

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

Rapport final (à 36 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 2015**

Non confidentiel

Auteurs :¹

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, Brigitte Bardin

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

¹ Exemple définitif intégrant des compléments demandés par la FSR.

Table des matières

1. Contexte du projet et rappel de la méthode	5
1.1 Objet du document.....	7
2. Bibliographie.....	9
Introduction.....	9
2.1 Les Études Détaillées des Accidents (EDA) : comprendre les mécanismes complexes d'accidents.....	9
2.1.1 Une démarche spécifique	9
2.1.2 Qu'est-ce que le recueil de l'EDA ? Un recueil de détails inégalé pour comprendre les accidents	10
2.2 Le sentiment de priorité comme participant à la genèse d'accidents	13
2.2.1 Un enchaînement de situations.....	13
2.2.3 Sentiment de priorité.....	16
2.3 Temps de réaction du conducteur (approche cognitive)	18
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
2.6 SARI et le panneau AB2 : infrastructure et statut prioritaire	30
2.7 Sentiment de priorité, attitude et comportement de conduite, une articulation novatrice ?	31
2.8 Le concept d'attitude	31
2.8.1 Définitions.....	31
2.8.2 Structure des attitudes	32
2.8.3 Les attitudes peuvent-elles prédire le comportement ?.....	33
2.8.4 La théorie de l'action raisonnée (TAR).....	34
2.8.5 La théorie du comportement planifié (TCP, Ajzen, 1985) : importance du contrôle perçu.....	35
2.8.6 Le <i>Health Belief Model</i> (HBM ou modèle des croyances relatif à l'adoption des comportements de santé, Rosenstock, 1974).....	36
2.8.7 Conclusions sur les modèles au regard de la problématique du sentiment de priorité.....	37
2.9 La notion de risque	38
2.9.1 Risque objectif <i>versus</i> risque subjectif.....	38
2.9.2 L'optimisme comparatif.....	39
2.9.3 Conclusion sur l'attitude et la perception du risque	40
2.10 Conclusion	40
3. Méthodologie.....	43
3.1 Élaboration de l'échantillon	43
3.2 Questionnaire de psychologie sociale à remplir sur internet, dit de pré-passation	44
3.2.1 Principe	44

3.2.2 Documents	45
3.2.3 Procédure	47
3.2.4 Groupes homogènes.....	47
3.3 Expérimentation sur simulateur de conduite.....	47
3.3.1 Scénarios et images.....	47
3.3.2 Consignes pour l'expérimentation.....	53
3.4 Entretien semi-directif post-passation.....	53
3.5 Questionnaire post-passation.....	54
4. Résultats	55
4.2 Questionnaires	55
4.3 Approche conjointes.....	55
4.3.1 Résultats.....	57
4.3.2 Quelques réflexions sur les résultats	60
4.4 Réponses par groupe expérimental aux passations sur simulateur.....	61
4.4.1 Analyse en fonction des quatre groupes expérimentaux	61
4.4.2 Analyse en fonction du groupe collision <i>versus</i> groupe sans collision.....	62
4.4.3 Analyse en fonction du groupe homme <i>vs</i> groupe femme.....	64
4.5 Analyse des questionnaires de psychologie sociale et articulations avec l'expérimentation	64
4.5.1 Sexe et comportement de conduite.....	64
4.5.2 Sexe et risque relatif.....	70
4.5.3 Variables psychosociales – Items « attribution » aux 2 temps de mesure	70
4.5.4 Variable psychosociale : risque relatif	73
4.5.5. Variable psychosociale : Driver Behavior Questionnaire(DBQ).....	73
4.5.6 Optimisme comparatif.....	79
4.5.7 Risque relatif.....	82
4.5.8 Vitesse sur le parcours	83
4.6 Analyses d'interactions	84
4.6.1 Effet d'interaction entre les conditions expérimentales et l'optimisme comparatif fort sur différentes variables (VD).....	84
4.6.2 Effet d'interaction entre les conditions expérimentales et l'optimisme comparatif faible sur différents variables (VD).....	84
4.6.3 Effet d'interaction entre les conditions expérimentales et l'optimisme comparatif capacité sur différents variables (VD).....	86
4.7 Analyses de médiation.....	87
5. Éléments de conclusion.....	89
5.1 Retour sur la méthode.....	89
5.2 Retour sur les résultats	89
5.2.1 Question de genre.....	90
5.3 Les variables psychosociales et leur articulation.....	90
5.3.1 Le genre	91

5.3.2 Optimisme Comparatif au Temps 2 et condition expérimentale	91
5.3.3 Vitesse sur le parcours et risque relatif au Temps 1	92
5.3.4 Optimisme comparatif et conditions expérimentales.....	92
5.3.5 Le Driver Behavior Questionnaire	93
5.4 Quelles suites à donner au regard des résultats obtenus ?.....	93
5.5 Les travaux sur l'aménagement ne sont pas épuisés, encore beaucoup de choses restent à faire	94
5.6 Apports du simulateur dans les analyses sur l'aménagement	94
6. Références bibliographiques.....	95
Table des figures par chapitre	101
Annexe 1 : Lexique des données simulateur et de leurs codages.....	105
Annexe 2 : Simulateur, variables « comportementales »	113

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, nous étudierons l'analyse des temps de réponse des conducteurs, en lien avec l'infrastructure (Bordel et Somat, 2011) et des variables psychosociales 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 les 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).

En 2011, nous avons présenté au Congrès mondial de la Route, une recherche qui, s'appuyant sur l'Étude Détaillée d'Accidents (EDA)², montrait que le « sentiment affirmé de priorité » (SAP) ressenti par les usagers de la voie prioritaire d'une intersection pouvait être identifié comme facteur d'accident important (Hughes et Yerpez, 2011).

En effet, la somnolence, la distraction, la sollicitation excessive du véhicule ou la conduite ludique sont autant de facteurs accidentogènes au sens où nous l'entendons aux EDA de l'IFSTTAR. Toutefois, le SAP n'est pas directement mesurable. Ce n'est qu'en analysant très précisément le discours des conducteurs accidentés que l'on détecte le sentiment affirmé de priorité en tant que facteur d'accident. Les conducteurs n'ont absolument pas conscience de la nature dangereuse de leur comportement lorsqu'ils affirment leur priorité, d'autant plus que ce comportement n'est pas répréhensible par la loi puisqu'ils sont prioritaires sur la voie, donc pas « en tort » et souvent renforcés dans leur retranchement par des aménagements et des panneaux leur rappelant régulièrement leur statut de prioritaire sur la route.

L'analyse des accidents de rase campagne ou de proche péri-urbain étudiés dans le cadre de notre communication de 2011 révélait qu'au vu des déformations, les chocs entre les deux véhicules en jeu étaient violents et causaient des lésions graves aux occupants ; au moins un blessé ou plus par véhicule. De plus, l'infrastructure, en participant à l'émergence d'un SAP, pouvait conduire à un accident par la non-réaction ou la réaction tardive du conducteur prioritaire. Dans ce sens, l'étude des discours des acteurs révélait la présence de ce SAP.

² Il s'agit des Études Détaillées des Accidents (EDA) telles qu'elles sont menées au Laboratoire Mécanismes d'Accidents du Département Transport Santé Sécurité de l'IFSTTAR.

La mise en évidence de cet effet était d'autant plus intéressante que ce sentiment pouvait être relié aux éléments de l'infrastructure routière et permettait donc de définir des actions de sécurité routière. Ce travail concluait sur la nécessité de poursuivre les investigations sur simulateur de conduite afin d'affiner au mieux les valeurs réelles des temps de réponse des conducteurs. Cette réflexion s'inscrivait dans les débats toujours actuels au sein du Réseau Technique du Ministère sur l'importance de comprendre et de mieux appréhender les fondamentaux du comportement du conducteur qui permettent de définir les normes de conception routière.

Par ailleurs, d'autres travaux réalisés sur simulateur de conduite ont montré que le panneau de circulation AB2 (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 psychosociales 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, les questionnaires d'OC ont été complétés 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 soumettons 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 psychosociales. Les réponses données aux deux questionnaires sont 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

Le livrable 1 (Yerpez et *al.*, 2013) s'attachait à décrire la production des images 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 (Yerpez et *al.*, 2014) se situait dans la continuité d'une description méthodologique de la recherche : il abordait particulièrement le recrutement des participants, les premiers résultats du questionnaire en vue de préparer les groupes homogènes, les conditions de passation sur simulateur, les premiers résultats et leurs interprétations. Ce document, dernier livrable du projet SANTAFÉ, finalise la bibliographie, synthétise la méthodologie, rend compte de l'ensemble des résultats et de leurs interprétations, limites et apports.

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

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 Accidents³, 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 et la **notion de risque**.

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 dysfonctionnement non identifiable en situations de conduite expérimentales ou par des observations

³ Ce que nous avons exposé dans le livrable 1 de SANTAFÉ (Yerpez et al., 2014).

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)⁴. 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.

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

⁴ 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).

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 48 heures 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 *check 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 ses 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 leurs interprétations. Elles peuvent prendre plusieurs formes :

- la falsification : la culpabilité de l'impliqué est déguisée en dégageant 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'usager 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. Il 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 2 : 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.

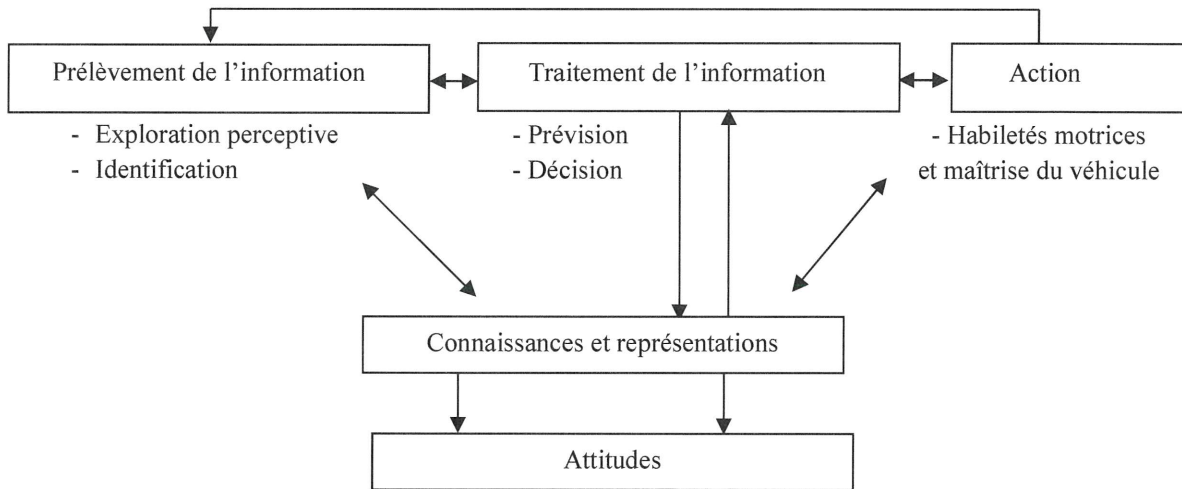


Figure 3 : Les activités mises en jeu dans la conduite (Neboit, 1982)

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 psychomoteur et enfin d'ordre global. Parmi ces six grandes catégories, 20 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 ; Lechner et Favero, 1983 ; 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 du conducteur, 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 (exemple : 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.

2.2.3 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'EDA⁵, 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 Lepesan, 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.

⁵ Les EDA ont été recueillies et traitées par Marina Hughes.

Il convient cependant de préciser notre positionnement sur la définition du sentiment affirmé de priorité dans les modèles d'analyse accident ;

Le sentiment affirmé de priorité est, chez certains conducteurs, une revendication, consciente ou inconsciente, de sa priorité qui peut jouer dans la survenue et le déroulement de l'accident en augmentant le temps de réaction. Autrement dit, les conducteurs gaspilleraient l'espace-temps disponible et nécessaire pour réagir. Le temps de réaction peut être fortement augmenté

Notre définition du sentiment affirmé de priorité s'appuie sur deux positionnements méthodologiques : l'analyse séquentielle de l'accident de la route et l'étude détaillée des accidents.

Comme nous l'avons évoqué, l'analyse séquentielle de l'accident est un modèle cinématique de l'accident utilisé pour la reconstitution et le paramétrage temporel et spatial. Les dysfonctionnements identifiés des impliqués reposent sur un découpage en situations du déroulement de l'accident qui répondent à des modèles (Ferrandez et al., 1995) :

- 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.

Les Études Détaillées d'Accidents, développées au sein du Laboratoire Mécanismes d'Accidents de l'IFSTTAR permettent de mettre en évidence des processus générateurs d'insécurité, des défaillances du système routier et des mécanismes d'accidents. Les EDA s'appuient sur un recueil détaillé qui permet d'établir précisément les faits et les conditions du déroulement de l'accident et de le reconstruire. 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 et recueillent les données les plus détaillées sur le/les véhicule(s) et infrastructure(s). Un psychologue effectue des entretiens approfondis auprès du conducteur et des passagers du ou des véhicules.

Au regard des analyses d'accidents réalisées (Yerpez et Hughes, 2011), le sentiment affirmé de priorité peut s'exprimer soit en situation d'approche où ils n'observent pas l'environnement de l'intersection et ne ralentissent pas, soit en situation d'accident au moment où le véhicule non prioritaire est perçu, ils revendiquent une priorité qu'ils estiment largement en leur faveur via une verbalisation de ce sentiment prioritaire.

La distance de visibilité suffisante aurait pu leur permettre de réagir à temps et éviter l'accident. Mais ils ont transféré vers le conducteur non prioritaire l'entière responsabilité de la situation conflictuelle et par conséquent dépensé le crédit espace-temps dont ils disposaient pour réagir.

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. Nous confirmerons ici l'image d'un « gaspillage de crédit espace-temps » qui peut être important (Girard, 1987 ; Girard et Lepesant, 1987).

Comme nous l’avons mentionné, la recherche du sentiment affirmé de priorité ne peut s’appuyer que sur une connaissance approfondie de l’accident (Hermitte, 2012). Autre méthode modèle d’analyse de l’accident, s’appuyant sur des données détaillées, le HFF (Human Functional Failure) définit le sentiment affirmé de priorité comme un facteur endogène : User state/internal conditioning of performed task/right of way status. Il demeure difficile d’affecter ces effets à une étape du modèle. On peut constater cependant que le sentiment de priorité influe sur les deux premières étapes du troisième « stage » de HFF : Failure in predicting the situation. Ce serait un savant mélange de « T5 not expecting manoeuvre by another user » et « T6 Expecting adjustment by another user »... Le conducteur prioritaire n’envisage pas qu’un conducteur non prioritaire puisse lui couper la route, il n’est pas en position de prévoir un événement anormal. Pour une vision plus approfondie du modèle HFF, voir Van Elslande et Fouquet (2007) ; Hermitte T. (2012).

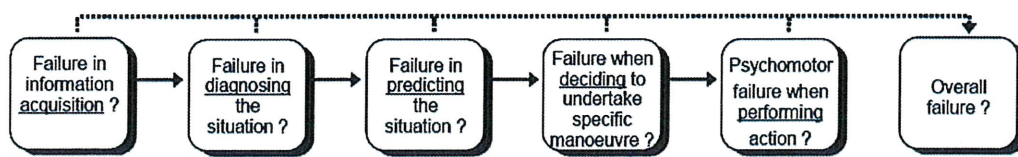


Figure 4 : Stages of Human Function Failure (Hermitte, 2012)

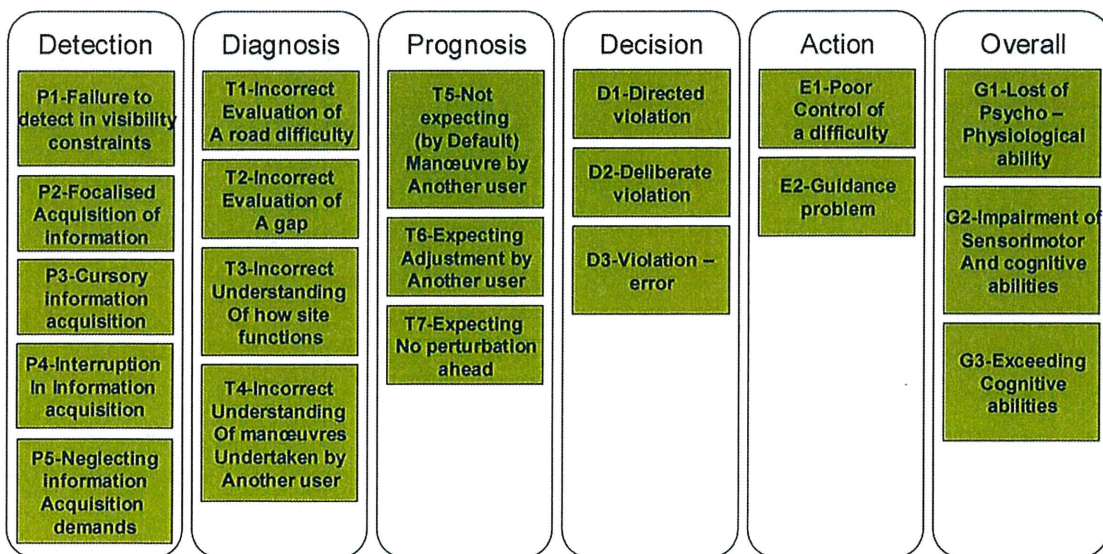


Figure 5 : Human Functional failures per stages (Hermitte, 2015)

Pour définir le sentiment affirmé de priorité, nous ne sommes pas positionnés dans le cadre du modèle HFF (Human Functional Failure) dans la mesure où nous travaillons historiquement au LMA sur le premier modèle séquentiel de l’accident⁶.

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

⁶ La recherche qui a présidé à SANTAFÉ s’appuyait sur les analyses EDA et était de plus, utilisée par la psychologue du BE Jonction, accidentologue enquêtrice à l’EDA de l’IFSTTAR de Salon-de-Provence.

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 1960, 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 (1973), 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 par 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'usager 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, telles 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 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 ces 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'usager. 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'usager 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'usager. 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 notre cas, 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'usager 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'usager.

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'usager 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 le 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'usager 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 de 8 s pour anticiper l'intersection.

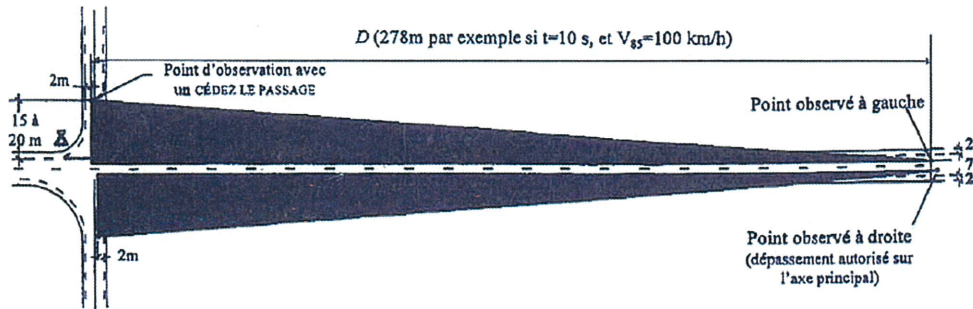
Profil en travers de la route principale		2 voies	2 voies de T.A.G	2*2 voies : insertion à droite dans les demi-carrefours
Stop	Temps conseillé	8 s	9 s	8 s
	Minimum absolu	6 s	7 s	6 s
Cédez le passage	Temps conseillé	10 s	11 s	9 s
	Minimum absolu	8 s	9 s	7 s
Tourne-à-gauche vers la voie secondaire	Temps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

Figure 6 : 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)

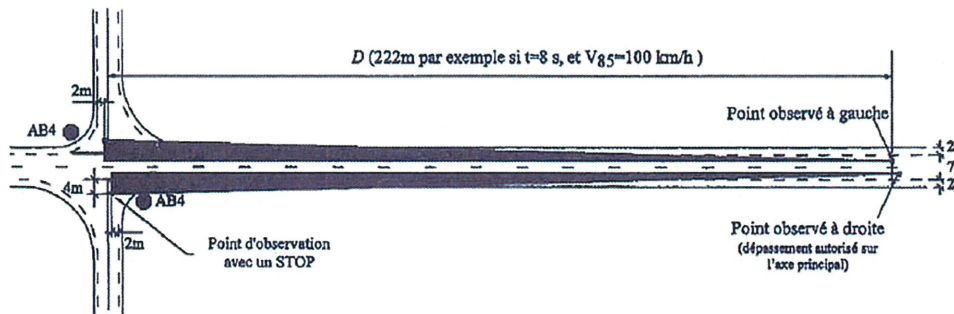
La plupart des informations récoltées dans ce domaine sont concentrées sur les non prioritaires. Il y a peu de données sur le prioritaire car la traversée de l'intersection leur est facilitée.

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 7 : Abaques indiquant la distance de visibilité en fonction de la vitesse pratiquée sur la voie principale et du temps de franchissement

Si on ne connaît pas le V_{85} , 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 côtes, des plantations, du mobilier urbain, 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 ».

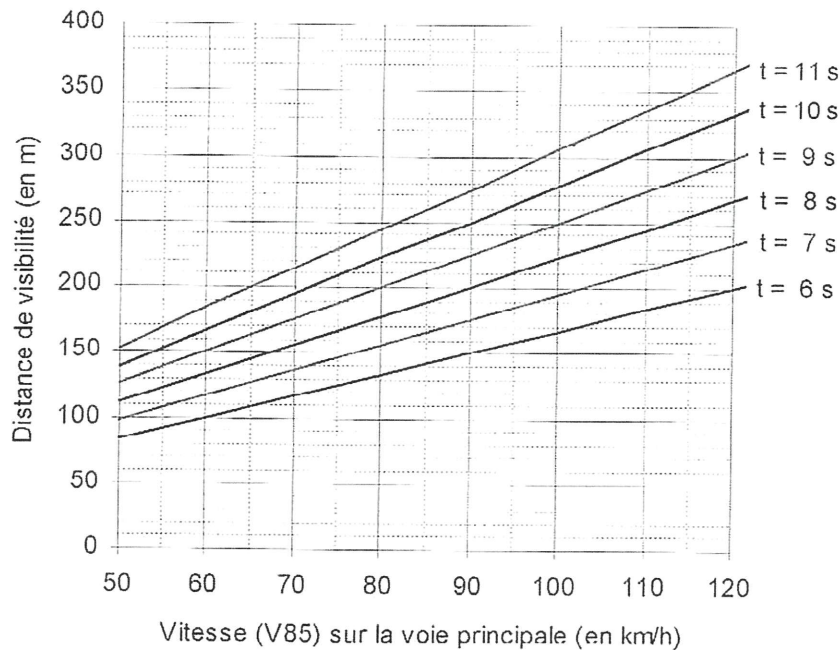


Figure 8 : Abaque donnant la distance de visibilité en fonction de la vitesse pratiquée sur la voie principale et du temps de franchissement

« 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.

L'importance des masques à la visibilité et des éléments visuels est soulignée par Simon et *al.* (2009) dans les causes des accidents en intersection en Europe.

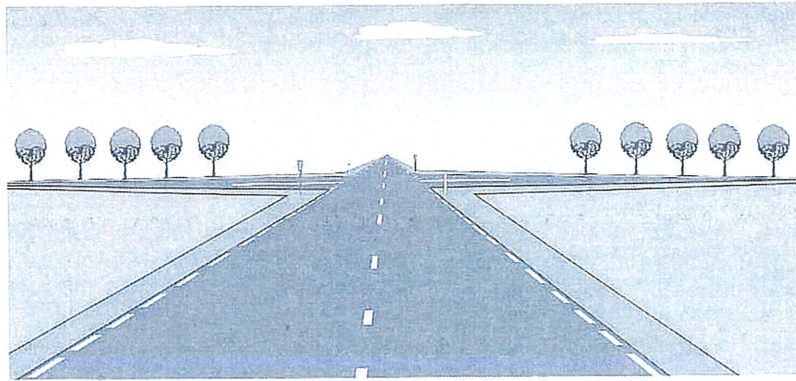


Figure 9 : Visualisation de la route secondaire intersectée par un alignement transversal

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'arrêt⁷ 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.

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, Lepasant, 1988).

⁷ La distance d'arrêt est composée de la distance de freinage augmentée de la distance parcourue pendant le temps de réaction.

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 projet SANTAFÉ. Nous recherchons en effet à produire un effet exacerbé de la manœuvre du conducteur prioritaire. Nous choisissons donc 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 leur fidélité physique que comportementale (Espie 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, 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, est similaire 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 souligne 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 ainsi rend 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 LEPSIS⁸ pour les besoins de l'étude SANTAFÉ est complètement original et issu de routes réelles. 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.

Pour ce qui concerne les travaux de recherche sur intersection, 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. Les auteurs 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.

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 Rosay 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.

⁸ Le LEPSIS (Laboratoire exploitation, perception, simulateurs et simulations) dépend du Département COSYS (Composants et systèmes) de l'IFSTTAR.

« 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 d'activité. 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 sont confrontés à quatre aménagements choisis (ligne médiane continue, délinéateurs, bandes d'alertes sonore et accotement 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...).

2.6 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 3) 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.

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).

Nous citerons une volonté 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 10).

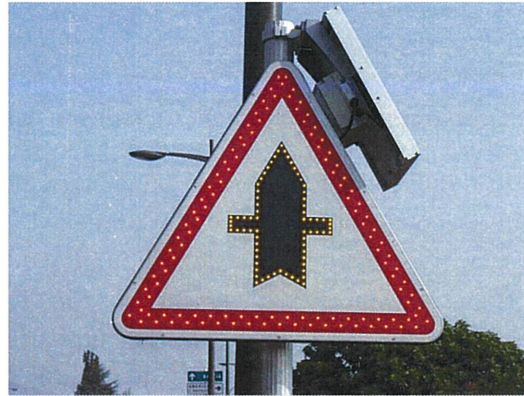


Figure 10 : Panneau AB2 clignotant en Corse (Route Nationale 198, Haute Corse)

2.7 Sentiment de priorité, attitude et comportement de conduite, une articulation novatrice ?

L'ensemble de ces résultats concourent 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 psychosociales viennent moduler ce sentiment et ainsi influencer la manière de conduire de l'individu. Or, dans ce domaine, l'attitude est considérée comme un déterminant essentiel du comportement.

2.8 Le concept d'attitude

2.8.1 Définitions

Depuis son apparition dans la littérature scientifique dès la seconde moitié du XIXe siècle, l'attitude n'a cessé de stimuler les recherches en psychologie sociale. Employé à l'origine par des psychologues tels Spencer (1862)¹⁰, Bain (1868), Münsterberg (1889) ou Binet (1903), Thomas et Znaniecki (1918) sont souvent considérés comme les premiers à avoir fait appel au concept d'attitude en psychologie sociale. Watson (1925), Bogardus (1931) ou Folsom (1931) définissaient la psychologie sociale comme *l'étude des attitudes*. De même, pour Allport (1935), l'attitude constitue le concept le plus distinctif et le plus indispensable de la psychologie sociale américaine.

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 situation de CEDEZ LE PASSAGE, et de 50 m au moins dans la situation d'arrêt (STOP) » (SETRA, 1998).

¹⁰ In Albaracin, Johnson et Zanna (2005).

La vivacité de ce champ de recherche a conduit à une multiplication des définitions de l'attitude. Pour Zimbardo et Leippe (1991) « *les attitudes sont ce que nous aimons et n'aimons pas, nos affinités envers un environnement. Une attitude est une disposition dans le sens où c'est une tendance apprise à penser sur un objet, une personne ou à aboutir à une voie particulière* » (p. 31). Alexandre (1996) voit dans l'attitude « *un principe interne relativement stable et consistant qui confère une certaine unité aux conduites observables* » (p. 25). Les définitions les plus complètes sont sans nul doute celles qui associent à la fois les aspects évaluatif et comportemental. Finalement, la définition qui obtient un certain consensus chez les chercheurs travaillant sur ce concept est celle d'Allport (1935) qui intègre les deux aspects : « *une attitude est un état mental et nerveux organisée à partir de l'expérience du sujet qui exerce une influence dynamique sur l'individu le disposant et le préparant à réagir d'une certaine manière aux objets et aux situations auxquelles il est confronté* » (p. 810).

