, comme pour les précédentes intersections, on pourra présenter deux figures : profil de vitesse et position latérale sur la chaussée.

Il conviendrait de faire apparaître également sur la courbe de vitesse la trajectoire/vitesse du véhicule adverse (comportement constant, mais asservi au comportement de l'expérimenté).

Profils individuels : Analyse de l'intersection I11 pour chaque participant : soit quatre données moyennes par participant afin de considérer le lien entre OC, évaluation du risque et comportement individuel.

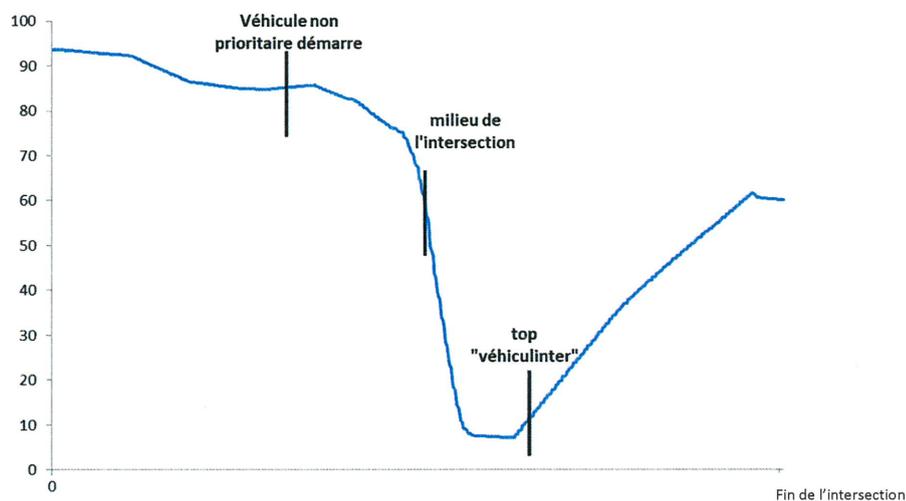


Figure 16 : Profil de vitesse dans l'intersection 11

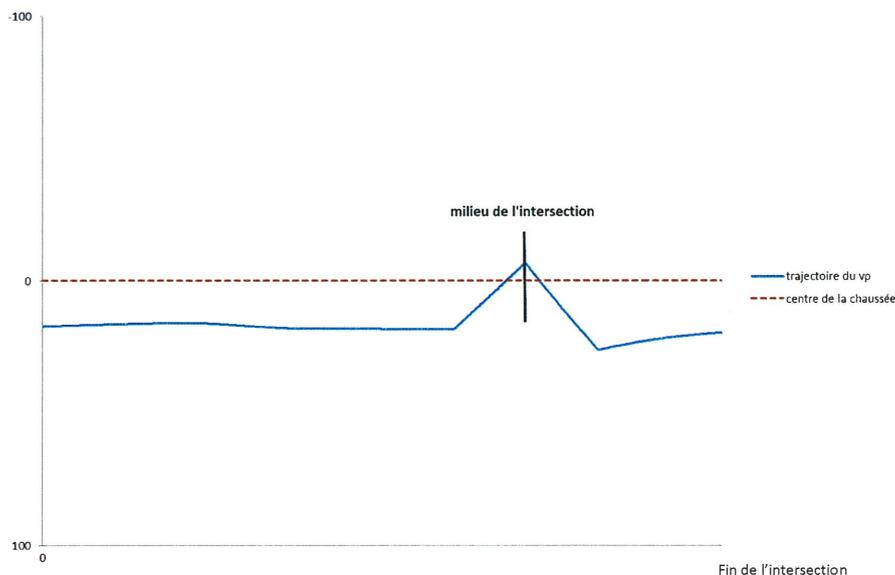


Figure 17 : Position latérale sur la chaussée dans l'intersection 11

De même, un tableau synthétique avec les variables pertinentes, plus la variable utilisation d'autres commandes (frein à main, klaxon, ...) sera réalisé selon le découpage en quatre phases.

	de 250 m au seuil de perceptibilité du vl non prioritaire soit 200 m	200 m, vl non prioritaire perceptible au top « véhicule non prioritaire démarre »	Du top « véhicule non prioritaire démarre » au top « vehperp »	Top « vehperp » à la fin de l'intersection
Vitesse moyenne (km/h) + écart type	89,02 71,18	54,76		40,72
Accélération longitudinale (m/s ²) + écart type	-0,37 -1,74	-2,99		1,85
Utilisation du frein (si freinage à quel moment)	non	Oui		non
A-t-il le pied levé de l'accélérateur au moment où il est au top « vehiculdémarre »	non			
Utilisation d'autres commandes	?	?	?	?

Figure 18 : Tableau synthétique des variables utilisées pour l'intersection III

Analyse des deux temps de réponse :

- le 1er sera mesuré en fonction du moment où le conducteur peut percevoir le véhicule léger non prioritaire (a-t-il réagi ? par un lever de pied d'accélérateur, un lâcher de pédale d'accélérateur, par un coup de frein, écart de trajectoire...),
- le 2ème temps de réponse sera calculé par rapport au moment où le véhicule léger non prioritaire démarre (a-t-il réagi ? par un lever de pied d'accélérateur, un lâcher de pédale d'accélérateur, par un coup de frein, écart de trajectoire...).

On mesure le temps de réponse par rapport à la première action effectuée : le freinage, le lâcher de pédale d'accélérateur et l'écart de trajectoire. De plus, la mesure lever de pédale peut être effectuée à partir de l'accélération longitudinale ou de la donnée « cab.accél ».

Si le conducteur ne réagit pas entre le moment où le véhicule léger non prioritaire est perceptible (200 m) et le moment où ce dernier démarre alors il n'a pas de 1er temps de réponse. Dans le cas où il réagit pendant la 1ère phase alors il aura donc un 1er temps de réponse et un 2ème temps de réponse suite à sa réaction au moment où le véhicule léger non prioritaire démarre.

	1 ^{er} temps de réponse (en s) entre le moment où le conducteur le vl non prioritaire est perceptible et la réaction du conducteur (s'il y a)	2 ^{ème} temps de réponse (en s) entre le moment où le véhicule non prioritaire démarre et la réaction du conducteur	Collision
avec consigne avec panneau			
avec consigne sans panneau			
sans consigne avec panneau			
sans consigne sans panneau			

Figure 19 : Tableau des temps de réponse

6.3 Questionnaires

Premières analyses des questionnaires

Une répartition des participants dans les quatre groupes expérimentaux avait été établie afin d'obtenir une équivalence en termes d'expérience de conduite, de kilomètres parcourus annuellement, d'âge et d'optimisme comparatif. Les analyses effectuées (Cf. Figure 20) révèlent que cette équivalence est également valable pour ces variables, pour les quatre questionnaires utilisés.

	Sans consigne sans panneau	Avec consigne sans panneau	Sans consigne avec panneau	Avec consigne avec panneau	Statistiques
Âge	35.70 (7.48)	36.50 (8.17)	34.88 (6.50)	34.82 (7.05)	$F(3,87)=0.26, p=.85$
Expérience de conduite	16.08 (7.63)	17.18 (6.80)	15.96 (7.32)	16.41 (7.56)	$F(3,88)=0.12, p=.94$
Km annuels	22895.83 (16939.78)	15260.45 (10326.21)	190075 (12430.51)	28795.02 (52280.07)	$F(3,88)=0.93, p=.43$
OC contrôle fort	-0.85 (1.01)	-0.92 (1.92)	-0.81 (1.25)	-1.33 (1.01)	$F(3,88)=0.69, p=.56$
OC contrôle faible	0.03 (0.99)	0.01 (1.75)	-0.04 (1.07)	-0.05 (1.21)	$F(3,88)=0.15, p=.93$
OC capacités de conduite	-0.39 (0.40)	-0.50 (0.64)	-0.48 (0.70)	-0.45 (0.51)	$F(3,88)=0.17, p=.92$
DBQ	1.93 (0.31)	1.84 (0.44)	1.97 (0.42)	1.94 (0.41)	$F(3,88)=0.47, p=.70$
Risque relatif	7.00 (2.04)	7.32 (1.94)	6.83 (2.41)	7.86 (1.96)	$F(3,88)=1.06, p=.37$

Figure 20 : Comparaison de moyennes en fonction des conditions expérimentales sur les questionnaires et principales variables

Optimisme comparatif lié aux accidents et aux capacités

Afin de vérifier si les conducteurs manifestent de l'optimisme comparatif, nous avons testé la moyenne des participants par rapport à 0. Pour l'optimisme comparatif lié à la probabilité d'avoir un accident, les résultats sont conformes à ceux généralement constatés dans la littérature (e.g., McKenna, 1993). Plus précisément, les conducteurs manifestent de l'optimisme comparatif uniquement en situation de fort contrôle. Autrement dit, les conducteurs considèrent qu'ils ont moins de risques que les autres d'avoir un accident de la route lorsque la situation est contrôlable par le participant (e.g., « lorsque vous dépassez un véhicule ») mais pas lorsque la situation n'est pas contrôlable (e.g., « lorsqu'on vous glissez sur une flaque d'huile »). Par conséquent, le contrôle perçu d'une situation favorise l'émergence de l'optimisme comparatif. Ce résultat va également dans le sens de celui obtenu avec le questionnaire d'optimisme comparatif lié aux capacités de conduite puisque de manière générale, les participants estiment avoir de meilleures capacités de conduites que le conducteur moyen.

	Moyennes (écarts-type)	Statistiques
OC contrôle fort	-0.97 (1.33)	$t(91)=-6.99, p<.001$
OC contrôle faible	-0.04 (1.21)	$t(91)=-.39, p=.70$
OC capacités	-1.09 (.92)	$t(91)=-11.41, p<.001$

Figure 21 : Analyse des scores d'optimisme comparatif

Corrélations entre les différents questionnaires

	OC fort	OC faible	OC capacités	Risque relatif	(DBQ)
OC fort	1	.72*	.35*	-.17	.12
OC faible	.72*	1	.41*	-.10	.12
OC capacités	.35*	.41*	1	.11	.14
Risque relatif	-.17	-.10	.11	1	.09
DBQ	.12	.12	.14	.09	1

Figure 22 : Corrélations entre les différentes mesures de perception du risque

* : significatif à $p=.001$

Les deux dimensions du questionnaire de McKenna (1993) corrélaient fortement. Ces deux corrélations corrélaient plus modestement avec le questionnaire d'optimisme comparatif lié aux capacités. Un tel résultat confirme l'idée que l'optimisme comparatif au risque d'accident pourrait être lié en partie à une perception de ses compétences plus élevées que la moyenne des conducteurs. Toutefois cette valeur intermédiaire plaide en faveur d'une validité discriminante des deux outils tout comme l'absence de corrélations entre le questionnaire de risque relatif et les autres mesures. Les processus sous tendant la perception du risque et l'optimisme comparatif sont donc vraisemblablement différents.

Effet des conditions expérimentales sur la collision

Afin de tester l'impact des conditions expérimentales sur le fait d'avoir réussi ou non à éviter la collision, nous avons eu recours à la comparaison de modèles et l'indice statistique BIC. Nous avons comparé huit modèles différents. Le modèle qui rend le mieux compte des données observées est le M7 (indice BIC, Bayesian Information Criterion, le plus faible des huit modèles). Ainsi, les conducteurs dans la condition sans consigne ni panneau ont eu moins d'accidents que les conducteurs des trois autres conditions (ces derniers ne se différenciant pas).

