

Direction de la recherche et de l'innovation,
Commissariat général au développement durable,
Ministère de l'Écologie du Développement Durable et de l'Énergie
Notification 09MTCV32

Lutte contre les prises à contresens sur routes à chaussées séparées

15 mai 2014

Philippe Cabon, Dédale,
Laurent Carnis, IFSTTAR,
Catherine Chauvineau, CEREMA,
Radoine Dik, CEREMA,
Emmanuel Kemel, CEREMA et
Perrine Ruer, Dédale.

Page laissée blanche intentionnellement

Historique des versions des documents

Version	Date	Commentaire
1	31/01/14	Version remise à la DRI
2	30/04/14	Version finale accommodant les remarques des experts mandatés par la DRI

Affaire suivie par :

- Emmanuel KEMEL – Cerema / Direction territoriale Ouest

Département Infrastructures, Mobilité, Environnement et Risques (DIMER) ; Groupe Sécurité

Emmanuel.kemel@cerema.gouv.fr – Tél : 02 40 12 85 19

Rédacteur Principal:

- Emmanuel KEMEL – Cerema / Direction territoriale Ouest

Département Infrastructures, Mobilité, Environnement et Risques (DIMER) ; Groupe Sécurité

Emmanuel.kemel@cerema.gouv.fr – Tél : 02 40 12 85 19

Contributeurs :

- Philippe Cabon, Dédale,

- Laurent Carnis, IFSTTAR,

- Catherine Chauvineau, CEREMA

Validation :

Date	Nom du valideur	Commentaire
30/01/2014	Gilles Blanchard	

Mots-clés : Prises à contresens, évaluation, accidentalité, expérience sur simulateur, analyse coût-avantage, enquête de préférences déclarées.

Page laissée blanche intentionnellement

Résumé

Chaque année, sur les routes à chaussées séparées, des véhicules engagés à contresens provoquent des accidents. Si le nombre de ces accidents est faible, ils sont généralement très graves et fortement médiatisés. L'origine de la prise à contresens est également difficile à localiser. Le phénomène est également difficile à expliquer. Depuis une dizaine d'années, des études et des expérimentations sont menées autant sur le réseau autoroutier concédé que sur le réseau à chaussées séparées national et départemental. Les évaluations restent souvent attachées à une discipline particulière et sont souvent incomplètes compte tenu des caractéristiques du phénomène et de sa complexité. Le projet de recherche consiste à proposer une analyse détaillée des accidents liés aux prises à contresens et une évaluation complète de dispositifs en cours d'expérimentation (barrières lumineuses anti-contresens et panneau B1 sur fond jaune) en intégrant un volet économique et comportemental. L'objectif est de mieux connaître le phénomène de prise à contresens et formuler des recommandations à l'égard de ces contremesures. Il consiste également à adapter des méthodes issues de différentes disciplines à cette problématique.

L'étude se compose de 3 lots pour l'évaluation globale des plots lumineux anti-contresens et des panneaux B1 sur fond jaune :

- lot analyse technique avec analyse d'accidentalité et évaluation d'expérimentations de terrain,
- lot analyse comportementale avec identification de critères d'évaluation, tests sur table et évaluation sur simulateur simplifié,
- lot analyse économique avec approche coût-bénéfice et analyse expérimentale des comportements économiques.

Un lot synthèse et coordination permet de suivre l'ensemble des études et de discuter les aspects méthodologiques.

Le travail de recherche apporte des contributions méthodologiques et empiriques à l'analyse des prises à contresens et des contremesures possibles.

- L'analyse d'accidentalité permet de caractériser finement les accidents avec prise à contresens et le profil des conducteurs responsables.
- Un outil expérimental de recensement des contresens est utilisé pour l'évaluation d'expérimentations de terrain (analyses avant/après, et comparaison entre sites).
- Une méthode d'évaluation comportementale de signalisation est développée et implémentée au travers de deux expériences menées sur différents types de conducteurs.
- Les outils de calcul économique sont adaptés à l'évaluation de signalisation, et l'efficacité économique des B1J et plots lumineux est évaluée.
- Un questionnaire à l'intention des gestionnaires de 2x2 voies identifie plusieurs différences entre les prescriptions de la théorie économique et les comportements déclarés.
 - Les contributions des trois lots permettent :
 - de formuler une dizaine de recommandations pour la lutte contre les prises à contresens,
 - d'identifier les atouts et limites des différentes méthodes employées et de proposer des pistes de recherches futures.

Préambule

Ce rapport présente les résultats du projet de recherche LUCOS, « Lutte contre les prises à contresens sur 2x2 voies ». Ce projet a été financé dans le cadre du GO2 du Prédit 4 : « Qualité et sécurité des systèmes de transport ».

Le projet a été réalisé sur une période de 28 mois, d'octobre 2009 à mars 2010 et de mars 2012 à janvier 2014.

Le projet a été porté et piloté par Radoine Dik (CETE de L'Ouest) jusqu'en septembre 2012, puis par Emmanuel Kemel (CETE de L'Ouest).

Le projet se compose de quatre lots :

- lot technique, piloté par Radoine Dik (CETE de l'Ouest) puis par Catherine Chauvineau (CETE de l'Ouest),
- lot comportemental, piloté par Philippe Cabon (LAA puis Cabinet Dédale),
- lot économique, piloté par Laurent Carnis (IFSTTAR),
- lot synthèse et coordination, piloté par Radoine Dik (CETE de l'Ouest) puis par Emmanuel Kemel (CETE de l'Ouest)

Le CETE de l'Ouest, aujourd'hui CEREMA DTer Ouest, a assuré le pilotage global du projet. Le projet LUCOS étant multidisciplinaire, chaque lot a été maître du choix des approches, méthodes et analyses menées dans son cadre. Celles-ci doivent être considérées comme propres à chacun des lots.

Sommaire

Introduction générale.....	4
1 - Accidentalité liée aux prises à contresens.....	10
1.1 - Introduction.....	11
1.2 - Revue de littérature sur l'accidentalité.....	12
1.3 - Méthode.....	14
1.4 - Résultats.....	18
1.5 - Résultats de l'analyse de PV.....	26
1.6 - Discussion.....	28
2 - Présentation des contremesures statiques.....	30
2.1 - Exemples de contremesure.....	32
2.2 - Présentation des contremesures étudiées.....	34
3 - Expérimentations de terrain.....	38
3.1 - Description de l'expérimentation.....	40
3.2 - Analyse des données.....	47
3.3 - Résultats.....	50
3.4 - Discussion.....	65
4 - Expérimentation en laboratoire.....	68
4.1 - Phase 1 : état de l'art.....	70
4.2 - Phase 2 : évaluations ergonomiques et tests sur table.....	74
4.3 - Phase 3 : tests en simulateur.....	81
4.4 - Discussion.....	97
5 - Une analyse économique des prises à contresens et des contremesures possibles.....	102
5.1 - Ce que dit la littérature sur les prises à contresens et qui intéresse l'analyse économique.....	105
5.2 - Les données du problème pour l'analyse économique.....	110
5.3 - Application au cas français.....	116
5.4 - D'autres solutions économiques sont-elles possibles ?.....	126
5.5 - La nécessité d'étudier la décision publique.....	129
6 - Discussion Générale	142
6.1 - Principaux résultats.....	144
6.2 - Formulation de recommandations.....	150
6.3 - Discussion autour des méthodes d'évaluation de signalisation.....	153
6.4 - Pistes de recherches complémentaires.....	157
7 - Annexes.....	160
8 - Références	210

Page laissée blanche intentionnellement

Introduction générale

Le développement du réseau de routes à chaussées séparées a pour objectif de concilier performance et sécurité. Ces réseaux sont ceux pour lesquels la vitesse maximum autorisée est la plus élevée (entre 70 et 130 km/h). À cette performance s'associe la sécurité offerte par un sens unique de circulation, qui limite le risque de choc frontal, réputé comme la configuration d'accident la plus violente et grave. Cependant, un certain nombre de véhicules circulant à contresens sont régulièrement observés sur ces réseaux. Ces prises à contresens peuvent être responsables d'accidents, qui, bien que rares, marquent par leur gravité. Ces accidents suscitent également l'incompréhension et font l'objet d'une forte résonance médiatique : comment de tels accidents peuvent se produire sur un réseau dont l'objectif premier est de les éviter ?