Il convient de décomposer cette définition pour en saisir toute la richesse et, pour en faciliter la compréhension, d'illustrer cette décomposition par un exemple : l'attitude envers la conduite automobile. Si l'attitude est « *un état mental* » alors cela implique d'une part qu'on ne peut directement l'observer et ce, d'autant plus qu'elle est spécifique à chaque individu. Plus précisément, l'attitude peut être considérée comme une représentation en mémoire de cognitions associées à des affects positifs ou négatifs envers un objet donné. L'idée que l'attitude est organisée à partir de l'expérience du sujet traduit que l'attitude d'un individu va se construire au fur et à mesure de ses rencontres avec l'objet d'attitude. Ainsi, lorsque l'individu aura eu des expériences positives liées à l'objet d'attitude, il développera des cognitions qui engendreront une attitude favorable envers l'objet. Chaque rencontre contribuera au développement et à l'évolution de l'attitude de l'individu. Ces rencontres peuvent être directes ou indirectes. Ainsi, avant de conduire, les jeunes vont développer des connaissances liées à la conduite automobile à travers à la fois des expériences directes (trajets en voiture) ou indirectes par le biais de leur entourage mais également des médias (campagnes de prévention, films, séries, etc.). Si ces premières expériences se sont traduites par des *feedbacks* positifs (e.g., prise de plaisir en voiture), l'attitude envers la conduite sera alors positive. À l'inverse, si la personne a expérimenté des situations liées à la conduite défavorables (être malade pendant les trajets, avoir été exposée à des campagnes de prévention sur les risques routiers...), elle développera alors une attitude plus négative. Cette attitude va évoluer au fil des confrontations avec la conduite (apprentissage de la conduite, difficulté pour obtenir son permis, etc.). Enfin, la dernière partie de la définition (« *qui exerce une influence dynamique le disposant et le préparant à réagir d'une certaine manière aux objets et aux situations auxquelles il est confronté* ») souligne que l'attitude prédit le comportement. Autrement dit, les expériences de l'individu seront susceptibles de déterminer son comportement (*i.e.*, sa manière de conduire).

2.8.2 Structure des attitudes

Si la définition d'Allport (1935) obtient un relatif consensus parmi les auteurs travaillant sur l'attitude, il en est tout autrement concernant sa structure. Dans ce dernier champ, deux conceptions se sont longtemps opposées. La première considère l'attitude comme unidimensionnelle alors que la seconde postule sa tridimensionnalité.

Dans la plupart des études ayant recours à une mesure d'attitude, il s'agit d'évaluer le degré de favorabilité (e.g., êtes-vous favorable à la limitation de la vitesse sur les autoroutes ?), le sentiment suscité (e.g., aimez-vous conduire ?) voire une préférence (e.g., préférez-vous emprunter les petites routes ou les autoroutes pour vos trajets ?). Cette conception en termes d'évaluation affective est également valable pour les échelles d'attitude, la multiplication des items ne permettant que d'en moduler l'intensité. De telles mesures correspondent à une vision unidimensionnelle et s'accordent

avec les définitions générales de l'attitude, telle celle de Zimbardo et Leippe (1991) citée précédemment.

La vision tri componentielle postule, quant à elle, que l'attitude se compose de la dimension évaluative évoquée précédemment mais également, d'une dimension cognitive et d'une dimension comportementale, les trois étant supposées consistantes. Cette conception est souvent désignée sous le terme mnémotechnique de modèle A-B-C, le A désignant l'affect, le B le comportement (*Behavior*) et le C les cognitions. Si Allport (1935), Smith (1947), Katz et Stotland (1959) évoquaient l'existence de ces trois composantes, elle était également déjà présente chez Platon qui distinguait alors le savoir (*Knowing*), du sentiment (*Feeling*) et de l'action (*Acting*). Malgré tout, la paternité du modèle tri componentiel est souvent attribuée aux travaux de Rosenberg et Hovland (1960). La composante affective peut renvoyer à trois conceptions différentes. La première la considère comme l'évaluation affective similaire à la composante unidimensionnelle de l'attitude. La deuxième considère, quant à elle, qu'il s'agit de la réaction émotionnelle que suscite l'objet d'attitude (Crites, Fabrigar & Petty, 1994). Enfin, une troisième conception postule que l'affect de l'attitude doit être considéré, non pas comme une évaluation ou un sentiment explicite, mais bien plus comme une évaluation implicite désignée sous le terme d'attitude implicite. Elle correspondrait alors à l'évaluation automatique qui s'activerait par la simple confrontation à l'objet d'attitude. La dimension affective renvoie généralement davantage à la première conception qu'aux deux dernières. La composante comportementale est constituée des comportements liés à l'objet aussi bien passés, présents que futurs. Ces derniers renvoient alors aux intentions comportementales qu'un individu est susceptible de développer en lien avec son attitude¹¹. Enfin, la composante cognitive renvoie, quant à elle, à tous les éléments de connaissances liés à l'objet d'attitude. Par connaissances, sont désignées aussi bien les informations que les croyances que l'individu développe sur l'objet. Autrement dit, les cognitions peuvent être tout aussi bien des connaissances avérées de l'objet que des informations erronées. De fait, pour des objets d'attitude renvoyant à des domaines liés à la santé tels que le tabac, la conduite automobile, la perception du risque appartient à la dimension cognitive.

En théorie, les trois dimensions A-B-C sont consistantes : par exemple, quelqu'un ayant des cognitions qui feront l'objet d'une évaluation favorable (*e.g.*, conduire vite permet de gagner du temps) développera des affects positifs envers la conduite rapide qui se traduiront par un comportement consistant avec les deux premières dimensions (*e.g.*, faire des excès de vitesse). Cette consistance des composantes, et notamment le lien entre l'attitude et le comportement, ne se vérifie pas toujours.

2.8.3 Les attitudes peuvent-elles prédire le comportement ?

Même si, en théorie, l'attitude et le comportement sont consistants, dans certains cas l'attitude ne prédit pas le comportement. Les méta-analyses de Wicker (1969) et de Krauss (1995) le démontrent¹².

Wicker (1969) a tenté de rassembler l'ensemble des études portant sur le lien attitude-comportement. Ce dernier retient 47 études portant sur 30 objets d'attitude différents et obtient une corrélation entre l'attitude et le comportement qui n'est que de .30. Plus récemment, Krauss (1995) a reproduit une telle analyse sur la base de 88 études et obtient une corrélation de .38. Il constate, par ailleurs, que cette valeur varie de -.10 à .91 ! Ces variations dépendent de différents facteurs. Ainsi, Krauss (1995)

¹¹ Même si à l'heure actuelle la vision tri componentielle de l'attitude suscite davantage d'adhésion que la vision unidimensionnelle, les auteurs continuent d'employer le terme d'attitude. En accord avec cette « tradition », nous emploierons la même terminologie dans la suite du document.

¹² La méta-analyse consiste à reprendre les données de l'ensemble des expériences menées sur une thématique pour effectuer de nouvelles analyses statistiques et montrer ainsi que l'effet est globalement présent quelle que soit la méthode utilisée, la population de référence ou encore la thématique.

constate des différences selon les populations interrogées : chez les étudiants, la corrélation est de .34 alors que chez les « tout venants », la corrélation s'élève à .48. Cette différence pourrait provenir du fait que les attitudes des personnes plus jeunes sont moins finalisées donc plus susceptibles de varier que celles des personnes plus âgées. Par ailleurs, lorsque les comportements sont observés, la corrélation est de .32 alors qu'elle est de .51 lorsque les comportements sont auto-déclarés. Cette différence peut s'expliquer par le fait que les sujets, dans les expériences, cherchent à se faire bien voir (= biais de désirabilité sociale) et ainsi apparaître consistants. Dès lors, ils ne rapportent pas toujours leur vrai comportement.

Par ailleurs, au-delà des résultats des méta-analyses, d'autres facteurs susceptibles d'expliquer les différences de lien entre attitude et comportement ont pu être identifiés. Ainsi, Fishbein et Ajzen (1975) ont pu mettre en évidence que le lien était plus fort lorsque l'on mesurait des attitudes générales avec des comportements généraux et inversement (*i.e.*, attitude et comportement spécifiques). Par exemple, quelqu'un qui essaierait de prédire l'utilisation de sacs plastiques (comportement spécifique) aura moins de chances de se tromper s'il mesure l'attitude des individus à l'égard des sacs plastiques (attitude spécifique) qu'à l'égard de l'écologie (attitude générale). De même, les attitudes construites sur la base d'expériences directes (objet d'attitude auquel nous avons été confrontés) semblent plus stables et ainsi plus prédictives du comportement que les attitudes basées sur des expériences indirectes. Ainsi, chaque conducteur a, de fait, eu des expériences directes avec la conduite conférant à son attitude un prédicteur de sa conduite automobile.

2.8.4 La théorie de l'action raisonnée (TAR)

Pour prédire un comportement, Fishbein et Ajzen (1975) postulent que prendre en compte la seule attitude de l'individu n'est pas suffisant ; il convient également de considérer les normes et l'intention comportementale. Ils proposent donc la théorie de l'action raisonnée que l'on peut résumer par le schéma suivant :

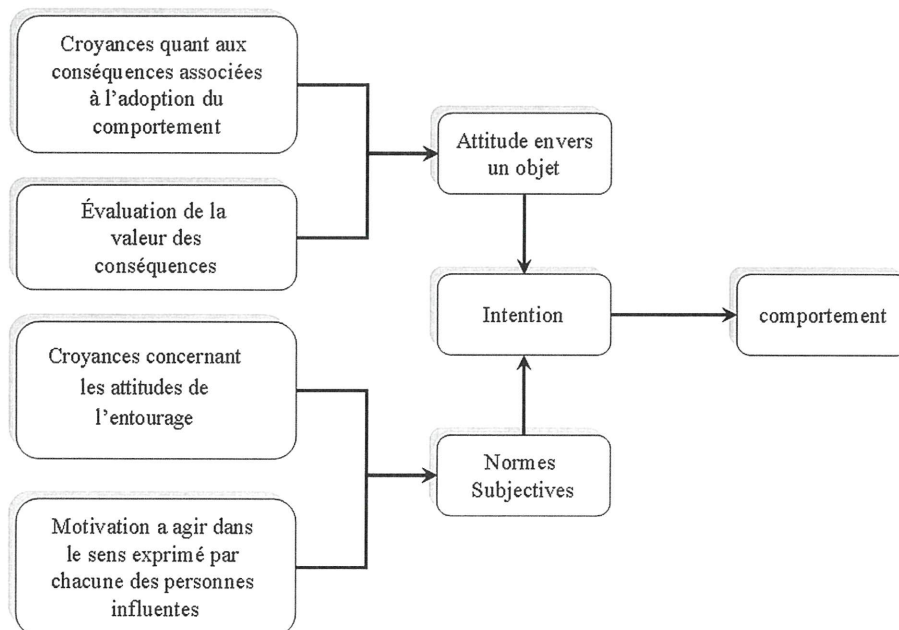


Figure 11 : Représentation de la théorie de l'action raisonnée d'après Terrade & Perrissol (non publié)

À suivre cette théorie, l'attitude de l'individu serait déterminée par l'interaction entre les croyances liées aux conséquences associées à l'adoption d'un comportement et l'évaluation des conséquences. Cette partie du modèle est consistante avec la définition d'Allport (1935) explicitée précédemment. Les normes résulteraient, quant à elles, de l'interaction entre les croyances que l'on a sur les attitudes de son entourage et de l'importance que l'on accorde à leurs positions. Les normes et l'attitude détermineraient l'intention comportementale qui serait prédictrice du comportement. Ainsi, l'attitude pourrait s'opposer aux normes subjectives dans la détermination de l'intention comportementale. Enfin, avec ce modèle, le lien entre attitude et comportement serait médiatisé par l'intention comportementale. Afin de mieux comprendre la portée explicative et heuristique de ce modèle, prenons pour exemple le comportement lié au respect des limitations de vitesse. À suivre la théorie de l'action raisonnée, l'attitude liée à la vitesse est déterminée par les croyances (vraies ou fausses) que l'individu a par rapport à la vitesse. Par exemple, l'individu pourra estimer que respecter les limitations lui permet de prévenir les risques d'accidents de voiture et/ou au contraire qu'il sera susceptible d'éprouver du plaisir à ne pas respecter les limitations. Il va ainsi évaluer la valence des conséquences de ces croyances. Si la valence de ces conséquences est globalement positive, il développera alors une attitude positive envers la vitesse (et inversement, si la valence est négative). Par ailleurs, l'individu va également évaluer les normes subjectives à l'égard de la vitesse. Il va alors estimer si la norme liée aux groupes auxquels il appartient est positive ou négative mais également l'importance qu'il accorde à la position des autres. Ainsi, s'il évalue que son entourage, a comme lui, une attitude favorable à l'égard du respect de la vitesse et que l'attitude de ces personnes est importante pour lui, alors les normes subjectives plaideront en faveur de l'intention de respecter les limitations. Cette intention comportementale sera d'autant plus probable que les normes subjectives s'accorderont avec l'attitude du conducteur. Toutefois, l'intention comportementale peut ne pas être prédictive du comportement. Dans l'exemple précédent, l'individu peut adopter un comportement de respect des limitations de vitesse en accord avec son intention comportementale, mais dans un contexte particulier (e.g., retard à un rendez-vous important) ne pas respecter les limitations de vitesse.

Par ailleurs, dans certains cas, l'attitude et les normes peuvent être inconsistantes. Dans ce cas, l'intention comportementale sera déterminée par l'élément (attitude ou norme) qui a le plus d'importance pour l'individu. L'importance de l'attitude ou des normes dans la détermination de l'intention comportementale varie pour chaque individu : certains se laisseront guider par leur attitude alors que d'autres seront plutôt guidés par la position normative. Dans cet exemple, la norme pourra primer sur l'attitude dans la détermination de l'intention comportementale uniquement lorsque l'individu accorde une forte importance à la position des autres. Cette théorie a par la suite été modifiée pour devenir la théorie du comportement planifié.

2.8.5 La théorie du comportement planifié (TCP, Ajzen, 1985) : importance du contrôle perçu

La théorie du comportement planifié reprend les principaux éléments de la théorie de l'action raisonnée (attitude, normes et intention comportementale) mais ajoute un élément supplémentaire qui déterminerait à la fois l'intention comportementale et le comportement de l'individu : le contrôle perçu. Il se définit comme la capacité que perçoit l'individu à mettre en place le comportement lié à l'attitude et aux normes subjectives. Autrement dit, l'individu évaluerait également son auto-efficacité à mettre en place le comportement cible. Ainsi, un conducteur pourrait avoir une attitude et des normes qui plaident en faveur du respect des limitations de vitesse mais s'estimer incapable de les respecter au quotidien.

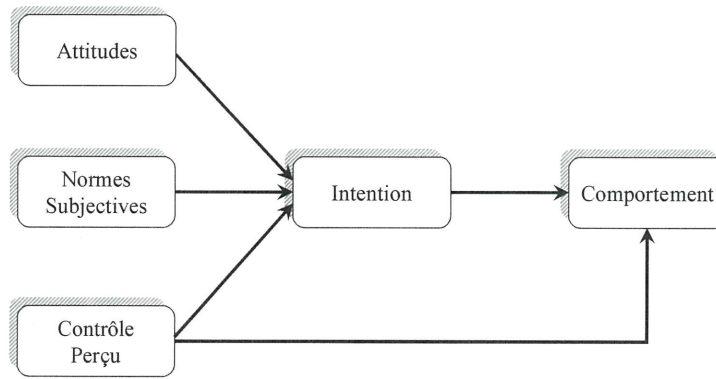


Figure 12 : Représentation de la théorie du comportement planifié d'après Terrade & Perrissol (non publié)

La théorie de l'action raisonnée, comme celle du comportement planifié, ont été élaborées en psychologie sociale afin de mieux cerner le lien entre l'attitude et le comportement. Elaboré en psychologie de la santé, le *Health Belief Model* (Rosenstock, 1974) cherche, quant à lui, à rendre compte de l'adoption de comportement visant à préserver la santé des individus.

2.8.6 Le *Health Belief Model* (HBM ou modèle des croyances relatif à l'adoption des comportements de santé, Rosenstock, 1974).

À suivre le HBM, la probabilité de s'engager dans un comportement visant à protéger ou préserver sa santé dépendrait à la fois de caractéristiques psychosociales propres à chacun mais également des variables sociodémographiques. De ces deux éléments, résulterait l'évaluation du comportement en termes de coûts et bénéfiques. De plus, la perception du risque encouru personnellement (gravité et vulnérabilité perçues) lié à ce comportement et l'attitude de l'individu envers la santé en général détermineraient également la probabilité de s'engager dans un comportement de santé. Enfin, la présence de signaux déclencheurs tels qu'une campagne de prévention pourrait également contribuer à augmenter cette probabilité.

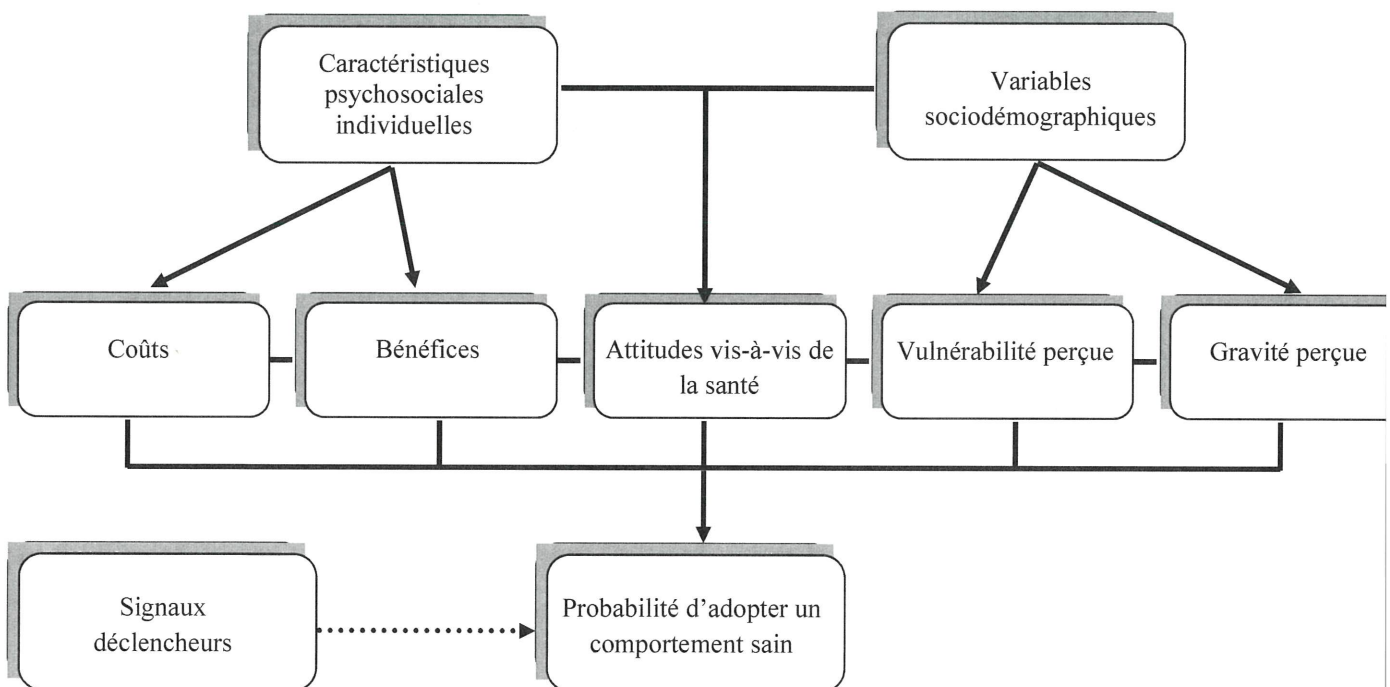


Figure 13 : Représentation du *Health Belief Model* d'après Bruchon-Schweitzer (2002)

Afin d'illustrer le fonctionnement de ce modèle, reprenons l'exemple précédemment évoqué concernant le fait de respecter les limitations de vitesse ou non. La conduite automobile prudente s'apparente à l'adoption d'un comportement de santé. L'adoption d'un comportement de respect des limitations dépendra de l'évaluation des coûts (amende, retraits de points, accident...) et bénéfiques (gain de temps, plaisir à conduire vite...) inhérents à l'adoption d'un tel comportement. Cette évaluation sera basée sur les caractéristiques psychosociales de l'individu mais également sur l'évaluation de la sévérité perçue liée au risque encouru. Parmi les caractéristiques psychosociales, interviennent vraisemblablement les dimensions attitudinale et normative évoquées dans les modèles précédents. La sévérité concerne l'estimation personnelle des dommages encourus par l'individu s'il n'adopte pas le comportement de santé. Autrement dit, dans le cas présent, il s'agira d'estimer si l'individu estime la gravité d'avoir un accident (voire une amende et un retrait de points) et s'il se pense concerné par la survenue de tels dommages.

Ainsi la probabilité de respecter les limitations de la route dépendra de la balance entre les coûts et les bénéfiques estimés par le conducteur. Si les coûts sont supérieurs aux bénéfiques, il est probable que l'individu ne respectera pas les limitations. Si, à l'inverse, il estime que les bénéfiques sont supérieurs aux coûts, sa probabilité de s'engager dans des comportements de santé sera alors plus élevée.

2.8.7 Conclusions sur les modèles au regard de la problématique du sentiment de priorité

Les trois modèles présentés soulignent toute la complexité de prédire l'adoption d'un comportement et ce, notamment lorsqu'il s'agit d'un comportement de santé. Si ces modèles ont fait l'objet d'un nombre conséquent de publications, ils sont rarement mis en application dans leur intégralité. Le nombre de questions imposé par la prise en compte de l'ensemble de ces variables serait problématique dans le cadre d'une étude expérimentale de terrain. Il convient, dès lors, de retenir les éléments les plus importants inhérents à ces différents modèles.

Dans les trois modèles, l'intention comportementale apparaît comme un médiateur de l'adoption d'un comportement effectif. Les biais de désirabilité sociale évoqués précédemment renvoient au poids des normes sur le comportement de l'individu. Il est généralement relativement aisé de répondre de manière à se faire bien voir lorsque l'on mesure des comportements déclarés de prévention. L'étude du comportement de conduite déclaré peut être sujette à désirabilité sociale. Les conducteurs pourraient avoir tendance à déclarer qu'ils adoptent une conduite prudente de manière à se faire bien voir. Le recours au simulateur de conduite semble être particulièrement pertinent afin d'en limiter la manifestation. En effet, la conduite automobile est une activité en partie automatisée. Pour Bargh (1997), tous les phénomènes psychologiques, et notamment sociaux, contiennent une part d'automatisme. L'automatisme intervient par la simple présence de certaines conditions : le processus s'enclenche inévitablement, sans intention de la part du sujet, c'est-à-dire en l'absence de monitoring conscient (Shiffrin et Dumais, 1981 ; Tzelgov, 1997 ; Perruchet, 1988). De plus, il nécessite, de faibles ressources attentionnelles (Kilsthorpe, 1987 ; Perruchet, 1988 ; Jacoby, Lindsay et Toth, 1992). Ainsi, lorsque ces conditions sont présentes, un processus se met en place indépendamment de la conscience du sujet. En ce sens, le processus automatique peut être qualifié d'inconscient. Il convient néanmoins de préciser que l'ensemble de ces critères ne sont pratiquement jamais tous réunis (Tzelgov, 1997). Dès lors, Bargh (1994) considère qu'un seul d'entre eux suffit pour parler d'automatisme. Par ailleurs, les conduites automatiques peuvent être innées ou acquises. Ainsi, certaines compétences, telle la conduite automobile, peuvent devenir routinières. Quel conducteur effectuant un trajet qu'il emprunte régulièrement n'a jamais expérimenté la sensation de n'avoir pas « *fait attention* » au trajet en question et se rendre compte que celui-ci est déjà bien avancé ? Pour résumer, le traitement répété d'un même comportement va engendrer son automatisation croissante (Smith, 1997). Pour compléter cette

définition succincte d'un automatisme, il convient de préciser également que l'automatisme est un traitement rapide et indépendant des facteurs « *qui affectent le niveau de capacité attentionnelle des sujets* » (Perruchet, 1988, p. 37 ; Hansen et Hansen, 1994). Enfin, les processus automatiques peuvent être supprimés lorsqu'ils entrent en conflit avec des processus contrôlés (Jacoby et *al.*, 1992 ; Hansen et *al.*, 1994). Toutefois, cette suppression nécessite une consommation de ressources attentionnelles importante (Hansen et Hansen, 1994). Cette idée s'accorde avec le modèle MODE (*Motivation and Opportunity Determinants*, Fazio, 1990). En effet, ce modèle stipule que deux types de traitement distincts seraient à l'origine de nos comportements. Le premier mode de traitement serait automatique. Le second mode de traitement serait, quant à lui, un traitement délibéré tel qu'avaient pu le présenter, par exemple Fishbein et Ajzen (1975) avec la théorie de l'action raisonnée. Ce mode de traitement serait effectif lorsque l'individu est motivé pour l'effectuer (par exemple, par peur d'avoir un jugement erroné ou désir de se présenter favorablement à autrui). Ainsi, lorsqu'un conducteur veut se faire bien voir, il répondra volontiers être un conducteur prudent dans le cadre d'une étude sur la sécurité routière (*i.e.*, désirabilité sociale). En revanche, avec l'activité de conduite sur simulateur, il est plus difficile d'adopter une manière de conduire qui irait à l'encontre d'automatismes déjà développés tels que la manière de se comporter à l'approche d'une intersection.

Par ailleurs, avec la TCP et la TAR, l'attitude des individus est évoquée comme l'un des déterminants du comportement. Dans le HBM, la notion d'attitude est la fois présente par le biais des variables psychosociales et de l'attitude à l'égard de la santé. De plus, s'agissant de comportements de santé, le modèle accorde une place importante à la perception des risques inhérents à l'adoption du comportement. Une telle notion n'est pas directement présente dans les TAR et TCP. Néanmoins, pour des comportements de santé, la notion de risque est présente indirectement. En effet, à suivre la vision tri componentielle, l'attitude serait construite sur la base des cognitions que l'individu possède à l'égard de l'objet. Les cognitions renvoient à la fois à ses connaissances objectives et croyances. Pour la conduite automobile, les croyances sont notamment constituées de l'évaluation des risques liés à l'activité. La notion de risque s'avère donc prépondérante dans le cadre de l'étude d'un comportement sanitaire telle que la conduite automobile.

2.9 La notion de risque

2.9.1 Risque objectif *versus* risque subjectif

À suivre Assailly (1992), le risque est « d'une part, la probabilité qu'un événement indésirable ne survienne et d'autre part, une situation où il est possible mais non certain qu'un événement indésirable se produise » (p. 33). Cette probabilité peut être évaluée objectivement. Ce risque mesuré est celui auquel font référence les assurances. Ainsi, le risque d'avoir un accident de voiture peut être calculé en fonction du nombre de kilomètres parcourus, du modèle de véhicule, de son ancienneté. C'est sur la base de ce risque qu'objectivement, le risque de mourir dans un accident d'avion est plus faible que celui de mourir dans un accident de voiture. En effet, le nombre de décès au regard des kilomètres parcourus est plus élevé pour la voiture que pour l'avion. Un tel exemple illustre tout le décalage qu'il peut exister entre le risque objectif et le risque perçu. Ainsi, l'idée de mourir dans un accident est généralement plus présente au moment d'embarquer dans un avion qu'au moment de prendre sa voiture.

Plusieurs facteurs sont susceptibles d'engendrer une perception biaisée des risques. L'optimisme comparatif constitue l'un des biais les plus importants inhérents à la perception des risques.

2.9.2 L'optimisme comparatif

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. La réussite à un examen (Verlhiac, Desrichard, Milhabet, & Arab, 2005), l'obtention d'une promotion (Shepperd, Grace, Cole, & Klein, 2005), le développement d'un cancer (Eiser, Eiser, & Pauwels, 1993) ou être contaminé par le VIH (Desrichard, Verlhiac, & Milhabet, 2001 ; Taylor, Kemeny, Aspinwall, Schneider, Rodriguez, & Herbert, 1992), sont quelques exemples parmi tant d'autres pour lesquels les individus manifestent de l'OC. Il a également été très largement démontré dans le domaine de la conduite automobile. Ainsi, les conducteurs estiment avoir de meilleures capacités et moins de probabilité que les autres conducteurs d'avoir un accident de la route ou qu'ils seront plus enclins à échapper aux sanctions liées à des infractions sur la route (*e.g.*, Delhomme, 1991 ; McKenna, Stanier, & Lewis, 1991 ; Job, 1993 ; McKenna, 1993 ; Delhomme, 2000 ; Guppy, 1993 ; Harré, Susan, & O'Neill, 2005 ; Martha & Delhomme, 2009 ; Perrissol, Smeding, Laumont & Le Floch, 2011). 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). Cette tendance à l'optimisme comparatif n'est pas sans conséquences sur l'adoption de comportements risqués. Ces estimations les encourageraient à prendre davantage de risques et à commettre ainsi davantage d'infractions. Ainsi, à suivre Delhomme et *al.* (2009), les individus qui manifestent de l'optimisme comparatif ont une plus faible probabilité d'adopter une conduite prudente. De même, Perrissol et *al.* (2011) ont pu montrer que les conducteurs infractionnistes (*i.e.*, personnes ayant perdu des points sur leur permis de conduire et s'appêtant à suivre un stage de récupération de points) manifestaient davantage d'OC que les conducteurs légalistes (personnes n'ayant jamais perdu de points)¹³.