Condition	Collision	Pas de collision	Total
SC SP	6 (26.1 %)	17 (73.9 %)	23
AC SP	11 (50 %)	11 (50 %)	22
SC AP	14 (58.3 %)	10 (41.7 %)	24
AC AP	11 (50 %)	11 (0 %)	22

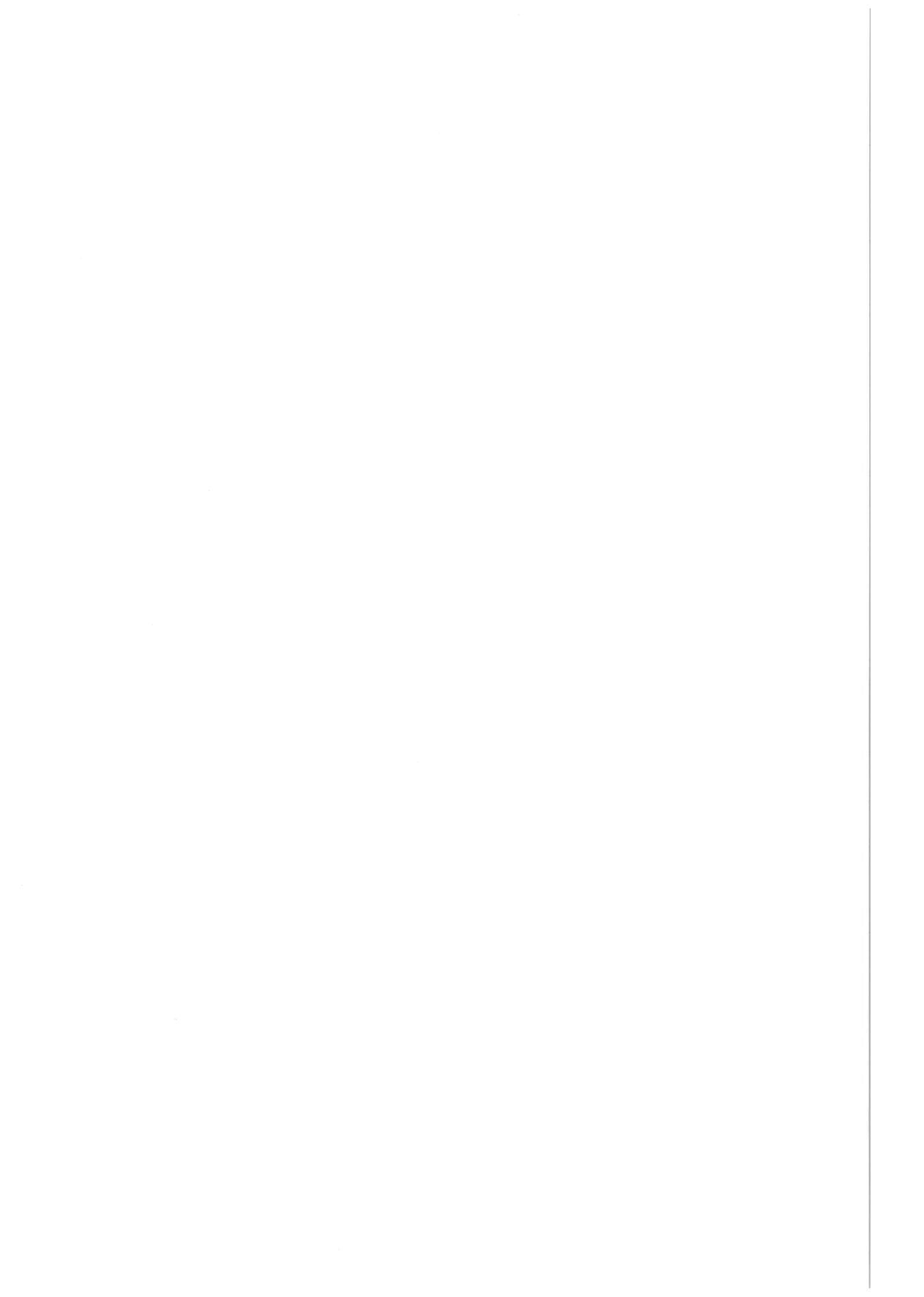
Figure 23 : Nombre (et pourcentage de collisions) en fonction des conditions¹²

BIC :	32,155	27,966	30,410	32,750	28,239	26,221	23,568	24,235
	Modèles Testés							
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
SC SP	1	1	1	1	1	1	1	1
AC SP	2	2	1	2	2	1	2	1
SC AP	3	2	2	1	1	2	2	1
AC AP	4	3	3	3	2	2	2	1

Figure 24 : Comparaison des différents modèles. Deux chiffres différents traduisent une différence entre deux conditions

¹² Remarque : pour cette analyse, nous avons exclu un des participants qui n'avait pas eu de collision mais était sorti de la route.

Il convient de préciser que cette analyse repose sur l'ensemble des effectifs sans tenir compte du fait que les participants se rappelaient (à tort ou à raison) de la présence des panneaux. Si l'on exclut les personnes qui ne se rappellent pas avoir vu le panneau ou qui se rappellent l'avoir vu à tort, on postule alors que le sujet ne peut traiter que consciemment une telle information (ou que le participant ait rappelé l'information selon qu'il ait pu ou non éviter l'accident). Considérer l'intégralité de l'effectif revient à estimer que le panneau a pu faire l'objet d'un traitement automatique.



7. Premières interprétations

7.1 Simulateur

Analyse des résultats simulateur

Résultat pour l'intersection 11 :

Groupe sans consigne et sans panneau (n=24)	du seuil de perceptibilité du vl non prioritaire (situé à 250 m du milieu de l'inter) au moment où le vl non prioritaire démarre	du moment où le vl non prioritaire démarre et le moment où le vl non prioritaire franchit le milieu de l'inter (il est alors perpendiculaire à la chaussée)	du moment où le vl non prioritaire franchit le milieu de l'inter au moment où le vl prioritaire atteint le milieu de l'inter
vitesse moyenne	82,69	82,68	50,52
écart type	8,46	7,93	27,67
accélération longitudinale	-0,05	-1,12	-3,22
écart type	0,18	1,64	2,84
utilisation du frein (= % de conducteurs ayant utilisé le frein)	4,2 %	75,0 %	95,8 %
lever de pied	66,7 %	100,0 %	20,8 %
lâcher de pédale	45,8 %	100,0 %	100,0 %
écart de trajectoire	25,0 %	29,2 %	45,8 %
utilisation d'autres commandes (klaxon, appel de phares...)			

Figure 25 : Vitesse, accélération longitudinale moyenne et répartition des manœuvres d'urgence réalisées en fonction du découpage en 3 phases de l'intersection 11 pour le groupe sans consigne et sans panneau (n=24)

Groupe avec consigne et sans panneau (n=22)	du seuil de perceptibilité du vl non prioritaire (situé à 250 m du milieu de l'inter) au moment où le vl non prioritaire démarre	du moment où le vl non prioritaire démarre et le moment où le vl non prioritaire franchit le milieu de l'inter (il est alors perpendiculaire à la chaussée)	du moment où le vl non prioritaire franchit le milieu de l'inter au moment où le vl prioritaire atteint le milieu de l'inter
vitesse moyenne	84,21	82,04	55,09
écart type	11,67	11,74	27,58
accélération longitudinale	-0,10	-1,26	-4,37
écart type	0,23	2,06	4,97
utilisation du frein (= % de conducteurs ayant utilisé le frein)	0,0 %	63,6 %	90,9%
lever de pied	72,7 %	95,5 %	18,2 %
lâcher de pédale	27,3 %	100,0 %	100,0 %
écart de trajectoire	18,2 %	31,8 %	50,0 %
utilisation d'autres commandes (klaxon, appel de phares...)			

Figure 26 : Vitesse, accélération longitudinale moyenne et répartition des manœuvres d'urgence réalisées en fonction du découpage en 3 phases de l'intersection 11 pour le groupe avec consigne et sans panneau (n=22)

Groupe sans consigne et avec panneau (n=24)	du seuil de perceptibilité du vl non prioritaire (situé à 250 m du milieu de l'inter) au moment où le vl non prioritaire démarre	du moment où le vl non prioritaire démarre et le moment où le vl non prioritaire franchit le milieu de l'inter (il est alors perpendiculaire à la chaussée)	du moment où le vl non prioritaire franchit le milieu de l'inter au moment où le vl prioritaire atteint le milieu de l'inter
vitesse moyenne	82,06	81,64	50,61
écart type	8,42	8,98	28,23
accélération longitudinale	-0,04	-0,81	-3,32
écart type	0,20	1,31	3,55
utilisation du frein (= % de conducteurs ayant utilisé le frein)	0,0 %	54,2 %	95,8 %
lever de pied	66,7 %	100,0 %	12,5 %
lâcher de pédale	16,7 %	100,0 %	100,0 %
écart de trajectoire	16,7 %	16,7 %	45,8 %
utilisation d'autres commandes (klaxon, appel de phares...)			

Figure 27 : Vitesse, accélération longitudinale moyenne et répartition des manœuvres d'évitement réalisées en fonction du découpage en 3 phases de l'intersection 11 pour le groupe sans consigne et avec panneau (n=24)

Groupe avec consigne et avec panneau (n=22)	du seuil de perceptibilité du vl non prioritaire (situé à 250 m du milieu de l'inter) au moment où le vl non prioritaire démarre	du moment où le vl non prioritaire démarre et le moment où le vl non prioritaire franchit le milieu de l'inter (il est alors perpendiculaire à la chaussée)	du moment où le vl non prioritaire franchit le milieu de l'inter au moment où le vl prioritaire atteint le milieu de l'inter
vitesse moyenne	80,62	79,89	50,36
écart type	9,31	9,66	27,40
accélération longitudinale	-0,10	-0,83	-3,93
écart type	0,25	1,43	4,35
utilisation du frein (= % de conducteurs ayant utilisé le frein)	4,6 %	77,3 %	100,0 %
lever de pied	77,3 %	100,0 %	13,6 %
lâcher de pédale	40,9 %	95,5 %	100,0 %
écart de trajectoire	13,6 %	18,2 %	36,4 %
utilisation d'autres commandes (klaxon, appel de phares...)			

Figure 28 : Vitesse, accélération longitudinale moyenne et répartition des manœuvres d'évitement réalisées en fonction du découpage en 3 phases de l'intersection 11 pour le groupe avec consigne et avec panneau (n=22)

	Action pour le 1er TR	Action pour le 2ème TR	Collision
Groupe sans consigne sans panneau (n=24)	83,3 %	100,0 %	25,0 %
Groupe avec consigne sans panneau (n=22)	86,4 %	100,0 %	50,0 %
Groupe sans consigne avec panneau (n=24)	75,0 %	100,0 %	58,3 %
Groupe avec consigne avec panneau (n=22)	95,5 %	100,0 %	50,0 %

Figure 29 : Répartition des manœuvres d'évitement réalisées pour les 2 temps de réaction et des collisions en fonction des 4 groupes

Quand l'action est réalisée :

	Groupe sans consigne sans panneau (n=24)	Groupe avec consigne sans panneau (n=22)	Groupe sans consigne avec panneau (n=24)	Groupe avec consigne avec panneau (n=22)
Lâcher de pédale	45,0 %	10,5 %	5,6 %	14,3 %
Frein	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Lever de pied	55,0 %	84,2 %	83,3 %	71,4 %
Ecart de trajectoire	0,0 %	5,3 %	11,1 %	14,3 %
Total conducteurs ayant réalisé une action	20	19	18	21

Figure 30 : Répartition des 1ères manœuvres d'urgence réalisées du TR1 en fonction des 4 groupes

→ Différence sur la 1ère action réalisée pour le TR1 notamment en ce qui concerne le groupe sans consigne et sans panneau qui est plus en alerte (lâcher de pédale) par rapport aux trois autres groupes.