En 2007, un rapport de préconisations du Conseil Général des Ponts et Chaussées (CGPC), estimait les enjeux des prises à contresens sur autoroutes et routes à chaussées séparées à environ 50 tués par an. Une série de mesures étaient préconisées dans l'objectif de "diviser rapidement au moins par deux", le nombre d'accidents de ce type. La mesure principale concernait le renforcement de la signalisation horizontale (flèches unidirectionnelles au sol) et verticale (panneaux sens interdit). Le rapport préconisait également la poursuite des études, recherches et expérimentations, pour mieux connaître le phénomène et proposer des solutions adaptées.

Un rapport du Setra (2008) présente un état de l'art sur la lutte contre les prises à contresens sur les voies à chaussées séparées. Ce rapport est issu des réflexions d'un groupe de travail, menées entre 2003 et 2007, et constitue aujourd'hui une référence pour les gestionnaires exposés à ce phénomène. Il présente quelques éléments caractéristiques des prises à contresens. De l'ordre d'une prise à contresens avérée sur 20 conduit à un accident corporel. Ces accidents pèsent relativement peu dans l'accidentalité des réseaux à chaussées séparées (environ 1%) mais ont une mortalité particulièrement élevée. Ils représentent en effet environ 4% des accidents mortels sur ces réseaux. Ces accidents se caractérisent également par les spécificités des conducteurs qui en sont responsables. La plupart de ces conducteurs circule en effet dans un état de facultés cognitives affaiblies. Plus précisément, les personnes très âgées sont sur-représentées parmi les responsables d'accident avec prise à contresens, ainsi que les conducteurs ayant une alcoolémie particulièrement élevée.

Le rapport liste les pistes de lutte contre les prises à contresens et l'accidentalité associée. Les préconisations s'articulent autour de quatre axes complémentaires que sont la lisibilité des infrastructures (géométrie et signalisation), l'installation d'équipement spécifiques anti-contresens (signalisation horizontale ou verticale), les dispositifs dynamiques de détection et d'alerte (ex: PMV, alerte radio) et les dispositifs d'arrêts (ex: barrières déployables ou systèmes coercitifs). Une première évaluation de ces différentes mesures est proposée au travers d'un travail de parangonnage d'expériences ou de pratiques menées aux Etats-Unis d'Amérique ou dans plusieurs pays européens.

Ce travail met en évidence l'intérêt de la signalisation anti-contresens. Le rapport préconise donc la réalisation d'expérimentations en France de ce type de signalisation. La nécessité de mener des recherches complémentaires pour améliorer la compréhension des prises à contresens, et analyser l'efficacité des contremesures est également soulignée, à travers l'expérimentation de terrain mais également l'utilisation d'outils de simulation de conduite.

C'est dans ce contexte que le projet de recherche LUCOS (Lutte contre les prises à contresens sur les routes 2x2 voies) a été proposé à l'appel d'offre Prédit GO2 "Économie de la Sécurité routière". La réponse proposée à l'appel à projet figure en [annexe 7.11](#). Ce projet de recherche répond aux recommandations formulées par le rapport du CGPC, en proposant une actualisation de l'analyse de l'accidentalité liée aux prises à contresens, au niveau national, ainsi qu'une évaluation multicritère de deux dispositifs statiques de signalisation anti-contresens : les panneaux de type B1 sur fond jaune, et les barrières lumineuses constituées de plots luminescents. L'évaluation est multicritère dans la mesure où elle repose sur les résultats d'expérimentations de terrain, de plusieurs expériences menées en laboratoire, ainsi que d'une évaluation économique des dispositifs.

Le projet a été réalisé par une équipe d'ingénieurs et chercheurs de plusieurs organismes scientifiques et techniques (Cabinet Dédale, IFSTTAR et CETE de l'Ouest, devenu CEREMA), structurée autour de quatre lots. Le lot technique, piloté par le CETE de l'Ouest avait pour objectif de réaliser l'étude de l'accidentalité liée aux prises à contresens, à partir du fichier national des accidents corporels (appelé fichier BAAC), d'accompagner et évaluer les expérimentations de terrain des panneaux B1J et des barrières lumineuses. Le lot comportemental, piloté par le cabinet Dédale, a réalisé une analyse bibliographique et empirique du comportement des usagers exposés à ces deux types de signalisations. L'étude empirique s'est basée sur la conception et la réalisation de plusieurs expériences de laboratoire. Le lot économique, piloté par l'IFSTTAR, s'est basé sur les résultats des deux précédents lots pour mener une analyse socio-économique des deux dispositifs étudiés. Un questionnaire a également été conçu à l'intention de gestionnaires de réseaux à 2x2 voies, afin d'étudier leur perception du risque de prises à contresens et les dimensions susceptibles d'impacter la prise de décision en matière de lutte contre ce phénomène. Un lot synthèse et coordination, piloté par le CETE de l'Ouest, a suivi l'avancée du projet au travers de réunions régulières et a veillé à l'harmonisation des contributions.

Les objectifs du projet LUCOS étaient de chercher à :

- mieux **comprendre** les caractéristiques de l'accidentalité liée aux prises à contresens,
- **évaluer** deux dispositifs statique anti-contresens, par une approche multicritère :
technique, comportementale et économique,
- **proposer** des pistes d'action et de recherches complémentaires.

La mobilisation d'une équipe multidisciplinaire pour mener l'évaluation de dispositif de signalisation expérimentaux constitue l'originalité principale de ce projet. La littérature fait état d'analyses d'accidentalité reposant sur un nombre restreint d'événements. De même, les évaluations de dispositifs sont souvent sommaires. A cet égard, les travaux menés dans le cadre du projet LUCOS circonscrivent la problématique au travers d'une grande diversité de données et d'approches. L'analyse de l'accidentalité, menée à partir du fichier BAAC porte sur l'ensemble du territoire, sur une période de 5 ans. Elle est complétée par une série d'analyses de procès verbaux permettant d'enrichir la compréhension des facteurs de prise à contresens. Les expérimentations de terrain sont évaluées par comparaison avant/après, de l'accidentalité, mais également des signalements de prises à contresens. L'analyse comportementale se fonde sur une analyse de littérature pour concevoir deux expériences, l'une statique, l'autre dynamique permettant d'étudier le comportement d'usagers face à différents types de signalisation. L'analyse se focalise également sur différents types d'usagers, exposés au risque de prises à contresens. Le lot économique mobilise les méthodes et outils du calcul économique pour réaliser une évaluation coût avantages des dispositifs testés. Il propose également de s'intéresser aux perceptions et comportements de prise de décision des gestionnaires, en matière de lutte contre les prises à contresens.

Ce rapport présente les principaux résultats des travaux menés dans le cadre du projet Prédit LUCOS. Concrètement, les contributions des différents lots permettent d'apporter des contributions empiriques et méthodologique pour l'étude des prises à contresens et des contremesures adaptées. Plus précisément, des éléments de réponse aux questions suivantes sont apportés :

Analyse de l'accidentalité

- Quelles sont les caractéristiques des accidents liés aux prises à contresens, et des conducteurs qui en sont responsables ?
- Comment l'accidentalité liée aux prises à contresens a-t-elle évolué au cours de ces dernières années ?
- Existe-t-il des disparités entre les types de réseaux, ou les régions françaises, en termes d'accidentalité liée aux prises à contresens ?
- L'analyse de procès verbaux d'accidents permet-elle de mieux comprendre les causes de prises à contresens ?

Expérimentation de terrain

- Quelles sont les contraintes d'installation et d'entretien des dispositifs expérimentaux ?
- Comment recenser et référencer les prises à contresens dans l'optique d'évaluation de dispositifs expérimentaux ?
- Quel est l'impact de ces dispositifs sur l'évolution de l'accidentalité ou des signalements de prises à contresens ?