Deux méthodes sont classiquement utilisées pour mesurer l'OC. La méthode directe proposée à l'origine par Weinstein (1980) consiste à estimer si la probabilité d'occurrence d'un événement est différente de celle d'un autre individu moyen sur des échelles de type Likert allant de beaucoup moins probable qu'autrui à beaucoup plus probable qu'autrui (*e.g.*, comparé à un conducteur moyen, estimez la probabilité d'avoir un accident de la route). La méthode indirecte consiste, quant à elle, à demander une estimation de survenue de l'événement séparément pour soi et pour autrui (Harris & Middleton, 1994). La seconde méthode permet d'obtenir une mesure de risque perçu pour l'individu. Néanmoins, le participant doit alors répondre au double de questions et contraint le chercheur à s'interroger sur d'éventuels effets d'ordre.

Si l'effet d'OC peut apparaître robuste, il dépend néanmoins de la cible de comparaison. Ainsi, à suivre Harris et Middleton (1994), lorsque la cible est indéfinie (*e.g.*, conducteur lambda), l'effet est plus important que lorsque la cible est définie plus précisément (*e.g.*, un conducteur de sexe masculin d'une trentaine d'années). Par ailleurs, le degré de contrôlabilité de l'événement perçu par l'individu semble être un facteur déterminant dans la manifestation de l'OC. Par exemple, à suivre McKenna (1993), l'OC des conducteurs, quant au risque d'accident, est différent selon la contrôlabilité de la situation de conduite. 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.*). Avec le même questionnaire, Perrissol et *al.* (2011) avaient obtenu le même pattern de résultats. De plus, les stages de récupération de points diminuaient la tendance à l'OC des conducteurs. Toutefois, cette diminution n'intervenait que pour la dimension *contrôlabilité*

¹³ Toutefois, le stage de récupération de points semble pouvoir réduire l'OC des conducteurs infractionnistes.

forte. 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'estimation 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). 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). De même, Perrissol, Barnils et Bardin (2014) ont montré que plus les conducteurs estimaient avoir des compétences supérieures à autrui en termes de conduite automobile, plus ils manifestaient des scores d'OC relatifs à la probabilité de survenue d'accidents élevés. Au final, si l'OC amène les conducteurs à se percevoir comme ayant davantage de capacités de conduite (*e.g.*, temps de réaction) et de connaissances (*e.g.*, connaissance du code de la route) que les autres conducteurs, alors il peut, de ce fait, les amener à se percevoir comme étant plus susceptible de réagir en situation d'accident et donc à négliger les éléments de la situation. Enfin, à suivre Delhomme (2000), plus l'expérience de conduite augmente, plus l'OC augmente. En effet, les conducteurs ayant eu leur permis depuis moins d'un an, expriment un niveau d'OC plus faible que les conducteurs ayant une expérience de conduite plus importante (et notamment au-delà de trois ans d'ancienneté).

2.9.3 Conclusion sur l'attitude et la perception du risque

Au final, si de prime abord l'attitude et la perception du risque renvoient à deux champs de recherches distincts, ils peuvent néanmoins être rapprochés. Le risque subjectif estimé par l'individu peut être considéré comme un élément appartenant à la dimension cognitive de l'attitude envers la conduite automobile. En effet, la perception d'un risque relatif à un comportement telle que la conduite peut être considérée comme un ensemble de croyances que l'individu a développé au regard de son expérience (directe ou indirecte) de conduite. Ainsi, un individu ayant une perception faible des risques liés à la conduite évaluera favorablement cette activité, ce qui l'amènera à adopter des comportements en adéquation avec cette perception. L'OC, en tant qu'élément constitutif de la perception des risques, apparaît donc comme une variable particulièrement pertinente pour expliquer les comportements des automobilistes. Plus le conducteur estimera avoir des capacités élevées par rapport aux autres conducteurs, plus il s'estimera en mesure de réagir aux situations de conduite pour ainsi éviter les accidents. Cette évaluation l'amènera paradoxalement à adopter une conduite moins prudente. Dès lors, à niveau de connaissance égale, un individu estimant ses capacités de conduite supérieures à celles des autres conducteurs pourra avoir tendance à ne pas adopter une conduite prudente à proximité des intersections et ce d'autant plus que son sentiment de priorité est fort.

2.10 Conclusion

Le projet SANTAFÉ met 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, 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 dans les questionnaires de psychologie sociale et lors des scénarios de simulation.

Ainsi, dans l'expérience de Fleury et *al.* en 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 (Fleury et *al.*, 1988), le sentiment prioritaire a été identifié principalement sur des intersections aménagées avec des îlots centraux : ce scénario est donc 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 » provoqué 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. Méthodologie

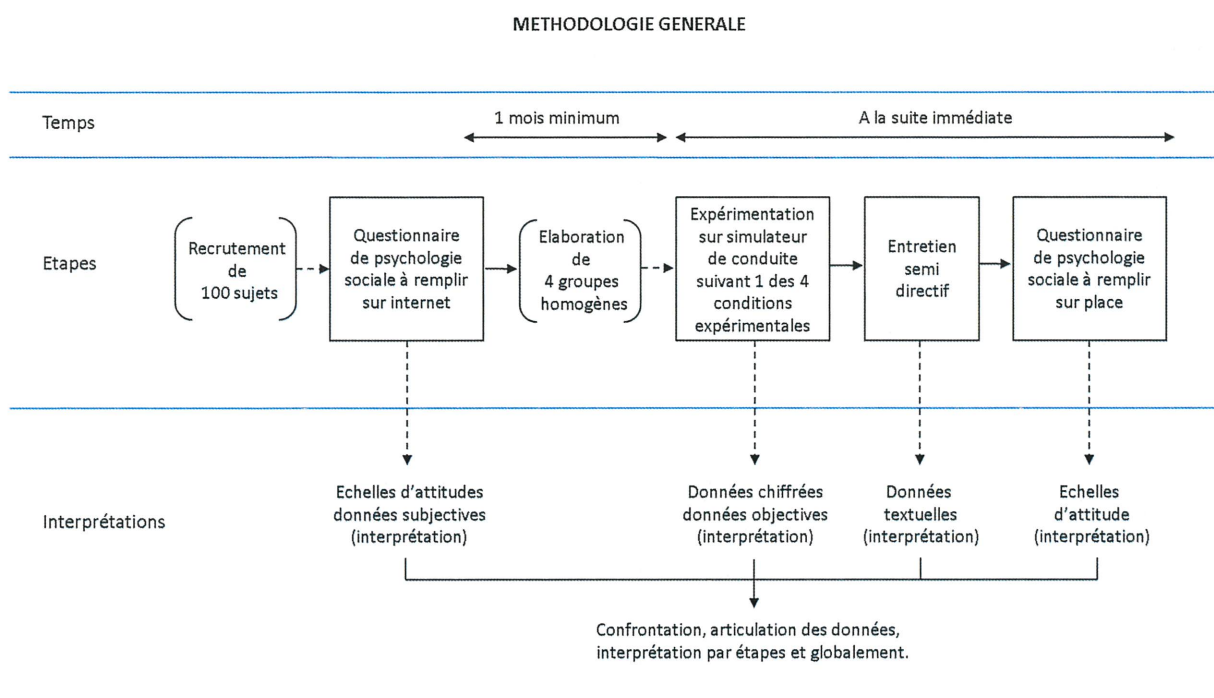


Figure 14 : Méthodologie générale du projet

Les données méthodologiques de ce paragraphe s'appuient sur les informations des deux livrables précédents, les synthétisent et les complètent (Yerpez et *al.*, 2013, 2014).

La méthodologie employée s'inscrit dans une approche originale et complémentaire. En effet, plutôt que de mesurer *a posteriori* le Sentiment Affirmé de Priorité (SAP), il s'agit de tenter de le manipuler expérimentalement. Dans une logique systémique, nous avons mesuré des variables psychosociales susceptibles d'interagir avec le SAP sur le comportement des conducteurs. Afin d'en mesurer les effets, nous avons eu recours à un simulateur de conduite.

L'utilisation d'un simulateur de conduite permet d'avoir une situation la plus écologique possible et une mesure comportementale quasi-réelle et complémentaire aux données déclaratives des questionnaires et de l'entretien. Sur des groupes homogènes d'un point de vue de leurs variables psychosociales, il convient alors de faire varier les paramètres de l'expérimentation simulateur : consignes et/ou présence de panneaux de priorité.

Les données s'interprètent au cours des différentes étapes et de manière conjuguée.

3.1 Élaboration de l'échantillon

L'étape préalable est de recruter une centaine de sujets dans le but de les soumettre aux différentes étapes de la recherche étalées dans le temps (voir Figure 14). En effet, chacun des sujets doit répondre sur internet à un premier questionnaire puis, au minimum un mois après, conduire sur le circuit du simulateur. À la suite immédiate de l'expérimentation sur simulateur, il doit répondre à un entretien semi-directif et remplir un deuxième questionnaire. La méthodologie entraîne des contraintes non négligeables pour trouver des sujets.

Le choix de retenir une centaine de participants s'appuyait sur le fait que nous aurions *in fine* quatre conditions expérimentales à produire en articulant la présence ou l'absence de consignes et l'absence ou la présence de panneaux. Il était alors nécessaire de disposer d'au moins 25 personnes dans chaque groupe.

Les participants devaient être âgés de 25 à 50 ans et posséder une expérience au minimum de cinq ans de permis de conduire ou avoir parcouru 100 000 km en tant que conducteur. De plus, le conseil scientifique de la Fondation Sécurité Routière nous imposait le respect de la parité homme/femme pour chaque condition.

Au regard de la complexité de la méthode, des différents paramètres à respecter, à l'articulation dans le temps des différentes étapes, il fallait tenir compte d'une « perte en ligne » des effectifs au fur et à mesure de l'avancement du projet. Nous avons retenu les coordonnées de 140 personnes disposées à participer à la recherche.

Sur les 140 questionnaires envoyés par internet, 101 personnes ont « traversé » la première étape et ont renvoyé le questionnaire rempli et exploitable.

3.2 Questionnaire de psychologie sociale à remplir sur internet, dit de pré-passation

3.2.1 Principe

La première étape consiste à remplir sur internet un questionnaire de psychologie sociale présenté sous forme d'échelles de perception du risque et notamment d'Optimisme Comparatif (OC).

L'une des hypothèses de travail du projet portait sur l'influence possible de variables psycho-sociales sur le sentiment affirmé de priorité. Plus précisément, il était fait l'hypothèse que l'OC manifesté par les participants pourrait rendre compte du sentiment affirmé de priorité et des comportements observés lors de la simulation de conduite. En effet, l'accident de la route peut être relié au risque et il a été montré que les conducteurs, face au risque, pouvaient se montrer plus ou moins optimistes. S'il est une tendance générale à se montrer optimiste face au risque, il existe malgré tout des variations inter-individuelles : certains se montrant plus optimistes que d'autres.

Dans le domaine de la conduite automobile, il a été montré un lien entre OC (d'être victime d'un accident de la route) et les 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). Pourtant, Perrissol et *al.* (2011) ont montré que les conducteurs infractionnistes, qui, de fait, commettent des infractions et prennent des risques, sont également ceux qui estiment avoir des compétences supérieures en termes de conduite automobile. Pour Perrissol et *al.* (2011), c'est cette surestimation de leurs compétences qui conduirait les conducteurs à estimer la survenue d'un accident comme moins probable pour eux que pour autrui, et qui les encourageraient à prendre des risques et à commettre des infractions. Par conséquent, 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 face à une situation d'accident et donc à négliger les éléments de la situation.

Nous faisons l'hypothèse que le sentiment de priorité pourra être modulé par l'OC quant à la probabilité d'être victime d'un accident de la route, mais également quant aux capacités de conduite.

3.2.2 Documents

On l'a dit, nous faisons l'hypothèse que l'OC joue sur la perception d'une situation accidentogène et que cet OC est en lien avec la perception des compétences et capacités de conduite. Dans ce cadre, nous avons souhaité mesurer l'OC manifesté par les conducteurs de l'expérimentation mais également mesurer leurs autoévaluations sur leurs comportements de conduite et leur perception des risques liés à la conduite. Pour cela, nous avons créé un document intégrant :

- 1) Un questionnaire d'OC ;
- 2) Un questionnaire d'OC en lien avec les capacités et maîtrise de conduite ;
- 3) Un questionnaire relatif aux comportements de conduite, notamment en lien avec la prise de risque et les infractions ;
- 4) Un questionnaire relatif à la perception générale du risque ;
- 5) Un questionnaire relatif aux variables sociodémographiques.

3.2.2.1 Questionnaire d'OC

Le premier questionnaire est une traduction de l'échelle élaborée par McKenna (1993). Il est constitué de douze items mesurant l'OC lié aux situations d'accidents. Plus précisément, il s'agit pour un conducteur d'estimer la probabilité d'avoir un accident de la route dans douze situations comparativement à un autre conducteur. Les modalités de réponses vont de -5 « beaucoup moins probable » à +5 « beaucoup plus probable ». Ces situations sont divisées en deux dimensions composées chacune de six items : la première correspond à des situations dans lesquelles l'individu a un faible contrôle (*e.g.*, « Comparé à un conducteur moyen, quelle probabilité pensez-vous avoir d'être impliqué dans un accident dans lequel votre véhicule a un pneu qui éclate ? »), la seconde renvoie à des situations marquées par un contrôle plus important (*e.g.*, « Comparé à un conducteur moyen, quelle probabilité pensez-vous avoir d'être impliqué dans un accident dans lequel vous effectuez un dépassement ? »). Ce questionnaire a fait l'objet d'une traduction et a permis de montrer que les conducteurs estimaient avoir moins de probabilité qu'autrui d'avoir un accident de la route particulièrement dans les situations à fort contrôle (Perrissol et *al.*, 2011). Il a également permis de montrer que les conducteurs infractionnistes (qui ont perdu des points sur leur permis de conduire) manifestent des niveaux d'optimisme comparatif plus élevés que les conducteurs légalistes (qui n'ont jamais perdu de points sur leur permis).

3.2.2.2 Questionnaire d'OC en lien avec les capacités et maîtrise de conduite

Le second questionnaire, composé de 19 items, mesurait également l'OC, mais relativement au sentiment de contrôle du conducteur. Il s'agissait pour les participants d'estimer sur le même type d'échelle que dans le questionnaire précédent (de -5 « pas du tout d'accord » à +5 « tout à fait d'accord ») ses capacités de contrôle par rapport aux autres conducteurs, vis-à-vis d'éléments liés à la conduite automobile relatif au code de la route, aux capacités de conduite (*e.g.*, « J'ai de meilleurs réflexes que les autres conducteurs ») et à la maîtrise du véhicule (*e.g.*, « Les autres conducteurs ont une maîtrise moins importante que la mienne de leur véhicule »). Ce questionnaire, élaboré par Barnils (2012), permet de prédire l'optimisme comparatif du risque d'accidents mesuré par le questionnaire de McKenna (1993) précédemment présenté.

3.2.2.3 Questionnaire de mesure du comportement : Driving Behavior Questionnaire (DBQ)

Afin de mesurer les comportements de conduite et de pouvoir étudier le lien entre ces comportements et l'OC manifesté par les participants, outre les comportements analysés lors de l'expérimentation sur simulateur, un questionnaire dédié à la mesure des comportements (déclarés) a été adjoint aux questionnaires relatifs à l'OC.

Dans cet objectif, nous avons sélectionné le Driving Behavior Questionnaire (DBQ) dans une version française validée par Guého et *al.* (2014). Cette version présente l'intérêt de mesurer les comportements négatifs et positifs. Les comportements positifs peuvent être définis comme les comportements qui apaisent les interactions sociales (*e.g.*, « Vous vous rangez afin de ne pas bloquer une voiture qui arrive derrière vous »). Parmi les comportements négatifs, on distingue les violations et les erreurs. Les violations sont des manquements délibérés à des règles de prudence ou de sécurité routière. On différencie les violations agressives (*e.g.*, « Vous vous mettez en colère contre un autre conducteur et vous le poursuivez pour lui faire savoir ce que vous pensez de lui ») des violations ordinaires (*e.g.*, « Vous ne tenez pas compte de la limitation de vitesse sur une zone d'habitation »). Les erreurs, quant à elles, renvoient à l'idée de faute non volontaire. On distingue les erreurs dites dangereuses (*e.g.*, « Vous tournez à gauche sur une route principale devant un véhicule qui arrive et que vous n'avez pas vu ou dont vous avez mal estimé la vitesse ») des erreurs d'inattention (*e.g.*, « Vous lisez mal les panneaux de signalisation et vous vous perdez »), des erreurs d'inexpérience (*e.g.*, « Vous cherchez à passer à la vitesse supérieure quand vous y êtes déjà »). Au total, le questionnaire est constitué de 23 items pour lesquels le participant est invité à indiquer la fréquence à laquelle il émet le comportement. Pour répondre, il dispose de six réponses différentes qui vont de « jamais » à « presque tout le temps », en passant par « rarement », « occasionnellement », « assez souvent » et « fréquemment ».

3.2.2.4 Questionnaire relatif à la perception générale du risque

Outre la mesure relative du risque (à travers les mesures d'OC), nous avons souhaité mesurer la perception générale du risque. Pour se faire, nous nous sommes basés sur le modèle de Witte (1994). Bien que développé dans le cadre de l'appel à la peur dans le domaine de la prévention santé¹⁴, ce modèle, en ce qu'il tente de rendre compte des changements de comportements dans le cadre de conduite à risque nous semblait intéressant. Il postule l'évaluation par l'individu de quatre éléments : évaluation de la gravité du danger (l'individu considère-t-il le danger comme quelque chose de grave ?) ; évaluation de sa propre vulnérabilité (l'individu se considère-t-il comme concerné par le danger ?) ; évaluation de l'auto-efficacité (l'individu considère-t-il avoir la capacité à suivre les recommandations ?) ; et enfin, évaluation de l'efficacité des recommandations (l'individu considère-t-il les recommandations (*i.e.*, ici les règles de sécurité routière) comme efficaces pour éviter le danger ?). Ces évaluations détermineraient le comportement des individus. Ainsi, si une personne évalue un comportement comme dangereux pour elle-même, et que parallèlement, elle se sent en mesure de respecter des règles de prévention, alors il est fort probable qu'elle suive ces règles.

Le questionnaire dédié a, par conséquent, cherché à mesurer ces quatre dimensions :

- La première question concernait la vulnérabilité perçue : « Selon vous, dans quelle mesure est-il possible qu'un jour vous ayez un accident de route ? ». Les participants disposaient d'une échelle en sept points allant de -3 « pas du tout possible » à +3 « tout à fait possible » pour répondre.
- Les trois questions suivantes concernaient la gravité perçue. Les participants devaient classer trois types d'accident (« accident du travail » / « accident domestique » / « accident de la route ») du moins grave au plus grave, du moins mortel au plus mortel, et du moins douloureux au plus douloureux. Ces trois classifications permettaient de créer un score de gravité en agrégeant les classements. Ce score de gravité allait donc de +3 (le moins grave) à +9 (le plus grave).

¹⁴ On fait référence ici aux travaux relatifs aux campagnes de prévention faisant référence à la peur, on parle aussi de campagnes « choc ».

- La cinquième question portait sur l'auto-efficacité à respecter les comportements de prévention : « Dans quelle mesure est-il difficile pour vous de toujours respecter les règles du code de la route ? » Pour répondre, les individus disposaient d'une échelle en sept points allant de -3 « extrêmement difficile » à +3 « extrêmement facile ».
- La sixième question avait trait à l'évaluation de l'efficacité des comportements de prévention : « Selon vous, dans quelle mesure le respect du code de la route permet-il d'éviter les accidents de la route ? ». Pour répondre, les individus disposaient d'une échelle en sept points allant de -3 « jamais » à +3 « toujours ».

Enfin, une dernière question s'intéressait à la manière dont les individus percevaient l'accident de la route comme : évitable, de l'ordre de la fatalité et de l'ordre de l'erreur humaine. Comme précédemment, les participants disposaient d'une échelle de réponse en sept points.

3.2.2.5 Questionnaire relatif aux variables sociodémographiques

Pour terminer, les participants devaient répondre à des questions relatives à leur situation personnelle : âge, sexe, permis, expérience de conduite, *etc.* Ils étaient également questionnés quant au nombre de points restants sur leur permis, les infractions commises depuis trois ans et les accidents subis, également depuis trois ans.

3.2.3 Procédure

Afin d'éviter tout phénomène d'influence entre le fait de répondre à ce questionnaire et l'expérimentation sur simulateur, les participants étaient invités à répondre à ce questionnaire au minimum un mois avant l'expérimentation. Cette invitation se faisait par mail : ce dernier contenait un lien sur lequel il suffisait de cliquer pour être dirigé vers le questionnaire mis en ligne. Cette procédure présentait l'avantage de ne pas nécessiter le déplacement des participants au laboratoire. De plus, les participants pouvaient y répondre au moment qui leur convenait le mieux et sans contrainte temporelle.

3.2.4 Groupes homogènes

Afin de moduler cet OC par différentes configurations d'expérimentation sur simulateur, il convenait de bâtir quatre groupes homogènes. Les premiers traitements des données sur les questionnaires ont eu pour objectif de répartir les participants en groupes ayant chacun une équivalence en termes d'expérience de conduite, de kilomètres parcourus annuellement, d'âge et d'optimisme comparatif. Les analyses révèlent que cette équivalence est également valable pour ces variables, pour les quatre questionnaires utilisés.

3.3 Expérimentation sur simulateur de conduite

3.3.1 Scénarios et images

La deuxième étape de la méthodologie proposée est l'expérimentation sur simulateur.

Nous mesurons sur simulateur de conduite, le temps de réponse des participants confrontés à un véhicule non prioritaire en intersection. Sachant qu'en amont, il s'agit de manipuler expérimentalement le degré du sentiment affirmé de priorité des sujets du simulateur.

La première étape de la méthodologie permettant de constituer des groupes homogènes en termes de caractéristiques (nombre de kilomètres parcourus, expérience de conduite...) et de perception des risques (OC, perception du risque routier...). Nous émettons l'hypothèse que les participants soumis

aux consignes renforçatrices du sentiment affirmé de priorité et aux panneaux AB2, également renforçateurs selon Bordel et *al.* (2009), présenteront un temps de réponse supérieur à ceux qui auront un scénario sans consigne et sans panneau. Dans la même logique, nous faisons l'hypothèse que les conducteurs soumis à des conditions expérimentales comportant consignes et/ou panneaux renforçateurs auront davantage d'accidents que les autres.

3.3.1.1 Choix des infrastructures à simuler (section courante, approche et intersections)

Le choix de l'infrastructure à proposer sur simulateur a tenu compte de trois éléments :

- Les configurations des approches et des intersections étudiées dans le cadre des travaux de Hughes et Yerpez (2011) qui sont à l'origine de la partie accidentologique des interactions comportement/infrastructure de SANTAFÉ.
- La normalisation routière en vigueur afin de ne pas affecter les dysfonctionnements étudiés à une atypicalité d'aménagement trop forte.
- Les éléments bibliographiques qui traitent de l'insécurité routière en intersection.

Ces éléments ont permis de caractériser les images (section courante, type d'intersection adapté à notre analyse) et le scénario (déroulement spatio-temporel de la situation d'accident) des simulations.

À partir des caractéristiques de ces intersections et d'une ré-analyse des mécanismes d'accidents à partir des Études Détaillées des Accidents (EDA), nous avons retenu comme base de travail trois intersections :

- Une intersection située sur une route départementale, en « T », non symétrique, aménagée d'îlots centraux, située dans une zone d'activité.
- Une intersection située sur une route départementale, en croix, symétrique, sans îlots, située sur une déviation de village.
- Une intersection située sur une ex route nationale, en croix symétrique, avec îlots en dur, voies de tourne à gauche.

Nous avons retenu des intersections de rase campagne ou périurbaine dans la mesure où elles présentent les chocs les plus violents, plus « caractéristiques » à simuler dans ce type de recherche.

Nous avons ensuite adapté au mieux l'approche, la configuration et les caractéristiques de ces intersections aux normes de constructions routières afin que les dysfonctionnements analysés et observés ne puissent pas être affectés, comme nous l'avons déjà souligné, à des particularités trop spécifiques des lieux au risque de ne pouvoir ensuite proposer une réflexion généralisable. Nous nous sommes appuyés sur le guide d'aménagement des carrefours plans du SETRA (METL-SETRA, 1998).

Nous avons notamment adapté les largeurs de chaussée et les accotements, vérifié la signalisation horizontale (bandes axiales et de rives, zébra...) et verticale (balises, jalonnement, panneau de circulation...), les longueurs des voies de tourne à gauche... L'environnement se doit également d'être crédible avec ou sans implantation des panneaux AB2 afin de répondre aux différentes conditions d'expérimentation (type de route...) et relativement similaire aux intersections réelles étudiées sur le terrain (décors à insérer). De la même manière, les conditions de trafic au droit des intersections ont été adaptées au mieux (contraintes de rafraîchissement des images) pour répondre aux conditions réelles des accidents étudiés. Les données de base sont fournies par les Études Détaillées d'Accidents.

3.3.1.2 Production du scénario et des images

Concernant le scénario, il convenait de réaliser un enchaînement d'intersections afin de familiariser le sujet à la traversée de ces aménagements. Nous avons donc ajouté aux trois intersections retenues, des intersections « neutres » qui permettaient de rendre l'itinéraire plus crédible dans notre environnement. Au regard de la durée de l'expérimentation, qu'il nous paraissait convenable de fixer entre 15 et 20 minutes, nous avons choisi d'ajouter sept intersections assurant ainsi une diversité de type d'intersections en accord avec un itinéraire de rase campagne.

L'intersection « problématique » où un véhicule adverse « coupe » la route et où il peut se produire un accident apparaît en fin de circuit, ceci afin de ne pas « perturber » le sujet qui aurait un accident.

Au regard de la bibliographie sur les temps de réaction, de la précision des reconstitutions cinématiques des EDA permettant d'estimer les temps de réaction, il paraissait correct d'enregistrer les données du simulateur tous les dixièmes de seconde.

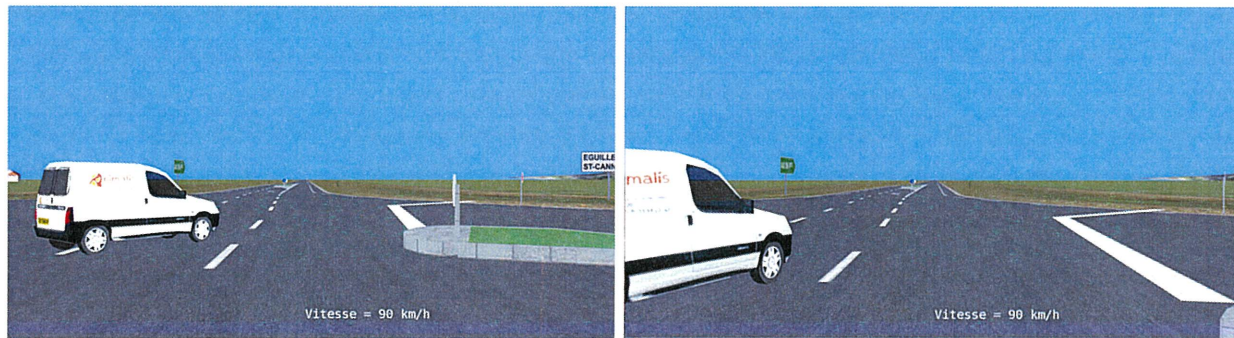
Par ailleurs, il a fallu définir et tester au long du circuit expérimental, des *points de repère d'événement* (freinage, écart, passage au centre de l'intersection, perception du véhicule adverse...) afin de faciliter l'exploitation des données. Ces mises au point permettent par ailleurs de bien affiner nos interrogations et les paramètres des variables. (Voir également chapitre Résultats Mesure du temps de réponse)

Les captures d'écran du simulateur ci-après (Figures 15 à 17) sont issues de l'expérimentation¹⁵ et figurent à titre d'exemples d'images dans le texte.