Quand l'action est réalisée :

1ère action pour le 2ème TR	Groupe sans consigne sans panneau (n=24)	Groupe avec consigne sans panneau (n=22)	Groupe sans consigne avec panneau (n=24)	Groupe avec consigne avec panneau (n=22)
Lâcher de pédale	0,0 %	4,6 %	0,0 %	0,0 %
Frein	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Lever de pied	79,2 %	77,3 %	83,3 %	90,9 %
Ecart de trajectoire	20,8 %	18,2 %	16,7 %	9,1 %
Total conducteurs ayant réalisé une action	24	22	24	22

Figure 31 : Répartition des 1ères manœuvres d'urgence réalisées du TR2 en fonction des 4 groupes

TR1	temps moyen pour la 1ère action	temps moyen pour lâcher de pédale	temps moyen pour frein	temps moyen pour lever de pied	temps moyen pour écart de trajectoire
Groupe sans consigne sans panneau (n=24)	1,32	0,25	0,20	3,27	5,39
Groupe avec consigne sans panneau (n=22)	2,41	1,50	-	2,47	6,42
Groupe sans consigne avec panneau (n=24)	2,88	0,73	-	2,73	5,51
Groupe avec consigne avec panneau (n=22)	1,64	0,77	2,43	1,76	3,82

Figure 32 : Répartition des temps de réponse moyen (s) lié au seuil de perceptibilité selon la manœuvre d'urgence réalisée en fonction des 4 groupes

NB : sont pris en compte les TR = 0 s (usager ayant réagi avant le TR1)

- Différence sur le TR pour la 1ère action entre le groupe sans consigne et sans panneau vs. groupe sans consigne et avec panneau.
- Différence sur le TR pour le lever de pied entre le groupe sans consigne et sans panneau vs. groupe avec consigne et avec panneau.

TR2	temps moyen pour la 1ère action	temps moyen pour lâcher de pédale	temps moyen pour frein	temps moyen pour lever de pied	temps moyen pour écart de trajectoire
Groupe sans consigne sans panneau (n=24)	1,14	1,60	2,35	1,48	2,56
Groupe avec consigne sans panneau (n=22)	1,12	1,65	2,45	1,47	2,55
Groupe sans consigne avec panneau (n=24)	1,16	1,73	2,58	1,40	2,44
Groupe avec consigne avec panneau (n=22)	1,30	1,73	2,47	1,49	2,07

Figure 33 : Répartition des temps de réponse moyen (s) lié au seuil ou le vl non prioritaire démarre selon la première action réalisée en fonction des 4 groupes

NB : sont pris en compte les TR = 0 s (usager ayant réagi avant le TR2). Ce qui est un biais évident lors du calcul moyenné.

Afin d'éviter ce problème, il a été décidé, après discussion, de ne pas prendre en compte, comme première action, les réactions déjà en cours avant le « top ». Nous regarderons les « vraies » premières actions afin d'éliminer les TR = 0 s ou trop faibles d'un point de vue physiologique.

La question du seuil du TR à prendre en compte pour nos analyses a été posée. La bibliographie montre qu'une valeur de 0,8 s est acceptable.

7.2 Questionnaires

Analyse des résultats questionnaires

La présentation des résultats lors de la dernière réunion a permis de discuter plusieurs points. Ainsi, le fait de ne pas retrouver la structure validée par Guého et al. (2014)¹³ du DBQ (Driver Behavior Questionnaire) a amené une discussion sur les options possibles. La première option, suggérée par Granié, consistait à relancer l'analyse factorielle en augmentant le nombre d'itérations. Cette analyse menée depuis n'a pas permis de retrouver la structure factorielle attendue. Dès lors, au regard des nouvelles analyses statistiques, nous avons retenu la deuxième option qui avait été retenue pour les analyses préalables dans le chapitre 4.2 : calculer un score général de comportements délétères de conduite (violation du code de la route).

Les résultats laissent apparaître un effet des conditions expérimentales sur la situation d'accidents puisque la condition sans aucune indication (ni panneaux ni consigne) est la condition dans laquelle les conducteurs ont eu le moins de collisions. De nouvelles analyses seront toutefois menées au regard des rappels de panneaux corrects ou incorrects effectués par les conducteurs.

Par ailleurs, la présentation a été également l'occasion de choisir une orientation dans le futur traitement des données croisant les données des questionnaires psychosociaux avec les données du simulateur. Ainsi, il a été émis l'idée d'essayer d'établir un score numérique de « bonne conduite » au regard des données du simulateur. Pour le moment, nous avons conclu d'une part qu'il était nécessaire de caractériser plus qualitativement les comportements sur l'intersection I11. Pour cela, nous nous sommes intéressés de manière chronologique aux enchaînements d'actions pour chaque participant.

¹³ Guého, L., Granié, M.A., Abric, J.C. (2014), French validation of a new version of the Driver Behavior Questionnaire (DBQ) for drivers of all ages and level of experiences, Accident Analysis and Prevention, 63, 2, Elsevier, pp. 41-48, DOI: 10.1016/j.aap.2013.10.024

Nous avons ainsi réalisé un tableau d'enchaînement d'actions en fonction des phases de l'intersection I11 (Cf. Annexe 4). À partir de ce tableau, il s'agit de constituer des catégories de comportements similaires. Quels sont le ou les comportements qui permettent d'éviter l'accident ? D'autres indicateurs plus quantitatifs présentés dans la partie suivante ont également été évoqués.

7.3 Approches conjointes

Analyses statistiques envisagées

Afin de pouvoir réaliser les analyses conjointes mêlant à la fois les conditions expérimentales, les données du simulateur et les questionnaires psychosociaux, l'équipe de Salon-de-Provence travaille à l'élaboration de nouveaux indicateurs. Ainsi, outre les scores quantitatifs sur certaines données classiques du simulateur (TR, position latérale, vitesse moyenne, vitesse au moment où le véhicule adverse arrive), d'autres données objectives seront ajoutées au regard des préconisations de Damm et al. (2011)¹⁴ :

- Les écarts à la trajectoire.
- Les décélérations pour toutes les intersections.
- L'écart entre décélération moyenne et la décélération en I11. Ainsi nous pourrons comparer les comportements entre I11 et les autres intersections avec et sans véhicule (le « top » intersection sera pris comme repère, soit 250 m avant l'intersection). Il conviendra également d'ajouter la vitesse au « top » et la vitesse la plus faible¹⁵.
- Le nombre d'actions effectuées par chaque participant.

Ces données objectives seront considérées comme des variables susceptibles de varier non seulement au regard des conditions expérimentales mais également en fonction des scores d'optimisme comparatifs et de perception des risques inhérents à la conduite automobile. Il est en effet possible que les scores d'optimisme aient un impact sur le comportement des conducteurs et que cet effet interagira avec les conditions expérimentales.

Nous ne manquerons pas de signaler l'ensemble des limites du simulateur de conduite dans le rapport final du projet telles que les vitesses pratiquées plus élevées que dans la réalité.

Les futures analyses nous amèneront également à identifier ou confirmer l'effet de facteurs (e.g., kilomètres parcourus, ancienneté du permis de conduire, etc.) sur l'optimisme comparatif des conducteurs. Par ailleurs, au-delà de l'impact des conditions expérimentales et des questionnaires sur le comportement de conduite, nous étudierons l'effet des conséquences de la gestion de l'intersection I11 sur la perception des risques de l'individu. Ainsi nous chercherons à vérifier si le fait d'avoir eu une collision a pu modifier l'optimisme comparatif des conducteurs. Il est possible que le fait d'avoir eu un accident ou une réaction inadaptée pourra peut-être diminuer l'optimisme comparatif quant au risque d'accident d'une part et aux capacités de conduite d'autre part. Toutefois cette évolution de l'optimisme pourrait être médiatisée par la perception du sujet quant à sa responsabilité dans la situation d'accident. Ces éléments pourront être mis en évidence en comparant l'évolution des scores

¹⁴ Damm, L., Nachtergaele, C., Meskali, M., Berthelon, C. (2011), The evaluation of traditional and early driving learning with simulated accident scenarios, *Human Factors*, 53, 4, Human factors and ergonomics society, pp.323-337, DOI: 10.1177/0018720811413765

¹⁵ Il conviendra pour ces analyses de retirer les deux premières minutes d'enregistrement pour éviter l'effet d'habitation (différence de vitesse entre le début et la fin du parcours sur simulateur).

aux questionnaires, des questions spécifiques liées à l'intersection 11 d'une part et d'autre part, les perceptions de la situation rapportées dans les entretiens post-expérimentaux.

L'analyse de ces résultats devrait ainsi permettre de mieux comprendre les raisons qui poussent les conducteurs à adopter des comportements de conduite délétères en termes de sécurité routière. En outre, elle pourrait également permettre de mieux cerner l'effet des stages récupération de points sur l'optimisme comparatif inhérent au risque d'accidents. En effet, Perrissol et al. (2011) ont pu montrer que les stages permettaient de diminuer l'optimisme comparatif des conducteurs infractionnistes. Toutefois, si cette diminution a été constatée, seules des hypothèses ont été avancées sans qu'elles aient été vérifiées expérimentalement. Les résultats sur l'optimisme comparatif lié aux capacités pourraient apporter une confirmation indirecte de certaines hypothèses et par la suite la formulation éventuelle de préconisations en vue de l'évolution de ces stages toujours envisagée. Les résultats obtenus pourraient également permettre d'identifier des stratégies en termes de choix de contenus des campagnes de prévention menées dans le domaine de la sécurité routière.

8. Conclusion

Le livrable 1 remis en décembre 2013 s'attachait à décrire la production des images (ajustement, test...) et l'élaboration des questionnaires. Plus précisément, le choix de l'infrastructure à simuler défini à partir des situations réelles des Études Détaillées des Accidents, la définition des questionnaires pré-passation, la définition des entretiens et des questionnaires post passation.

Le livrable 2 se situe dans la continuité d'une description méthodologique de la recherche : il aborde les activités de fin 2013 et de 2014 en s'attachant particulièrement aux passations sur simulateur : recrutement des participants, articulation entre les temps des réponses, les questionnaires et les passations sur simulateur.

Une première organisation des données brutes est réalisée : après s'être assuré, lors d'une pré-analyse de l'homogénéité des quatre groupes expérimentaux au regard de l'optimisme comparatif, un modèle rend compte de la spécificité du premier groupe (sans consigne-sans panneau) en termes de survenue d'accidents par rapport aux trois autres groupes.

Les premiers éléments de discussion montrent également l'intérêt d'une analyse plus qualitative pour mieux caractériser l'enchaînement des comportements permettant d'éviter l'accident. Cette analyse peut être enrichie par la retranscription des entretiens post passation.

*Nous retiendrons que les premiers éléments de la valorisation de la recherche ont pris la forme d'une proposition de communication au XXVe Congrès mondial de la Route qui aura lieu à Séoul en Novembre 2015. La communication intitulée « **Comportement de conduite, temps de réponse et infrastructure routière Réflexions méthodologiques sur la recherche infrastructure/comportement** » a été retenue et s'attachera particulièrement aux questions méthodologiques et aux premiers résultats de la recherche. Le texte complet de la communication doit être remis en février 2015 au Secrétariat du Comité Scientifique du Congrès.*