Analyse comportementale

- Comment la littérature dans le domaine des Facteurs Humains aborde-t-elle la question des prises à contresens ?
- Comment les usagers interprètent-ils les signalisations testées ?
- Peut-on observer les comportements de prise à contresens sur simulateur ?
- Les signalisations expérimentales permettent-elles de réduire le nombre de prises à contresens observées sur simulateur ?
- Quelles sont les pistes de recherches complémentaires à mener sur cette question ?

Analyse économique

- Comment le calcul économique s'applique-t-il à l'évaluation de dispositifs de lutte contre les prises à contresens ?
- D'après les éléments disponibles, les dispositifs étudiés sont-ils économiquement rentables, d'un point de vue socio-économique ?
- Quelles sont les perceptions des gestionnaires du risque de prise à contresens ?
- Quelles sont les préférences des gestionnaires en termes de choix de projet visant à améliorer la sécurité routière ?
- Quelles sont les limites du calcul économique appliqué à la sécurité routière ?

La suite du rapport s'organise de la façon suivante. Le chapitre 1 offre une présentation des résultats de l'analyse d'accidentalité liée aux prises à contresens. Le chapitre 2 présente les deux dispositifs étudiés, ainsi que plusieurs retours d'expérience issus de l'étranger. Le chapitre 3 décrit la méthode et les résultats des expérimentations de terrain de ces dispositifs. L'analyse comportementale des dispositifs est présentée dans le chapitre 4. Les résultats des chapitres 3 et 4 sont mobilisés par le chapitre 5 qui rappelle les principes de l'évaluation socio-économique et réalise une analyse coût-avantage des dispositifs étudiés. Ce chapitre présente également le questionnaire réalisé à l'intention des gestionnaires de routes à chaussées séparées. Le dernier chapitre présente une discussion générale du rapport. Il rappelle les principaux résultats. Il propose également une discussion méthodologique et des pistes d'actions et de recherches complémentaires.

Page laissée blanche intentionnellement

1 - Accidentalité liée aux prises à contresens

1.1 - Introduction

Les prises à contresens sont un exemple flagrant d'erreur de conduite et/ou d'échec de l'infrastructure à chaussées séparées qui est sensée garantir un sens unique de circulation. Les prises à contresens représentent une menace pour les usagers et ont une résonance médiatique importante. Au-delà de l'impact psychologique et médiatique de ce type d'événement, il est nécessaire d'en connaître les conséquences en termes d'accidentalité.

L'étude de l'accidentalité liée aux prises à contresens a deux objectifs. Il s'agit tout d'abord de mesurer les enjeux associés à ces comportements en termes d'accidents, de blessés, de tués. Ces éléments sont nécessaires pour dimensionner en conséquence les efforts à investir dans la lutte contre les prises à contresens.

Un second objectif d'une étude d'accidentalité est d'identifier les facteurs à l'origine des prises à contresens. Quand ces accidents ont-ils lieu ? Quelles en sont les conséquences ? Qui sont les conducteurs responsables ?

La caractérisation des accidents générés par des prises à contresens permettra d'identifier les principaux facteurs. Ce type de connaissance sera précieux pour développer des contremesures spécifiquement adaptées au phénomène.

Ce chapitre présente une analyse des accidents corporels liés aux prises à contresens, au niveau France entière, sur la période 2008-2012. Son objectif est de caractériser ces accidents et de mettre en évidence leur spécificité vis-à-vis des autres accidents ayant lieu sur le réseau à chaussées séparées. L'étude est complétée par une série d'analyses de procès verbaux (PV) d'accidents impliquant un véhicule à contresens. Les PV sont des documents juridiques offrant une description fine des circonstances d'un accident, à partir des éléments recueillis par les forces de l'ordre, sur les lieux de l'accident ou auprès des principaux impliqués et témoins. Cette analyse permettra de compléter l'analyse quantitative réalisée sur les fichiers BAAC, par une analyse plus qualitative. Notamment, l'analyse de PV permettra d'étudier les causes des prises à contresens, qui ne figurent pas directement dans les fichiers BAAC.

La suite du chapitre présente une revue des principales études nationales et internationales de caractérisation des accidents liés aux prises à contresens. Les principaux « faits stylisés » de ce type d'accident seront présentés. La présente étude aura pour objectif de vérifier si ces faits stylisés s'appliquent au cas français et/ou sont toujours d'actualité. La troisième partie présente la méthodologie utilisée pour notre analyse. Les résultats sont présentés dans la quatrième partie.

1.2 - Revue de littérature sur l'accidentalité

Au niveau international, il est possible de trouver une vingtaine de rapports présentant des études d'accidentalité liée aux prises à contresens. Ceux-ci émanent essentiellement des Etats-Unis et de pays européens tels que la Suisse ou la France. Étonnamment, les articles scientifiques sur cette thématique sont beaucoup moins nombreux. Une seule référence a été identifiée. Lathrop et al. (2010) présentent une étude détaillée d'une cinquantaine d'accidents impliquant un conducteur à contresens sur les routes à chaussées séparées du Nouveau Mexique. Les caractéristiques de ces accidents sont comparées aux 924 autres accidents recensés sur le réseau. En France, une analyse des conséquences des prises à contresens en termes d'accidentalité a été réalisée par l'ASFA en 2005.

Ces éléments permettent d'identifier les « faits stylisés » suivants, identifiés par la grande majorité des études.

- Les accidents liés aux prises à contresens sont rares mais graves

Concernant la relation entre accidentalité et prise à contresens, Vicedo (2006) estime que entre 1% et 3% des prises à contresens génèrent un accident de la circulation en France. D'après le SETRA (2008), ce taux se situe autour de 5 %. Les situations dans lesquelles les prises à contresens mènent à un accident sont donc relativement rares.

Concernant l'accidentalité, le SETRA (2008) estime le taux d'accidents corporels dus aux prises à contresens à 4 pour 10 milliards de kilomètres parcourus.

La même note rapporte que ces accidents représentent moins de 1 % du total des accidents corporels (sur réseau 2x2 deux voies RN et autoroutes, entre 2001 et 2005) mais plus de 4 % des accidents mortels. Pour le cas Suisse, cet écart semble être plus important. D'après la revue de Scaramuzza et Cavegn (2007), les prises à contresens sont impliquées dans 0,03 % des accidents mais représentent entre 2,6 % et 6 % des tués.

- Ces accidents ont majoritairement lieu la nuit

Ce résultat est mis en évidence par Lathrop et al. (2010), et Cooner et Ranft (2007) pour les Etats Unis. Plus précisément, ce sont les heures tardives de la nuit, qui voient le plus de prises à contresens. D'après la note de l'ASFA (2005) entre 50 % et 60 % de ce type d'accident ont lieu la nuit, en France.

- Les conducteurs âgés sont sur-représentés parmi les conducteurs de véhicules à contresens.

D'après les études d'accidentalité, les conducteurs les plus âgés sont largement sur-représentés parmi les conducteurs circulant à contresens. En France, les conducteurs âgés représentaient il y a quelques années plus de 70 % des conducteurs à contresens impliqués dans un accident corporel (entre 2001 et 2004, sur le réseau ESCOTA, d'après ASFA). Cette tendance se retrouve dans les autres études, menées sur la Suisse ou les États-Unis.

- Les conducteurs circulant à contresens ont souvent un taux d'alcool (largement) supérieur au seuil légal.

D'après l'ASFA, 17 % des conducteurs à contresens étaient sous l'emprise de l'alcool, dans les accidents recensés entre 2001 et 2004 sur le réseau ESCOTA. La revue d'étude effectuée par Cooner et Ranft (2007) fait état d'un taux d'implication de l'alcool dans ce type d'accidents beaucoup plus important : entre 50 % et 75 %.

Concernant les facteurs humains, plusieurs études (cf. Vicedo, 2006) soulignent que les conducteurs à contresens sont souvent dans un état psychologique particulier : fatigue, perte de repère, médicaments, dépression (menant à une tentative de suicide).