Figure 15 : Exemple d'image du simulateur

¹⁵ Images LEPSIS ©



Figures 16 et 17 : Deux vues du véhicule non prioritaire positionné sur l'intersection I11 (Intersection de l'accident)

3.3.1.3 Définition des données du simulateur :

Itinéraire :

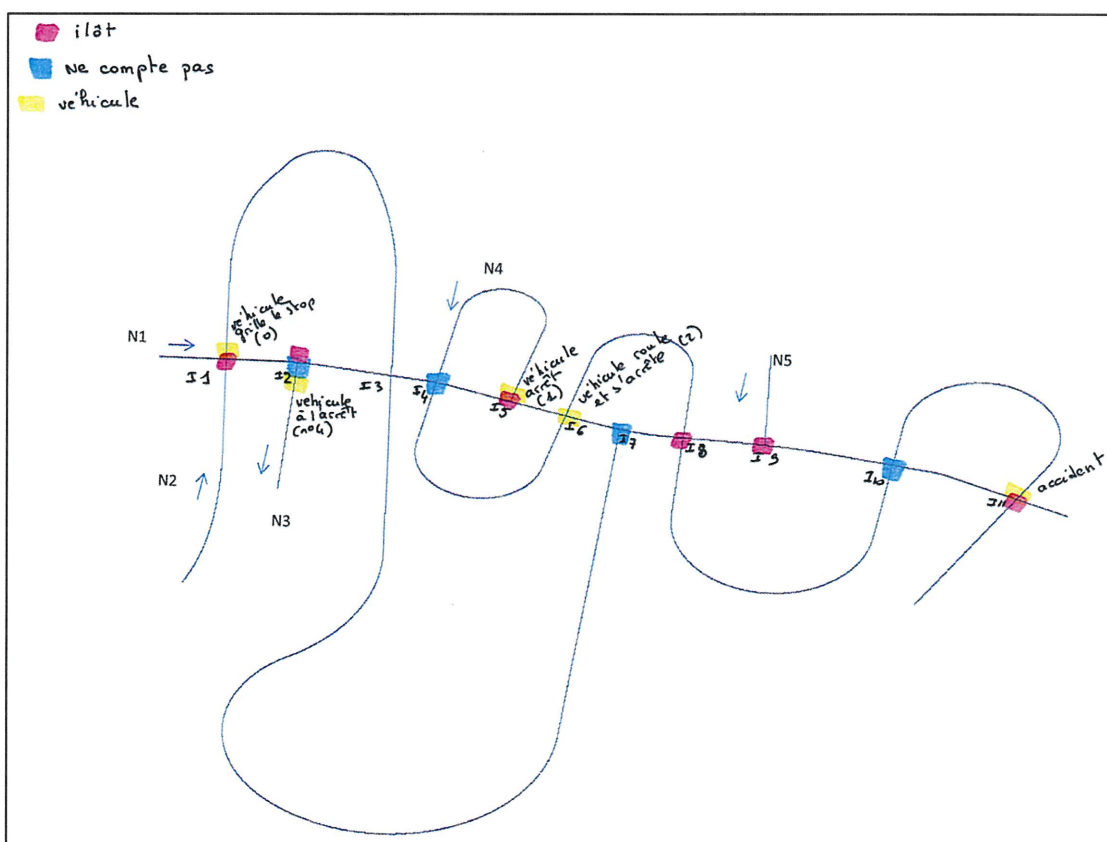


Figure 18 : Schéma du scénario (avec trajet secondaire d'entraînement)

Points de mesure :

Les intersections entre il 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.

Pour l'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 calcule ainsi deux 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 est découpée en fonction de ces deux 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.

Définition des variables retenues :

La variable « **freinage** » : correspond à l'enfoncement de la pédale de frein.

La variable « **lâcher de pédale** » correspond à l'enfoncement de la pédale d'accélérateur.

La variable « **lever de pied** » : est caractéristique lorsque l'on peut noter la diminution de la variable d'enfoncement de la pédale d'accélérateur.

La variable d' « **écart à la trajectoire** » : mesure l'écart entre le centre de gravité du vl et la ligne axiale. Dans un 1^{er} 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 2^{ème} 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 2 points est inférieur ou supérieur à l'écart type calculé précédemment.

Collision : on considère qu'il y a choc lorsque la variable correspondant à la distance inter véhiculaire entre le véhicule conduit par le sujet et le véhicule non prioritaire est négative.

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 précédent). 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).

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).

La vitesse moyenne de la vitesse sur les premières, deuxièmes et troisièmes phases des intersections.

L'accélération longitudinale moyenne est calculée sur les premières, deuxièmes et troisièmes phases de l'intersection.

Mesure du temps de réponse :

Nous nous attachons ensuite à décrire les principaux temps de réponse (TR) des participants à la survenue du véhicule non prioritaire sur l'intersection « problématique ». C'est-à-dire I11 où peut se produire l'accident. Nous avons déterminé deux seuils spatio-temporels intéressants pour observer ces résultats :

- Le seuil à partir duquel le véhicule non prioritaire est visible sur l'intersection mais ne représente pas de danger car il est arrêté au niveau de la ligne de stop. On le nomme également seuil de perceptibilité ;
- Le seuil à partir duquel le véhicule non prioritaire démarre.

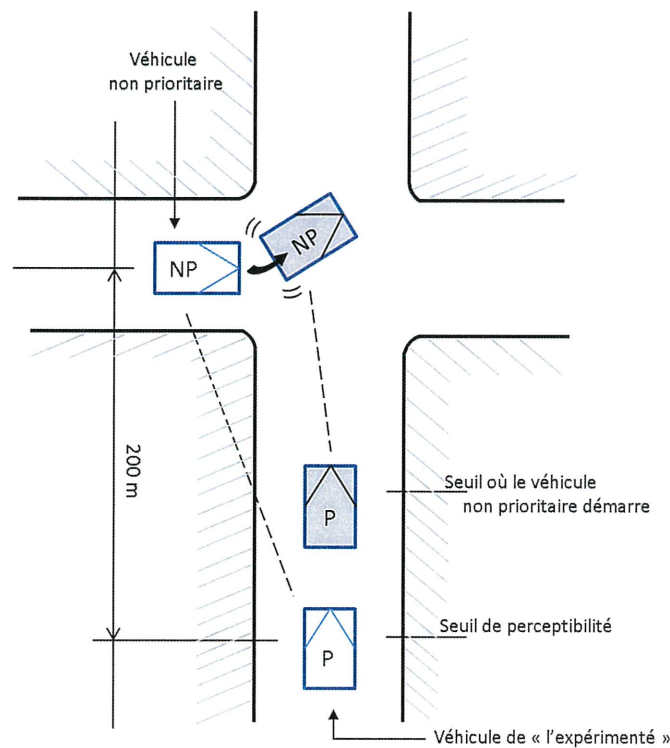


Figure 19 : Seuils d'interaction entre les véhicules prioritaire et non prioritaire

Le lexique des données sur le simulateur et de leurs codages est donné en Annexe1.

3.3.1.4 Prétests

Des prétests ont été effectués afin de tester notamment la faisabilité et l'intérêt des traitements statistiques des données comportementales objectives enregistrées par le simulateur : données continues (vitesse, écart à la trajectoire...) et données discrètes liées aux différents « tops » de repérage, c'est-à-dire aux différents endroits du circuit jugés importants pour notre propos.

3.3.2 Consignes pour l'expérimentation

Concernant la manipulation expérimentale du degré du sentiment affirmé de priorité pour les sujets du simulateur ; nous avons mis au point quatre conditions expérimentales qui répondent à présence/absence d'une consigne et la présence/absence du panneau AB2 :

- Avec panneau avec consigne ;
- Avec panneau sans consigne ;
- Sans panneau avec consigne ;
- Sans panneau sans consigne.

La consigne :

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

Le panneau :

La manipulation de la présence du panneau permet de mieux estimer l'influence des facteurs dus à l'infrastructure (voir Bibliographie).



Figure 20 : Panneau AB2

3.4 Entretien semi-directif post-passation

La troisième étape de la méthodologie se situe juste après le passage sur simulateur où les sujets sont soumis à un entretien semi-directif « post passation » qui a pour objectif de spécifier la manifestation du sentiment de priorité détectée après la conduite sur simulateur et alimenter qualitativement les réactions repérées par l'expérimentateur.

L'entretien post-passation a pour objectif de spécifier la manifestation du sentiment de priorité après la conduite sur le simulateur ; alimenter qualitativement les réactions détectées lors de l'expérimentation sur simulateur : action sur les pédales, éviter l'autre voiture, freiner, klaxonner, faire des appels de phares ou n'avoir aucune réaction. L'entretien est réalisé par la psychologue qui dirige les expérimentations sur simulateur et qui est donc le mieux à même de faire parler le participant sur les différentes actions/réactions qu'elle a détectées. En effet, la psychologue partenaire Jonction est par ailleurs enquêtrice aux Études détaillées d'accidents et possède dix ans d'expérience dans ce domaine (Cadre du marché public IFSTAR-Jonction pour la production des EDA).

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

L'analyse « de visu » de l'expérimentateur, 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.

Après cet entretien post passation, le participant remplit informatiquement un second questionnaire de psychologie sociale.

3.5 Questionnaire post-passation

Enfin, immédiatement après, la quatrième étape consistait à remplir un questionnaire « post-passation » qui reprenait en partie les questions du premier questionnaire rempli sur internet. L'objectif était de voir, dans quelle mesure le fait d'être confronté à un quasi accident ou à un accident (selon que le participant ait pu, ou non, éviter le véhicule non prioritaire) pouvait altérer l'OC et la perception de risque mesurés initialement.

Par ailleurs, des questions quant à la situation de conduite vécue par les participants terminaient le questionnaire. Il s'agissait d'évaluer la perception subjective du quasi-accident ou de l'accident : les sujets étaient interrogés quant à leur ressenti (surprise et peur), le moment où ils pensaient avoir vu le véhicule redémarrer, et enfin, il leur était demandé d'évaluer leur réaction en donnant leur degré d'accord avec différentes propositions.

4. Résultats

4.2 Questionnaires

Une première analyse ne permettait pas de retrouver la structure validée par Guého et *al.* (2014) du DBQ (*Driver Behavior Questionnaire*) deux options sont alors possibles : Une première option 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 une deuxième option : calculer un score général de comportements délétères de conduite (violation du code de la route).

Les résultats laissent également 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. Nous avons ainsi réalisé un tableau d'enchaînement d'actions en fonction des phases de l'intersection I11. 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.

4.3 Approche conjointes

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 a travaillé 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 ont été ajoutées au regard des préconisations de Damm et *al.* (2011) :

- Les écarts à la trajectoire ;
- Les décélérations pour toutes les intersections ;
- L'écart entre décélération moyenne et la décélération en I11. Ainsi nous pourrions 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 faible¹⁶ ;
- Le nombre d'actions effectuées par chaque participant¹⁷.

¹⁶ Il conviendra pour ces analyses de retirer les deux premières minutes d'enregistrement pour éviter l'effet d'habitué (différence de vitesse entre le début et la fin du parcours sur simulateur).

¹⁷ Pour les quatre groupes, nous présentons en Annexe 2 les tableaux des Vitesses, Accélération longitudinale moyenne et les répartitions des manœuvres d'urgence réalisées pour les quatre groupes expérimentaux en fonction du découpage en trois phases de l'intersection I11 :

- 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 au 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.

La répartition des manœuvres d'évitement réalisées pour les deux temps de réaction et des collisions, les répartitions des 1ères manœuvres d'urgence réalisées à partir du TR1 et du TR2.

La répartition des temps de réponse moyen (s) lié au seuil de perceptibilité selon la manœuvre d'urgence réalisée en fonction des quatre groupes

Ces données objectives seront considérées comme les variables susceptibles de varier non seulement au regard des conditions expérimentales mais également des scores d'optimisme comparatif 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 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 11 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. Ainsi, 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 aux questionnaires, des questions spécifiques liées à l'intersection 11 d'une part, et les perceptions de la situation rapportées dans les entretiens post-expérimentaux.

L'analyse de ces résultats devrait ainsi permettre d'une part de mieux comprendre les raisons qui poussent les conducteurs à adopter des comportements de conduite délétères en termes de sécurité routière. En outre, ils pourraient également permettre de mieux cerner l'effet des stages de 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 soient 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.

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 terme de survenue d'accidents par rapport aux trois autres groupes.

Répartition des temps de réponse moyen (s) lié au seuil ou le VL non prioritaire démarre selon la première action réalisée en fonction des quatre groupes.

4.3.1 Résultats

Occurrence des accidents sur l'intersection « problématique »

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 (50 %)	22

Figure 21 : Nombre (et pourcentage de collisions) en fonction des conditions expérimentales

BIC :	28.07	32.97	26.46	35.92	31.23	40.36	24.75	36.13
	Modèles Testés							
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
SCSP	1	1	1	1	1	2	1	1
ACSP	2	2	1	2	2	1	2	1
SCAP	3	3	2	1	2	1	2	1
ACAP	4	3	3	2	2	2	2	1

Figure 22 : Comparaison des différents modèles. Deux chiffres différents traduisent une différence entre deux conditions

Afin de tester l'impact des conditions expérimentales sur le fait d'avoir réussi ou non à éviter la collision contre le véhicule qui « grille la priorité », nous avons eu recours à la comparaison de modèles et l'indice statistique BIC (*Bayesian Information Criterion*). On teste ainsi huit modèles permettant d'identifier celui qui s'ajuste le mieux aux données relatives à la survenue de l'accident. Deux chiffres différents signifient que l'on fait l'hypothèse d'une différence en termes de survenue d'accidents et deux chiffres identiques une équivalence. Le meilleur modèle correspond à la situation dans laquelle le groupe expérimental sans consigne et sans panneau (SCSP) se différencie des trois autres groupes. Ainsi, les conducteurs de ce groupe, non soumis aux effets de la consigne et à ceux du panneau AB2, ont eu moins d'accidents que les conducteurs des trois autres groupes, ces derniers ne se différenciant pas.

Mesure du temps de réponse

Nous nous attachons ensuite à décrire les principaux temps de réponse (TR) des participants à la survenue du véhicule non prioritaire sur l'intersection « problématique ». Nous avons déterminé deux seuils spatio-temporels intéressants pour observer ces résultats :

- Le seuil à partir duquel le véhicule non prioritaire est visible sur l'intersection mais ne représente pas de danger car il est arrêté au niveau de la ligne de stop. On le nomme également seuil de perceptibilité.
- Le seuil à partir duquel le véhicule non prioritaire démarre.

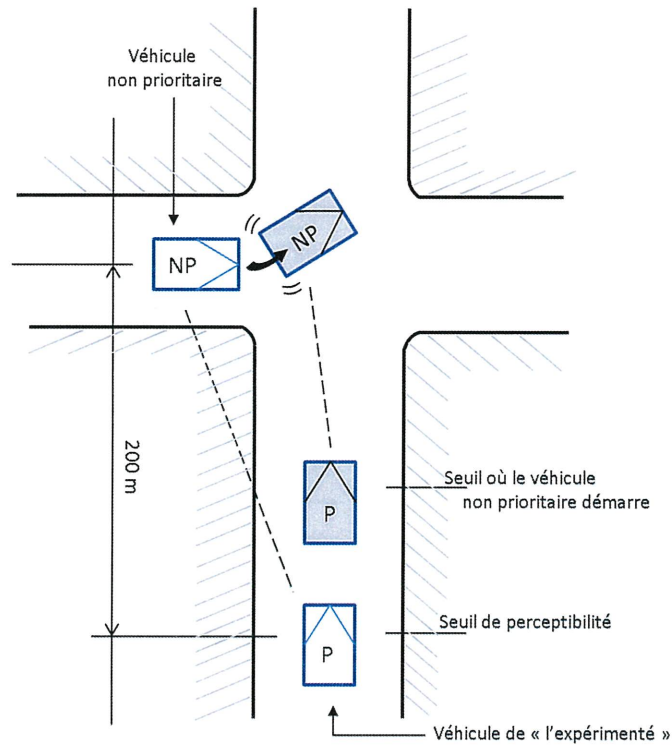


Figure 23 : Seuils d'interaction entre les véhicules prioritaire et non prioritaire

À partir du seuil de « perceptibilité », le TR du groupe avec consigne avec panneau (ACAP) est inférieur aux trois autres groupes. Ce résultat n'est pas en phase avec nos hypothèses de départ. Des analyses supplémentaires, notamment en termes de distributions des TR intragroupe, permettront de caractériser plus précisément le profil des conducteurs qui réagissent rapidement à ce seuil. Par ailleurs, en termes de freinage, les conducteurs non accidentés freinent plus tôt par rapport aux accidentés. Cependant, l'action se situe à plus de 9 s du seuil de perceptibilité. Soit lorsque l'on se rapproche du seuil où le véhicule non prioritaire démarre. Ce résultat est en revanche concordant avec nos hypothèses de départ. Sur les autres actions (lâcher de pédale, lever de pied, écart de trajectoire), il n'y a pas de différence entre les deux groupes.

	Conducteurs accidentés (n=43)	Conducteurs non accidentés (n=49)	t-test (p-value)	Tailles d'effet (d de Cohen)
1 ^{ère} action	1,79 ($\sigma=0,14$)	1,42 ($\sigma=0,16$)	t(90)=4,56 (p<0.01)	d=0.95
Lever de pied	1,79 ($\sigma=0,14$)	1,44 ($\sigma=0,20$)	t(86)=4,01 (p<0.01)	d=0.86
Frein	2,10 ($\sigma=0,15$)	2,88 ($\sigma=0,22$)	t(86)=8,53 (p<0.01)	d=1.82

Figure 24 : Comparaison des moyennes de temps de réponse entre les conducteurs accidentés et non accidentés en fonction du type d'action effectuée au moment où le non prioritaire démarre

À partir du seuil où le véhicule non prioritaire démarre, aucune différence significative des TR entre les quatre groupes expérimentaux n'a pu être mise en évidence.

En revanche, les TR des conducteurs accidentés sont supérieurs à ceux des non accidentés indépendamment de leur groupe expérimental. En effet, les conducteurs non accidentés réagissent plus vite à ce seuil, c'est-à-dire en urgence, et ce quel que soit le type d'action.

Afin d'expliquer ces premiers résultats, nous pouvons émettre l'hypothèse suivante : la réaction plus rapide pour les conducteurs non accidentés pourrait être expliquée par leur vigilance accrue durant la

phase d'approche de l'intersection. Ces conducteurs seraient en poursuite d'observation du véhicule non prioritaire. Toujours en alerte, ils seraient en mesure de réagir plus rapidement.

Comparaison des collisions et des TR en fonction du genre

	Homme (n=48)	Femme (n=44)	t-test (p-value)	Tailles d'effet (d de Cohen)
1 ^{ère} action	5,47 ($\sigma=3,02$)	5,66 ($\sigma=3,00$)	t(90)=0,31 (p>0.05)	d=0.06
Lâcher de pédale	7,35 ($\sigma=2,77$)	8,87 ($\sigma=1,57$)	t(90)=3,26 (p<0.01)	d=0.67
Frein	9,41 ($\sigma=1,01$)	9,73 ($\sigma=1,76$)	t(90)=1,04 (p>0.05)	d=0.23
Lever de pied	6,06 ($\sigma=2,95$)	5,83 ($\sigma=3,01$)	t(90)=0,37 (p>0.05)	d=0.08
Écart de trajectoire	10,83 ($\sigma=2,02$)	9,51 ($\sigma=3,10$)	t(13)=0,98 (p>0.05)	d=0.55

Figure 25 : Comparaison des moyennes de TR au seuil de perceptibilité en fonction du genre et selon le type de manœuvre effectuée

Il ne semble pas y avoir de différence entre les temps de réponse des hommes et des femmes, et notamment en situation d'urgence. Les hommes réagissent légèrement plus tôt que les femmes, en amont de l'intersection (seuil de perceptibilité). Les hommes réagissent plus rapidement par le lâcher de pédale ($t=3,26$; $p<0.01$), ils feraient davantage preuve de prudence à cette étape.

Nous ne relevons pas de différence significative entre homme et femme sur la survenue des accidents ; 48 % des hommes sont accidentés contre 45 % pour les femmes ($\chi^2(1)=0,06$; $p>0.05$).

Mesure des TR sur l'ensemble des conducteurs

Type de manœuvres	Moyenne TR tous conducteurs
Lâcher de pédale	1,74 ($\sigma=0,44$)
Frein	2,46 ($\sigma=0,58$)
Écart de trajectoire	3,93 ($\sigma=1,28$)
Lever de pied	1,61 ($\sigma=0,45$)
1 ^{ère} action	1,59 ($\sigma=0,43$)

Figure 26 : Moyennes des TR au moment où le véhicule démarre et selon le type de manœuvre effectuée

En urgence, c'est-à-dire à partir du moment où le véhicule non prioritaire débouche, la première réponse de l'ensemble des conducteurs se situe en moyenne autour de 1,59 s. Les conducteurs actionnent le frein en moyenne 2,46 s après avoir vu le véhicule non prioritaire démarrer.

Type de manœuvres	Moyenne TR tous conducteurs
Lâcher de pédale	8,08 ($\sigma=2,39$)
Frein	9,56 ($\sigma=1,42$)
Écart de trajectoire	10,36 ($\sigma=2,43$)
Lever de pied	5,95 ($\sigma=2,97$)
1 ^{ère} action	5,56 ($\sigma=3,00$)

Figure 27 : Moyennes des TR au seuil de perceptibilité et selon le type de manœuvre effectuée (version 3)

Ces premiers résultats nous permettent de poser l'hypothèse suivante ; ce n'est pas uniquement le faible temps de réponse qui permet d'éviter l'accident mais aussi la qualité de la réponse. Pour tester cette hypothèse, nous nous attachons à analyser l'enchaînement de manœuvres réalisées par les participants aux deux seuils qui nous intéressent.

Combinaisons des manœuvres réalisés

	Conducteurs accidentés (n=43)	Conducteurs non accidentés (n=49)	Ensemble des conducteurs (n=92)
Nombre moyen manœuvres seuil de perceptibilité	0,88 ($\sigma=0,63$)	1,24 ($\sigma=0,78$)	1,08 ($\sigma=0,73$)
Nombre moyen manœuvres véhicule non prioritaire démarre	3,12 ($\sigma=0,45$)	3,06 ($\sigma=0,38$)	3,09 ($\sigma=0,41$)

Figure 28 : Comparaison du nombre moyen de manœuvres effectuées par les conducteurs accidentés et les conducteurs non accidentés

Nous mettons en évidence une différence significative entre accidentés et non accidentés du nombre de manœuvres réalisées au niveau du seuil de perceptibilité. C'est en effet, en amont de l'intersection que les différences s'observent. Les non accidentés effectuent davantage de manœuvres de régulation que les accidentés au début de l'intersection, ils ont alors moins de difficulté à réagir efficacement en situation d'urgence. On remarque notamment que 41 % des non accidentés réagissent par au moins deux actions au premier seuil contre 14 % pour les accidentés.

4.3.2 Quelques réflexions sur les résultats

En ce qui concerne le temps de réponse, on observe une différence significative sur la manœuvre de freinage où les conducteurs non accidentés freinent plus tôt par rapport aux accidentés. Les temps de réaction des conducteurs accidentés sont supérieurs à ceux des non accidentés indépendamment de leur groupe expérimental. Afin d'expliquer ces résultats, nous pouvons émettre l'hypothèse qu'au seuil d'urgence, la réaction plus rapide des conducteurs non accidentés s'explique par leur vigilance accrue durant la phase d'approche de l'intersection, en alerte depuis le seuil de perceptibilité de l'aménagement.

D'un point de vue opérationnel, à partir du moment où le véhicule non prioritaire débouche, la première réponse des conducteurs se situe en moyenne autour de 1,6 s. Les conducteurs actionnent le frein en moyenne 2,5 s après avoir vu le véhicule non prioritaire démarrer.

La recherche montre cependant que ce n'est pas uniquement la valeur intrinsèque du temps de réponse qui permet d'éviter l'accident mais aussi la « typologie » de la réponse. Dès le seuil de perceptibilité, une différence significative du nombre de manœuvres réalisées est mise en évidence entre accidentés et non accidentés. Les non accidentés effectuent davantage de manœuvres de régulation et ont alors moins de difficulté à réagir efficacement en situation d'urgence.

Concernant les collisions et des TR en fonction du genre, nous ne relevons pas de différence significative entre homme et femme sur la survenue des accidents.

Enfin, les résultats obtenus en termes d'occurrence des collisions confirment nos hypothèses de départ sur les conditions expérimentales et leurs effets renforçateurs sur le sentiment affirmé de priorité. Ainsi, les conducteurs des trois groupes soumis aux consignes et/ou aux panneaux, renforcés dans leur statut de prioritaire, ont eu deux fois plus d'accidents que les conducteurs testés dans la condition sans consigne sans panneau.

4.4 Réponses par groupe expérimental aux passations sur simulateur

Les participants à l'étude devaient conduire sur un parcours comportant 11 intersections. La dernière intersection (i11) correspondant à la situation où le conducteur devait réagir par une manœuvre pour éviter, s'il le pouvait, la collision avec un autre véhicule lui coupant la route. Si les dix premières intersections permettaient, entre autres, aux conducteurs de se familiariser avec le simulateur de conduite, elles n'en restent pas moins intéressantes pour appréhender les stratégies adoptées (vitesse, actions réalisées, ...). Nous décrivons de façon détaillée l'intersection 5 car celle-ci semble la plus homogène avec l'intersection 11. En effet, à cette intersection, on notera la présence d'un véhicule non prioritaire à l'arrêt au stop qui contrairement à l'intersection 11 ne va pas couper la route au véhicule conduit par les participants. La présence d'un îlot central à cette intersection est l'autre point commun avec l'intersection. La différence d'aménagement entre les deux intersections est la forme qu'elle présente, à savoir une intersection en « T » pour i5 et en « X » pour i11. La différence d'aménagement ne semble pas avoir une influence dans la stratégie adoptée par les participants puisque le véhicule à l'arrêt au stop se situe du même côté gauche dans les deux intersections.

4.4.1 Analyse en fonction des quatre groupes expérimentaux

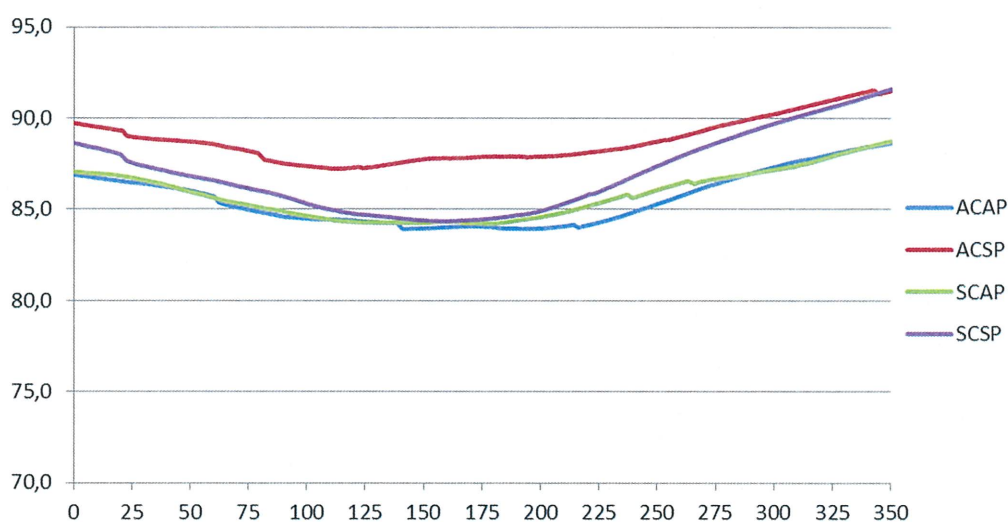


Figure 29 : Profil de vitesse sur l'intersection 15 des quatre groupes expérimentaux (Abscisses en m – ordonnées en km/h). Le milieu de l'intersection se situe à l'abscisse 250.

Globalement, le niveau de vitesse adoptée par les différents sujets n'est pas très élevé au regard de la limitation de vitesse. Le profil des vitesses des quatre groupes expérimentaux dans cette intersection montre une forme en « U » quel que soit le groupe. Ceci se traduit par une décélération en entrée d'intersection pour atteindre une vitesse minimale aux alentours de 200 m après le début de l'intersection (soit 50 m avant le milieu de l'intersection). Ensuite, on constate une accélération pour atteindre, en fin d'intersection, des vitesses supérieures à celles observées en début d'intersection. Concernant les groupes, on observe peu de différence dans les vitesses adoptées. On peut cependant voir que le groupe ACSP semble le plus atypique car il semble moins décélérer contrairement aux trois autres groupes et pratique des niveaux de vitesse toujours plus élevés. Le groupe SCSP est, quant à lui, celui qui ré-accélère le plus fortement en passant d'une vitesse minimale de 84 km/h pour atteindre une vitesse maximale de 92 km/h.

	SCSP	ACSP	SCAP	ACAP
Lever de pied	87,5 %	72,7 %	95,8 %	81,8 %
Lâcher de pédale	45,8 %	22,7 %	33,3 %	36,4 %
Utilisation du frein	4,2 %	9,1 %	4,2 %	9,1 %
Total conducteurs	24	22	24	22

Figure 30 : Répartition des actions réalisées par les conducteurs entre le début et le milieu de l'intersection 5 en fonction des quatre groupes expérimentaux

Cette décélération de la vitesse en début d'intersection est marquée essentiellement par un lever de pied. En effet, du début de l'intersection au milieu de l'intersection, c'est l'action qui est majoritairement la plus utilisée par l'ensemble des conducteurs. Le groupe expérimental SCAP est celui qui utilise le plus cette action (95,8 %). Comme nous l'avons évoqué, le groupe ACSP qui est le plus atypique car seulement 73 % des conducteurs effectuent un lever de pied. Cette atypicalité est aussi marquée sur l'action de lâcher de pédale où moins d'un quart effectue cette action contre près d'un conducteur sur deux (45,8 %) pour le groupe SCSP. Concernant l'utilisation du frein, ils sont très minoritaires à l'utiliser et ce, quel que soit le groupe expérimental (entre 4 % et 9 %).