Références bibliographiques

- Abdel-Aty, M., Keller, J., Brady, P. (2005), Analysis of the types of crashes at signalized intersections using complete crash date and tree-based regression in *Transportation Research Record 1908*, pp. 37-45.
- Abric, J. (2006), *Psychologie de la communication ; Théories et méthodes*. Paris : Armand Colin Éditions, 163 p.
- AIPCR (2003), *Manuel de sécurité routière*, AIPCR Éditions, 603 p.
- AIPCR (2010), Human Factors Guideline for Safer Road Infrastructure. <http://www.piarc.org>, 57 p.
- Amalberti (1991), (*Document scientifique à préciser*)
- Barnils, A. (2012), *Impact des connaissances du code de la route sur l'optimisme comparatif des conducteurs*. Document non publié, Université Toulouse le Mirail : France.
- Barrett, G.V., Kobayashi, M., Fox, B.H. (1968), Feasibility of studying driver reaction to sudden pedestrian emergencies in an automobile simulator in *Human factors*, 10(1), 19-26.
- Berthelon, C., Péruch, P., Mestre, D. (1988), Anticipation du mouvement d'un véhicule à l'approche d'une intersection in *Recherche Transport Sécurité*, pp. 33-38.
- Bordel, S., Désiré, L., Guégan, V., Menguy, G., Terrade, F., Somat, A., Maillard, J., & Guye, O. (2009), (*Document scientifique à préciser*).
- Bordel, S., Somat, A. (2011), *Acceptabilités Juridique, Individuelle, Sociale et Economique dans le Projet SARI (Surveillance Automatisée de la Route pour l'Information des conducteurs et des gestionnaires) : le facteur humain dans le développement et le déploiement de dispositifs de sécurité routière*, XXIVe Congrès mondial de la route, 26-30 septembre, Mexico.
- Brenac, T., Aubin, H. (1989), *La quantification des risques d'accident en carrefour et ses applications*. Journée spécialisée du 17 Janvier 1989. Actes INRETS n° 16, pp. 115-119
- Brenac, T. (2007), *Des analyses de cas d'accidents aux conclusions pour l'action : différentes voies selon les objectifs et les contextes d'étude*, Séminaire « L'utilisation de scénarios types d'accidents dans les diagnostics de sécurité routière », Aix-en-Provence, 12 octobre 2006. INRETS ; SETRA ; CERTU, pp. 12-17.
- CETE Normandie-Centre (1985), *Mise à priorité systématique des CD (chemins départementaux) non classés à grande circulation*, 25 p.
- DACOTA (2009), *Road safety Data Collection, Transfer and Analysis*, Projet européen lancé dans le cadre du 7^{ème} Programme-cadre de recherche et de développement.
- Damm, L., Nachtergaële, C., Meskali, M., Berthelon, C. (2011), The evaluation of traditional and early driving learning with simulated accident scenarios in *Human Factors*, 53 (4), pp. 323-337.
- Delhomme, P. (1994), *Liens entre surestimation de ses propres capacités, expérience de la conduite et activité de conduite*, Rapport de recherche INRETS n° 187.
- Delhomme, P. (2008), *Psychologie sociale appliquée : de l'évaluation des risques routiers à la modification des comportements*. HDR. Université de Provence, Aix-en-Provence.
- Delhomme, P., Verliac, J.F., Martha, C. (2009), Are drivers' comparative risk judgments about speeding realistic? In *Journal of Safety Research*, 40, 333-339.
- Demarchi, S. et Py, J. (2006), *L'entretien cognitif : Son efficacité, son application et ses spécificités*. Revue Québécoise de psychologie, Vol. 27, n° 3, p. 177-196.
- Draper, S., McMorris, T., Parker, J.K. (2010), Effect of acute exercise of differing intensities on simple and choice reaction and movement times in *Psychology of Sport and Exercise*, 11, 536-541.
- Espié, S., Gauriat, P., Duraz, M. (2005), *Driving simulators validation: the issue of transferability of results acquired on simulator*, Proceedings of the Driving Simulation Conference North-America (DSC-NA 2005), Orlando, USA.
- Ferrandez, F. (1995), *L'étude détaillée d'accidents orientée vers la sécurité primaire. Méthodologie de recueil et de pré-analyse*. INRETS. Presses de l'école nationale des ponts et chaussées, 244 p.

- Fleury D., Ferrandez F., Lepesant C. (1988), *Analyse typologique des manœuvres d'urgence en intersection*, Rapport INRETS n° 62, 88 p.
- Fleury, D. (2005), *Ville et réseaux de déplacements. Vers un métier de la sécurité routière*. Rapport INRETS n° 49. Les collections de l'INRETS, 89 p.
- Ghiglione, R. et Matalon, B. (1998), *Les enquêtes sociologiques*. Armand Colin Éditions, 297 p.
- Ginet, M. (2003), *Les clés de l'entretien avec le témoin ou la victime*. Paris : La documentation française Éditions, 147 p.
- 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 p.
- Guého, L., Granié, M.A., Abric, J.C. (2014), French validation of a new version of the Driver Behavior Questionnaire (DBQ) for drivers of all ages and level of experiences. in *Accident Analysis and Prevention*, 2, 63, pp. 41-48
- Godley, S.T., Triggs, T.J., and Fildes, B.N. (2002), Driving simulator validation for speed research in *Accident Analysis and Prevention*, 34(5), 589-600.
- Guppy, A. (1993), Subjective probability of accident and apprehension in relation to self-other bias, age, and reported behavior in *Accident Analysis and Prevention*, 25, 375-382.
- Guyot, R. (2002), *Gisements de sécurité routière*. Paris (France) : METLTM, 320 p.
- Hill, J., Talbot, R., Martinsson, J., Fagerlind, H., Aldah, M., Atalar, D., Dodson, E., Jansch, M., Roynard, M., Martensen, H., Margaritis, D., Van Elslande, P., Perrin, C., Hermite, T., Giustiniani, G., Davidse, R., Ocampo Sanchez, A., Gomez Mendez, A., Paez, J., Ferrer, A. (2012), *Final updated protocol with updates from the pilot review, Deliverable 2.4 of the EC FP7 project DaCoTA*, European Commission, 137 p.
- Hughes, M. (2012), *Le psychologue enquêteur lors du recueil des Études Détaillée des Accidents*, Les notes de MA. Unité de recherche Mécanismes d'Accidents. IFSTTAR, n° 12-06-001, 7 p.
- Hughes, M., Yerpez, J. (2011), Sentiment affirmé de priorité et temps de réaction, Analyse d'accidents en intersection, XXIVème Congrès mondial de la route, Mexico 2011, 26-30 Septembre, IFSTTAR, MA, F-13300 Salon-de-Provence, France, Actes du Congrès, 16 pages. Strong feeling of right-of-way and reaction time, analysis of accidents in intersections, XXIV Congrès Mondial de la Route, 26-30 septembre 2011, Mexico, Mexique, AIPCR, 2011, 17 p.
- Jimenez-Florez, A. (2014), *Methodologia para el analisis detallado de accidentes de transito en paises en desarrollo. Adaptacion y aplicacion al caso de los motociclistas en Bogota*, Méthodologie pour l'analyse détaillée des accidents de la circulation en pays en voie de développement; application et adaptation au cas des motocyclettes à Bogota [Colombie], Thèse de doctorat Spécialité Ingeniería, Universidad de los Andes, 193 p.
- Jones, R. (1996/2000), *Méthodes de recherche en sciences humaines*. Belgique : De Boeck and Larcier s.a. Editions, 322 pages. Édition ouvrage original en Anglais : research methods in the social and behavioral sciences, second edition by Russel A. Jones © 1996 by Sinauer associates, Inc.
- Klee, H., Bauer, C., Radwan, E., and Al-Deek, H. (1999), Preliminary validation of driving simulator based on forward Speed in *Journal of the Transportation Research Board*, 1689(1), 33-39.
- Limpert, R., Gamero, F.E. (1974), *The accident avoidance potential of the motor vehicle: accident data, vehicle handling and safety standards*. Third international congress on automatic safety. 15-17 July 1974, San Francisco, California, USA.
- Malaterre, G. (1986), Temps de réponse et manœuvre d'urgence, in *Recherche Transports Sécurité* n° 12, pp. 6-11.
- Malaterre, G., Peytavin, J.F. (1987), *Représentation des manœuvres applicables à quatre situations d'urgence simulées en laboratoire*. Rapport de recherche INRETS n° 24.
- Malaterre, G., Peytavin, J.F., Jaumier, F., Kleinmann, A. (1987), *L'estimation des manœuvres réalisables en situation d'urgence au volant d'une automobile*. Rapport de recherche INRETS n° 46.
- Malaterre, G., Lechner, D. (1989), Expérimentation de manœuvre d'urgences sur simulateur de conduite, rapport INRETS n° 104, 1989, 60 p.

- Malaterre, G., Lechner, D., Cavallo, V. (1989), *Expérimentations de manœuvres d'urgence sur simulateur de conduite. Première partie : comportement des conducteurs*. Arcueil : INRETS.
- Manzano, J., Brusque, C. (2007), *Les accidents en intersection en rase campagne : analyse bibliographique*. Projet SARI - PREDIT 3, Projet VIZIR WBS 1.3 – Livrable 1. 39 p.
- Marquis, B. (2011), *Les Aménagements favorables pour les personnes âgées*. Ministère des Transports du Québec.
- Masse, M. (2011), *Les conducteurs âgés et la signalisation routière*, Ministère des Transports du Québec.
- McKenna, F.P. (1993), It won't happen to me: Unrealistic optimism or illusion of control? *In British Journal of Psychology*, 84, 39-50.
- McKenna, F.P., Stanier, R.A., Lewis, C. (1991), Factor underlying illusory self-assessment of driving skill in males and females. *Accident Analysis and Prevention*, 23 (1), 45-52.
- METL-SETRA [Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement – Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes] (1998). *Aménagement des carrefours interurbains sur les routes principales – carrefours plans*, 109 p. + Annexes.
- Montes, E. (2013), *L'entretien semi-directif post-passation dans le Projet SANTAFÉ : « Sentiment affirmé de priorité : Temps de réponse, comportement de conduite et infrastructures routières »*, Master 2 SHS mention psychologie, spécialité ergonomie : facteurs humains et ingénierie des systèmes d'information, Aix-Marseille Université, 20 p. + Annexes.
- Neboit, M. (1982), *L'exploration visuelle du conducteur : rôle de l'apprentissage et de l'expérience* - Cahiers d'études ONSER n° 56 - juin, 63 p. + annexes
- ONISR (2010), *La sécurité routière en France. Bilan de l'année 2009*. Paris, France : La Documentation Française.
- ONISR (2011), *La sécurité routière en France. Bilan de l'année 2010*. Paris, France : La documentation française.
- Page, Y., Chauvel, C. (2004), *Statistic Accident Analysis and Definition of relevant Scenarios*, Deliverable PRREVENT IP, 25 p.
- Perrissol, S., Smeding, A., Laumond, F., Le Floch, V. (2011), Effect of a road safety program on driver's comparative optimism. *Accident Analysis and Prevention*, 43, 478-482.
- Perron, T. (1997), *Méthodologie d'analyse de sécurité primaire automobile pour la spécification fonctionnelle et l'évaluation prévisionnelle d'efficacité de systèmes d'évitement d'accidents*. Thèse de doctorat, École Centrale, Paris, 248 pages + annexes.
- Poulton, E.C. (1956), The precision of choice reactions *In Journal of Experimental Psychology*, 51 (2), 98-102.
- Ragot-Court, I. et Van Elslande, P. [ss. La coord.] (2011), *Les comportements et leurs déterminants dans l'accidentalité des deux-roues motorisés*, Rapport de convention IFSTTAR-DSCR, 150 p. + annexes.
- Reason, J. (1993), *L'erreur humaine* (J.M. Hoc, Trad.). Paris : Presses Universitaires de France (Edition originale, 1990).
- Rice, R.S., Dell'Amico, F. (1974), *An experimental study of driver characteristics and capabilities*. Report n° ZS-5208-K-1. Calspan corporation, Buffalo, New York, USA.
- Rosey F., Auberlet J.M., Aubin S., Bertrand J., Plainchault P., Stephan A. (2007), *Projet SARI, Thème 3 VIZIR – Action 1.5-Descripteurs de lisibilité en ligne droite*, 1^{ère} tranche, 44 p.
- Rosey, F., Auberlet, J.M., Brusque, C., Huvelle, S. (2008). *Compte-rendu des études sur simulateur de conduite*. Livrable 3.2.B. Rapport de recherche ANR-PREDIT.
- SETRA, CETUR, CETE EST et LILLE (1989c), *Signalisation de direction, équipement d'une agglomération*, Guide du conducteur d'opérations, 82 p.
- SETRA, CETUR (1992), *Sécurité des routes et des rues*, 436 p.
- SETRA (1994), *Aménagement des routes principales*, Guide technique, pp. 81-95.

SETRA (1998), *Aménagement des carrefours interurbains sur les routes principales. Carrefours Plans*, Guide technique, 131 p.

SETRA (2006), *Comprendre les principaux paramètres de conception géométrique des routes*. Bagneux.

SETRA (2008), *Savoir de base en sécurité routière : Visibilité*, 8 p.

Summala, H. (1981), *Drivers' steering reaction to a light stimulus on a dark road* *Ergonomics*, 1981, Vol. 24, NJ 2, pp. 125-131.

Têtard, C. (1974), (*Document scientifique à préciser*).

Têtard, C. (1989), *Règlementation, infrastructure et action sur les comportements : le cas des ronds-points*. INRETS-LPC. Journée spécialisée du 17 Janvier 1989. Actes INRETS n° 16, pp. 21-36.

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, pp. 418-440.