Certaines études mettent également en évidence une implication particulière des jeunes conducteurs (Scaramuzza et Cavegn, 2007). Cette implication particulière est expliquée soit par la faible expérience de ces conducteurs (et leurs possibles erreurs de conduite), soit par des prises de risques particulières, liées à la consommation d'alcool.

Plusieurs études observent que les hommes sont sur-représentés parmi les conducteurs circulant à contresens (cf Cooner et Ranft, 2007), en revanche d'autres études n'observent pas ce type de différence (ex. Lathrop et al. 2010).

- La prépondérance des prises à contresens varie suivant le type d'infrastructure

Il est difficile d'identifier l'impact de la géométrie des infrastructures (et en particulier des bretelles d'entrées ou sortie) sur la prépondérance des prises à contresens. Cependant l'impact d'autres caractéristiques a été mis en évidence. Par exemple, l'ASFA fait état d'une occurrence plus élevée sur les sections non fermées par des barrières de péage. Cet élément est repris par Vicedo (2006). De plus, les entrées/sorties des aires de repos génèrent moins de prises à contresens que les autres.

Peu d'éléments sont présents quant à une éventuelle saisonnalité de phénomène. Zhou et al. (2012) observent dans l'Etat de l'Illinois, que les accidents liés aux prises à contresens sont plus nombreux en hiver que lors des autres saisons.

1.3 - Méthode

1.3.1 - Objectifs

La majorité des études constituant l'état de l'art reposent sur les populations d'accident relativement faibles. Cela s'explique par le fait que les analyses sont faites par État (dans le cas des États-Unis) et par réseau, pour la France.

Notre analyse porte sur une période de 5 ans et porte sur l'intégralité du territoire national. De fait, nous manipulons une population importante d'accidents.

Les objectifs de l'étude sont les suivants. Tout d'abord, il s'agira de vérifier si les principaux faits stylisés identifiés dans la revue de littérature s'appliquent au cas français, sur une période récente. Puisque l'étude porte sur une période de 5 ans, il sera également possible de regarder si une tendance propre à ce type d'accident peut être identifiée.

Enfin, le fichier BAAC contenant un nombre important de variables descriptives des accidents (heure, lieu, véhicules et usagers), il offre la possibilité de tester l'impact d'autres facteurs que ceux précédemment identifiés. Par exemple, nous pourrions observer s'il existe des disparités géographiques, selon les types de réseaux ou les régions. Nous pourrions également nous intéresser à diverses variables propres aux conducteurs, telles que l'ancienneté du permis (jeunes conducteurs vs. conducteurs expérimentés), ou le fait d'être un conducteur local ou non.

La seconde partie de l'étude, menée à partir d'analyses de PV, aura pour objectif de mettre en évidence plusieurs éléments ne pouvant pas être traités à partir du fichier BAAC. Notamment, une attention particulière sera portée aux causes des prises à contresens.

1.3.2 - Les données

La première partie de l'étude consiste en une analyse quantitative du fichier BAAC. Pour chaque accident corporel de la circulation (i.e. comportant un moins un blessé hospitalisé), une fiche est remplie par les forces de l'ordre. Cette fiche contient quatre volets. Le premier décrit les circonstances de l'accident, le second décrit le lieu. Le troisième décrit chacun des véhicules impliquées. Le dernier est celui qui recevra la plus grande attention dans la présente étude. Il décrit les usagers impliqués. Une description complète du fichier est proposée à l'intention de ses utilisateurs dans une note rédigée par l'ONISR, le SETRA et le CETE du Sud-Ouest (2012).

Une extraction du fichier a été réalisée sur les critères suivants : accidents ayant lieu sur la période 2008-2012, au niveau France entière, sur une route à chaussées séparées¹.

Le régime de circulation de la route est renseigné par la variable « régime de circulation ». Nous nous intéressons aux accidents ayant lieu sur autoroute, route nationale ou route départementale, à chaussées séparées. Un total de 28 129 accidents corporels a été recensé. Parmi ceux-ci, 289 accidents impliquent un conducteur circulant à contresens. Cette information est renseignée par la variable « manœuvre principale avant accident ».

Concernant les PV d'accidents, l'accès aux données est plus difficile. Ceux-ci peuvent en effet être couverts par le secret judiciaire et leur consultation nécessite l'obtention d'autorisations particulières.

Les recherches sur le portail Accidents, à partir de Concerto, ont permis de recenser une quarantaine d'accidents entre 2007 et 2012 sur les régions Bretagne et Pays de la Loire, impliquant une prise à contresens.

Sur les quarante procès verbaux accidents recensés sur ce territoire (cf fichiers BAAC), seuls 16 ont pu être analysés compte tenu des difficultés à pouvoir y accéder auprès des services dues souvent à l'ancienneté des PV.

Les 16 PV recueillis se répartissent de la façon suivante :

- 3 sur autoroutes
- 8 sur Routes Nationales (RN)
- 1 sur le périphérique nantais
- 4 sur Routes Départementales (RD)

¹Et pour laquelle le nombre de voies est renseigné et supérieur ou égal à deux.

La localisation des accidents dont les PV ont été traités est indiquée par des points verts sur la carte de la figure 1.1

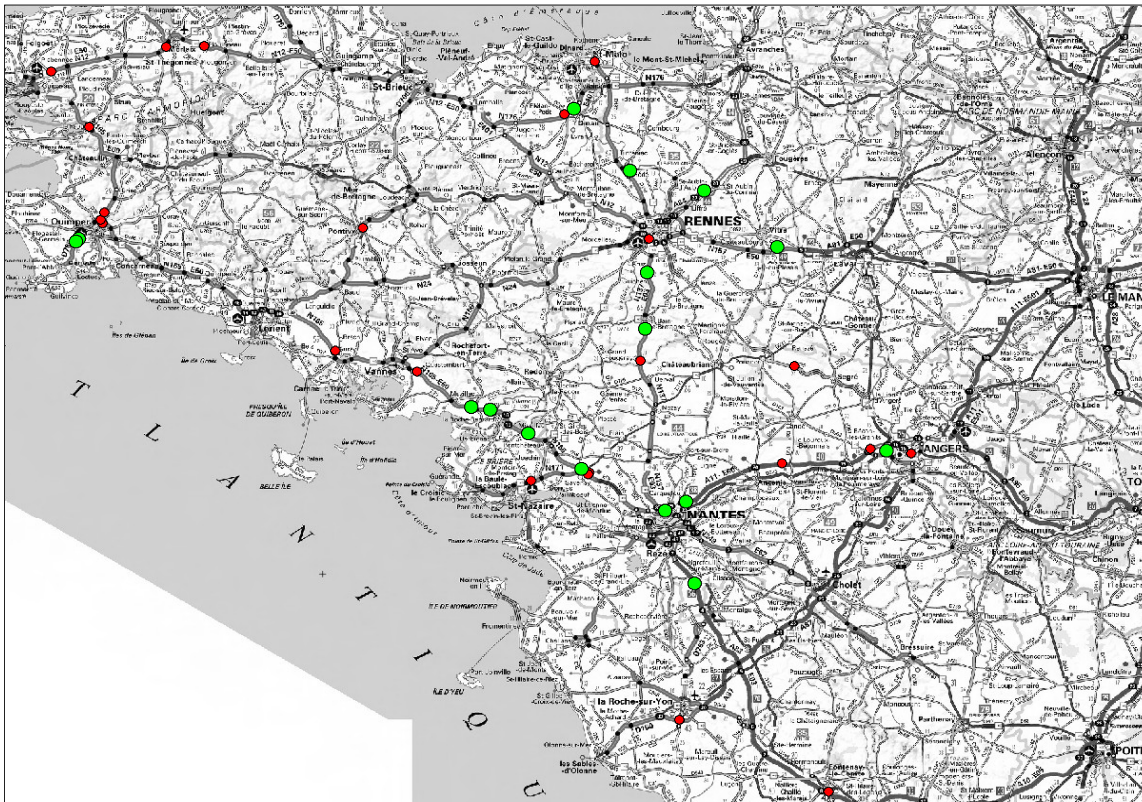


Figure 1.1 Localisation des accidents avec prise à contresens sur le réseau de la DIRO (les accidents ayant fait l'objet d'une analyse de PV sont en vert)

1.3.3 - Méthode d'analyse

Une analyse statistique est réalisée à partir de la base extraite du fichier BAAC. Deux types de traitements sont systématiquement réalisés. D'une part, la distribution des variables caractéristiques est décrite sur la population des accidents impliquant un conducteur à contresens. Cela a pour objectif de décrire ce type d'accident. Dans un second temps, ces distributions sont comparées aux distributions observées sur les autres accidents (ayant lieu sur le même réseau). Cela a pour objectif de mettre en évidence les éléments qui distinguent les accidents liés aux prises à contresens des autres types d'accidents. Cette comparaison sera systématiquement appuyée de tests statistiques. Pour chaque variable étudiée, nous observerons si les caractéristiques des accidents liés aux prises à contresens sont significativement différentes (au sens statistique), des autres accidents.