Au final, les conducteurs appartenant au groupe ACSP semblent les plus différents des trois autres groupes dans leur stratégie de conduite en intersection, que ce soit en termes de vitesse ou de réalisation d'action.

Au regard de l'intersection 11, le groupe le plus accidentogène était le groupe SCSP. Il semble donc difficile d'établir un lien entre ces deux intersections.

Il s'agit maintenant d'étudier les profils de vitesse et les actions réalisées par les conducteurs des groupes ayant eu une collision en i11 par rapport à ceux n'en ayant pas eu.

4.4.2 Analyse en fonction du groupe collision versus groupe sans collision

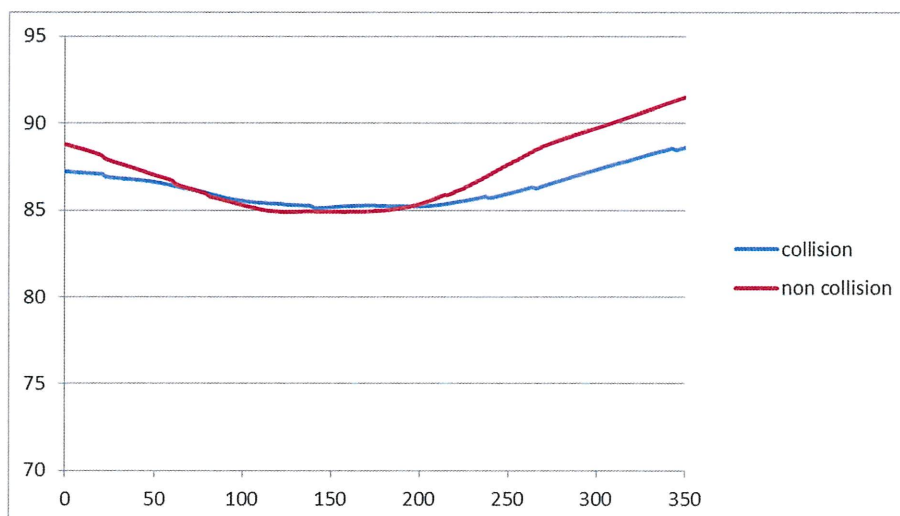


Figure 31 : Profil de vitesse groupe collision versus groupe sans collision

La forme en U du profil de vitesse du groupe non accidenté est plus marquée que le celui du groupe accidenté. Ceci se traduit par une décélération plus importante en début d'intersection et une réaccélération plus forte en fin d'intersection. En effet, alors que les conducteurs accidentés adoptent une vitesse plus élevée en début d'intersection, elle est moins élevée entre 75 et 200 m, et devient plus importante en fin d'intersection. La courbe des accidentés est comparativement plus plate, ce qui tend

à montrer qu'ils sont plus dans une stratégie de stabilisation de la vitesse du début à la fin de l'intersection.

	Collision	Sans collision
Lever de pied	83,3 %	86,0 %
Lâcher de pédale	26,2 %	42,0 %
Utilisation du frein	4,8 %	8,0 %
Total conducteurs	42	50

Figure 32 : Répartition des actions réalisées par les conducteurs entre le début et le milieu de l'intersection 5 en fonction des deux groupes accidentés ou non

Concernant les manœuvres réalisées par les deux groupes, on ne note pas de différence sur celle qui est la plus utilisée, à savoir le lever de pied (86 % pour le groupe sans collision vs 83,3 % celui avec collision). En revanche, ils sont 42 % des non accidentés à lâcher la pédale en début d'intersection contre seulement 26,2 % pour les accidentés.

Lorsque l'on regarde les profils de vitesse des deux groupes, il ne semble pas y avoir un comportement plus « à risque » concernant les accidentés. En effet, ils n'adoptent pas des vitesses beaucoup plus élevées que les non accidentés ; au contraire, le graphe tend à montrer l'inverse.

Ceci suggère que le fait que les conducteurs ayant une collision en i11 serait alors plus dû à une mauvaise réalisation de la manœuvre d'urgence et moins leur appartenance à un groupe ou à un sentiment de priorité.

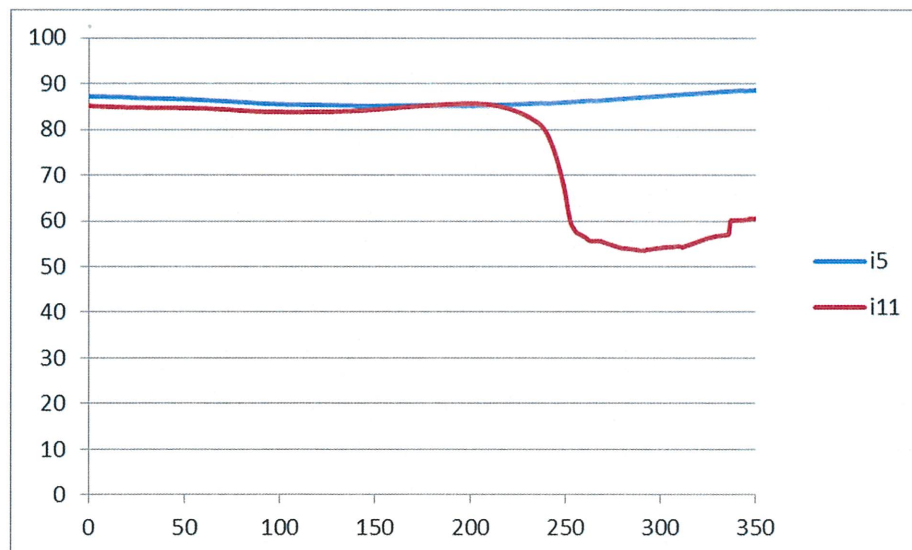


Figure 33 : Comparaison des profils de vitesse entre l'intersection 5 et 11 des conducteurs ayant eu une collision

Au regard du graphe ci-dessus, il ne semble pas y avoir de différence concernant le profil de vitesse des conducteurs accidentés entre l'intersection 5 et 11. Il semble que ces conducteurs aient donc moins bien géré l'insertion soudaine du véhicule dans le trafic en i11.

4.4.3 Analyse en fonction du groupe homme vs groupe femme

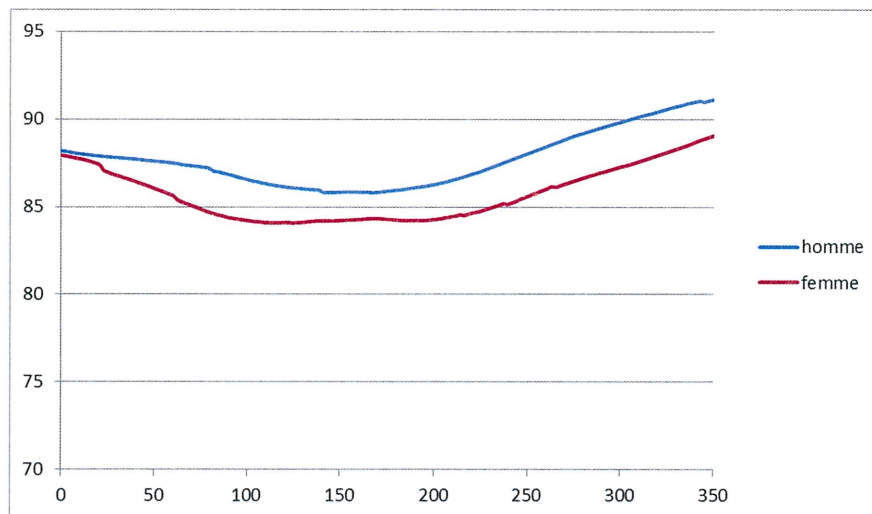


Figure 34 : Profil de vitesse groupe homme vs groupe femme

Le graphe des profils de vitesse montre que les femmes adoptent un comportement moins « à risque » se traduisant par la pratique d'une vitesse moins importante au cours de la traversée de l'intersection. En effet, alors que les deux groupes entrent dans l'intersection avec une vitesse identique, les femmes atteignent une vitesse minimale de 84 km/h contre 86 km/h pour les hommes et une vitesse maximale de 89 km/h contre 91 km/h pour les hommes en sortie d'intersection.

	Hommes	Femmes
Lever de pied	87,5 %	81,8 %
Lâcher de pédale	31,3 %	38,6 %
Utilisation du frein	2,1 %	11,4 %
Total conducteurs	48	44

Figure 35 : Répartition des actions réalisées par les conducteurs entre le début et le milieu de l'intersection 5 en fonction des deux groupes homme et femme

On note moins de différence concernant les actions réalisées entre les hommes et les femmes. Les hommes utilisent davantage le lever de pied pour réguler leur vitesse (87,5 % vs 81,8 % pour les femmes). Les femmes effectuent plus un lâcher de pédale (38,6 % vs 31,3 % pour les hommes) et utilisent plus le frein (respectivement 11,4 % vs 2,1 %). Ces différences ne sont cependant pas significatives.

Il est intéressant de noter que les données de profil de vitesse obtenues sur les autres intersections (i1, i3, i6, i8 et i9) semblent décrire les mêmes comportements concernant les différents groupes de comparaison.

4.5 Analyse des questionnaires de psychologie sociale et articulations avec l'expérimentation

4.5.1 Sexe et comportement de conduite

4.5.1.2 Les participants de l'étude (totalité de l'échantillon)

Nous rappelons que 92 personnes ont pris part à cette étude, dont 48 hommes et 44 femmes.

Le tableau ci-dessous présente les statistiques descriptives caractérisant les participants ainsi que les comparaisons de moyennes en intergroupes (variable sexe). Le seuil de significativité est donné en bilatéral.

	Homme	Femme	Totalité effectif
Age	36.31 (7.45)	34.43 (6.85)	35.41 (7.20)
Expérience de conduite	16.83 (7.44)	15.91 (7.06)	16.39 (7.24)
Kilomètres / semaine*	514.58 (651.47)	284.64 (189.96)	404.61 (499,59)
Kilomètres effectués par année*	27841.25 (36988,55)	14549 (9208.76)	21484.02 (28129.56)

Figure 36 : Participants : comparaisons de moyennes en intergroupes (variable sexe) totalité de l'échantillon

(*) Les écarts types des moyennes pour les variables kilomètres parcourus en une semaine et sur l'année posent la question des valeurs extrêmes particulièrement dans la population masculine. L'exploration des données permet d'identifier deux conducteurs présentant des valeurs extrêmes (nombre de kilomètres parcourus beaucoup plus important) par rapport à celles proposées par les participants masculins de cet échantillon. Dès lors, ces « grands » conducteurs *outliers* ont été écartés de toutes les analyses dans la suite de ce document. Les analyses descriptives ont donc été à nouveau réalisées en excluant ces conducteurs.

4.5.1.2 Les participants de l'étude hors grands conducteurs

L'échantillon est ainsi constitué de 90 personnes qui ont pris part à cette étude, dont 46 hommes et 44 femmes.

Le tableau ci-dessous présente les statistiques descriptives caractérisant les participants ainsi que les comparaisons de moyennes en intergroupes (variable sexe). Le seuil de significativité est donné en bilatérale.

	Homme	Femme	Total	Comparaison intergroupes
Age	36.17 (7.42)	34.43 (6.85)	35.32 (7.16)	$t(88)=1.16, p=.25, ns$
Expérience de conduite	16.63 (7.44)	15.91 (7.06)	16.28 (7.19)	$t(88)=0.47, p=.64, ns$
Kilomètres/semaine	404.35 (227.39)	284.64 (189.96)	345.82 (271,25)	$t(88)=2.70, p=.008, d=0.57$
Kilomètres/année	21660.43 (11477.17)	14549 (9208.76)	18183.67 (10970.57)	$t(88)=3.23, p=.002, d=0.68$

Figure 37 : Participants : comparaisons de moyennes en intergroupes (variable sexe) hors grands conducteurs

Variables ne présentant pas une distribution normale

- Points restants permis
- Points perdus
- Contravention avec points perdus
- Contraventions sans points de perdus
- Accident matériel non responsable
- Accident matériel responsable
- Accident corporel non responsable
- Accident corporel responsable

Les distributions pour ces items ne suivent pas une loi normale (voir les effectifs dans les Figures 43 et 44). Lorsque ces dernières le permettent, les données ont été dichotomisées en « oui » ou « non ». Par exemple, pour les « points restants permis », soit les individus ont tous leurs points (groupe 1), soit ils

n'ont pas la totalité de leur points (groupe 2). Cette dichotomisation n'a pas été possible pour trois variables (effectif trop faible sur une des modalités de la variable concernée) : « accident matériel responsable », « accident corporel responsable » et « accident corporel non responsable ». Ce choix permet de réaliser des comparaisons intergroupes et des régressions linéaires pour les groupes qui ont une variabilité de leurs données suffisante.

		<i>Effectifs</i>	<i>Pourcentage</i>	<i>Pourcentage valide</i>	<i>Pourcentage cumulé</i>
Valide	4	1	1,1	1,2	1,2
	6	3	3,3	3,5	4,7
	7	2	2,2	2,3	7,0
	8	4	4,4	4,7	11,6
	9	3	3,3	3,5	15,1
	10	10	11,1	11,6	26,7
	11	5	5,6	5,8	32,6
	12	58	64,4	67,4	100,0
	Total	86	95,6	100,0	
Manquante	Système manquant	4	4,4		
Total		90	100,0		

Figure 38 : Points restant sur permis

		<i>Effectifs</i>	<i>Pourcentage</i>	<i>Pourcentage valide</i>	<i>Pourcentage cumulé</i>
Valide	0	33	36,7	37,9	37,9
	1	11	12,2	12,6	50,6
	2	12	13,3	13,8	64,4
	3	6	6,7	6,9	71,3
	4	9	10,0	10,3	81,6
	5	3	3,3	3,4	85,1
	6	6	6,7	6,9	92,0
	8	5	5,6	5,7	97,7
	13	1	1,1	1,1	98,9
	21	1	1,1	1,1	100,0
	Total	87	96,7	100,0	
Manquante	Système manquant	3	3,3		
Total		90	100,0		

Figure 39 : Points perdus

		<i>Effectifs</i>	<i>Pourcentage</i>	<i>Pourcentage valide</i>	<i>Pourcentage cumulé</i>
Valide	0	46	51,1	52,9	52,9
	1	23	25,6	26,4	79,3
	2	13	14,4	14,9	94,3
	3	2	2,2	2,3	96,6
	4	2	2,2	2,3	98,9
	8	1	1,1	1,1	100,0
	Total	87	96,7	100,0	
Manquante	Système manquant	3	3,3		
Total		90	100,0		

Figure 40 : Contravention avec points perdus

		<i>Effectifs</i>	<i>Pourcentage</i>	<i>Pourcentage valide</i>	<i>Pourcentage cumulé</i>
Valide	0	50	55,6	56,8	56,8
	1	13	14,4	14,8	71,6
	2	11	12,2	12,5	84,1
	3	4	4,4	4,5	88,6
	4	2	2,2	2,3	90,9
	5	2	2,2	2,3	93,2
	6	1	1,1	1,1	94,3
	7	1	1,1	1,1	95,5
	10	2	2,2	2,3	97,7
	20	2	2,2	2,3	100,0
	Total		88	97,8	100,0
Manquante	Système manquant	2	2,2		
Total		90	100,0		

Figure 41 : Contraventions sans points de perdus

		<i>Effectifs</i>	<i>Pourcentage</i>	<i>Pourcentage valide</i>	<i>Pourcentage cumulé</i>
Valide	0	59	65,6	67,0	67,0
	1	19	21,1	21,6	88,6
	2	8	8,9	9,1	97,7
	3	2	2,2	2,3	100,0
	Total		88	97,8	100,0
Manquante	Système manquant	2	2,2		
Total		90	100,0		

Figure 42 : Accident matériel non responsable

		<i>Effectifs</i>	<i>Pourcentage</i>	<i>Pourcentage valide</i>	<i>Pourcentage cumulé</i>
Valide	0	70	77,8	78,7	78,7
	1	16	17,8	18,0	96,6
	2	2	2,2	2,2	98,9
	10	1	1,1	1,1	100,0
	Total		89	98,9	100,0
Manquante	Système manquant	1	1,1		
Total		90	100,0		

Figure 43 : Accident matériel responsable

		<i>Effectifs</i>	<i>Pourcentage</i>	<i>Pourcentage valide</i>	<i>Pourcentage cumulé</i>
Valide	0	78	86,7	89,7	89,7
	1	8	8,9	9,2	98,9
	2	1	1,1	1,1	100,0
	Total		87	96,7	100,0
Manquante	Système manquant	3	3,3		
Total		90	100,0		

Figure 44 : Accident corporel non responsable

		Effectifs	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	0	86	95.6	97.7	97.7
	1	2	2.2	2.3	100.0
	Total	88	97.8	100.0	
Manquante	Système manquant	2	2.2		
Total		90	100.0		

Figure 45 : Accident corporel responsable*Analyses pour ces items au regard du sexe*

Il n'y a aucune différence significative entre les hommes et les femmes pour les facteurs suivants.

	Sexe	N	Moyenne	Ecart-type	p
Points restants sur permis	Homme	43	10.98	1.640	.91
	Femme	43	11.02	1.946	
Points perdus	Homme	43	2.28	2,218	.62
	Femme	44	2.64	4,155	
Contraventions avec points perdus	Homme	43	1.02	1,080	.12
	Femme	44	.61	1.351	
Contraventions sans points de perdus	Homme	44	1.66	3.754	.81
	Femme	44	1.48	3.188	

Figure 46 : Analyses au regard du sexe

Si l'on considère uniquement les individus qui n'ont pas le maximum de points sur leur permis (12), aucune différence n'est mise en exergue au regard du sexe (Figure 52).

	Sexe	N	Moyenne	Ecart-type	p
Points restants sur permis	Homme	16	9,25	1,571	.30
	Femme	12	8,50	2,195	

Figure 47 : Sexe et individus n'ayant pas tous leurs points

En revanche, pour les individus déclarant avoir perdu des points, les hommes perdent plus de points que les femmes (Figure 53).

	Sexe	N	Moyenne	Écart-type	T
Points perdus	Homme	32	3,06	2,047	$t(27)=2.13, p=.042, d=0.40$
	Femme	22	5,27	4,558	

Figure 48 : Sexe et individus déclarant avoir perdu des points

Ce résultat interroge le lien entre le nombre de kilomètres parcourus et le nombre de points perdus. En effet, une régression linéaire considérant tous les conducteurs permet d'établir que le nombre de kilomètres parcourus par semaine n'est pas prédictif du nombre de points perdus, $\beta=.15$, $F(1,85)=1.89$, $p=.17$, il en est de même pour le nombre de kilomètres parcourus à l'année $\beta=.04$, $F(1,85)=0.15$, $p=.70$. Le même pattern de résultats est trouvé lorsque seuls sont considérés les individus ayant perdu des points (km/semaine : $\beta=.23$, $F(1,52)=2.84$, $p=.10$; km/année : $\beta=-.009$, $F(1,52)=0.004$, $p=.95$). Ces résultats interrogent cependant l'interaction possible du sexe et du nombre de kilomètres parcourus par semaine (Figure 54). Les analyses conduisent à conclure à une interaction de ces deux facteurs, le modèle expliquant alors 23,87 % de la variance (Interaction : $F(1,50)=4.36$, $p=.042$).

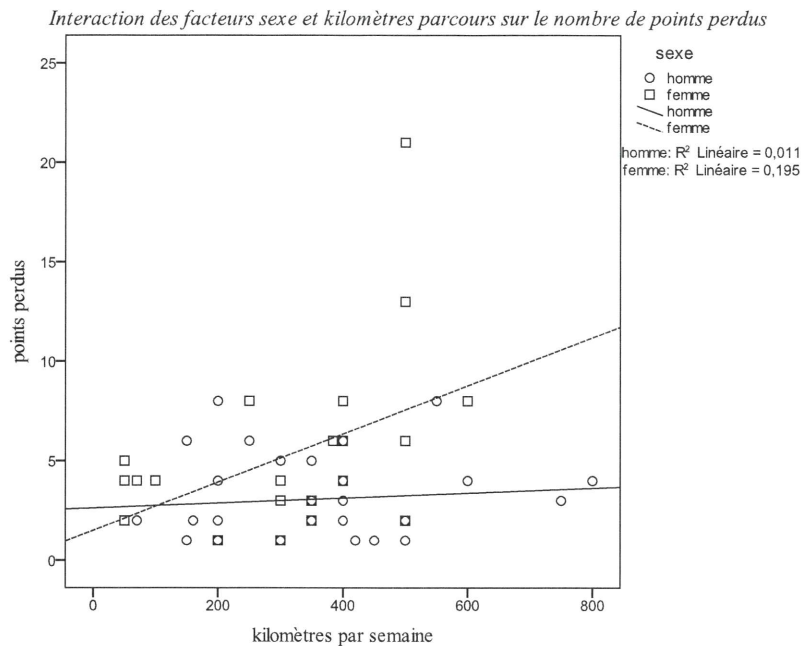


Figure 49 : Facteurs sexe et kilomètres parcourus sur nombre de points perdus

Ces résultats tendent à montrer que plus les femmes circulent (kilomètres par semaine) plus elles perdent de points. En revanche quel que soit le nombre de kilomètres parcourus, les hommes ne semblent pas perdre plus de points sur leur permis. Aucun effet d’interaction du nombre de kilomètres par an et du sexe n’a pu être mis en exergue.

Si l’on considère uniquement les individus qui ont eu des contraventions avec perte de points, aucune différence n’est mise en exergue au regard du sexe (Figure 50). Il en est de même pour le facteur « contravention sans points de perdus » (Figure 51)

	Sexe	N	Moyenne	Ecart-type	p
Contravention avec points perdus	Homme	27	1,63	,926	.49
	Femme	14	1,93	1,817	

Figure 50 : Sexe et contraventions avec perte de points.

	Sexe	N	Moyenne	Ecart-type	P
Contraventions sans points de perdus	Homme	17	4,29	5,084	.43
	Femme	21	3,10	4,073	

Figure 51 : Sexe et contraventions sans perte de points.

Au regard de leur distribution, ces mêmes analyses n’ont pas pu être réalisées pour les variables « accident matériel responsable », « accident corporel responsable », « accident corporel non responsable ».

Le sexe n'a pas d'effet sur le nombre d'accidents matériels responsables (Figure 52)

	Sexe	N	Moyenne	Ecart-type	P
Accident matériel responsable	Homme	12	,33	,492	.83
	Femme	17	,29	,470	

Figure 52 : Sexe et accidents matériels responsable

En revanche, il y a un effet du sexe sur les accidents matériels non responsables (Figure 53), les hommes ayant un nombre d'accidents significativement (en unilatéral) supérieur à celui des femmes. La taille d'effet ($d=0.70$) conduit à approfondir ce pattern de résultat au regard de la variable « nombre de kilomètres parcourus par semaine ».

	Sexe	N	Moyenne	Ecart-type	t
Accident matériel non responsable	Homme	12	1,67	,778	$t(16)=1.91, p=.10, d=0.70$
	Femme	17	1,24	,437	

Figure 53 : Sexe et accident matériel non responsable

Une régression linéaire considérant tous les conducteurs permet d'établir que le nombre de kilomètres parcourus par semaine n'est pas prédictif du nombre d'accidents matériels non responsables, $\beta=.006$, $F(1,86)=0.003$, $p=.96$, il en est de même pour le nombre de kilomètres effectués à l'année $\beta=-.02$, $F(1,85)=0.034$, $p=.86$. Le même pattern de résultats est trouvé lorsque seuls sont considérés les individus ayant eu des accidents matériels non responsables (km/année : $\beta=.17$, $F(1,27)=0.81$, $p=.38$; km/semaine : $\beta=.23$, $F(1,27)=1.53$, $p=.23$). Aucun effet d'interaction n'est trouvé ($F(1,27)=0.16$, $p=.70$). Lorsque l'on considère tous les individus déclarant avoir eu des accidents matériels non responsables, les femmes ont donc plus d'accidents de ce type que les hommes, et ceci indépendamment du nombre de kilomètres parcourus (km/semaine).

4.5.2 Sexe et risque relatif

	Hommes	Femmes	Total	Comparaison intergroupes
Classement gravité accident de la route	2.33 (0.88)	2.32 (0.93)	2.32 (0.91)	$t(88)=0.041, p=.97, ns$
Classement en accident mortel	2.33 (0.90)	2.57 (0.82)	2.44 (0.86)	$t(88)=1.34, p=.19, ns$
Classement en accident douloureux	2.52 (0.78)	2.46 (0.82)	2.49 (0.80)	$t(88)=0.40, p=.69, ns$

Figure 54 : Sexe et risque relatif

Il n'y a pas de différence significative entre les hommes et les femmes pour les scores de risques relatifs.

4.5.3 Variables psychosociales – Items « attribution » aux 2 temps de mesure

(Seuil en bilatéral)

4.5.3.1 Effet du sexe - Moyennes et écarts types passations 1 et 2 (intergroupes sexe)

	Hommes	Femmes	Total	Comparaison intergroupes
Temps 1 – Difficulté de respecter le code de la route	-0.02 (1.53)	0.66 (1.52)	0.31 (1.56)	$t(88)=2.12, p=.037, d=0.45$
Temps 1 – le respect du code de la route permet d'éviter les accidents de la route	1.85 (0.85)	1.93 (0.85)	1.89 (0.84)	$t(88)=0.47, p=.64, ns$
T1 - accident évitable	1.37 (1.20)	0.84 (1.24)	1.11 (1.24)	$t(88)=2.06, p=.043, d=0.44$
Temps 1 – accident de l'ordre de la fatalité	-0.26 (1.64)	-0.61 (1.67)	-0.43 (1.66)	$t(88)=1.01, p=.32, ns$
Temps 1 – accident de l'ordre de l'erreur humaine	1.76 (1.29)	2.09 (0.80)	1.92 (1.08)	$t(76)=1.47, p=.15, d=0.31$ Unilatérale $p=.08$
Temps 2 – Difficulté de respecter le code de la route	-0.17 (1.48)	0.30 (1.39)	0.06 (1.45)	$t(88)=1.55, p=.13, d=0.33$ Unilatérale $p=.07$
Temps 2 – le respect du code de la route permet d'éviter les accidents de la route	1.70 (1.11)	1.68 (0.98)	1.69 (1.05)	$t(88)=0.062, p=.90, ns$
Temps 2 – accident évitable	0.91 (1.31)	0.59 (1.17)	0.76 (1.25)	$t(88)=1.23, p=.22, ns$
Temps 2 – accident de l'ordre de la fatalité	-0.57 (1.66)	-.52 (1.37)	-0.54 (1.52)	$t(88)=0.13, p=.90, ns$
Temps 2 – accident de l'ordre de l'erreur humaine	1.96 (1.01)	1.82 (0.92)	1.89 (0.97)	$t(88)=0.68, p=.50, ns$

Figure 55 : Effet du sexe passations 1 et 2

Au Temps 1, les hommes expriment plus de difficultés à respecter le code de la route que les femmes. En revanche, ils pensent plus que les femmes que les accidents sont évitables. Au risque de 8 % en seuil unilatéral, les hommes attribuent moins les accidents à l'erreur humaine que les femmes.

Au Temps 2, on constate le même pattern de résultats qu'au Temps 1 concernant la difficulté plus importante pour les hommes à respecter le code de la route que les femmes.

4.5.3.2 Effet du temps de mesure - Moyennes et écarts types passations 1 et 2 (comparaison intragroupe Temps 1/Temps 2)

Item	Temps 1	Temps 2	Analyse	Interaction sexe / passation
Difficulté de respecter le code de la route (graphique A)	0.31 (1.56)	.06 (1.45)	$t(89)=2.061, p=.042, d=0.21$	$F(1,88)=0.73, p=.40$
Le respect du code de la route permet d'éviter les accidents de la route (graphique B)	1.89 (0.84)	1.69 (1.05)	$t(89)=1.77, p=.08, d=0.19$	$F(1,88)=0.19, p=.67$
Accident évitable (graphique C)	1.11 (1.24)	0.76 (1.25)	$t(89)=2.56, p=.012, d=0.27$	$F(1,88)=0.55, p=.46$
Accident de l'ordre de la fatalité	-0.43 (1.66)	-0.54 (1.52)	$t(89)=0.53, p=.60, ns$	$F(1,88)=0.55, p=.46$
Accident de l'ordre de l'erreur humaine (graphique D)	1.92 (1.08)	1.89 (0.97)	$t(89)=0.26, p=.79, ns$	$F(1,88)=3.50, p=.065$

Figure 561 : Effet du temps de mesure passation 1 et 2

Lorsque l'on considère tous les participants (hommes et femmes confondus), les scores à l'item « difficulté de respecter le code de la route » diminuent de façon significative entre les deux temps de mesure. Il en est de même pour les items « Le respect du code de la route permet d'éviter les accidents de la route » et « Accident évitable ». Pour ces items, une analyse d'interaction a été conduite

(sexe / temps de passation), aucune ne s'est révélée significative. En revanche, il existe un effet d'interaction entre le sexe et le temps de mesure pour l'item « l'accident est de l'ordre de l'erreur humaine » (voir graphique D pour l'interprétation du résultat et tableau des effets simples ci-après).