Tversky, A., & Kahneman, D. (1974), *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*, *Science*, 185, 1124-1131.

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.

Vanderheaghen, C. (1982), *Psychobiologie de l'attention. Temps de réaction et potentiel évoqués*, *L'année psychologique*, Vol. 82, pp. 473-495.

Van Elslande, P., Fouquet, K. (2005), *L'erreur urbaine. Défaillances, facteurs, et contextes de production des accidents d'agglomération*. Rapport INRETS n° 266. Les collections de l'INRETS, 112 p.

Walton, D., Bathurst, J. (1998), *An exploration of the perceptions of the average driver's speed compared to perceived driver safety and driving skill*. *Accident Analysis & Prevention* (30), 821-830.

Witte, K. (1994), *Fear control and danger control: An empirical test of the extended parallel process model*. *Communication Monographs*, 61, 113-134.

Yan, X., Abdel-Aty, M., Radwan, E., Wang, X., and Praveen, C. (2008), *Validating a driving simulator using surrogate safety measures*. *Accident Analysis and Prevention*, 40(1), 274-288.

Yerpez, J., Ferrandez, F. (1986), *Caractéristiques routières et sécurité*, Synthèse INRETS n° 2, Arcueil, INRETS, 129 p.

Yerpez, J., Hughes, M., Bordel, S., Perrissol, S., Adam, M., Etienne, V., Berthelon, C. (2013), *Sentiment affirmé de priorité : temps de réponse, comportement de conduite et infrastructure routière*, SANTAFÉ, Rapport intermédiaire n° 1 (à 12 mois), IFSTTAR, Jonction, CETE de l'Ouest, CLLE, 19 pages + annexes.

Yerpez, J., Jimenez-Florez, A., Bocarejo, J.P, Parraud, C. (2012), *Réflexions sur le transfert méthodologique de l'analyse qualitative d'accidents de la circulation routière issue de l'étude détaillée des accidents (EDA) française aux procédures d'accidents colombiennes*, Recherche Transports Sécurité, Springer ; IFSTTAR, vol. 28, n° 1, pp. 46-65.

Table des illustrations

- Figure 1 : Panneau AB2
- Figure 2 : Planning prévisionnel des tâches proposé dans le cadre de SANTAFÉ
- Figure 3 : Analyse séquentielle de l'Accident
- Figure 4 : Les activités mises en jeu dans la conduite (Neboit, 1979)
- Figure 5 : Tableau du temps de franchissement de conducteur non prioritaire selon la largeur de la route franchie et le régime de priorité (à prendre en compte pour le calcul de la distance de visibilité)
- Figure 6 : Abaque donnant la distance de visibilité en fonction de la vitesse pratiquée sur la voie principale et du temps de franchissement
- Figure 7 : Abaque donnant la distance de visibilité en fonction de la vitesse pratiquée sur la voie principale et du temps de franchissement
- Figure 8 : Visualisation de la route secondaire intersectée par un alignement transversal
- Figure 9 : Panneau AB2 clignotant en Corse (Nationale 198, Haute Corse)
- Figure 10 : Annonce de recrutement distribuée
- Figure 11 : Annonce parue dans le quotidien La Provence
- Figure 12 : Une vue d'écran des codages des participants et des premières données
- Figure 13 : Une vue d'écran de l'intersection I11
- Figure 14 : Profil de vitesse dans l'intersection 1
- Figure 15 : Tableau synthétique des variables utilisées pour l'analyse des intersections
- Figure 16 : Profil de vitesse dans l'intersection 11
- Figure 17 : Position latérale sur la chaussée dans l'intersection 11
- Figure 18 : Tableau synthétique des variables utilisées pour l'intersection I11
- Figure 19 : Tableau des temps de réponse
- Figure 20 : Comparaison de moyennes en fonction des conditions expérimentales sur les questionnaires et principales variables
- Figure 21 : Analyse des scores d'optimisme comparatif
- Figure 22 : Corrélations entre les différentes mesures de perception du risque
- Figure 23 : Nombre (et pourcentage de collisions) en fonction des conditions
- Figure 24 : Comparaison des différents modèles. Deux chiffres différents traduisent une différence entre deux conditions
- Figure 25 : Vitesse, accélération longitudinale moyenne et répartition des manœuvres d'urgence réalisées en fonction du découpage en 3 phases de l'intersection 11 pour le groupe sans consigne et sans panneau (n=24)
- Figure 26 : Vitesse, accélération longitudinale moyenne et répartition des manœuvres d'urgence réalisées en fonction du découpage en 3 phases de l'intersection 11 pour le groupe avec consigne et sans panneau (n=22)
- Figure 27 : Vitesse, accélération longitudinale moyenne et répartition des manœuvres d'évitement réalisées en fonction du découpage en 3 phases de l'intersection 11 pour le groupe sans consigne et avec panneau (n=24)
- Figure 28 : Vitesse, accélération longitudinale moyenne et répartition des manœuvres d'évitement réalisées en fonction du découpage en 3 phases de l'intersection 11 pour le groupe avec consigne et avec panneau (n=22)

- Figure 29 : Répartition des manœuvres d'évitement réalisées pour les 2 temps de réaction et des collisions en fonction des 4 groupes
- Figure 30 : Répartition des 1ères manœuvres d'urgence réalisées du TR1 en fonction des 4 groupes
- Figure 31 : Répartition des 1ères manœuvres d'urgence réalisées du TR2 en fonction des 4 groupes
- Figure 32 : Répartition des temps de réponse moyen (s) lié au seuil de perceptibilité selon la manœuvre d'urgence réalisée en fonction des 4 groupes
- Figure 33 : Répartition des temps de réponse moyen (s) lié au seuil ou le vl non prioritaire démarre selon la première action réalisée en fonction des 4 groupes

ANNEXES

Annexe 1 : Le simulateur de conduite de Salon-de-Provence

Maître d'ouvrage : LEPSIS (COSYS), Isabelle AILLERIE



Le simulateur de Salon-de-Provence est composé d'un véhicule complet : tableau de bord, pédalier, volant et commandes principales.

Il est fondé sur l'architecture SIM2, sur le modèle de trafic Archisim qui s'appuie sur le modèle de simulation de trafic DR2 (gestion des véhicules « autonomes » et « asservis » dont le comportement est défini par des scripts pour chaque scénario, simulation générée par des capteurs de trafic ponctuels et spatiaux) et sur l'ancienne boucle de visualisation 3D SIM2 ou sur la nouvelle OSGSIM2. Le simulateur intègre également une base de données provenant du logiciel SIM² qui intègre des outils d'aide pour la création des différents composants informatiques (bases de données ou fichiers) nécessaires à la description de l'environnement et du déroulement des expérimentations (scénarios).

L'image de la scène routière est projetée à l'avant sur 5 écrans représentant un champ visuel de 200° en horizontal et 40° en vertical. La dimension de chaque écran est de 1.80 X 1.35 m et la résolution est de 1280 X 1024 pixels. L'écran central est à 2.20 m du conducteur et la distance moyenne (dépend de la taille du sujet) entre le sol et les yeux du conducteur est de 1.20 m.

Les valeurs d'accélération, en freinage et en transversal (direction) du simulateur sont celles d'un véhicule moyen. Elles ne sont pas rendues physiquement au conducteur, dans la mesure où le simulateur est à base fixe. Des bus CAN sont installés sur le simulateur afin d'enregistrer ces valeurs en temps réel. Le véhicule a une boîte de vitesses manuelle et des rétroviseurs. Les rétroviseurs sont opérationnels grâce à des écrans fixés sur les portières et à l'intérieur du véhicule.

Un son en quadriphonie est diffusé dans la cabine – bruits internes au véhicule (moteur, roulement, démarreur) et bruits externes spatialisés du trafic.

Le simulateur offre également la possibilité d'enregistrement vidéo grâce à trois caméras qui filment le visage du conducteur, les pédales et les écrans présents devant le simulateur afin de pouvoir surveiller l'état du conducteur (bien-être et comportements de conduite) et la bonne application des consignes.

Le simulateur a obtenu une autorisation biomédicale pour mener à bien des expérimentations sur les effets de l'alcool sur la conduite automobile.

La partie « matériel » du simulateur a été développée à Salon-de-Provence. L'informatique, l'électronique et le software concernant le fonctionnement, la génération d'images et les scénarios ont été développés par le COSYS-LEPSIS et demeurent leur propriété.

Annexe 2 : Manifestation et caractérisation du sentiment affirmé de priorité lors de l'entretien post passation, analyse par participant et par groupe expérimental

Groupe expérimental	Numéro de participant	Genre	Accident/ choc en I11	Manifestation du SAP	caractéristiques	Type de réaction
Ss consigne Ss panneau 1	I9F6	F	oui	Oui « il avait pas à s'engager, il était pas prioritaire par rapport à moi »	Non prioritaire vu et non surveillé	Freinage
2	C3K11	H	non	Non « Quel con, il faut que je freine car danger de mort »	Non prioritaire vu et surveillé	Freinage
3	C3L12	H	non	Non « il pensait que j'étais trop loin »	Non prioritaire vu et surveillé	Ralentit bcp aux inter / freinage
4	S19E5	H	non	Non Elle a démarré très vite	Non prioritaire vu et surveillé	Freinage et évitement par la gauche
5	E5T20	H	non	Non « une femme au volant qui regardait pas, je m'y attendais »	Non prioritaire vu et surveillé	Freinage et appel de phares
6	M13O15	H	Oui	Oui et non « la priorité a été grillée »	Non prioritaire vu et non surveillé,	Freinage et évitement à gauche
7	Z26K11	F	Non	Non « comment je vais l'éviter ? »	Non prioritaire vu et surveillé, ralentissement	Freinage et évitement à gauche
8	H8K11	F	Non	Non « qu'est-ce qui fait là ? il m'a pas vu »	Non prioritaire non vu	Freinage très efficace
9	J10Q17	H	Non	Non « Oh quel con, freine »	Non prioritaire vu et surveillé	Freinage
10	M13W23	H	Non	Non « il fallait l'éviter »	Non prioritaire vu et non surveillé, ralentissement	Freinage et évitement à gauche
11	Y25C3	H	Non	Non « elle est au milieu de la route qd je la vois »	Non prioritaire vu et non surveillé	Freinage
12	U21N14	F	Non	Non « je ralentis tjs aux inter »	Non prioritaire vu et surveillé	Freinage
13	L12J10	H	Oui	Oui « je suis sur un axe prioritaire donc je continue »	Non prioritaire vu mais pas ralenti	Freine et rétrograde
14	W23H8	F	Non	Non « je fais attention je le surveille »	Non prioritaire vu et surveillé	Freine