En d'autres termes, cela revient à considérer les accidents non liés aux prises à contresens comme une population témoin, à laquelle sont comparés les accidents impliquant un conducteur à contresens.

Pour l'analyse les facteurs humains, les conducteurs circulant à contresens sont comparés aux conducteurs principaux (identifiés par la lettre A dans le fichier BAAC) des autres types d'accidents.

L'analyse des procès verbaux d'accidents repose sur un échantillon beaucoup plus restreint. De fait, le traitement statistique sera nécessairement limité à quelques statistiques descriptives.

1.4 - Résultats

1.4.1 - Occurrence des accidents liés aux prises à contresens et enjeux

Sur les 28 129 accidents corporels recensés sur les routes à chaussées séparées de France entre 2008 et 2012, 289 impliquent un conducteur circulant à contresens. Ces accidents représentent donc 1,02 % des accidents corporels. Plus précisément, l'intervalle de confiance (à 95 %) de ce taux est [0,91 %, 1,15 %]. On peut donc affirmer avec un risque de 5 % que le taux d'implication des prises à contresens dans les accidents corporels est compris entre 0,91 % et 1,15 %.

Dans une analyse présentée par le SETRA², le taux d'accidents impliquant un contresens était estimé à 1 % (308 avec contresens) sur la période 2005-2009. Le taux d'accidents impliquant un contresens est donc resté stable.

Le tableau 1.1 présente le taux d'implication des contresens dans l'accidentalité pour chaque année de la période 2008-2012. Les variations du taux au cours de ces années ne sont pas statistiquement significatives (test du Khi², p=0,11).

<i>Année</i>	2008	2009	2010	2011	2012
Total Accidents	5169	5668	5952	5770	5585
Accidents avec contresens (%)	1,3	1,1	0,9	0,8	1,1

Tableau 1.1 Evolution du taux d'accidents corporels avec prises à contresens sur les 5 dernières années

Lorsqu'on s'intéresse au nombre de tués, on constate que sur la période d'étude, 72 personnes ont été tuées dans les accidents liés à des prises à contresens (soit un peu plus de 14 par an en moyenne). Ce nombre représente 3,7 % (IC95=[3 %, 4,8 %]) du total de tués. Les accidents liés aux prises à contresens sont donc bien plus graves, en moyenne, que les autres types d'accidents. Ainsi, le nombre moyen de tués par accident est de 0,25 pour les accidents liés aux contresens et 0,06 pour les autres.

On peut donc considérer que les accidents liés aux prises à contresens sont quatre fois plus mortels que les autres.

²Analyse des accidents à partir de la base de données nationales », J. Alexis, Journée CoTITA du 7 avril 2011.

Cela s'explique notamment par le type de collisions occasionnées. Le choc est frontal dans 56 % des accidents impliquant un conducteur à contresens.

1.4.2 - Localisation

La part d'accidents impliquant un véhicule à contresens dans l'ensemble des accidents sur routes à chaussées séparées est calculée pour chaque région. Les résultats sont présentés dans un tableau situé en [annexe 7.1](#).

Le nombre d'accident varie d'une région à l'autre, suivant le linéaire de routes à chaussées séparées et suivant les trafics. C'est pour cette raison que l'on s'intéresse au taux d'accidents impliquant un conducteur à contresens.

Comme nous l'avons vu précédemment, le taux d'implication au niveau national est de l'ordre de 1 %. On observe que le taux d'accidents impliquant une prise à contresens varie significativement d'une région à l'autre (test du χ^2 , $p < 0.001$).

Plus précisément, pour chaque région, le taux est comparé à la moyenne nationale.

On observe que l'Île-de-France a un taux significativement plus faible que celui observé au niveau France entière. Il en est de même pour la Corse où aucun accident lié à une prise à contresens n'a été recensé. Pour les régions Lorraine, Champagne-Ardenne, Auvergne et Pays de la Loire, le taux est significativement supérieur à la moyenne nationale.

Le tableau 1.2 présente une ventilation des accidents par types de route.

Type de route	Contresens	Sans contresens
Autoroute	90 31%	13 233 48%
Route nationale	87 30%	6 970 25%
Route départementale	112 39%	7 637 27%
Total	289 100%	28 129 100%

Tableau 1.2 Répartition des accidents corporels par type et type de réseau

On remarque que les accidents associés aux prises à contresens sont sur-représentés dans les accidents ayant lieu sur les routes nationales et départementales.

En effet, 52 % des accidents sans prises à contresens ont lieu sur ces routes, contre 69 % des accidents avec prises à contresens.

Inversement, les accidents liés aux prises à contresens sont moins nombreux sur autoroute, proportionnellement aux autres types d'accidents.

1.4.3 - Contexte

Dans cette section, on s'intéresse au contexte dans lequel ont eu lieu des accidents : jour, heure, luminosité et conditions climatiques.

Un tableau présentant la distribution des accidents selon le jour de la semaine et suivant qu'ils impliquent ou non un véhicule circulant à contresens, est présenté en annexe.

Le graphique 1.2 présente la comparaison des deux distributions.

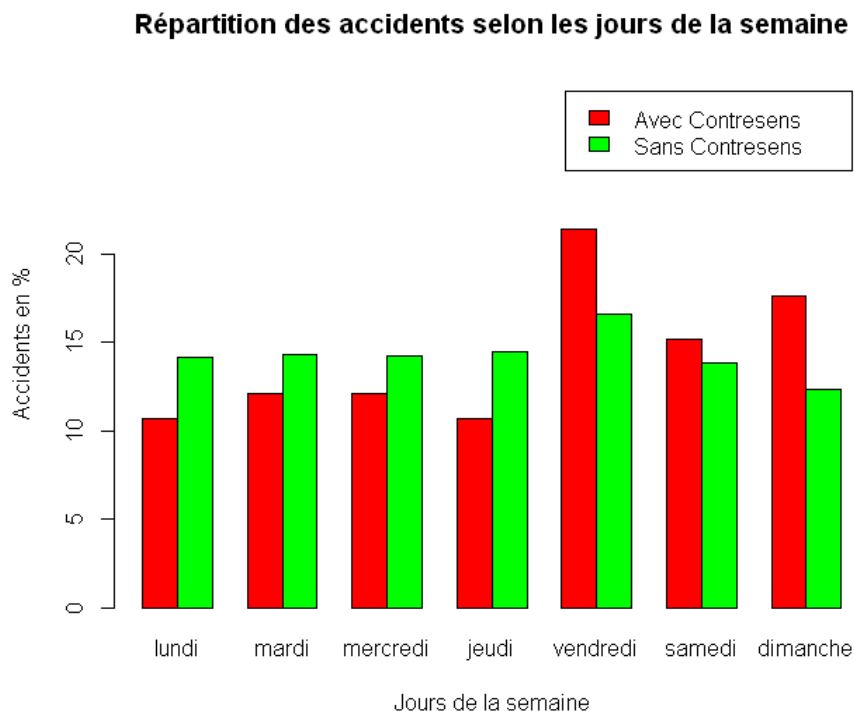


Figure 1.2 Répartition des accidents corporels par jour et par type

On remarque que les accidents impliquant un contresens sont sur-représentés en fin de semaine (vendredi, samedi, dimanche). C'est plus particulièrement vendredi et le dimanche que l'écart est le plus important. Ces différences sont statistiquement significatives (test du χ^2 , $p < 0.01$). De façon plus globale, 33 % des accidents avec contresens ont lieu le week-end, contre 26 % des accidents sans contresens.