Effet d'interaction du sexe et de la passation sur l'item « Accident de l'ordre de l'erreur humaine »

Pas d'effet simple du sexe en bilatéral mais un effet en unilatéral pour les femmes.

Les femmes estiment moins les accidents être de l'ordre de l'erreur humaine au Temps 2 qu'au Temps 1.

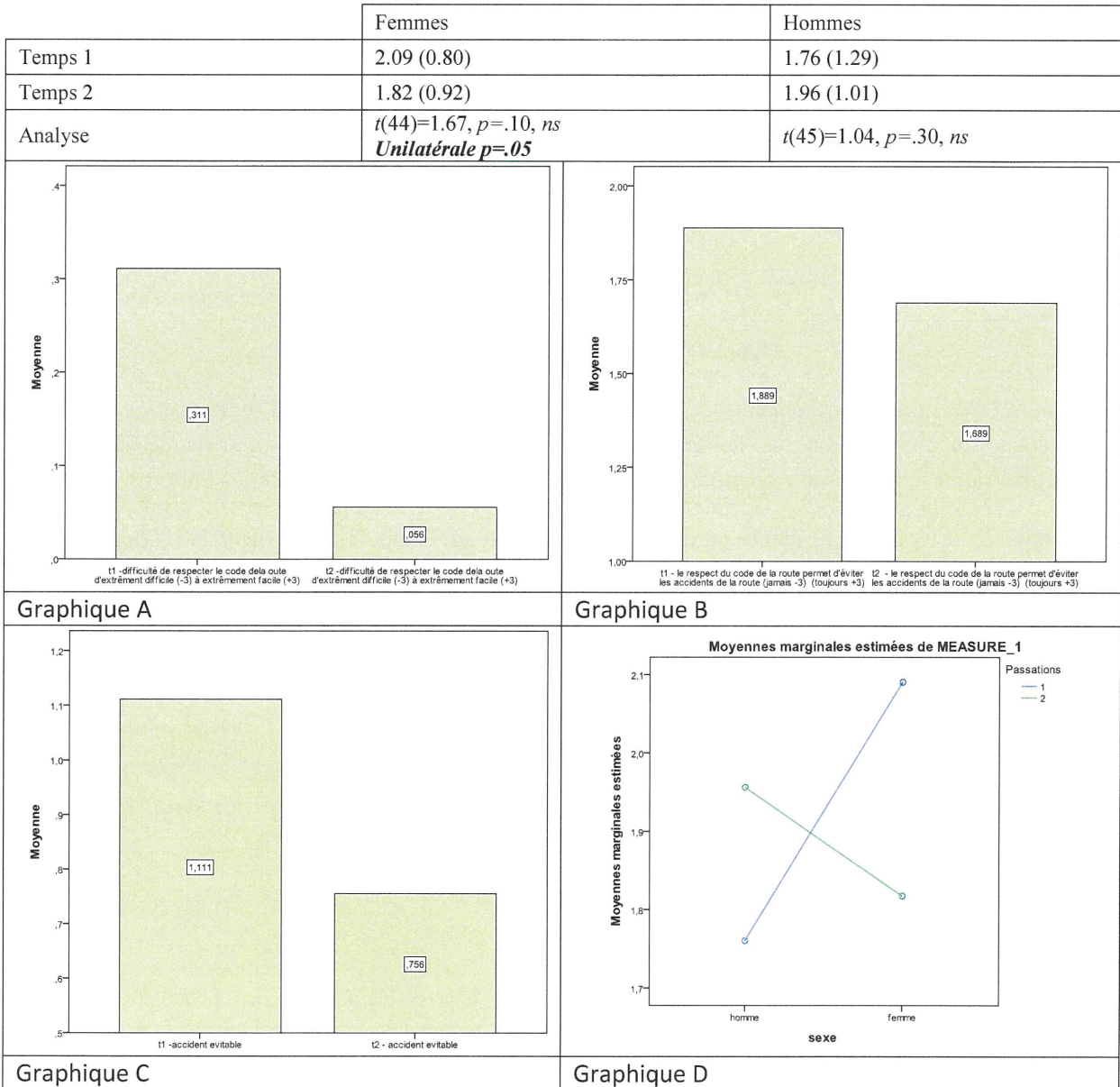


Figure 57 et graphiques associés : Effet du sexe et du temps de passation sur item « accident de l'ordre de l'erreur humaine »

Effet de la collision sur les réponses aux items « attribution » (Temps 2)

Aucun effet de la collision n'a pu être mis en évidence sur les scores aux items attribution au Temps 2.

4.5.4 Variable psychosociale : risque relatif

Risque relatif, temps de passation et sexe

	Femmes	Hommes	Analyse inter
Temps 1	7.34 (2.12)	7.17 (2.14)	$t(88)=0.37, ns$
Temps 2	7.14 (2.25)	7.30 (1.79)	$t(82)=0.39, ns$
Analyse Intra	$t(43)=0.63, ns$	$t(45)=1.67, ns$	

Figure 58 : Risque relatif, temps de passation et sexe

Risque relatif au Temps 2 et collision

La collision ne semble pas avoir d'effet sur le risque relatif au Temps 2.

	Oui	Non	Analyse Inter
Collision	7.88 (1.92)	7.09 (2.14)	$t(87)=0.69, ns$

Figure 59 : Risque relatif au Temps 2 et collision

Un ensemble d'analyses a été mené à titre exploratoire afin d'étudier l'éventuel effet des facteurs mentionnés dans le tableau ci-dessous sur le risque relatif.

Régressions linéaires

Facteurs	Risque relatif au Temps 2
Age	$\beta=.18, F(1,88)=2.98, p=.09$
Expérience de conduite	$\beta=.09, F(1,88)=0.69, p=.41$
Kilomètres effectués par semaine	$\beta=-.14, F(1,88)=1.80, p=.18$
Kilomètres effectués par année	$\beta=-.15, F(1,88)=2.02, p=.16$
Points restants permis	$\beta=.04, F(1,84)=0.13, p=.71$
Points perdus	$\beta=.10, F(1,85)=0.83, p=.37$
Contraventions avec points perdus	$\beta=.012, F(1,85)=0.012, p=.91$
Contraventions sans points de perdus	$\beta=.01, F(1,86)=0.01, p=.92$

Figure 60 : Risque relatif au Temps 2 de la passation et expériences

4.5.5. Variable psychosociale : Driver Behavior Questionnaire(DBQ)

Dimension de comportement « positif » et sexe

Femmes	Hommes	Analyse inter
4.26 (0.77)	4.21 (0.82)	$t(88)=0.30, ns$

Figure 61 : Comportement positif et sexe

Dimension de comportement « positif » et collision - régression logistique

Le facteur comportement positif ne prédit pas la collision : $B=.026, p=.92$

Facteurs	DBQ – positif
Age	$\beta=-.16, F(1,88)=2.18, p=.14$
Expérience de conduite	$\beta=-.12, F(1,88)=1.23, p=.27$
Kilomètres parcourus par semaine	$\beta=-.10, F(1,88)=0.86, p=.36$
Kilomètres parcourus par année	$\beta=.004, F(1,88)=0.001, p=.97$
Points restants permis	$\beta=.03, F(1,84)=0.71, p=.79$
Points perdus	$\beta=.004, F(1,85)=0.001, p=.97$
Contravention avec points perdus	$\beta=-.004, F(1,85)=0.001, p=.97$
Contraventions sans points de perdus	$\beta=.27, F(1,86)=6.73, p=.011$

Figure 62 : Comportement positif et expériences

Concernant le facteur « contraventions sans points de perdus » comme prédicteur du score moyen à l’item comportement « positif », il convient de noter que la distribution n’étant pas normale, les conditions d’application du test ne sont pas respectées. Ces résultats doivent être interprétés avec prudence. Après exploration des données, 50 participants sur 90 déclarent ne pas avoir eu d’amende sans perte de points, ce qui rend la distribution asymétrique. Une nouvelle analyse a été effectuée en excluant ces 50 participants de l’échantillon. Le facteur « contraventions sans point de perdu » reste prédictif, $\beta=.30, F(1,36)=3.44, p=.07$. Plus les individus déclarent avoir un comportement positif au volant, plus ils déclarent avoir des contraventions sans perte de points.

Dimension « inattention » et sexe

Femmes	Hommes	Analyse inter
1.90 (0.53)	1.76 (0.44)	$t(88)=1.44, p=.15, d=0.30$

Figure 63 : Inattention et sexe

Dimension « inattention » et collision - régression logistique

Le facteur « inattention » ne prédit pas la collision : $B=-.03, p=.94$

Facteurs	DBQ – inattention
Age	$\beta=-.001, F(1,88)=0.00, p=.99$
Expérience de conduite	$\beta=-.072, F(1,88)=0.45, p=.50$
Kilomètres parcourus par semaine	$\beta=-.005, F(1,88)=0.002, p=.96$
Kilomètres parcourus par année	$\beta=-.02, F(1,88)=0.04, p=.85$
Points restants permis	$\beta=-.10, F(1,84)=0.89, p=.35$
Points perdus	$\beta=.04, F(1,85)=0.15, p=.70$
Contraventions avec points perdus	$\beta=-.004, F(1,85)=0.001, p=.97$
Contraventions sans points de perdus	$\beta=.27, F(1,86)=6.73, p=.011$

Figure 64 : Inattention et expériences

Concernant le facteur « contraventions sans points de perdus » comme prédicteur du score moyen à l’item comportement « inattention », il convient de noter que la distribution n’étant pas normale, les conditions d’application du test ne sont pas respectées. Après exploration des données, il s’avère que 50 participants sur 90 déclarent ne pas avoir eu d’amende sans perte de points, ce qui rend la distribution asymétrique. Une nouvelle analyse a été effectuée en excluant ces 50 participants de l’échantillon. Le facteur « contraventions sans points de perdu » n’est plus prédictif, $\beta=.07, F(1,36)=0.15, p=.70$.

Dimension « inexpérience » et sexe

Femmes	Hommes	Analyse inter
2.21(0.58)	2.01 (0.57)	$t(88)=1.64, p=.10, d=0.35$ Unilatérale $p=.05$

Figure 65 : Inexpérience et sexe

Les femmes ont un score supérieur à celui des hommes en cas d'hypothèse unilatérale.

Dimension « inexpérience » et collision - régression logistique

Le facteur « inexpérience » ne prédit pas la collision : $B=.43, p=.26$

Facteurs	DBQ – inexpérience
Age	$\beta=-.21, F(1,88)=3.88, p=.05$
Expérience de conduite	$\beta=-.19, F(1,88)=3.11, p=.08$
Kilomètres parcourus par semaine	$\beta=-.032, F(1,88)=0.09, p=.76$
Kilomètres parcourus par année	$\beta=-.061, F(1,88)=0.33, p=.57$
Points restants permis	$\beta=-.16, F(1,84)=2.13, p=.15$
Points perdus	$\beta=.13, F(1,85)=1.47, p=.23$
Contraventions avec points perdus	$\beta=-.16, F(1,85)=2.37, p=.13$
Contraventions sans points de perdus	$\beta=.14, F(1,86)=1.80, p=.18$

Figure 66 : Expériences et collision*Dimension « erreur dangereuse » et sexe*

Femmes	Hommes	Analyse inter
1.71 (0.36)	1.64 (0.37)	$t(88)=0.90, p=.37$

Figure 67 : Erreur dangereuse et sexe*Dimension « erreur dangereuse » et collision - régression logistique*

Aucun effet du facteur « erreur dangereuse » sur la collision n'est mis en évidence : $B=.19, p=.74$

Facteurs	DBQ – erreur dangereuse
Age	$\beta=-.09, F(1,88)=0.64, p=.43$
Expérience de conduite	$\beta=-.02, F(1,88)=0.23, p=.88$
Kilomètres parcourus par semaine	$\beta=-.12, F(1,88)=1.32, p=.25$
Kilomètres parcourus par année	$\beta=-.09, F(1,88)=0.78, p=.38$
Points restants permis	$\beta=-.05, F(1,84)=0.20, p=.65$
Points perdus	$\beta=.22, F(1,85)=4.12, p=.045$
Contraventions avec points perdus	$\beta=.17, F(1,85)=2.37, p=.13$
Contraventions sans points de perdus	$\beta=.16, F(1,86)=2.11, p=.15$

Figure 68 : Erreur dangereuse et expériences

Concernant le facteur « points perdus » comme prédicteur du score moyen à l'item comportement « erreur dangereuse », il convient de noter que la distribution n'étant pas normale, les conditions d'application du test ne sont pas respectées. Après exploration des données, 54 des 87 répondants déclarent avoir perdu des points. Une nouvelle analyse a été effectuée en excluant les 33 participants qui n'ont pas perdu de points. Le facteur « nombre de points perdus » n'est plus prédictif, $\beta=.12, F(1,52)=0.76, p=.39$.

En revanche, lorsqu'une analyse intergroupes est réalisée afin de comparer les scores des individus selon qu'ils aient perdu des points ou non (voir statistiques descriptives dans le tableau ci-après), l'analyse révèle que les individus ayant perdu des points sur leur permis de conduire ont des scores à la dimension « erreur dangereuse » supérieurs à ceux qui n'ont pas perdu de points, $t(85)=2.31$, $p=.023$, $d=0.50$.

	Points perdus ou non	N	Moy.	Ecart-type
DBQ erreur dangereuse	1,00	54	1,7361	,35160
	,00	33	1,5530	,36847

Figure 69 : Erreur dangereuse et points de permis

Dimension « violation agressive » et sexe

Femmes	Hommes	Analyse inter
2.26 (1.03)	1.96 (0.85)	$t(88)=1.48$, $p=.14$ unilatérale $p=.07$

Figure 70 : Violation agressive et sexe

Au risque de .07 en hypothèse unilatérale, les femmes ont des scores supérieurs aux hommes pour la dimension « violation agressive ».

Dimension « violation agressive » et collision - régression logistique

Aucun effet du facteur « violation agressive » sur la collision n'a pu être obtenu : $B=.23$, $p=.33$

Facteurs	DBQ – violation agressive
Age	$\beta=-.35$, $F(1,88)=12.07$, $p=.001$
Expérience de conduite	$\beta=-.28$, $F(1,88)=7.64$, $p=.007$
Kilomètres parcourus par semaine	$\beta=.16$, $F(1,88)=2.12$, $p=.13$
Kilomètres parcourus par année	$\beta=-.036$, $F(1,88)=0.13$, $p=.74$
Points restants permis	$\beta=-.30$, $F(1,84)=8.54$, $p=.004$
Points perdus	$\beta=.41$, $F(1,85)=16.79$, $p<.001$
Contraventions avec points perdus	$\beta=.10$, $F(1,85)=0.86$, $p=.36$
Contraventions sans points de perdus	$\beta=.18$, $F(1,86)=2.28$, $p=.094$

Figure 71 : Violation agressive et collision

Concernant les variables « points restants sur permis », « points perdus », et « contravention sans points de perdus », des analyses ont été faites en ne considérant que les individus (1) ayant un nombre de points inférieurs à 12, (2) ayant perdu des points, (3) ayant au moins une contravention sans point de perdu. Les résultats sont présentés dans la Figure 77.

Points restants permis	$\beta=-.32$, $F(1,26)=2.91$, $p=.10$
Points perdus	$\beta=.54$, $F(1,52)=21.74$, $p<.001$
Contraventions sans points de perdus	$\beta=.29$, $F(1,36)=3.38$, $p=.07$

Figure 72 : Violation agressive et collision, échantillon restreint

Les facteurs sont prédictifs du score à la dimension « violation agressive ».

- (1) Plus le nombre de points restants sur le permis est faible, plus le score à cette dimension est élevé. Autrement dit, moins les individus ont de points restants sur leur permis, plus ils

réalisent des violations agressives. Néanmoins, le seuil statistique est plus élevé nécessitant de reproduire un tel résultat sur un effectif plus important.

- (2) Plus le nombre de points perdus est important, plus le score sur cette dimension est élevé. Autrement dit, plus les individus ont un nombre de points perdus important, plus ils font preuve de violations agressives.
- (3) Plus le nombre de contraventions sans points de perdus est important, plus le score de cette dimension est élevé. Autrement dit, plus les individus ont un nombre de contraventions sans perte de points élevé, plus ils font preuve de violation agressive.

Des analyses intergroupes ont également permis de comparer les moyennes à cet item pour ces facteurs entre individus infractionnistes ou non (tableaux ci-dessous).

Facteur « points restants sur le permis »

	Tous points ou non sur le permis	<i>N</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Écart-type</i>
DBQ violation agressive	Oui	58	1,9598	,84484
	Non	28	2,4167	1,11711

Figure 73 : Violation agressive et points restants sur le permis

Les individus qui n'ont pas le maximum de points sur leur permis de conduire ont un score à la dimension « violation agressive » supérieur à ceux qui ont la totalité de leurs points, $t(84)=2.11$, $p=.038$, $d=0.49$. Autrement dit, les individus qui ont perdu des points font plus de violations agressives que ceux qui n'en ont pas perdu.

Facteur « points perdus »

	Points perdus ou non	<i>N</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Écart-type</i>
DBQ violation agressive	Oui	54	2,1235	,98691
	Non	33	2,0101	,81430

Figure 74 : Violation agressive et points perdus

Aucune différence significative de moyenne n'a pas être mise en exergue sur ce facteur, $t(85)=0.55$, $p=.58$.

Facteur « contraventions sans points perdus »

	Contravention sans perte de points oui ou non	<i>N</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Écart-type</i>
DBQ violation agressive	Oui	38	2,1404	,96991
	Non	50	2,0867	,95668

Figure 75 : Violation agressive et contraventions sans points perdus

Aucune différence significative de moyenne n'a pu être mise en exergue, $t(86)=0.26$, $p=.80$.

Dimension « violation ordinaire » et sexe

Femmes	Hommes	Analyse inter
1.87 (0.79)	2.05 (0.66)	$t(88)=1.063$, $p=.29$

Figure 76 : Violation ordinaire et sexe

Il n'y a pas de différence significative entre hommes et femmes sur la dimension « violation ordinaire ».

Dimension « violation ordinaire » et collision - régression logistique

Aucun effet du facteur « violation ordinaire » sur la collision n'a pu être mis en évidence : $B=-.21$, $p=.46$

Facteurs	DBQ – violation ordinaire
Age	$\beta=-.07$, $F(1,88)=0.39$, $p=.53$
Expérience de conduite	$\beta=-.02$, $F(1,88)=0.23$, $p=.88$
Kilomètres parcourus par semaine	$\beta=.23$, $F(1,88)=4.75$, $p=.032$
Kilomètres parcourus par année	$\beta=.27$, $F(1,88)=6.15$, $p=.015$
Points restants permis	$\beta=-.23$, $F(1,84)=4.87$, $p=.03$
Points perdus	$\beta=.35$, $F(1,85)=11.56$, $p=.001$
Contravention avec points perdus	$\beta=.30$, $F(1,85)=8.42$, $p=.005$
Contraventions sans points de perdus	$\beta=.15$, $F(1,86)=2.08$, $p=.15$

Figure 77 : Violation ordinaire et points de permis/contraventions

Plus les personnes parcourent des kilomètres (hebdomadaires ou dans l'année), plus elles font des violations ordinaires du code de la route. De même, comme attendu, plus elles ont perdu de points, plus elles commettent de violations. Concernant les contraventions, seules concernant les infractions avec pertes de points sont prédictives des violations ordinaires. Comme précédemment, concernant les variables « points restants sur permis », « points perdus », « contravention avec points de perdus » et « contravention sans points de perdus » des analyses ont été faites en ne considérant que les individus qui ont (1) un nombre de points inférieurs à 12, (2) un nombre de points perdus supérieurs à 0, (3) un nombre de contraventions avec points de perdus supérieurs à 0, (4) au moins une contravention sans points de perdus. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Points restants permis	$\beta=-.13$, $F(1,26)=0.48$, $p=.50$
Points perdus	$\beta=.32$, $F(1,525.89)=2.22$, $p=.019$
Contraventions sans points de perdus	$\beta=.24$, $F(1,36)=2.22$, $p=.15$
Contraventions avec points de perdus	$\beta=.22$, $F(1,39)=2.07$, $p=.16$

Figure 78 : Violation ordinaire et points de permis/contraventions – Échantillon restreint

Ces facteurs sont prédictifs du score sur la dimension « violation ordinaire ».

Plus le nombre de points perdus est important, plus le score est élevé. Autrement dit, plus les individus ont perdu des points sur leur permis, plus ils effectuent des violations ordinaires.

Des analyses intergroupes ont également permis de comparer les moyennes pour cette dimension pour ces facteurs entre individus infractionnistes ou non (tableaux ci-dessous).

Facteur « points restants sur le permis »

	Tous points ou non sur le permis	N	Moyenne	Écart-type
DBQ violation ordinaire	Oui	58	1,8491	,61761
	Non	28	2,1964	,90614

Figure 79 : Violation ordinaire et points restants sur le permis

Les individus qui n'ont pas le maximum de points sur leur permis de conduire ont un score à la dimension « violation ordinaire » supérieur à ceux qui ont la totalité de leurs points, $t(40)=1.83$, $p=.074$, $d=0.48$ (unilatérale, $p=.04$). Autrement dit, les individus qui ont la totalité des points sur leur permis font moins de violations ordinaires que ceux qui n'ont pas la totalité des points.

Facteur « points perdus »

	Points perdus ou non	<i>N</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Écart-type</i>
DBQ violation ordinaire	Oui	54	2,0833	,76633
	Non	33	1,7424	,62339

Figure 80 : Violation ordinaire et points perdus

Les individus qui n'ont pas perdu de points sur leur permis de conduire ont un score à l'item « violation ordinaire » inférieur à ceux qui ont perdu des points, $t(85)=2.16$, $p=.034$, $d=0.48$ (unilatérale, $p=.04$)

Facteur « contraventions sans points perdus »

	Contravention sans perte de points oui ou non	<i>N</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Écart-type</i>
DBQ violation ordinaire	Oui	38	1,9803	,81037
	Non	50	1,9650	,67765

Figure 81 : Violation ordinaire et contraventions sans points perdus

Aucune différence significative de moyenne n'a pu être mise en exergue, $t(86)=0.96$, $p=.92$.

Facteur « contraventions avec points perdus »

	Contravention avec perte de points oui ou non	<i>N</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Ecart-type</i>
DBQ violation ordinaire	Oui	41	2,1707	,76941
	Non	46	1,7826	,65956

Figure 82 : Violation ordinaire et contraventions avec points perdus

Les individus qui n'ont pas eu de contravention avec perte de points ont un score à l'item « violation ordinaire » inférieur à ceux qui en ont eu, $t(79)=2.51$, $p=.014$, $d=0.55$.

4.5.6 Optimisme comparatif

Optimise comparatif capacité

Optimisme comparatif capacités perçues Temps 1

	Sexe	<i>N</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Écart-type</i>
Optimisme comparatif capacités perçues total T1	Homme	46	-,5290	,56457
	Femme	42	-,3492	,41849

Figure 83 : Optimisme comparatif capacité perçues au Temps 1 de la passation et sexe

Les hommes estiment leurs capacités de conduite plus élevées que les femmes ne considèrent les leurs, $t(86)=1.68$, $p=.096$ (unilatérale $p=.048$).

Facteurs	Optimisme capacité au temps 1
Age	$\beta=.009, F(1,86)=0.07, p=.94$
Expérience de conduite	$\beta=.043, F(1,86)=0.16, p=.69$
Kilomètres effectués par semaine	$\beta=-.12, F(1,86)=1.34, p=.25$
Kilomètres effectués par année	$\beta=-.044, F(1,86)=0.17, p=.68$

Figure 84 : Optimisme comparatif capacité perçues au Temps 1 de la passation et expériences

Optimisme comparatif contrôle fort

Optimisme comparatif contrôle fort Temps 1

	Sexe	N	Moyenne	Écart-type
Optimisme comparatif Contrôle Fort en T1	Homme	46	-,9493	1,43453
	Femme	44	-,9583	1,25554

Figure 85 : Optimisme comparatif contrôle fort au Temps 1 de la passation et sexe

Aucune différence significative n'apparaît entre hommes et femmes pour le questionnaire OC contrôle fort.

Facteurs	Optimisme comparatif, contrôle fort temps 1
Age	$\beta=.017, F(1,88)=0.025, p=.87$
Expérience de conduite	$\beta=.087, F(1,88)=0.67, p=.41$
Kilomètres effectués par semaine	$\beta=.12, F(1,88)=1.34, p=.25$
Kilomètres effectués par année	$\beta=.18, F(1,88)=2.88, p=.09$

Figure 86 : Optimisme comparatif contrôle fort au Temps 1 de la passation et expériences

Au seuil de .09 (risque de 9 %), plus le nombre de kilomètres parcourus par an est important, plus le score d'optimisme comparatif contrôle fort est positif. Autrement dit, plus les individus roulent, moins ils sont optimistes dans des situations à fort contrôle.

Optimisme comparatif contrôle faible

Optimisme comparatif contrôle faible temps 1

	Sexe	N	Moyenne	Écart-type
Optimisme comparatif Contrôle Faible en T1	Homme	46	-,1341	1,12635
	Femme	44	,0985	1,29963

Figure 87 : Optimisme comparatif contrôle faible au Temps 1 de la passation et sexe.

Aucune différence significative n'apparaît entre hommes et femmes pour le questionnaire OC contrôle faible.

Facteurs	Optimisme comparatif, contrôle faible temps 1
Age	$\beta=.038, F(1,88)=0.13, p=.72$
Expérience de conduite	$\beta=.05, F(1,88)=0.23, p=.64$
Kilomètres effectués par semaine	$\beta=.005, F(1,88)=0.002, p=.96$
Kilomètres effectués par année	$\beta=.08, F(1,88)=0.56, p=.45$

Figure 88 : Optimisme comparatif contrôle faible au Temps 1 de la passation et expériences

Comme mentionné précédemment, l'âge n'a pas d'effet sur l'OC, qu'il s'agisse de l'OC fort ou faible au temps T1 de l'expérience. Il en est de même au temps T2.

En revanche, s'il n'a pas d'effet sur l'optimisme capacité au T1, il a un effet au T2. Ainsi, plus les conducteurs sont âgés, plus ils estiment avoir des capacités de conduite au seuil de .09 ($\beta = -.18$, $F(1, 86) = 2.92$, $p = .09$).

Ce résultat conduit à s'interroger sur l'effet de la collision ou non dans ce changement d'attitude à l'égard des capacités de conduite. L'âge pourrait alors être un médiateur de l'effet de l'accident sur l'évaluation par l'individu de ses propres capacités. Afin de mener cette analyse, des analyses de régression ont été conduites pour étudier l'effet de l'âge et de la collision sur la différence des scores d'OC capacité en T1 et T2 (uniquement sur les items communs). Il s'avère que l'âge n'est plus prédictif de l'OC capacités lorsque ne sont considérés que les items communs, $\beta = .15$, $F(1, 89) = 2.13$, $p = .15$. Il en est de même pour la variable collision, $\beta = -.09$, $F(1, 89) = 0.67$, $p = .42$.

Optimisme Comparatif au Temps 2 et condition expérimentale

Les analyses n'ont pas permis révéler un lien entre les différentes conditions expérimentales et les scores d'OC capacités perçues et contrôle fort au T2.

condition expérimentale	Moyenne	N	Écart-type
avec consigne avec panneau	,1783	23	,90952
avec consigne sans panneau	-,0227	22	,74574
sans consigne avec panneau	,0000	22	1,07127
sans consigne sans panneau	-,1667	21	,64987
Total	,0011	88	,85601

Figure 89 : Optimisme comparatif capacités perçues items communs T2

condition expérimentale	Moyenne	N	Écart-type
avec consigne avec panneau	-,4420	23	1,58641
avec consigne sans panneau	-,8561	22	1,21204
sans consigne avec panneau	-,8712	22	1,30418
sans consigne sans panneau	-,9206	21	,81073
Total	-,7670	88	1,26136

Figure 90 : Optimisme comparatif Contrôle Fort en T2

Condition expérimentale	Moyenne	N	Écart-type
avec consigne avec panneau	,2391	23	1,13354
avec consigne sans panneau	-,3030	22	,96587
sans consigne avec panneau	-,1288	22	,74701
sans consigne sans panneau	-,1429	21	1,09327
Total	-,0795	88	1,00031

Figure 91 : Optimisme comparatif Contrôle Faible en T2

Les participants dans la condition expérimentale « avec consigne avec panneau » ont des scores d'optimisme comparatif en contrôle faible plus élevés que les participants des autres conditions (LSD, $p = .072$). Ainsi, dans cette condition expérimentale, ils sont plus pessimistes en situation de contrôle faible que dans les autres conditions.