15	Z26X24	H	Oui	Non « je vais avoir un accident »	Non prioritaire vu et non surveillé	Freinage et évitement
16	U21J10	F	OUI	Oui « j'ai pas levé le pied elle aurait pas dû s'engager »	Non prioritaire non vu	Freinage
17	O15C3	F	Non	Non « il m'a pas vu, si je fais rien il est pour moi »	Non prioritaire vu et surveillé	Freinage et évitement par la gauche
18	J10F6	H	Non	Non « je le guettais je regardais plus la route »	Non prioritaire vu et surveillé	Freinage et évitement par la gauche
19	W23G7	H	Non	Non « on est pas à l'abri de qq'un qui déboule »	Non prioritaire vu et surveillé	Ralenti freine
20	E5R18	F	NO	Non « je ralentis bcp car j'ai un doute sur la priorité »	Non prioritaire vu et surveillé	Déjà le pied sur le frein, freine
21	U21Z26	H	Non	Non « je me méfie naturellement »	Non prioritaire vu et surveillé	Freine
22	X24B2	F	Non	Non « je me méfie, j'appréhende dans la réalité »	Non prioritaire vu et surveillé	Freine et rétrograde
23	G7H8	F	Non	Oui « elle devait me laisser passer, j'étais prioritaire sur cette route »	Non prioritaire vu	Freinage
24	L12K11	H	Oui	Oui « j'y pouvais pas grand-chose, il a grillé la priorité »	Vu et non surveillé	Freine et rétrograde
			6 chocs	6 manifestations du SAP		
Sans panneau avec consigne 1	K11V22	H	Non	Non « il a grillé le stop, il a fait exprès »	Non prioritaire vu	Ralenti, freine et klaxonne
2	M13Z26	H	Non	Non « je l'ai maudit, le seul objectif est de rester en vie, j'ai freiné à mort »	Non prioritaire vu et surveillé	Ralenti, freine
3	Z26P16	F	Oui	Oui « vous m'avez dit que j'étais prioritaire, il est en tort, je vais pas freiner à chaque inter »	Non prioritaire vu	Freinage
4	I9H8	H	Non	Oui « je suis prioritaire, il va	Non prioritaire vu et surveillé	Freine

				attendre que je passe		
5	W23A1	H	Oui	Oui « elle a fait une infraction, je suis dans mon bon droit, c'est moi qui était prioritaire »	Non prioritaire vu et non surveillé	Freine tard
6	E5A1	H	Non	Non « il a grillé la priorité, ce qui arrive de tps en tps, ça nécessite qu'on prenne en compte tous les éléments sur la route »	Non prioritaire vu et surveillé	Freine
7	O15T20	F	Oui	Oui « je l'ai vu arrêté, je suis prioritaire »	Vu et non surveillé	Freinage et évitement
8	K11E5	F	Oui	Oui « je la vois au dernier moment, j'étais prioritaire »	Non vu et non surveillé	Freinage
9	F6C3	H	Oui	Oui « oh putain l'encatané, il a grillé la priorité »	Vu et non surveillé	Freinage et évitement
10	T20C3	F	Non	Non « je décélère à chaque carrefour, ça m'a permis d'anticiper qd il a grillé le stop »	Vu et surveillé	Freinage
11	D4T20	F	Non	Non « Je me méfiais »	Vu et surveillé	Freinage
12	I9D4	F	Non	Non « je le surveille, et si elle avance pas j'accélère »	Vu et surveillé	Freinage
13	B2I9	H	Oui	Oui « comme vous m'avez dit que je suis sur une route principale je continue ma route, mais il y a des gens mal élevés »	Vu et non surveillé	Freinage
14	V22C3	H	Non	Non « il a mal estimé ma vitesse, je vais essayer de l'éviter pour pas provoquer un accident »	Vu et surveillé	Freinage et évitement par la gauche
15	P16N14	H	Oui	Non « je l'ai vu au dernier moment trop tard »	Vu et non surveillé	Freinage

16	Y25L12	F	Oui	Non « je l'avais dépassé qd il est sorti »	Vu et non surveillé	Freine
17	B2C3	F	Non	Non « ça y est, j'ai eu peur »	Vu et surveillé	Freine
18	Z26S19	H	Non	Non « je la vois de suite »	Vu et surveillé	Freinage
19	K11Q17	H	Oui	Non « il a démarré juste au moment où j'arrivais, je l'ai vu tard »	Vu et non surveillé	Freinage et évitement
20	B2F6	F	Oui	Non « mince je vais avoir un accident »	Vu et non surveillé	Freinage
21	V22Q17	F	Non	Non « j'ai anticipé même si je suis prioritaire »	Vu et surveillé	Freinage
22	J10E5	F	Oui	Oui « il est en tort à 100%, je suis sur une route prioritaire, je suis prioritaire »	Vu et non surveillé	Freinage et évitement
				11 chocs		
Avec panneau Sans consigne 1	E5K11	H	Non	Non « je l'ai vu arriver »	Vu et surveillé	Freine et rétrograde
2	K11C3	F	Non	Oui « j'étais sur la voie principale, elle aurait dû me voir »	Vu et non surveillé	Freinage
3	A10I5	H	Oui	Oui « je vais lui rentrer dedans »	Vu et non surveillé	Freinage et évitement par la gauche
4	U21Y25	F	Oui	Oui « quel gros con il me voyait arriver, il est quand même sorti ! »	Vu et non surveillé	Freinage
5	R18D4	H	Oui	Oui « j'ai pas ralenti, je regarde loin »	Vu et non surveillé	Freinage et évitement par la gauche
6	T20O15	F	Oui	Oui « il a avancé alors qu'il fallait n je pensais que c'était la priorité à moi, alors il est en tort »	Vu et non surveillé	Freinage
7	U21T20	H	Oui	Oui « et la priorité ! il m'a grillé la priorité »	Vu et non surveillé	Freinage

8	A1Q17	H	Oui	Oui « j'étais sur la route prioritaire, il m'a coupé la route »	Vu et non surveillé	Freinage
9	L12C3	H	Non	Non « tu le sens qu'il va le faire »	Vu et surveillé	Décélère et freine
10	U21E5	F	Non	Non « c'est moi qui avais la priorité, mais je la regarde »	Vu et surveillé	Freinage
11	J10O15	H	Non	Non « je faisais attention dans la vie aussi »	Vu et surveillé	Freinage
12	G7O15	H	Oui	Oui « elle a pas respecté son stop, je reste à 90 ! »	Vu et non surveillé	Freinage
13	J10V22	F	Oui	Oui « elle passera pas »	Vu et non surveillé	Freinage et évitement
14	Q17Z26	H	Oui	Non « qu'est-ce qu'il fait là ? »	Vu et non surveillé	Freinage très efficace et évitement
15	P16H8	F	Oui	Oui « la voiture devrait m'attendre »	Vu et non surveillé	Freinage très tardif
16	O15E5	F	Oui	Oui « je sentais qu'il se passerait rien, le con il a grillé le stop »	Vu et non surveillé	Freinage
17	P16Y25	F	Non	Non « je regarde bcp à gauche, il fallait absolument que je freine car il m'a coupé la route »	Vu et surveillé	Freinage
18	O15J10	F	Non	Non « je ne fais pas confiance aux autres conducteurs »	Vu et surveillé	Freine et klaxonne
19	C3V22	H	Non	Non « la voiture fait une mauvaise appréciation de la distance »	Vu et surveillé	Freinage et évitement à gauche
20	Z26Q17	H	Oui	Oui « je suis prioritaire et je suis à 90, pas de raison légale d'adapter ma vitesse »	Vu et non surveillé	Freinage
21	V22S19	F	Non	Non « je surveille le véhicule arrêté »	Vu et surveillé	Freinage

				sur la gauche, le con il déboule alors que je suis à son niveau »		
22	G7Q17	F	Oui	Oui « c'est pas possible elle va pas le faire, c'est pas dans la logique des choses »	Vu et non surveillé	Freinage
23	U21F6	H	Non	Non « Il m'a surpris »	Vu et surveillé	Freinage et évitement
24	G7B2	H	Oui	Non « j'avais la priorité mais il fallait que je freine »	Vu et surveillé	Freinage et évitement
			14 chocs	13 manifestations du SAP		
Avec panneau avec consigne 1	Y25I9	H	Non	Non « j'ai déjà eu un accident de ce type, je me méfie »	Vu et surveillé	Freinage
2	F6Y25	F	Non	non « oh le salaud, ma tante a eu un accident de ce type »	Vu et surveillé	Freinage
3	J10X24	H	Oui	Oui « je pensais pas qu'elle allait s'engager ! »	Vu et non surveillé	Freinage
4	M13T20	H	non	Non « elle m'a coupé la priorité mais il faut que je freine »	Vu et surveillé	Freinage
5	M13Y25	F	Oui	Oui « je fais pas attention, je suis pas concerné par cette voiture »	Vu et non surveillé	Freinage
6	G7G7	H	Oui	Oui « elle est sur ma trajectoire »	Vu et non surveillé	Freinage
7	P16R18	H	Oui	Oui « j'ai pas voulu ralentir comme j'étais prioritaire, je suis restée à 90, c'est moi qui avait la priorité il fallait qu'elle regarde »	Vu et non surveillé	Freinage et évitement puis double la voiture
8	W23R18	F	Oui	Non « ça le fait souvent dans la vie »	Vu et non surveillé	Freinage et évitement
9	P16B2	F	Oui	Oui « oh le con	Vu et surveillé	Freinage

				pourquoi il me passe devant ! »		
10	W23I9	H	Non	Non « toutes les voitures je les surveille »	Vu et surveillé	Freinage
11	F6X24	H	Oui	Oui « oh le con je suis prioritaire ! »	Vu et non surveillé	Freinage et évitement
12	N14D4	H	Oui	Oui « l'autre il a grillé ma priorité »	Vu et non surveillé	Freinage et évitement
13	A1G7	F	Oui	Oui « on maintient note vitesse »	Non vu et non surveillé	Freine peu
14	S19J10	F	Non	Non « Merde elle s'engage »	Non vu et non surveillé	Freine et débraye
15	M13S19	F	Oui	Oui « je suis sur une route prioritaire, il m'a grillé ma priorité »	Vu et non surveillé	Freinage
16	W23E5	H	Non	Non « tant qu'on capte pas le regard du conducteur on est pas sûr »	Vu et surveillé	Freinage
17	O15A1	F	Non	Non « il faut que je ralentisse parce que j'allais lui rentrer dedans »	Vu et surveillé	Freinage
18	Y25X24	F	Non	Non « je fais attention à toutes les intersections »	Vu et surveillé	Freinage
19	J10B2	H	Non	Non « même si je suis sur une route prioritaire je suis vigilant »	Vu et surveillé	Freinage
20	F6U21	F	Non	Non « Parisien va ! j'ai intérêt à freiner en urgence ! »	Vu et surveillé	Freinage
21	M13D4	H	Oui	Non « c'est lui qui est en tort mais il faut s'arrêter »	Vu et surveillé	Freinage et évitement
22	L12Q17	F	Non	Non « la difficulté c'est d'être attentif »	Vu et surveillé	Freinage
			11 chocs	9 manifestations du SAP		

Annexe 3 : Lexique des données simulateur et de leurs codages

Numéro identifiant : correspond au code du conducteur

Conditions expérimentale : répartition selon le groupe expérimental

- 1 = sans consigne et sans panneau
- 2 = avec consigne et sans panneau
- 3 = sans consigne et avec panneau
- 4 = avec consigne et avec panneau

Sexe :

- 1 = homme
- 2 = femme

vitesse moyenne sur le parcours : cette vitesse moyenne est calculée du top "departvoiture0" (correspond au début de l'expérimentation) au top "TERMINE" (fin de l'expérimentation)

Pour rappel, les intersections entre i1 et i10 sont découpées de la façon suivante (on ne s'intéresse dans l'étude qu'aux intersections 1, 3, 5, 6, 8 et 9 :

- **1^{ère} phase** : de 250 mètres du milieu de l'inter à 150 mètres du milieu de l'intersection (panneau AB2) soit une portion de route de 100 mètres
- **2^{ème} phase** : de 150 mètres du milieu de l'intersection au milieu de l'intersection soit une portion de route de 150 mètres
- **3^{ème} phase** : du milieu de l'inter à la fin de l'intersection soit une portion de route de 100 mètres

INTERSECTION 1 :

i1.1 vitesse = moyenne de la vitesse sur la 1^{ère} phase dans l'intersection 1

i1.2 vitesse : moyenne de la vitesse sur la 2^{ème} phase dans l'intersection 1

i1.3 vitesse : moyenne de la vitesse sur la 3^{ème} phase dans l'intersection 1

i1.1 accX : moyenne de l'accélération longitudinale sur la 1^{ère} phase dans l'intersection 1

i1.2 accX : moyenne de l'accélération longitudinale sur la 2^{ème} phase dans l'intersection 1

i1.3 accX : moyenne de l'accélération longitudinale sur la 3^{ème} phase dans l'intersection 1

i1.1 frein :

0 = pas d'utilisation du frein pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 1

1 = utilisation du frein pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 1

i1.2 frein :

0 = pas d'utilisation du frein pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 1

1 = utilisation du frein pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 1

i1.3 frein :

0 = pas d'utilisation du frein pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 1

1 = utilisation du frein pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 1

i1.1 lâcher de pédale :

0 = le conducteur n'a pas lâché la pédale d'accélérateur pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 1

1 = le conducteur a lâché la pédale d'accélérateur pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 1

i1.2 lâcher de pédale :