Une analyse similaire est réalisée sur les tranches horaires. Quatre tranches horaires sont considérées : La matinée (6h-11h59), après-midi (12h-17h59), soirée (18h-23h59) et nuit (00h-5h59).

La répartition des accidents suivant la tranche horaire est comparée pour les deux types d'accidents (avec ou sans contresens). Les résultats sont présentés dans le tableau 1.3 et illustrés par le graphique 1.3.

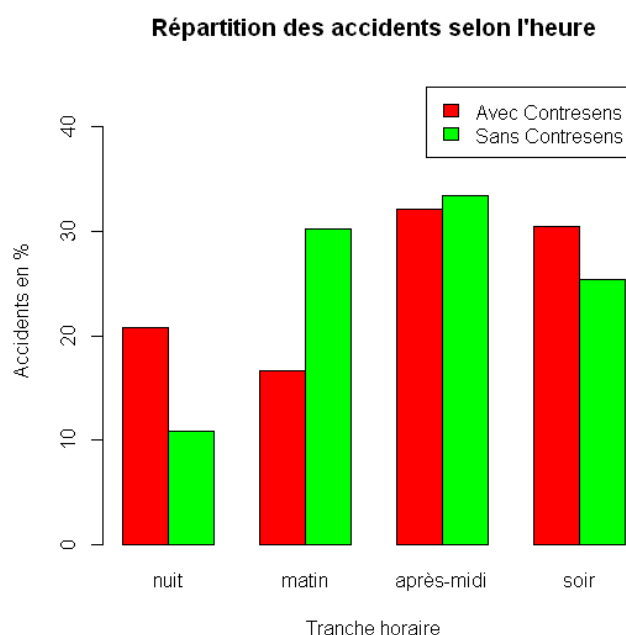


Figure 1.3 Répartition des accidents corporels par type et tranche horaire

<i>Heure</i>	<i>Contresens</i>	<i>Sans contresens</i>
Nuit 00h-5h59	60 21 %	3009 11 %
Matinée 6h-11h59	48 17 %	8434 30 %
Après-midi 12h-17h59	93 32 %	9313 34 %
Soir 18h-23h59	88 30 %	7084 25 %
Total	289 100 %	28 129 100 %

Tableau 1.3 Répartition des accidents corporels par type et tranche horaire

On constate que 20 % des accidents impliquant une prise à contresens ont lieu entre 00h et 6h00. Ce taux est deux fois plus important que la part des autres accidents ayant lieu de nuit. Globalement, 50 % des accidents impliquant un contresens ont lieu entre 18h et 6h du matin. Cette différence est significative au sens statistique (test du χ^2 , $p < 0.01$).

Concernant les conditions météorologiques, 80 % des accidents ont lieu en l'absence de phénomène météorologique particulier. Ce taux est le même suivant que les accidents impliquent un véhicule circulant à contresens ou non.

Les accidents sont également répartis suivant les mois de l'année. Aucune différence significative n'est observée entre les accidents impliquant un contresens et les autres. Il semble donc qu'il n'y ait pas de saisonnalité propre à ce type d'accidents.

1.4.4 - Conducteurs

Dans cette section, nous nous intéressons aux caractéristiques des conducteurs du véhicule circulant à contresens. Ces caractéristiques sont comparées à celles des conducteurs responsables d'autres types d'accidents. Nous travaillons avec une base de 18 884 conducteurs.

74 % des conducteurs à contresens sont des hommes. Ce taux est légèrement (mais non statistiquement) supérieur au taux d'hommes parmi les conducteurs impliqués dans d'autres types d'accidents.

Les accidents sont répartis suivant la classe d'âge du conducteur principal (qui est le conducteur présumé responsable lorsque plusieurs conducteurs sont impliqués dans un accident). Les distributions sont illustrées par le graphique 1.3.

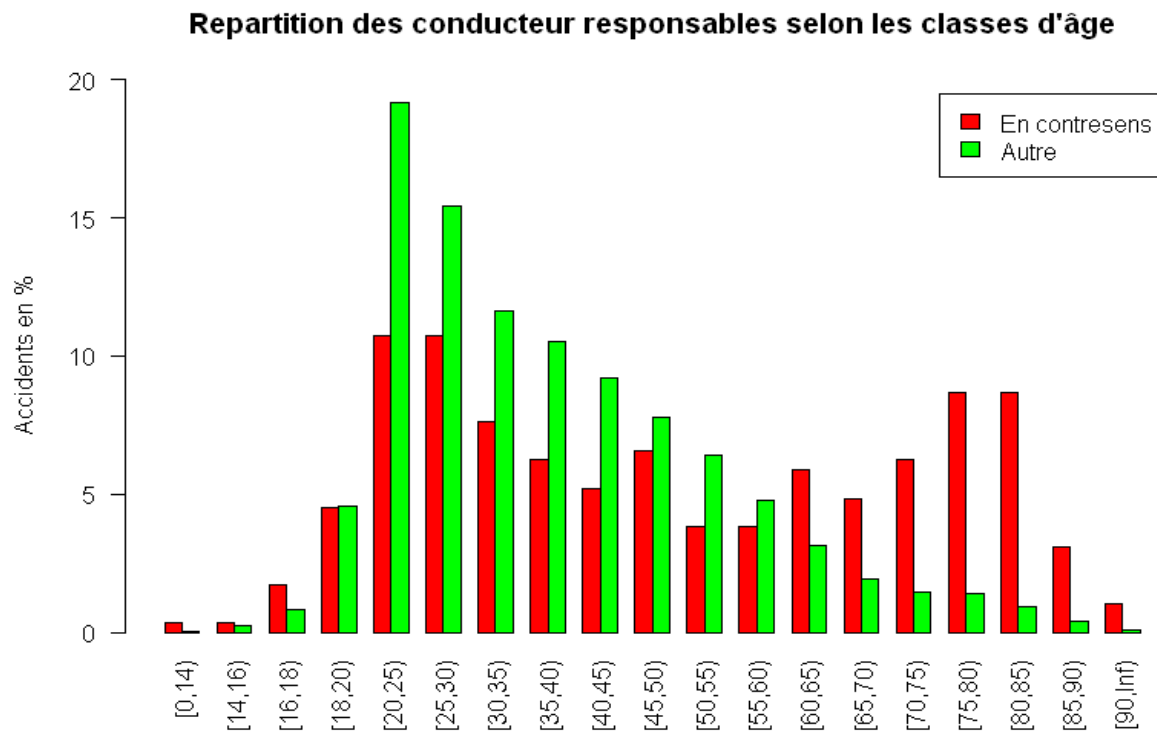


Figure 1.4 Répartition des accidents corporels par type et âge du conducteur responsable

On remarque que les conducteurs de plus de 60 ans sont nettement sur-représentés dans les conducteurs circulant à contresens. L'écart se creuse avec l'âge. Les usagers de plus de 60-70 ans, 61-80 et plus de 80 ans sont respectivement 2, 5 et 10 fois plus nombreux parmi les conducteurs responsables d'accidents à contresens que parmi les conducteurs responsables d'autres types d'accidents.

Globalement, 40 % des conducteurs circulant à contresens ont plus du 60 ans. C'est quatre fois plus que la part des conducteurs de plus de 60 ans responsables d'autres types d'accidents.

Les conducteurs sont répartis suivant leur alcoolémie (cf figure 1.5).