Ce résultat conduit à s'interroger sur l'interaction de la condition expérimentale et de la collision sur le niveau d'OC faible en T2. Cette analyse n'est pas significative.

Optimisme Comparatif au Temps 2 et collision

Optimisme comparatif capacités perçues T2

	Collision	N	Moyenne	Écart-type
Optimisme Comparatif capacités perçues items communs T2	Oui	42	,0810	,81457
	Non	45	-,1422	,76500

Figure 92 : Optimisme comparatif capacités perçues T2

Il n'y a pas de différence significative ($p=.19$).

Optimisme comparatif contrôle fort T2

	Collision	N	Moyenne	Écart-type
Optimisme comparatif Contrôle Fort en T2	Oui	42	-,7063	1,11336
	Non	45	-,8262	1,37

Figure 93 : Optimisme comparatif contrôle fort T2

Il n'y a pas de différence significative ($p=.66$).

Optimisme comparatif contrôle faible T2

	Collision	N	Moyenne	Ecart-type
Optimisme comparatif Contrôle Faible en T2	Oui	42	-,1190	1,09277
	Non	47	-,0355	,90752

Figure 94 : Optimisme comparatif contrôle faible T2

Il n'y a pas de différence significative ($p=.70$).

4.5.7 Risque relatif

	Sexe	N	Moyenne	Écart-type
Risque relatif en T1 plus le score augmente, plus le risque perçu est important	Hommes	46	7,1739	2,14273
	Femmes	44	7,3409	2,12344
Risque relatif en T2 plus le score augmente, plus le risque perçu est important	Hommes	46	7,3043	1,78723
	Femmes	44	7,1364	2,24739

Figure 95 : Risque relatif et sexe

Il n'y a pas d'effet du sexe ni au temps T1 ($p=.71$) ni au temps T2 ($p=.70$)

Facteurs	Risque relatif au Temps 1
Age	$\beta=-.026, F(1,88)=0.060, p=.81$
Expérience de conduite	$\beta=-.06, F(1,88)=0.33, p=.57$
Kilomètres effectués par semaine	$\beta=-.022, F(1,88)=0.42, p=.84$
Kilomètres effectués par année	$\beta=-.08, F(1,88)=0.52, p=.47$

Figure 96 : Risque relatif au Temps 1 et expériences

Effet de la collision sur le risque relatif au Temps 2

	Collision	N	Moyenne	Ecart-type
Risque relatif en T2	Oui	42	7,3810	1,92484
	Non	47	7,0851	2,12470

Figure 97 : Collision et Risque relatif

Il n'y a pas d'effet de la collision sur le risque relatif ($p=.50$).

4.5.8 Vitesse sur le parcours

	Sexe	N	Moyenne	Écart-type
Vitparco	Homme	46	89,0511	6,16110
	Femme	44	88,6657	7,08932

Figure 98 : Vitesse de parcours et sexe

Les hommes ne conduisent pas plus vite que les femmes, $t(88)=0.28$, $p=.78$.

Facteurs	Vitesse sur le parcours
Age	$\beta=-.27$, $F(1,88)=6.91$, $p=.01$
Expérience de conduite	$\beta=-.18$, $F(1,88)=2.87$, $p=.09$
Kilomètres effectués par semaine	$\beta=.01$, $F(1,88)=0.11$, $p=.92$
Kilomètres effectués par année	$\beta=-.049$, $F(1,88)=0.21$, $p=.65$

Figure 99 : Vitesse de parcours et expériences

Plus les individus sont jeunes, plus ils conduisent vite. Par ailleurs, moins l'expérience de conduite est grande, plus les conducteurs roulent vite. Il n'y a pas d'effet du nombre de kilomètres parcourus (ni par semaine ni par an) sur la vitesse sur le parcours.

Vitesse sur le parcours et collision - régression logistique

La vitesse sur le parcours n'est pas prédictive de la collision : $B=-.032$, $p=.35$.

Vitesse sur le parcours et optimisme comparatif au Temps 1

Facteurs	Vitesse parcours
Optimisme comparatif capacités de conduite T1	$\beta=-.002$, $F(1,86)=0.00$, $p=.99$
Optimisme comparatif, contrôle fort T1	$\beta=.027$, $F(1,88)=0.63$, $p=.80$
Optimisme comparatif, contrôle faible T1	$\beta=-.034$, $F(1,88)=0.10$, $p=.75$

Figure 100 : Vitesse de parcours et optimisme comparatif au Temps 1*Vitesse sur le parcours et risque relatif au Temps 1*

Le risque relatif est prédictif de la vitesse sur le parcours à un seuil de 0.10 (10 % d'erreurs), $\beta=.17$, $F(1,88)=2.70$, $p=.10$. Lorsque le facteur âge est contrôlé ($p=.01$), alors l'effet du risque reste prédictif au même seuil (10 %). Autrement dit, plus les personnes perçoivent le risque, moins elles roulent vite.

4.6 Analyses d'interactions

4.6.1 Effet d'interaction entre les conditions expérimentales et l'optimisme comparatif fort sur différentes variables (VD)

a. VD1 : la collision

L'interaction n'a pas d'effet significatif $\beta=-0.010$, $p=.58$, 95%CI [-0.47, 0.26]

b. VD2 : vitesse sur le parcours

L'interaction n'a pas d'effet significatif $\beta=0.06$, $p=.91$, 95%CI [-1.11, 1.24]

c. VD3 : TR1

L'interaction n'a pas d'effet significatif $\beta=0.24$, $p=.26$, 95%CI [-0.19, 0.67]

d. VD4 : première action TR1V3T08

L'interaction n'a pas d'effet significatif $\beta=-0.18$, $p=.50$, 95%CI [-0.70, 0.34]

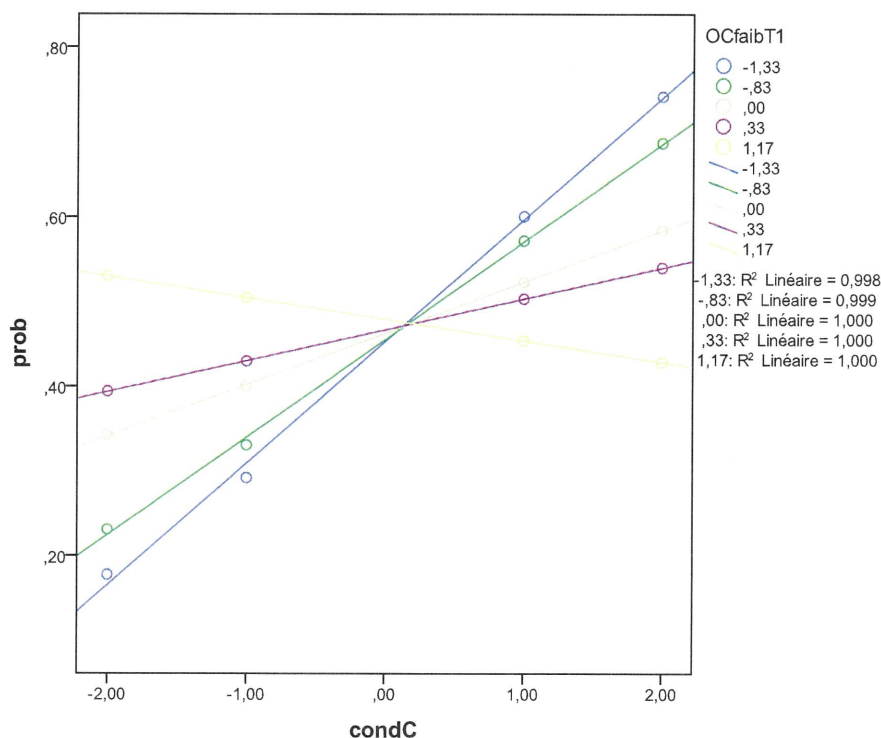
e. VD5 : vitesse i11.2

L'interaction n'a pas d'effet significatif $\beta=0.14$, $p=.81$, 95%CI [-1.06, 1.34]

4.6.2 Effet d'interaction entre les conditions expérimentales et l'optimisme comparatif faible sur différents variables (VD)

a. VD1 : la collision

L'interaction a un effet significatif $\beta=-.30$, $p=.04$, 95%CI [-0.590.075]



Légende : axe des abscisses -2.00 = ACAP ; -1.00 = ACSP ; 1.00=SCAP ; 2.00 = SCSP

Figure 101 : Interaction entre les conditions expérimentales et l'optimisme comparatif faible

Afin de pouvoir interpréter ce résultat, deux autres analyses d'interaction ont été menées.

La première consiste à tester l'interaction de l'OC faible et des conditions expérimentales avec consigne (modalités : avec (2) ou sans panneau (1)) sur la collision.

L'interaction est significative $\beta = -.85$, $p = .04$, 95%CI [-1.67, -0.32].

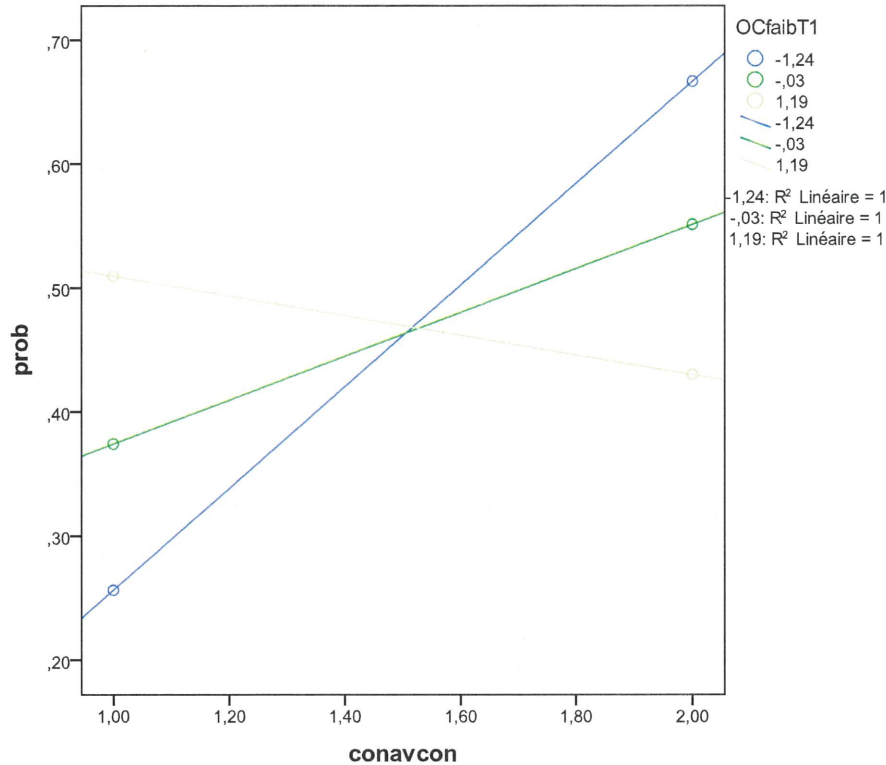


Figure 102 : Interaction entre les conditions expérimentales « Avec consigne » et l'optimisme comparatif faible

Ainsi, plus les individus sont optimistes, plus ils ont une probabilité faible d'avoir un accident dans la condition « avec consigne, sans panneau » et d'avoir une probabilité élevée d'avoir un accident dans la condition « avec consigne, avec panneau ».

En revanche, l'interaction de l'OC Faible et des conditions sans panneau (modalités : avec ou sans consigne) n'est pas significative.

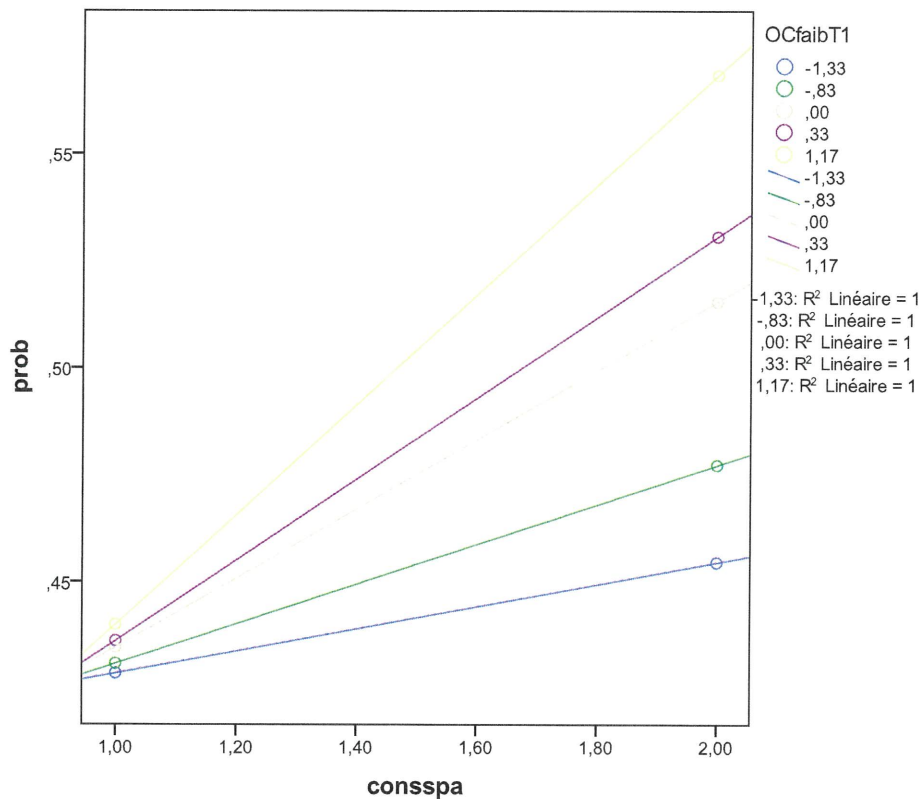


Figure 103 : Interaction entre les conditions expérimentales « sans panneau » et l'optimisme comparatif faible

Les résultats ne sont pas statistiquement significatifs.

b. VD2 : vitesse sur le parcours

L'interaction n'a pas d'effet significatif $\beta = -0.31$, $p = .96$, 95%CI [-1.31, 1.25]

c. VD3 : TR1

L'interaction n'a pas d'effet significatif $\beta = 0.10$, $p = .66$, 95%CI [-0.34, 0.54]

d. VD4 : TR1V3T08

L'interaction n'a pas d'effet significatif $\beta = -0.85$, $p = .50$, 95%CI [-0.62, 0.52]

e. VD5 : vitesse i11.2

L'interaction n'a pas d'effet significatif $\beta = -0.16$, $p = .81$, 95%CI [-0.51, 1.18]

4.6.3 Effet d'interaction entre les conditions expérimentales et l'optimisme comparatif capacité sur différents variables (VD)

a. VD1 : la collision

L'interaction n'a pas d'effet significatif $\beta = -.57$, $p = .22$, 95%CI [-1.47, 0.34]

b. VD2 : vitesse sur le parcours

L'interaction n'a pas d'effet significatif $\beta = 0.93$, $p = .51$, 95%CI [-1.87, 3.73]

c. VD3 : TR1

L'interaction n'a pas d'effet significatif $\beta = -0.37$, $p = .45$, 95%CI [-1.39, 0.66]

d. VD4 : TR1V3T08

L'interaction n'a pas d'effet significatif $\beta=-0.61, p=.32, 95\%CI [-1.19, 0.59]$

e. VD5 : vitesse i11.2

L'interaction n'a pas d'effet significatif $\beta=-0.88, p=.53, 95\%CI [-3.65, 1.89]$

4.7 Analyses de médiation

Des analyses de médiation ont été menées. Une seule propose des résultats significatifs.

Il existe un effet de l'optimisme comparatif capacité sur la collision médiatisée par la vitesse au segment 2.

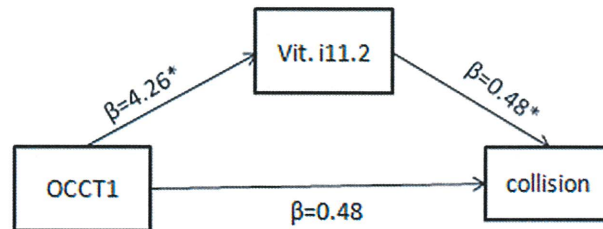


Figure 104 : Effet de l'optimisme comparatif capacité sur la collision médiatisée par la vitesse

Il n'y a pas d'effet direct de l'optimisme comparatif capacité sur la collision.

Ainsi plus les individus sont pessimistes quant à leur capacité, plus ils conduisent vite au segment 11.2 et plus cette vitesse est élevée, plus la collision a lieu.

Les analyses de corrélations soutiendraient l'hypothèse selon laquelle les individus ont conscience de leur capacité de conduite et se comportent conformément à celle-ci.

		OCCT1	Points perdus	T1 -diff. resp code
OCCT1	C. de Pearson	1	,231*	-,197*
	Sig. (uni)		,017	,033
	N	88	85	88
Points perdus	C. de Pearson	,231*	1	-,199*
	Sig. (uni)	,017		,034
	N	85	85	85
T1 -diff. resp code	C. de Pearson	-,197*	-,199*	1
	Sig. (uni)	,033	,034	
	N	88	85	88

*. La corrélation est significative au niveau 0.05 (unilatéral).

Figure 105 : Corrélations

5. Éléments de conclusion

5.1 Retour sur la méthode

Comme nous l'avons souligné dans le paragraphe consacré à la méthodologie, cette dernière s'inscrit dans une approche originale et novatrice. Elle regroupe, autour du même objet, des équipes de psychologie sociale, d'aménagement et d'accidentologie, en articulant des techniques de questionnaires et d'entretiens de psychologie, d'expérimentations sur simulateurs, dans un contexte temporel méthodologiquement contraint.

Elle a été conçue pour répondre à l'hypothèse de travail du projet qui portait sur l'influence possible de variables psychosociales sur le sentiment affirmé de priorité. Plus précisément, il s'agissait de montrer que l'optimisme comparatif manifesté pourrait rendre compte du sentiment affirmé de priorité et de comportements « insécuritaires » à observer et à caractériser. Des travaux antérieurs ont montré que l'accident de la route peut être relié au risque et notamment à l'optimisme comparatif. Il convenait alors, dans une logique systémique, de concevoir et de mettre en œuvre une méthodologie permettant de manipuler expérimentalement le sentiment affirmé de priorité et d'en mesurer ses effets. Le recours au simulateur de conduite s'est naturellement imposé.

Développée dans les chapitres méthode des livrables, l'articulation des différentes étapes mises en œuvre dans la méthodologie devait répondre à des contraintes pratiques et scientifiques (constitution d'un échantillon conséquent de sujets d'expérimentation disponibles pour les différents stades de la recherche, ajustement aux capacités de calcul, de fonctionnement et de disponibilité du simulateur, critères des groupes de sujets d'expérimentation, temporalités entre les étapes...).

L'articulation des techniques proposée par SANTAFÉ a pu être menée en suivant les propositions initiales que nous avons décrites dans notre offre à la Fondation Sécurité Routière. La gestion des exigences méthodologiques a été parfaitement maîtrisée. C'est un résultat intéressant et reproductible par d'autres équipes de chercheurs.

5.2 Retour sur les résultats

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

Par ailleurs, une analyse qualitative complémentaire enrichie par la retranscription des entretiens post-passation aurait permis de mieux caractériser l'enchaînement des comportements évitant l'accident et d'affiner les liens entre les comportements, les individus, leur groupe d'expérimentation et leur « signature » psychosociale. Malheureusement, des contraintes de personnel n'ont pas permis de terminer l'analyse fine de cette étape dont une partie des résultats bruts sont présentés en annexe du livrable 2.

Concernant le simulateur, les résultats mis en évidence portent sur l'effet des consignes et, au-delà des valeurs intrinsèques mises en évidence, aux caractéristiques des manœuvres réalisées :

Sur la relation entre les différentes conditions expérimentales, les résultats obtenus en termes d'occurrence des collisions confirment les hypothèses de départ sur les conditions expérimentales et leurs effets renforçateurs sur le sentiment affirmé de priorité. Ainsi, les conducteurs des trois groupes

soumis aux consignes et/ou aux panneaux, renforcés dans leur statut de prioritaire, ont eu deux fois plus d'accidents que les conducteurs testés dans la condition sans consigne sans panneau.

Pour ce qui concerne les temps de réaction (TR), nous retiendrons plusieurs éléments :

À partir du seuil où le véhicule non prioritaire démarre, aucune différence significative des TR entre les conditions expérimentales n'est mise en évidence.

Sur l'ensemble des conducteurs : à partir du moment où le véhicule non prioritaire débouche, la première réponse des conducteurs se situe en moyenne autour de 1,6 s. Les conducteurs actionnent le frein en moyenne 2,5 s après avoir vu le véhicule non prioritaire démarrer.

En revanche, les TR des conducteurs accidentés sont supérieurs à ceux des non accidentés indépendamment de leur groupe expérimental. En effet, les conducteurs non accidentés réagissent plus vite à ce seuil d'urgence, et ce, quel que soit le type d'action.

Le « non accidenté » va réagir à 1,4 s et lever le pied pratiquement au même moment mais va freiner tard à 2,9 s mais ça marche ! Alors que « l'accidenté » va réagir à 1,8 s et lever le pied pratiquement au même moment mais va freiner « tôt » à 2,10 s mais ça ne marche pas ! En ce qui concerne le lever de pied et le freinage, un décalage de quelques centièmes de seconde dans la mise en œuvre de ces actions se répercute directement sur la survenue de la collision. Par ailleurs, nous noterons que la qualité du freinage constitue un élément que nous avons souhaité considérer et mettre en lien avec l'occurrence des accidents. Des investigations supplémentaires et une amélioration du dispositif technique du simulateur, en termes de finesse de calcul, nous auraient permis d'obtenir des données exploitables concernant ce paramètre.

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

Ces premiers résultats posent l'hypothèse que ce n'est pas uniquement le faible temps de réponse qui permet d'éviter l'accident mais aussi la qualité de la réponse. Lorsque nous analysons l'enchaînement des manœuvres réalisées par les participants, nous mettons en évidence une différence significative entre accidentés et non accidentés du nombre de manœuvres réalisées au niveau du seuil de perceptibilité, particulièrement, en amont de l'intersection. Les non accidentés effectuent davantage de manœuvres de régulation que les accidentés au début de l'intersection, ils ont alors moins de difficultés à réagir efficacement en situation d'urgence.

5.2.1 Question de genre

Il n'y a pas de différence entre les TR des hommes et celui des femmes en situation d'urgence. Les hommes réagissent plus tôt en amont de l'intersection (seuil de perceptibilité de l'intersection). Ils réagissent par un « lâcher de pédale ». Ils feraient davantage preuve de prudence à cette étape.

Concernant les collisions et des TR en fonction du genre, nous ne relevons pas de différence significative entre hommes et femmes sur la survenue des accidents.

5.3 Les variables psychosociales et leur articulation

L'articulation et l'interprétation des résultats entre les questionnaires et les conditions expérimentales sur simulateur sont relativement décevantes dans la mesure où une grande partie est « peu

significative » à l'analyse statistique. Plusieurs raisons peuvent expliquer ce phénomène. La première renvoie à un problème inhérent à la désirabilité sociale de l'expérience du simulateur de conduite. Ainsi, il est possible que les individus aient adopté dans le simulateur une conduite plus respectueuse et par là-même, plus prudente que leur conduite réelle. Cette analyse est d'autant plus plausible que les résultats du rapport intermédiaire mettaient en évidence un lien entre l'optimisme comparatif et certaines dimensions du DBQ.

La seconde explication tient aux limites statistiques de l'étude. Il est en effet possible que les tailles d'effets inhérentes à de telles variables soient moyennes. Dès lors, l'augmentation de l'effectif pourrait permettre la mise en évidence des effets qui étaient attendus.

La question méthodologique mériterait d'être approfondie dans le futur. On montre cependant dans notre recherche quelques interactions intéressantes sur les effets du genre, de l'âge et de la vitesse. D'autres points concernent typiquement des résultats de psychologie sociale, notamment ceux concernant les points de permis, le genre. Quelques éléments sont décrits ci-après.

5.3.1 Le genre

Sur la question du genre, si le sexe n'a pas d'effet sur le nombre d'accidents matériels responsables, il y a en revanche un effet du sexe sur les accidents non matériels responsables ; les hommes ayant un nombre d'accidents significativement supérieur à celui des femmes, indépendamment du nombre de kilomètres parcourus. Un tel résultat pourrait s'expliquer par le fait que les hommes estiment leurs capacités de conduite plus élevées que les femmes ne considèrent les leurs. Dans ce sens, les hommes pensent plus que les accidents sont évitables et les attribuent moins à l'erreur humaine. Autrement dit, leur (sur)confiance les amènerait à prendre davantage de risques engendrant par là-même un risque d'accident plus élevé. Une telle interprétation est confirmée par le fait que les hommes expriment plus de difficultés à respecter le code de la route que les femmes.

En revanche, concernant les individus déclarant avoir eu des accidents matériels non responsables, les femmes ont plus d'accidents de ce type que les hommes et ceci indépendamment du nombre de kilomètres parcourus.

Par ailleurs, il n'y a aucune différence significative entre les hommes et les femmes pour les facteurs liés au nombre de points de permis et aux contraventions. Par contre, pour les personnes déclarant avoir perdu des points, les hommes perdent plus de points que les femmes. Par ailleurs, on montre que plus les femmes circulent, plus elles perdent de points. En revanche, quel que soit le nombre de kilomètres parcourus, les hommes ne semblent pas perdre plus de points sur leur permis. En ce qui concerne la vitesse sur le parcours, les hommes ne conduisent pas plus vite que les femmes.

Pour l'ensemble des autres questionnaires concernant l'optimisme comparatif, aucune différence significative n'apparaît entre hommes et femmes. Il n'y a pas non plus d'effet du sexe sur la mesure de risque relatif au temps T1 comme au temps T2. Enfin, les femmes estiment moins les accidents être de l'ordre de l'erreur humaine après la passation.

5.3.2 Optimisme Comparatif au Temps 2 et condition expérimentale

L'âge n'a pas d'effet sur l'optimisme comparatif au temps T1 de l'expérience. Il en est de même au temps T2. En revanche, s'il n'a pas d'effet sur l'optimisme « capacité » au T1, il a un effet au T2. Ainsi, plus les conducteurs sont âgés, plus ils estiment avoir des capacités de conduite. Ce résultat conduit à s'interroger sur l'effet de la collision ou non dans ce changement d'attitude à l'égard des capacités de conduite. L'âge pourrait alors être un médiateur de l'effet de l'accident sur l'évaluation

par l'individu de ses propres capacités. Néanmoins, ces analyses se sont révélées non significatives. Cette évolution pourrait donc être engendrée par la situation expérimentale indépendamment du fait d'avoir eu ou non une collision avec le parcours en simulateur.

Les participants dans la condition expérimentale « avec consigne avec panneau » ont des scores d'optimisme comparatif en contrôle faible plus élevés que les participants des autres conditions. Ainsi, dans cette condition expérimentale, ils sont plus pessimistes en situation de contrôle faible que dans les autres conditions. Ce résultat conduit à s'interroger sur l'interaction de la condition expérimentale et de la collision sur le niveau d'OC faible en T2. Cette analyse n'est pas significative. Il n'y a pas d'effet de la collision sur le risque relatif au temps T2. Il est donc possible que ce résultat puisse rendre compte de la manifestation d'un effet du sentiment affirmé de priorité. Rappelons que la mesure d'optimisme comparatif en situation de contrôle faible renvoie au fait d'être optimiste dans des situations pour lesquelles l'individu a peu de contrôle sur la situation (par exemple « Estimez la probabilité d'avoir un accident en étant heurté par l'arrière »). Dès lors, tout se passe comme si le sentiment affirmé de priorité avait modifié davantage leur perception de la situation que dans les autres conditions expérimentales. Le conducteur qui surgit devant eux sans respecter les règles de priorité apparaissant alors comme une situation liée à un faible contrôle de la part de l'individu. Il convient néanmoins de considérer cette interprétation avec prudence car le seuil de significativité n'est pas suffisamment faible pour mettre en évidence cette différence d'un point de vue statistique.

5.3.3 Vitesse sur le parcours et risque relatif au Temps 1

Plus les individus sont jeunes, plus ils conduisent vite. De la même manière, moins l'expérience de conduite est grande, plus les conducteurs roulent vite. Il n'y a pas d'effet du nombre de kilomètres parcourus (ni par semaine ni par an) sur la vitesse sur le parcours. Un tel résultat va dans le sens des chiffres de l'accidentologie en France, selon lequel les jeunes sont sureprésentés en termes d'accidents par rapport aux autres classes d'âge (pré-rapport ONISR, 2014).

Le risque relatif est prédictif de la vitesse sur le parcours, plus les personnes perçoivent le risque, moins elles roulent vite. Toutefois, la vitesse sur le parcours n'est pas prédictive de la collision. Comme évoqué précédemment, il est possible que les participants aient roulé moins vite afin de se faire bien voir par l'expérimentateur (biais de désirabilité sociale) qu'ils ne l'auraient fait dans une véritable situation de conduite et que cette vitesse amoindrie leur aurait permis d'éviter plus facilement la collision.