0 = le conducteur n'a pas lâché la pédale d'accélérateur pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 1
1 = le conducteur a lâché la pédale d'accélérateur pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 1

i1.3 lâcher de pédale :

0 = le conducteur n'a pas lâché la pédale d'accélérateur pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 1
1 = le conducteur a lâché la pédale d'accélérateur pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 1

INTERSECTION 3 :

I3.1 vitesse = moyenne de la vitesse sur la 1^{ère} phase dans l'intersection 3

I3.2 vitesse : moyenne de la vitesse sur la 2^{ème} phase dans l'intersection 3

I3.3 vitesse : moyenne de la vitesse sur la 3^{ème} phase dans l'intersection 3

I3.1 accX : moyenne de l'accélération longitudinale sur la 1^{ère} phase dans l'intersection 3

I3.2 accX : moyenne de l'accélération longitudinale sur la 2^{ème} phase dans l'intersection 3

I3.3 accX : moyenne de l'accélération longitudinale sur la 3^{ème} phase dans l'intersection 3

I3.1 frein :

0 = pas d'utilisation du frein pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 3
1 = utilisation du frein pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 3

I3.2 frein :

0 = pas d'utilisation du frein pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 3
1 = utilisation du frein pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 3

I3.3 frein :

0 = pas d'utilisation du frein pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 3
1 = utilisation du frein pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 3

I3.1 lâcher de pédale :

0 = le conducteur n'a pas lâché la pédale d'accélérateur pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 3
1 = le conducteur a lâché la pédale d'accélérateur pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 3

I3.2 lâcher de pédale :

0 = le conducteur n'a pas lâché la pédale d'accélérateur pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 3
1 = le conducteur a lâché la pédale d'accélérateur pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 3

I3.3 lâcher de pédale :

0 = le conducteur n'a pas lâché la pédale d'accélérateur pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 3
1 = le conducteur a lâché la pédale d'accélérateur pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 3

INTERSECTION 5 :

I5.1 vitesse = moyenne de la vitesse sur la 1^{ère} phase dans l'intersection 5

I5.2 vitesse : moyenne de la vitesse sur la 2^{ème} phase dans l'intersection 5

I5.3 vitesse : moyenne de la vitesse sur la 3^{ème} phase dans l'intersection 5

I5.1 accX : moyenne de l'accélération longitudinale sur la 1^{ère} phase dans l'intersection 5

I5.2 accX : moyenne de l'accélération longitudinale sur la 2^{ème} phase dans l'intersection 5

I5.3 accX : moyenne de l'accélération longitudinale sur la 3^{ème} phase dans l'intersection 5

I5.1 frein :

0 = pas d'utilisation du frein pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 5

1 = utilisation du frein pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 5

I5.2 frein :

0 = pas d'utilisation du frein pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 5

1 = utilisation du frein pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 5

I5.3 frein :

0 = pas d'utilisation du frein pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 5

1 = utilisation du frein pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 5

I5.1 lâcher de pédale :

0 = le conducteur n'a pas lâché la pédale d'accélérateur pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 5

1 = le conducteur a lâché la pédale d'accélérateur pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 5

I5.2 lâcher de pédale :

0 = le conducteur n'a pas lâché la pédale d'accélérateur pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 5

1 = le conducteur a lâché la pédale d'accélérateur pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 5

I5.3 lâcher de pédale :

0 = le conducteur n'a pas lâché la pédale d'accélérateur pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 5

1 = le conducteur a lâché la pédale d'accélérateur pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 5

INTERSECTION 6 :

I6.1 vitesse = moyenne de la vitesse sur la 1^{ère} phase dans l'intersection 6

I6.2 vitesse : moyenne de la vitesse sur la 2^{ème} phase dans l'intersection 6

I6.3 vitesse : moyenne de la vitesse sur la 3^{ème} phase dans l'intersection 6

I6.1 accX : moyenne de l'accélération longitudinale sur la 1^{ère} phase dans l'intersection 6

I6.2 accX : moyenne de l'accélération longitudinale sur la 2^{ème} phase dans l'intersection 6

I6.3 accX : moyenne de l'accélération longitudinale sur la 3^{ème} phase dans l'intersection 6

I6.1 frein :

0 = pas d'utilisation du frein pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 6

1 = utilisation du frein pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 6

I6.2 frein :

0 = pas d'utilisation du frein pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 6

1 = utilisation du frein pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 6

I6.3 frein :

0 = pas d'utilisation du frein pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 6

1 = utilisation du frein pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 6

I6.1 lâcher de pédale :

0 = le conducteur n'a pas lâché la pédale d'accélérateur pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 6

1 = le conducteur a lâché la pédale d'accélérateur pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 6

I6.2 lâcher de pédale :

0 = le conducteur n'a pas lâché la pédale d'accélérateur pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 6
1 = le conducteur a lâché la pédale d'accélérateur pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 6

I6.3 lâcher de pédale :

0 = le conducteur n'a pas lâché la pédale d'accélérateur pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 6
1 = le conducteur a lâché la pédale d'accélérateur pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 6

INTERSECTION 8 :

I8.1 vitesse = moyenne de la vitesse sur la 1^{ère} phase dans l'intersection 8

I8.2 vitesse : moyenne de la vitesse sur la 2^{ème} phase dans l'intersection 8

I8.3 vitesse : moyenne de la vitesse sur la 3^{ème} phase dans l'intersection 8

I8.1 accX : moyenne de l'accélération longitudinale sur la 1^{ère} phase dans l'intersection 8

I8.2 accX : moyenne de l'accélération longitudinale sur la 2^{ème} phase dans l'intersection 8

I8.3 accX : moyenne de l'accélération longitudinale sur la 3^{ème} phase dans l'intersection 8

I8.1 frein :

0 = pas d'utilisation du frein pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 8
1 = utilisation du frein pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 8

I8.2 frein :

0 = pas d'utilisation du frein pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 8
1 = utilisation du frein pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 8

I8.3 frein :

0 = pas d'utilisation du frein pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 8
1 = utilisation du frein pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 8

I8.1 lâcher de pédale :

0 = le conducteur n'a pas lâché la pédale d'accélérateur pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 8
1 = le conducteur a lâché la pédale d'accélérateur pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 8

I8.2 lâcher de pédale :

0 = le conducteur n'a pas lâché la pédale d'accélérateur pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 8
1 = le conducteur a lâché la pédale d'accélérateur pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 8

I8.3 lâcher de pédale :

0 = le conducteur n'a pas lâché la pédale d'accélérateur pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 8
1 = le conducteur a lâché la pédale d'accélérateur pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 8

INTERSECTION 9 :

I9.1 vitesse = moyenne de la vitesse sur la 1^{ère} phase dans l'intersection 9

I9.2 vitesse : moyenne de la vitesse sur la 2^{ème} phase dans l'intersection 9

I9.3 vitesse : moyenne de la vitesse sur la 3^{ème} phase dans l'intersection 9

I9.1 accX : moyenne de l'accélération longitudinale sur la 1^{ère} phase dans l'intersection 9

I9.2 accX : moyenne de l'accélération longitudinale sur la 2^{ème} phase dans l'intersection 9

I9.3 accX : moyenne de l'accélération longitudinale sur la 3^{ème} phase dans l'intersection 9

I9.1 frein :

0 = pas d'utilisation du frein pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 9

1 = utilisation du frein pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 9

I9.2 frein :

0 = pas d'utilisation du frein pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 9

1 = utilisation du frein pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 9

I9.3 frein :

0 = pas d'utilisation du frein pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 9

1 = utilisation du frein pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 9

I9.1 lâcher de pédale :

0 = le conducteur n'a pas lâché la pédale d'accélérateur pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 9

1 = le conducteur a lâché la pédale d'accélérateur pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 9

I9.2 lâcher de pédale :

0 = le conducteur n'a pas lâché la pédale d'accélérateur pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 9

1 = le conducteur a lâché la pédale d'accélérateur pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 9

I9.3 lâcher de pédale :

0 = le conducteur n'a pas lâché la pédale d'accélérateur pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 9

1 = le conducteur a lâché la pédale d'accélérateur pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 9

INTERSECTION 11 :

Dans cette intersection, on s'intéresse essentiellement aux temps de réaction des conducteurs par rapport à l'interaction avec le véhicule non prioritaire. On calculera ainsi 2 temps de réaction :

- *le 1^{er} correspondant au seuil de perceptibilité du véhicule non prioritaire (situé à 250 mètres du milieu de l'intersection)*
- *le 2^{ème} correspondant au moment où le véhicule non prioritaire démarre*

Ainsi l'intersection I11 sera découpée en fonction de ces 2 seuils liés au calcul des temps de réaction :

- *1^{ère} phase : du seuil de perceptibilité situé 250 mètres du milieu de l'intersection au moment où le véhicule non prioritaire démarre*
- *2^{ème} phase : du moment où le véhicule non prioritaire démarre et le moment où le véhicule non prioritaire franchit le milieu de l'intersection (il est alors perpendiculaire à la chaussée)*
- *3^{ème} phase : du moment où le véhicule non prioritaire franchit le milieu de l'intersection au moment où le véhicule conduit atteint le milieu de l'intersection*

I11.1 vitesse = moyenne de la vitesse sur la 1^{ère} phase dans l'intersection 11

I11.2 vitesse : moyenne de la vitesse sur la 2^{ème} phase dans l'intersection 11

I11.3 vitesse : moyenne de la vitesse sur la 3^{ème} phase dans l'intersection 11

I11.1 accX : moyenne de l'accélération longitudinale sur la 1^{ère} phase dans l'intersection 11

I11.2 accX : moyenne de l'accélération longitudinale sur la 2^{ème} phase dans l'intersection 11

I11.3 accX : moyenne de l'accélération longitudinale sur la 3^{ème} phase dans l'intersection 11

I11.1 frein :

- 0 = pas d'utilisation du frein pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 11
- 1 = utilisation du frein pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 11

I11.2 frein :

- 0 = pas d'utilisation du frein pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 11
- 1 = utilisation du frein pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 11

I11.3 frein :

- 0 = pas d'utilisation du frein pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 11
- 1 = utilisation du frein pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 11

I11.1 lâcher de pédale :

- 0 = le conducteur n'a pas lâché la pédale d'accélérateur pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 11
- 1 = le conducteur a lâché la pédale d'accélérateur pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 11

I11.2 lâcher de pédale :

- 0 = le conducteur n'a pas lâché la pédale d'accélérateur pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 11
- 1 = le conducteur a lâché la pédale d'accélérateur pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 11

I11.3 lâcher de pédale :

- 0 = le conducteur n'a pas lâché la pédale d'accélérateur pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 11
- 1 = le conducteur a lâché la pédale d'accélérateur pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 11

i11.1 lever de pied

- 0 = le conducteur n'a pas levé le pied de la pédale d'accélérateur pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 11
- 1 = le conducteur a levé le pied de la pédale d'accélérateur pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 11

i11.2 lever de pied

- 0 = le conducteur n'a pas levé le pied de la pédale d'accélérateur pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 11
- 1 = le conducteur a levé le pied de la pédale d'accélérateur pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 11

i11.3 lever de pied

- 0 = le conducteur n'a pas levé le pied de la pédale d'accélérateur pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 11
- 1 = le conducteur a levé le pied de la pédale d'accélérateur pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 11

i11.1 écart de trajectoire

- 0 = le conducteur n'a pas fait d'écart de trajectoire pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 11
- 1 = le conducteur a fait un écart de trajectoire pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 11

i11.2 écart de trajectoire

- 0 = le conducteur n'a pas fait d'écart de trajectoire pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 11
- 1 = le conducteur a fait un écart de trajectoire pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 11

i11.3 écart de trajectoire

- 0 = le conducteur n'a pas fait d'écart de trajectoire pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 11
- 1 = le conducteur a fait un écart de trajectoire pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 11

i11.1 lever de pédale

- 0 = le conducteur n'a pas levé la pédale d'accélérateur pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 11
- 1 = le conducteur a levé la pédale d'accélérateur pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 11

i11.2 lever de pédale

- 0 = le conducteur n'a pas levé la pédale d'accélérateur pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 11
- 1 = le conducteur a levé la pédale d'accélérateur pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 11

i11.3 lever de pédale

0 = le conducteur n'a pas levé la pédale d'accélérateur pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 11

1 = le conducteur a levé la pédale d'accélérateur pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 11

i11.1 klaxon : (données recueillies par l'observateur et non sur le simulateur)

0 = le conducteur n'a pas klaxonné pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 11

1 = le conducteur a klaxonné pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 11

i11.2 klaxon :

0 = le conducteur n'a pas klaxonné pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 11

1 = le conducteur a klaxonné pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 11

i11.3 klaxon :

0 = le conducteur n'a pas klaxonné pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 11

1 = le conducteur a klaxonné pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 11

i11.1 autre : (utilisation d'autres commandes comme les appels de phare...)