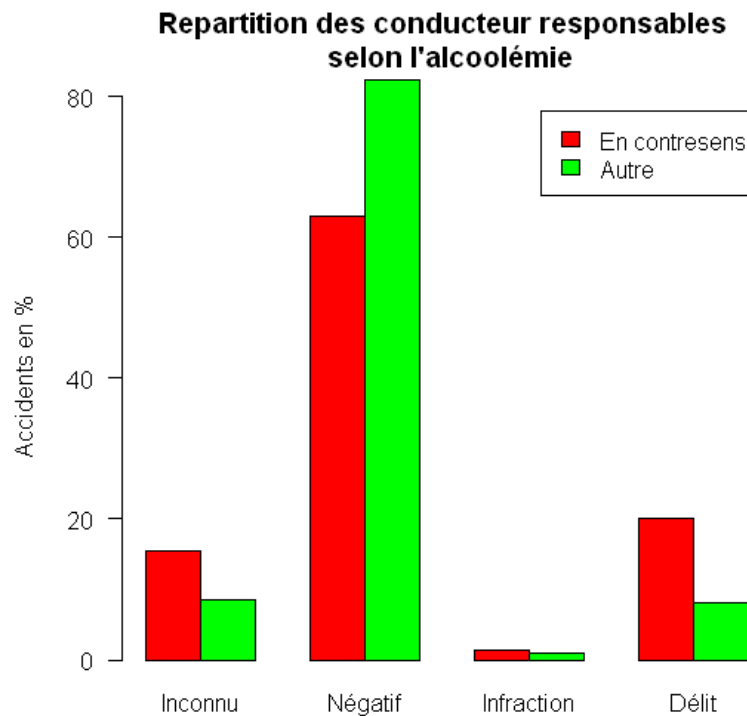


Figure 1.5 Répartition des accidents corporels par type et alcoolémie du conducteur responsable

On constate que 20 % conducteurs à contresens sont en délit alcoolique (taux d'alcool supérieur à 0.8g/l de sang). C'est deux fois plus que les conducteurs responsables d'autres types d'accidents (8 %). Cette différence est statistiquement significative (test du χ^2 , $p < 0.01$).

On note également que la part de conducteurs dont l'alcoolémie est inconnue est également supérieure chez les conducteurs circulant à contresens.

Le fichier BAAC contient également une variable « facteur usager » qui contient plusieurs modalités liées à l'état du conducteur, et plus particulièrement : fatigue, drogue ou médicament, et attention perturbée.

15 % des conducteurs à contresens ont une attention perturbée, c'est significativement plus les conducteurs responsables d'autres types d'accidents (10%, χ^2 , $p = 0,01$). Il en est de même pour l'usage de médicaments ou drogues, qui concerne 3 % des conducteurs contre 1 % des autres conducteurs (χ^2 , $p < 0.01$). Cette tendance mériterait d'être affinée par des mesures plus précise que la mention « médicaments ou drogue » qui est très vague.

Le facteur fatigue est moins présent chez les conducteurs à contresens (6 % vs. 10 %) mais cette différence n'est pas significative ($p = 0,05$).

L'analyse de la présence de stupéfiants peut être renforcée par d'autres variables du fichier BAAC : « drogue par dépistage » ou « drogue par prise de sang ».

Ces deux variables sont utilisées pour créer une variable qui renseigne si le dépistage de stupéfiant est positif, négatif ou inconnu.

Le dépistage de stupéfiant est inconnu dans la grande majorité des cas (70 %). Parmi les conducteurs chez qui le dépistage est connu, le taux de dépistages positifs est légèrement plus important parmi les conducteurs à contresens (17 % vs. 12 %), mais la différence n'est pas statistiquement significative.

La richesse du fichier BAAC permet d'étudier d'autres facteurs humains ou comportementaux qui ne sont pas forcément pris en compte dans les autres études.

Concernant le type de véhicule, 81 % des responsables d'un accident par prise à contresens conduisaient un véhicule léger (contre 68 % pour les autres accidents). 8 % conduisaient un 2RM, contre 17 % pour les autres accidents. Ces différences sont statistiquement significatives ($p < 0.01$).

Le fichier BAAC renseigne également le nombre de passagers. Les conducteurs véhicules légers circulant à contresens sont plus nombreux à être seul que les autres (82 % vs 72 %), Cette différence est statistiquement significative ($p < 0.001$).

Enfin, la comparaison du département d'immatriculation du véhicule avec le département où a eu lieu l'accident permet de tester si les conducteurs locaux sont plus exposés au risque de contresens. 78 % des conducteurs à contresens sont les locaux. Ce taux est similaire à celui des conducteurs responsables d'autres types d'accidents.

1.5 - Résultats de l'analyse de PV

Si les éléments contenus dans les PV permettent de définir le profil des contrevenants et la situation des accidents ainsi que le nombre de victimes, ils indiquent le lieu de l'accident et non celui de la prise du contresens.

1.5.1 - Le profil des contrevenants

Le graphique 1.6 précise, pour l'échantillon analysé, les tranches d'âge des contrevenants.

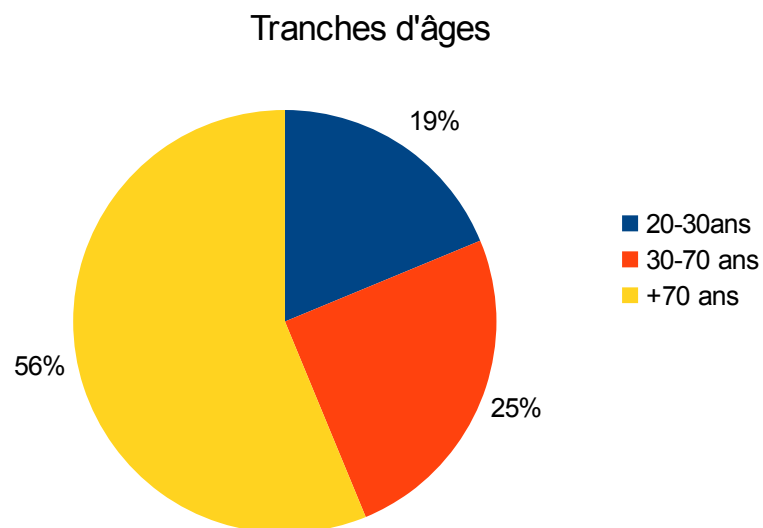


Figure 1.6 Age des conducteurs impliqués

Ce graphique met en évidence la part importante (56 %) occupée par les plus de 70 ans dans les accidents dus à un contresens, dans les PV étudiés.

1.5.2 - Les situations d'accident

Le tableau 1.3 montre les différentes causes d'accident selon les tranches d'âge et la part de ces causes sur le nombre de PV analysés.

Contrevenant		Facteur					
		Alcool	Stupéfiant	Nuit	Retour discothèque	Pb santé	
20-30 ans	3	3	3	2	2	0	
30-70 ans	4	1	0	2	0	1	
+70 ans	9	1	0	1	0	1	
Total	16	5	3	5	2	2	

Tableau 1.3 Facteurs explicatifs des prises à contresens

D'autres facteurs ont été trouvées lors de l'analyse des PV tels que : fortes pluies de nuit, possible tentative de suicide, erreur due à un GPS non mis à jour, demi-tour avec un passager malade, panique.

Ce tableau met en évidence la part prédominante de la présence d'alcoolémie du conducteur ainsi que le période de nuit pour environ 30 % des cas.

Il ressort aussi une notion de cumul des causes aggravantes de la prise à contresens et de l'accident principalement en ce qui concerne les jeunes (20-30 ans) pour l'alcool et les stupéfiants.

1.5.3 - Les victimes

Selon l'analyse des PV, les 16 accidents ont impliqué 40 véhicules avec 54 victimes réparties de la manière suivante :

- Tués : 9
- Blessés hospitalisés : 21
- Blessés Non Hospitalisés : 15
- Indemnes : 9

Les chiffres ressortant de cette analyse mettent en évidence la gravité des conséquences des accidents dus à une prise à contresens qui, dans plus de la moitié des cas, se révèlent mortels.