5.3.4 Optimisme comparatif et conditions expérimentales

Il n'y a pas d'effet d'interaction entre les conditions expérimentales et l'optimisme comparatif « fort » sur différentes variables : la collision, vitesse sur le parcours, TR1, première action liée au TR1, vitesse sur « l'intersection active » I11. Les mêmes résultats sont obtenus pour l'interaction entre l'optimisme comparatif en situation de contrôle faible et les conditions expérimentales sur l'ensemble de ces variables hormis la collision. En effet, l'effet d'interaction entre les conditions expérimentales et l'optimisme comparatif « faible » prédit la collision. Ainsi, plus les individus sont optimistes quant au risque d'accidents dans des situations à faible contrôle, moins ils ont de risque d'avoir un accident dans la condition « avec consigne, sans panneau » et un fort risque d'avoir un accident dans la condition « avec consigne, avec panneau ». En revanche, l'interaction de l'optimisme comparatif faible et des conditions sans panneau (modalités : avec ou sans consigne) n'est pas significative. Ce résultat va également dans le sens d'un effet du sentiment de priorité puisque l'effet délétère de l'OC faible intervient uniquement dans la situation où le sentiment de priorité est le plus fort.

Enfin, aucun effet d'interaction entre les conditions expérimentales et l'optimisme comparatif « capacité » n'a pu être mis en évidence sur la collision, la vitesse sur le parcours, le TR1 première action sur le TR1 ou la vitesse sur l'intersection 11.

De même, l'optimisme comparatif capacité ne prédit pas directement la collision. Cependant, un effet de l'optimisme comparatif capacités sur la collision médiatisé par la vitesse a pu être mis en évidence. Ainsi, plus les individus sont pessimistes quant à leur capacité, plus ils conduisent vite et plus cette vitesse est élevée, plus la collision a lieu. Les analyses soutiendraient l'hypothèse selon laquelle les individus ont conscience de leur capacité de conduite par rapport à celles des autres et se comportent conformément à celle-ci. Ainsi, les plus optimistes pourraient considérer encourir moins de risques du fait de leur conduite prudente alors que les pessimistes auraient tendance à considérer que les risques qu'ils encourent ne sont pas liés à un facteur relevant de leurs capacités de conduite et de ce fait, adopter une conduite moins prudente en termes de vitesse au moins dans le cadre de l'utilisation du simulateur. Un tel résultat serait néanmoins à confirmer par le biais de nouvelles recherches.

5.3.5 Le Driver Behavior Questionnaire

L'analyse du *Driver Behavior Questionnaire* (DBQ)¹⁸ révèle que les individus ayant perdu des points sur leur permis de conduire ont des scores à la dimension « erreur dangereuse » supérieurs à ceux qui n'ont pas perdu de points. Par contre, les variables concernant les points de permis sont prédictifs du score sur la dimension « violation ordinaire ». Plus les individus ont un nombre de points élevé sur leur permis, moins ils font preuve de violation ordinaire. Dans le même sens, les individus qui ont la totalité des points sur leur permis font moins de violations ordinaires que ceux qui n'ont pas la totalité des points. Plus les individus ont perdu des points sur leur permis, plus ils effectuent de violations ordinaires. Enfin, plus les individus déclarent avoir un comportement positif au volant, plus ils déclarent avoir des contraventions sans perte de points.

Ni le facteur « inattention » ni le facteur « inexpérience » ne prédisent la collision. De même, aucun effet du facteur « violation ordinaire » sur la collision n'a pu être mis en évidence.

5.4 Quelles suites à donner au regard des résultats obtenus ?

Les résultats obtenus ont permis, en accord avec les précédentes recherches de Yerpez *et al.* (2011), de démontrer expérimentalement l'effet du sentiment affirmé de priorité sur les comportements de conduite de l'individu. En effet, les biais de désirabilité inhérents à la situation expérimentale ont pu limiter la manifestation des effets du sentiment affirmé de priorité sur le comportement des conducteurs (notamment, en termes de respect de la vitesse par les participants avec le simulateur). Pour autant, la condition dans laquelle le sentiment de priorité est le plus élevé se distingue négativement des autres conditions expérimentales en termes de collision.

En termes de recherches, il conviendrait d'élaborer une mesure permettant de rendre compte ce sentiment affirmé de priorité. L'analyse de contenu sur les entretiens post-simulateurs pourrait constituer une base lexicale dans la construction d'un questionnaire visant à rendre compte de la propension de l'individu à exprimer un sentiment de priorité. Les résultats obtenus dans cette étude

¹⁸ Le DBQ intègre des échelles de violation, d'erreurs, de comportements envers les autres usagers. Les comportements de violation sont définis comme des écarts aux règles légales du comportement de conduite. Les « violations agressives » sont définies comme des comportements conflictuels avec les autres usagers. Les « violations ordinaires » sont définies comme des déviances délibérées de la conduite n'ayant pas un but agressif. Les « erreurs dangereuses » sont définies comme des prises de décisions plaçant le conducteur plaçant le conducteur en danger mais sans infraction aux règles légales. Les erreurs d'inattention sont définies comme des comportements inadaptés liés à un manque de concentration sur la tâche. Les erreurs d'inexpérience sont définies comme des comportements inadaptés liés à un manque de d'expérience de conduite.

reposent sur la manipulation de conditions expérimentales qui, par essence, ne permettent pas l'expression de différences interindividuelles en termes de sentiment de priorité. Il est en effet possible que le panneau AB2 génère des différences interindividuelles en termes de sentiment affirmé de priorité. L'élaboration d'un tel outil pourrait permettre :

- 1/ d'identifier les facteurs susceptibles de développer le sentiment de priorité chez les conducteurs ;
- 2/ de tester des leviers d'action permettant de diminuer le sentiment affirmé de priorité susceptibles d'être implémentés dans la formation initiale du conducteur ou dans le cadre des stages de récupération de points ;
- 3/ de tester des messages de prévention susceptibles de modifier ce sentiment affirmé de priorité, soit sur la route lorsque le conducteur est confronté au panneau AB2 en associant au panneau un message court appelant à la prudence avant les intersections ou par le biais de campagnes de prévention routière classiques.

5.5 Les travaux sur l'aménagement ne sont pas épuisés, encore beaucoup de choses restent à faire

Agir sur les infrastructures, l'aménagement, la conception de l'espace constitue un puissant levier pour produire des effets significatifs et durables, sur le niveau de sécurité du système de circulation car leurs caractéristiques et les contraintes qu'ils imposent, déterminent fortement le comportement du conducteur-usager.

Un besoin est d'alimenter les fondamentaux des guides de conception routière car les différents composants de la circulation routière évoluent (et de plus en plus rapidement) :

- L'infrastructure (évolution des matériaux et des techniques de mises en œuvre) ;
- Les véhicules (caractéristiques dynamiques, véhicules connectés, aides à la conduite qui relient le véhicule à l'infrastructure...) ;
- Les conducteurs (démographie, acceptabilité sociale, judiciarisation de la société...).

5.6 Apports du simulateur dans les analyses sur l'aménagement

Il convient ici de rappeler l'intérêt majeur de l'utilisation du simulateur de conduite qui est l'immersion du participant dans un environnement relativement réaliste, tout en gardant la rigueur d'une situation expérimentale de laboratoire et de pouvoir contrôler les événements qui vont survenir au cours du déroulement du scénario.

Comme nous l'avons montré et débattu dans un colloque international récent (Yerpez et *al.*, 2015), l'évolution technologique et l'augmentation des capacités de calcul permettent aujourd'hui de s'offrir des interactions conduite/environnement d'une qualité ouvrant de nombreuses pistes de recherche sur l'aménagement et les équipements routiers.

6. 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.
- Ajzen, I. (1985). From intentions to actions: A theory of planned behavior. In J. Kuhl & J. Beckman (Eds.), *Action-control: From cognition to behavior* (pp. 11-39).
- Albarracín, D., Blair, T.J., and Mark, P.Z. (2005). *The Handbook of Attitudes*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Allport, G.W. (1935). Attitudes. In C. Murchison (Eds.), *Handbook of social psychology*. (pp. 798-844). Worcester, M.A.: Clark University Press.
- Assailly, J.P. (1992). *Les jeunes et le risque : une approche psychologique de l'accident*. Paris : Vigot.
- Bargh J.A. (1994). The four horsemen of automaticity: Awareness, intention, efficiency and control in social cognition. In R.S. Wyer & T.K. Srull (Eds.), *Handbook of social cognition*, 2nd Edition (pp. 1-40). Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Bargh, J.A. (1997). The automaticity of everyday life. In R.S. Wyer, Jr (Ed), *The automaticity of everyday life: advances in social cognition* (Vol 10, p 1-61). Mahwah, N.J.: Erlbaum.
- 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 Transports Sécurité*, pp. 33-38.
- Binet, A. (1903). *L'étude expérimentale de l'intelligence*. Paris : Schleicher frères et Cie.
- Crites Jr, S.L., Fabrigar, L.R., & Petty, R.E. (1994). Measuring the affective and cognitive properties of attitudes: Conceptual and methodological issues. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 20(6), 619-634.
- Bordel, S., Désiré, L., Guégan, V., Menguy, G., Terrade, F., Somat, A., Maillard, J., & Guye, O. (2009). Rapport d'expérimentation sur site du système d'information de l'utilisateur sur la présence d'autres usagers : analyse des résultats (Livrable n° 2.8.3 bis). Projet SARI, thème AJISE.
- 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.
- Bruchon-Schweitzer, M. (2002). *Psychologie de la santé, modèles concepts et méthodes*. Paris : Dunod.
- CETE Normandie-Centre (1985). *Mise à priorité systématique des CD (chemins départementaux) non classés à grande circulation*, 25 p.
- Collectif IFSTTAR (2011). L'insécurité routière facteurs et mesures, *Revue de Littérature scientifique*, Rapport pour la Mission Parlementaire, 59 p.
- Collectif Cerema-IFSTTAR (2014). Séminaire de clôture des opérations de recherche PREVER & I2V, 5-6 novembre 2014 - Le Grand Quevilly. <http://actions-incitatives.ifsttar.fr/seminaires/seminaire-de-cloture-prever-i2v/>
- DACOTA (2009). *Road safety Data Collection, Transfer and Analysis*, Projet européen lancé dans le cadre du 7^e Programme-cadre de recherche et de développement.

- 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
- 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. (2000). Optimisme comparatif chez les usagers de la route : une protection contre le risque ? *Pratiques Psychologiques*, 1, 99-109
- Delhomme, P., Verhac, J.F., Martha, C. (2009). Are drivers' comparative risk judgments about speeding realistic? *In Journal of Safety Research*, 40, 333-339. doi:10.1016/j.jsr.2009.09.003
- Delhomme, P. (1991). Comparing one's driving with others': Assessment of abilities and frequency of offences: Evidence for a superior conformity of self-bias? *Accident Analysis and Prevention*, 23(6), 493-508. doi:10.1016/0001-4575(91)90015-W
- 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.
- Desrichard, O., Verhac, J.F., & Milhabet, I. (2001). Beliefs about average-risk, efficacy and effort as sources of comparative optimism. *Revue Internationale de Psychologie Sociale*, 4, 105-143.
- 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.
- Fazio, R.H. (1990). Multiple processes by which attitudes guide behavior – The mode model as an integrative framework. *Advances in Experimental Social Psychology*, 23, 74-109.
- 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.
- Ferrandez, F., Brenac, T., Girard, Y., Lechner, D., Jourdan, M., Nachtergaele, C., Michel, J.E. (1995). L'étude détaillée d'accident orientée vers la sécurité primaire. Méthodologie de recueil et de pré-analyse, Presses de l'ENPC, 244 pages.
- Fishbein, I. & Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention, and behavior: An introduction to theory and research*. Reading: MA: addison-Wesley.
- 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, *Accident Analysis and Prevention*, 63, 2, Elsevier, pp. 41-48, DOI: 10.1016/j.aap.2013.10.024
- 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.

- Hansen, C.H. & Hansen, R.D. (1994). Automatic emotion: Attention & facial efference. In P.M. Niedenthal & S. Kitayama (Eds). *The heart's eye: emotional influences in perception and attention* (pp. 217-243). San Diego: Academic Press.
- Harré, N., Foster, S., & O'Neill, M. (2005). Self-enhancement, crash-risk optimism and the impact of safety advertisements on young drivers. *British Journal of Psychology*, 96(2), 215-230. doi:10.1348/000712605X36019
- Harris, P., & Middleton, W. (1994). The illusion of control and optimism about health: On being less at risk but no more in control than others. *British Journal of Social Psychology*, 33(4), 369-386. doi:10.1111/j.2044-8309.1994.tb01035.x
- Hermitte T. (2012), review of accident causation models used in road accident research, DaCoTa Projet – Road Safety Data, collection, transfer and analysis, deliverable 5.9, 41p.
- 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 Etudes 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, XXIVe 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). Metodologia 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.
- Jacoby, L.L., Lindsay, D.S., & Toth, J.P. (1992). Unconscious influences revealed: Attention, awareness, and control. *American Psychologist*, 47(6), 802-809. doi:10.1037/0003-066X.47.6.802
- Job, R.S. (1990). The application of learning theory to driving confidence: The effect of age and the impact of random breath testing. *Accident Analysis & Prevention*, 22(2), 97-107. doi:10.1016/0001-4575(90)90061-O
- 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.
- Katz, D., & Stotland, E. (1959). A preliminary statement to a theory of attitude structure and change. In S. Koch (Ed.), *Psychology: A study of a science*. Vol. 3, New York: Mc Graw-Hill.
- Kihlstrom, J.F. (1987). The cognitive unconscious. *Science*, 237, 1445-1452.
- 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.
- Krauss, S.J. (1995). Attitudes and the Prediction of Behavior: A Meta-Analysis of the Empirical Literature. *Personality and Social Psychology Bulletin*. 21, (1), 58-75.
- 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., Stannier, R.A., & Lewis, C. (1991). Factors underlying illusory self-assessment of driving skill in males and females. *Accident Analysis & Prevention*, 23, 45-52.
- McKenna, F. P. (1993). It won't happen to me: Unrealistic optimism or illusion of control? *British Journal of Psychology*, 84(1), 39.
- 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., Barnils, A., & Bardin, B. (2014). *Effect of comparative optimism of driving abilities and skills on comparative optimism concerning the probability of having a car accident*. International Congress of Applied Psychology, Paris, France.
- 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. doi:10.1016/j.aap.2010.08.023
- 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.
- Perruchet, P. (1988). Une évaluation critique du concept d'automatisme. In P. Perruchet (Ed.), *Les automatismes cognitifs*, pp. 27-54. Bruxelles : Mardaga.
- 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. (Édition 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.
- Rosenberg, M.J., Hovland, C.I. (1960). Cognitive, affective, and behavioural components of attitude. In C.I. Hovland, & M.J. Rosenberg (Eds.), *Attitude organization and change: An analysis of consistency among attitude components* (pp. 1-14). New Haven, CT: Yale University Press.
- Rosenstock, I.M. (1974). Historical origins of the Health Belief Model. *Health Education Monographs*, 2, 328-335.
- 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.
- 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.
- Shiffrin, R. M. & Dumais, S. T. (1981). The Development of Automatism. In J. Anderson (Ed.) *Cognitive Skills and Their Acquisition*. 111-140. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- 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.
- Simon M.C., Hermitte T., Page Y. (2009), *Intersection Road Accident Causation: a European View 21th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles*, Stuttgart, France, June 15-18, paper n°09-0370.
- Smith, E.R. (1997). Preconscious automaticity in a modular connectionist system. In R.S. Wyer, Jr (Ed). *The automaticity of everyday life: Advances in social cognition* (Vol. 10, pp. 187-202). Mahwah, N.J.: Erlbaum.
- Smith, M.B. (1947). The personal setting of public opinions: a study of attitude toward Russia. *Public Opinion Quarterly*, 11, 507-523.
- Summala, H. (1981). *Drivers' steering reaction to a light stimulus on a dark road* *Ergonomics*, 1981, Vol. 24, NJ 2, pp. 125-131.
- Taylor, S.E., Kemeny, M.E., Aspinwall, L.G., Schneider, S.G., Rodriguez, R., & Herbert, M. (1992). Optimism, coping, psychological distress, and high-risk sexual behavior among men at risk for acquired immunodeficiency syndrome (AIDS). *Journal of Personality and Social Psychology*, 63(3), 460-473. doi:10.1037/0022-3514.63.3.460
- Thomas, W.I. & Znaniecki, F. (1918-1920). *The polish peasant in Europe and America*. Boston Badger.
- Thomas, P., Hill, J., Morris, A. P., Welsh, J. R., Talbot, R. I., Mulrhad, N., Vallet, G., Yannis, G., Papadimitriou, E., Evgenikos, P., Dupont, E., Martensen, H., Hermite, T., Bos, N., Aarts, L. (2013). *Dacota: Road Safety Data, Collection, Transfer and Analysis Deliverable 0.1-Final Project Report*, np.
- 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 underuncertainty: Heuristics and biases, *Science*, 185, 1124-1131.
- Tzelgov, J. (1997). Automaticity but conscious: That is how we act most of the time. In R.S. Wyer, Jr (Ed.), *The automaticity of everyday life: Advances in social cognition* (Vol. 10, pp. 217-230). Mahwah, N.J.: Erlbaum.
- 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. (2007), Analysing « human functional failaures » in road accidents, Project N°027763 – TRACE –Traffic Accident Causation in Europe, deliverable, D5.1, 39 p.
- 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.
- Van Elslande, P., Fouquet, K. (2004). Analyse approfondie de l'accidentologie en aménagement urbains : erreurs, facteurs, contextes de production, Rapport de convention INRETS-DSCR, INRETS, 83 pages.

- Vienne, F., Caro, S., Desiré, L., Auberlet, J. M., Rosey, F., Dumont, E. (2014). Driving simulator: an innovative tool to test new road infrastructures, TRA - Transport Research Arena, Paris, France, 14/04/2014, 10 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.
- Watson, J.B. (1925). *Behaviorism*. New York: Norton.
- Weinstein, N.D. (1980). Unrealistic optimism about future life events. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39, 906-920.
- Wicker, A.W. (1969). Attitudes versus actions: The relationships of verbal and overt behavioral responses to attitude objects. *Journal of Social Issues*, 25, 41-47.
- 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.
- Yerpez, J. (2014). Penser des infrastructures plus sûres et efficaces in Nicolas Hautière, Dossier Thématique IFSTTAR, À quoi ressembleront les routes de 5ème génération ? <http://www.ifsttar.fr/ressources-en-ligne/lactualite-ifsttar/dossiers-thematiques/mobilites/a-quoi-ressembleront-les-routes-de-5eme-generation/>
- Yerpez, J., Hughes, M., Bordel, S., Perrissol, S., Adam, M., Etienne, V., Berthelon, C. (2014). *Sentiment affirmé de priorité : temps de réponse, comportement de conduite et infrastructure routière, SANTAFÉ*, Rapport intermédiaire n° 2 (à 24 mois), IFSTTAR, Jonction, CEREMA, CLLE, 69 pages + Annexes.
- Yerpez, J., Fournier J.Y., Hughes, M., Perrissol S., Bardin B., Bordel S. (2015). Comportement de conduite, temps de réponse et infrastructure routière. Réflexion méthodologique sur la recherche infrastructure/comportement, Focus sur l'utilisation du simulateur de conduite, Congrès mondial de la Route, AIPCR, Séoul, 14 p.
- Zimbardo, P.G., & Leippe, M.R. (1991). *The Psychology of Attitude Change and Social Influence*. Mc Graw-Hill.

Table des figures par chapitre

1. Contexte du projet et rappel de la méthode

Figure 1 : Panneau AB2

2. Bibliographie

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

Figure 2 : Analyse séquentielle de l'accident

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

Figure 3 : Les activités mises en jeu dans la conduite (Neboit, 1982)

Figure 4 : Stages of Human Function Failure (Hermitte, 2012)

Figure 5 : Human Functional failures per stages (Hermitte, 2015)

2.4 Éléments liés à l'infrastructure

Figure 6 : 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 7 : Abaques indiquant la distance de visibilité en fonction de la vitesse pratiquée sur la voie principale et du temps de franchissement

Figure 8 : Abaque donnant la distance de visibilité en fonction de la vitesse pratiquée sur la voie principale et du temps de franchissement

Figure 9 : Visualisation de la route secondaire intersectée par un alignement transversal

2.6 SARI et le panneau AB2 : infrastructure et statut prioritaire

Figure 10 : Panneau AB2 clignotant en Corse (Route Nationale 198, Haute Corse)

2.7 Sentiment de priorité, attitude et comportement de conduite, une articulation novatrice ?

Figure 11 : Représentation de la théorie de l'action raisonnée d'après Terrade & Perrissol (non publié)

Figure 12 : Représentation de la théorie du comportement planifié d'après Terrade & Perrissol (non publié)

Figure 13 : Représentation du Health Belief Model d'après Bruchon-Schweitzer (2002)

3. Méthodologie

Figure 14 : Méthodologie générale du projet

3.3 Expérimentation sur simulateur de conduite

Figure 15 : Exemple d'image du simulateur

Figures 16 et 17 : Deux vues du véhicule non prioritaire positionné sur l'intersection I11 (Intersection de l'accident)

Figure 18 : Schéma du scénario (avec trajet secondaire d'entraînement)

Figure 19 : Seuils d'interaction entre les véhicules prioritaire et non prioritaire

Figure 20 : Panneau AB2

4. Résultats

4.3 Approche conjointe

Figure 21 : Nombre (et pourcentage de collisions) en fonction des conditions expérimentales

Figure 22 : Comparaison des différents modèles. Deux chiffres différents traduisent une différence entre deux conditions

Figure 23 : Seuils d'interaction entre les véhicules prioritaire et non prioritaire (rappel graphique).

Figure 24 : Comparaison des moyennes de temps de réponse entre les conducteurs accidentés et non accidentés en fonction du type d'action effectuée au moment où le non prioritaire démarre

Figure 25 : Comparaison des moyennes de TR au seuil de perceptibilité en fonction du genre et selon le type de manœuvre effectuée

Figure 26 : Moyennes des TR au moment où le véhicule démarre et selon le type de manœuvre effectuée

Figure 27 : Moyennes des TR au seuil de perceptibilité et selon le type de manœuvre effectuée (version 3)

Figure 28 : Comparaison du nombre moyen de manœuvres effectuées par les conducteurs accidentés et les conducteurs non accidentés

4.4 Réponses par groupe expérimental aux passations sur simulateur

Figure 29 : Profil de vitesse sur l'intersection 15 des quatre groupes expérimentaux

Figure 30 : Répartition des actions réalisées par les conducteurs entre le début et le milieu de l'intersection 5 en fonction des quatre groupes expérimentaux

Figure 31 : Profil de vitesse groupe collision versus groupe sans collision

Figure 32 : Répartition des actions réalisées par les conducteurs entre le début et le milieu de l'intersection 5 en fonction des deux groupes accidentés ou non

Figure 33 : Comparaison des profils de vitesse entre l'intersection 5 et 11 des conducteurs ayant eu une collision

Figure 34 : Profil de vitesse groupe homme vs groupe femme

Figure 35 : Répartition des actions réalisées par les conducteurs entre le début et le milieu de l'intersection 5 en fonction des deux groupes homme et femme

4.5 Analyse des questionnaires de psychologie sociale et articulations avec l'expérimentation

Figure 36 : Participants : comparaisons de moyennes en intergroupes (variable sexe) totalité de l'échantillon

Figure 37: Participants : comparaisons de moyennes en intergroupes (variable sexe) hors grands conducteurs

Figure 38 : Points restant sur permis

Figure 39 : Points perdus

Figure 40 : Contravention avec points perdus

Figure 41 : Contraventions sans points de perdus

Figure 42 : Accident matériel non responsable

Figure 43 : Accident matériel responsable

Figure 44 : Accident corporel non responsable

Figure 45 : Accident corporel responsable

Figure 46 : Analyses au regard du sexe

Figure 47 : Sexe et individus n'ayant pas tous leurs points

Figure 48 : Sexe et individus déclarant avoir perdu des points

Figure 49 : Facteurs sexe et kilomètres parcourus sur nombre de points perdus

Figure 50 : Sexe et contraventions avec perte de points.

Figure 51 : Sexe et contraventions sans perte de points.

Figure 52 : Sexe et accidents matériels responsable

Figure 53 : Sexe et accidents matériels non responsable

Figure 54 : Sexe et risque relatif

Figure 55 : Effet du sexe passations 1 et 2

Figure 56 : Effet du temps de mesure passations 1 et 2

Figure 57 et graphiques associés : Effet du sexe et u temps de passation sur item « accident de l'ordre de l'erreur humaine »

- Figure 58 : Risque relatif, temps de passation et sexe
- Figure 59 : Risque relatif au Temps 2 et collision
- Figure 60 : Risque relatif au Temps 2 de la passation et expériences
- Figure 61 : Comportement positif et sexe
- Figure 62 : Comportement positif et expériences
- Figure 63 : Inattention et sexe
- Figure 64 : Inattention et expériences
- Figure 65 : Inexpérience et sexe
- Figure 66 : Expériences et collision
- Figure 67 : Erreur dangereuse et sexe
- Figure 68 : Erreur dangereuse et expériences
- Figure 69 : Erreur dangereuse et points de permis
- Figure 70 : Violation agressive et sexe
- Figure 71 : Violation agressive et collision
- Figure 72 : Violation agressive et collision, échantillon restreint
- Figure 73 : Violation agressive et points restants sur le permis
- Figure 74 : Violation agressive et points perdus
- Figure 75 : Violation agressive et contraventions sans points perdus
- Figure 76 : Violation ordinaire et sexe
- Figure 77 : Violation ordinaire et points de permis/contraventions
- Figure 78 : Violation ordinaire et points de permis/contraventions – Échantillon restreint
- Figure 79 : Violation ordinaire et points restants sur le permis
- Figure 80 : Violation ordinaire et points perdus
- Figure 81 : Violation ordinaire et contraventions sans points perdus
- Figure 82 : Violation ordinaire et contraventions avec points perdus
- Figure 83 : Optimisme comparatif capacité perçues au Temps 1 de la passation et sexe
- Figure 84 : Optimisme comparatif capacité perçues au Temps 1 de la passation et expériences
- Figure 85 : Optimisme comparatif contrôle fort au Temps 1 de la passation et sexe
- Figure 86 : Optimisme comparatif contrôle fort au Temps 1 de la passation et expériences
- Figure 87 : Optimisme comparatif contrôle faible au Temps 1 de la passation et sexe
- Figure 88 : Optimisme comparatif contrôle faible au Temps 1 de la passation et expériences
- Figure 89 : Optimisme comparatif capacités perçues items communs T2
- Figure 90 : Optimisme comparatif Contrôle Fort en T2
- Figure 91 : Optimisme comparatif Contrôle Faible en T2
- Figure 92 : Optimisme comparatif capacités perçues T2
- Figure 93 : Optimisme comparatif contrôle fort T2
- Figure 94 : Optimisme comparatif contrôle faible T2
- Figure 95 : Risque relatif et sexe
- Figure 96 : Risque relatif au Temps 1 et expériences
- Figure 97 : Collision et Risque relatif
- Figure 98 : Vitesse de parcours et sexe
- Figure 99 : Vitesse de parcours et expériences
- Figure 100 : Vitesse de parcours et optimisme comparatif au Temps 1

4.6 Analyses d'interactions

- Figure 101 : Interaction entre les conditions expérimentales et l'optimisme comparatif faible

Figure 102 : Interaction entre les conditions expérimentales « Avec consigne » et l'optimisme comparatif faible

Figure 103 : Interaction entre les conditions expérimentales « sans panneau » et l'optimisme comparatif faible

4.7 Analyses de médiation

Figure 104 : Effet de l'optimisme comparatif capacité sur la collision médiatisé par la vitesse

Figure 105 : Corrélations

Annexe 1 : 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 1ere 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)

1ere action pour TR2 : on note la 1^{ère} action effectuée par le conducteur lié 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 2 : Simulateur, variables « comportementales »

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 au 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...)			

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 au 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...)			

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 au 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...)			

Vitesse, accélération longitudinale moyenne et répartition des manœuvres d'évitement réalisées en fonction du découpage en trois 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 au 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...)			

Vitesse, accélération longitudinale moyenne et répartition des manœuvres d'évitement réalisées en fonction du découpage en trois 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 %

Répartition des manœuvres d'évitement réalisées pour les deux temps de réaction et des collisions en fonction des quatre 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

Répartition des 1ères manœuvres d'urgence réalisées du TR1 en fonction des quatre groupes

→ Différence sur la première 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

Répartition des 1ères manœuvres d'urgence réalisées du TR2 en fonction des quatre 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

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

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

- Différence sur le TR pour la première 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

Répartition des temps de réponse moyen (s) lié au seuil ou le VL non prioritaire démarre selon la première action réalisée en fonction des quatre 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.