0 = le conducteur n'a pas utilisé d'autres commandes pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 11

1 = le conducteur a utilisé d'autres commandes pendant la 1^{ère} phase dans l'intersection 11

i11.2 autre

0 = le conducteur n'a pas utilisé d'autres commandes pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 11

1 = le conducteur a utilisé d'autres commandes pendant la 2^{ème} phase dans l'intersection 11

i11.3 autre

0 = le conducteur n'a pas utilisé d'autres commandes pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 11

1 = le conducteur a utilisé d'autres commandes pendant la 3^{ème} phase dans l'intersection 11

1^{er} temps de réaction : correspond à la 1^{ère} phase de l'intersection

TR1 (s) lâcher de pédale : temps de réaction entre le seuil de perceptibilité et le moment où il lâche la pédale (si pas de lâcher de pédale alors aucun temps de réaction)

TR1 (s) frein : temps de réaction entre le seuil de perceptibilité et le moment où il freine (si pas de freinage alors aucun temps de réaction)

TR1 (s) écart de trajectoire : temps de réaction entre le seuil de perceptibilité et le moment où il fait un écart de trajectoire (si pas d'écart de trajectoire alors aucun temps de réaction)

TR1 (s) autre (lever de pied ?) : temps de réaction entre le seuil de perceptibilité et le moment où il lève le pied de la pédale d'accélérateur (si pas lever de pied alors aucun temps de réaction)

1ere action pour TR1 : on note la 1^{ère} action effectuée par le conducteur liée à ce 1^{er} temps de réaction

TR1 (s) pour 1ère action : on affecte le temps lié à cette 1^{ère} action du TR1

temps entre les 2 seuils : temps écoulé entre le seuil de perceptibilité et le moment où le véhicule non prioritaire démarre

2^{ème} temps de réaction : correspond au moment où le véhicule non prioritaire démarre jusqu'au milieu de l'intersection

TR2 (s) lâcher de pédale : temps de réaction entre le moment où le véhicule non prioritaire démarre et le moment où il lâche la pédale (si pas de lâcher de pédale alors aucun temps de réaction)

TR2 (s) frein : temps de réaction entre le moment où le véhicule non prioritaire démarre et le moment où il freine (si pas de freinage alors aucun temps de réaction)

TR2 (s) écart de trajectoire : temps de réaction entre le moment où le véhicule non prioritaire démarre et le moment où il fait un écart de trajectoire (si pas d'écart de trajectoire alors aucun temps de réaction)

TR2 (s) autre (lever de pied ?) : temps de réaction entre le moment où le véhicule non prioritaire démarre et le moment où il lève le pied de la pédale d'accélérateur (si pas de lever de pied alors aucun temps de réaction)

1ère action pour TR2 : on note la 1^{ère} action effectuée par le conducteur liée à ce 2^{ème} temps de réaction

TR2 (s) pour 1ere action : on affecte le temps lié à cette 1^{ère} action du TR2

Collision :

Oui : le conducteur percute le vl non prioritaire

Non : le conducteur ne percute pas le vl non prioritaire

Intensité du choc : importance du choc s'il a lieu

écart type vp voie (mm) : calcul de l'écart type moyen de la distance entre l'axiale de la route et le centre de gravité de la voiture pour chaque conducteur du début de l'expérimentation au début de l'intersection I11

Déport max (mm) : écart de trajectoire maximal dans l'intersection 11

Annexe 4 : Tableau d'enchaînement d'actions en fonction des phases de l'intersection

TR1 : Seuil de perceptibilité du véhicule non-prioritaire

TR2 : Le véhicule non-prioritaire démarre.

numéro identifiant	Groupe	combinaison de manœuvre d'urgence pour TR1	combinaison de manœuvre d'urgence pour TR2
Z26K11	sans consigne sans panneau	lâcher + lever + écart	écart + lever + lâcher
E5T20	sans consigne sans panneau	lâcher + écart	écart + lever + lâcher + frein
M13W23	sans consigne sans panneau	lâcher	lever + lâcher + frein + écart
C3L12	sans consigne sans panneau	lâcher + frein	lever + lâcher + frein
H8K11	sans consigne sans panneau	aucune	lever + lâcher + frein
W23H8	sans consigne sans panneau	lâcher + lever	lever + lâcher + frein + écart
G7H8	sans consigne sans panneau	lâcher + lever	lever + lâcher + frein
L12J10	sans consigne sans panneau	lever	lever + lâcher + frein
S19E5	sans consigne sans panneau	aucune	lever + lâcher + frein + écart
C3K11	sans consigne sans panneau	aucune	lever + lâcher + frein
E5R18	sans consigne sans panneau	lever + lâcher	lever + lâcher + frein
I9F6	sans consigne sans panneau	lever	lever + lâcher + frein
J10Q17	sans consigne sans panneau	lever + écart	écart + lever + lâcher + frein
O15C3	sans consigne sans panneau	lever	lever + lâcher + frein + écart
U21J10	sans consigne sans panneau	lever	lever + lâcher + frein
L12K11	sans consigne sans panneau	lever + lâcher + écart	écart + lever + lâcher + frein
Y25C3	sans consigne sans panneau	aucune	lever + lâcher + frein + écart
Z26X24	sans consigne sans panneau	lever + écart	lever + lâcher + frein
W23G7	sans consigne sans panneau	lever	lever + lâcher + frein
X24B2	sans consigne sans panneau	lâcher	lever + lâcher + frein
M13O15	sans consigne sans panneau	lâcher + lever	lever + lâcher + écart + frein
U21N14	sans consigne sans panneau	lâcher + lever	lever + lâcher + frein
J10F6	sans consigne sans panneau	lever + écart	écart + lever + lâcher + frein
U21Z26	sans consigne sans panneau	lever	lever + lâcher + frein
Z26S19	avec consigne sans panneau	lever + lâcher	lever + lâcher
V22Q17	avec consigne sans panneau	lever + écart	écart + lever + lâcher + frein
Y25L12	avec consigne sans panneau	aucune	lever + lâcher + frein
O15T20	avec consigne sans panneau	lâcher	lever + lâcher + frein + écart
B2I9	avec consigne sans panneau	lever + lâcher	lever + lâcher + frein
I9D4	avec consigne sans panneau	lâcher	lever + lâcher + écart + frein
B2C3	avec consigne sans panneau	lever	lever + lâcher + frein
P16N14	avec consigne sans panneau	lever	lever + lâcher + frein
K11Q17	avec consigne sans panneau	lever + écart	écart + lever + lâcher + frein
V22C3	avec consigne sans panneau	lever	lever + lâcher + frein + écart
W23A1	avec consigne sans panneau	lever	lever + lâcher + écart
I9H8	avec consigne sans panneau	lever + lâcher	lâcher + frein

Z26P16	avec consigne sans panneau	lever	lever + lâcher + frein
E5A1	avec consigne sans panneau	lever	lever + lâcher + frein
K11V22	avec consigne sans panneau	écart	écart + lever + lâcher + frein
M13Z26	avec consigne sans panneau	lever + lâcher	lever + lâcher + frein
B2F6	avec consigne sans panneau	aucune	lever + écart + lâcher + frein
F6C3	avec consigne sans panneau	lever	lever + lâcher + frein + écart
K11E5	avec consigne sans panneau	lever	lever + lâcher + frein
D4T20	avec consigne sans panneau	lever + écart	écart + lever + lâcher + frein
J10E5	avec consigne sans panneau	lever	lever + lâcher + frein + écart
T20C3	avec consigne sans panneau	aucune	lever + lâcher + frein + écart
O15E5	sans consigne avec panneau	écart	écart + lever + lâcher + frein
G7O15	sans consigne avec panneau	aucune	lever + lâcher + frein
V22S19	sans consigne avec panneau	lever	lever + lâcher + frein
J10V22	sans consigne avec panneau	lever + lâcher	lever + lâcher + frein
A1Q17	sans consigne avec panneau	lever + lâcher	lever + lâcher + frein + écart
P16Y25	sans consigne avec panneau	lever + lâcher + écart	écart + lever + lâcher + frein
G7Q17	sans consigne avec panneau	lever	lever + lâcher + frein
Z26Q17	sans consigne avec panneau	lever	lever + lâcher + frein
P16H8	sans consigne avec panneau	aucune	lever + lâcher + frein
U21E5	sans consigne avec panneau	aucune	lever + lâcher + frein + écart
A1O15	sans consigne avec panneau	lever	lever + lâcher + frein
L12C3	sans consigne avec panneau	aucune	lever + lâcher + frein
U21T20	sans consigne avec panneau	lever	lever + lâcher + frein
Q17Z26	sans consigne avec panneau	lever	lever + lâcher + frein + écart
K11C3	sans consigne avec panneau	lâcher + lever	lever + lâcher + frein + écart
U21Y25	sans consigne avec panneau	lever	lever + lâcher + écart
J10O15	sans consigne avec panneau	aucune	lever + lâcher + frein
C3V22	sans consigne avec panneau	lever	lever + lâcher + frein + écart
O15J10	sans consigne avec panneau	lever + écart	écart + lever + lâcher + frein
T20O15	sans consigne avec panneau	écart	écart + lever + lâcher + frein
R18D4	sans consigne avec panneau	aucune	lever + lâcher + frein + écart
E5K11	sans consigne avec panneau	lever	lever + lâcher + frein
G7B2	sans consigne avec panneau	lever	lever + lâcher + frein
U21F6	sans consigne avec panneau	lever	lever + lâcher + frein + écart
W23R18	avec consigne avec panneau	lever	lever + lâcher + frein
P16B2	avec consigne avec panneau	lever	lever + lâcher + frein
P16R18	avec consigne avec panneau	aucune	lever + lâcher + frein + écart
N14D4	avec consigne avec panneau	lever	lever + lâcher + frein + écart
W23I9	avec consigne avec panneau	lever	lever + lâcher + frein
F6Y25	avec consigne avec panneau	lever	lever + lâcher + frein
A1G7	avec consigne avec panneau	lâcher + lever	lever + lâcher + frein
Y25I9	avec consigne avec panneau	lever + lâcher	lever + lâcher + frein
W23E5	avec consigne avec panneau	lever + lâcher	lever + lâcher + frein
M13T20	avec consigne avec panneau	lâcher + lever	lever + lâcher + frein
M13Y25	avec consigne avec panneau	écart	écart + lever + lâcher + frein

M13S19	avec consigne avec panneau	lever	lever + lâcher + frein
J10X24	avec consigne avec panneau	écart	écart + lever + lâcher + frein
S19J10	avec consigne avec panneau	lever	lever + lâcher + frein
J10B2	avec consigne avec panneau	lever + lâcher	lever + lâcher + frein
M13D4	avec consigne avec panneau	lever	lever + lâcher + écart + frein
F6X24	avec consigne avec panneau	lever	lever + lâcher + frein + écart
L12Q17	avec consigne avec panneau	lever + lâcher	lever + lâcher + frein
Y25X24	avec consigne avec panneau	lever + lâcher + frein	lever + lâcher + frein
G7G7	avec consigne avec panneau	écart	écart + lever + lâcher + frein
O15A1	avec consigne avec panneau	lever + lâcher	lever + lâcher + frein
F6U21	avec consigne avec panneau	lâcher + lever	lever + lâcher + frein + écart