L'analyse des PV n'a pas pu mettre en évidence le lieu de la prise à contresens compte tenu du fait que la personne ayant effectué la prise à contresens est dans la plupart des cas la personne décédée lors de l'accident ou dans un état de confusion qui ne lui permet de se rappeler les circonstances et le lieu de la prise à contresens.

1.6 - Discussion

L'analyse des accidents ayant eu lieu sur la période 2008-2012 sur les routes à chaussées séparées, à partir des fichiers BAAC a permis de vérifier que les « faits stylisés » de l'accidentalité des prises à contresens s'applique effectivement au cas français.

Il a été montré que :

- Les prises à contresens sont impliquées dans 1 % des accidents corporels mais près de 4 % des accidents corporels. Cette tendance est stable sur la période 2008-2012.

Les accidents liés aux prises à contresens sont 4 fois plus mortels que les autres.

- Les personnes âgées sont sur-représentées dans ce type d'accident.
- 40 % des conducteurs à contresens ont plus de 60 ans, c'est 4 fois plus que dans les autres accidents.
- 20 % des conducteurs à contresens ont une alcoolémie délictueuse. C'est plus du double du taux observé chez les responsables d'autres types d'accidents.
- D'autres facteurs liés aux conducteurs sont spécifiques aux contresens. La part des conducteurs sous l'emprise de drogue ou médicament (3 %) est trois fois supérieure à celle observée chez les responsables d'autres types d'accidents.

L'analyse des fichiers BAAC ne met pas en évidence de sur-représentation des conducteurs novices (moins de deux ans de permis). Ceux-ci sont autant présent chez les responsables de prises à contresens que chez les responsables d'autres types d'accidents. S'il existe une propension particulière de ces usagers à commettre des erreurs ou prendre des risques (comme suggéré par la littérature), celle-ci ne semble pas être spécifique au prises à contresens.

L'étude a également permis de tester l'impact de variables peu étudiées dans la littérature.

- Les VL sont sur-représentés dans les prises à contresens, et les 2RM sous-représentés.
- Les conducteurs responsables de prises à contresens sont plus nombreux à être non accompagnés, que les responsables d'autres types d'accidents.
- Les conducteurs en transit dans le département, ne sont pas plus responsables de prises à contresens que d'autres types d'accidents.

L'analyse de PV d'accidents ayant eu lieu en Bretagne ou Pays de la Loire offre quelques éléments complétant l'analyse. Elle illustre notamment la diversité des motifs pouvant mener à la prises à contresens : suivi de GPS, demi tour délibéré, tentative de suicide.

2 - Présentation des contremesures statiques

Page laissée blanche intentionnellement

2.1 - Exemples de contremesure

Cette section présente quelques retours d'expériences réalisés depuis le rapport du Setra (2008) qui regroupe une littérature des années précédentes.

Les services de transports du Texas ont testé une nouvelle signalisation, un panneau « Do Not Enter » (ne pas entrer) – DNE – et, ou « Wrong Way » (Contresens) – WW - ainsi que des flèches sur la chaussée pour montrer le bon sens de circulation.

On notera aussi une étude sur des panneaux DNE en 3 dimensions qui tient compte du placement à gauche ou à droite de la chaussée. Il ressort que ces panneaux sont moins efficaces que la version classique en 2 dimensions (Nancy et al., 2004).

Si ces études donnent des pistes sur des nouveaux panneaux, leur efficacité n'a pas été démontrée pour les périodes de nuits puisque toutes ont été effectuées dans des conditions diurnes, comme le signalent Janet et al (2011).

Nous avons aussi relevé l'utilisation d'une signalisation particulière en Europe pour lutter contre les prises à contresens (cf. figure 2.1).



Pays-Bas



Croatie



Portugal



Autriche

Figure 2.1 Illustrations de panneau sur fond jaune

Lors de la Conférence Européenne des Directeurs des Routes du 5 avril 2011 dont l'ordre du jour était les contresens routiers, l'Espagne et le Luxembourg ont présenté les contremesures réalisées sur leur territoire.

En Espagne, un système de détection des prises à contresens est mis en œuvre déclenchant des panneaux « sens interdit » sur fond jaune clignotant à 50 mètres plus loin. Un second panneau clignotant indiquant « DANGER WRONG WAY TURN BACK » (Danger, contresens, faites demi-tour) est implanté à

50 mètres du premier. Ce panneau est accompagné d'un signal sonore. Puis, on retrouve 50 mètre plus loin encore un panneau « STOP » clignotant ainsi qu'une aire de retournement avant l'entrée sur la route à 2x2 voies.

Au Luxembourg, un traitement des bretelles a été réalisé avec l'implantation de 2 panneaux « sens interdit » (B1) de chaque côté de la voie, la réalisation d'une flèche de direction montrant le sens de circulation et la mise en œuvre d'une ligne de 4 à 6 plots à LED en mode flash synchronisé et raccordé à une centrale solaire centralisée en travers de la chaussée. Les avantages de ce système dynamique automatisé est un renforcement de la sécurité par cette barrière lumineuse rouge. Cette couleur rouge entraîne une réaction immédiate de l'utilisateur en position de contresens.

Ce sont ces exemples de panneaux qui ont influencé le choix d'un panneau « sens-interdit » sur fond jaune, le but étant de partir d'un panneau de signalisation existant dans l'instruction interministérielle sur la signalisation routière afin de ne pas trop perturber l'utilisateur. L'expérimentation est menée afin d'en mesurer l'impact sur le comportement de l'utilisateur et sa compréhension.

2.2 - Présentation des contremesures étudiées

Les bretelles d'échangeurs et d'aires de repos et de services étant l'une des principales sources possibles des prises à contresens, il a été décidé de procéder à l'expérimentation de deux contremesures : une barrière de plots lumineux et une nouvelle signalisation, des panneaux sens interdit sur fond jaune, dans les bretelles de sorties des échangeurs. Cette section présente les caractéristiques de ces deux dispositifs.

2.2.1 - Barrières lumineuses

Ce dispositif anti-contresens a pour objectif de renforcer la signalisation verticale et horizontale classique pour éveiller l'attention de l'utilisateur s'engageant à contre sens sur une bretelle de sortie d'une voie à chaussées séparées, la nuit.

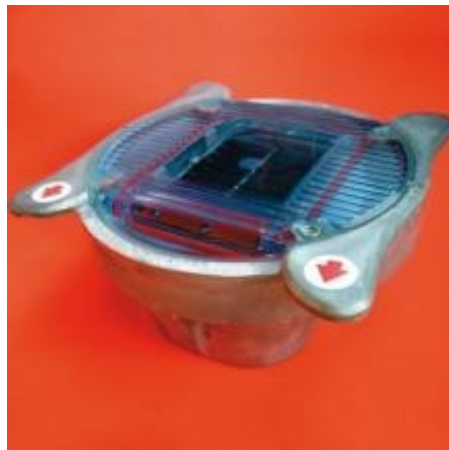


Figure 2.2 Plot constituant les barrières lumineuses

Il est composé de plusieurs plots équipés de LEDs auto-alimentés (cf figure 2.2) se mettant en fonctionnement en période nocturne ou en dessous d'une certaine luminosité, et formant ainsi une barrière lumineuse. Chaque barrière lumineuse est positionnée environ 50m en amont de l'extrémité de la bretelle de sortie. Une barrière lumineuse comprend de 3 à 8 plots pour une voie de circulation. Ses caractéristiques techniques sont les suivantes :

- nombre de plots et de LEDs par plots : minimum de 12 LEDs réparties en 3 à 8 plots pour une voie de circulation,
- couleur : rouge exclusivement,
- déclenchement : la mise en fonctionnement des LEDs doit s'effectuer avec un niveau d'éclairement minimal de 100 lux,

- éclairage maximum permettant la perception par l'œil après déclenchement,
- la luminance n'est pas imposée mais est à préciser pour le matériel proposé,
- autonomie : elle permet de couvrir toutes les périodes inférieures à un éclairage de 100 lux,
- fréquence : la plus proche possible de 2 Hz,
- vision sens opposé : le dispositif lumineux ne doit pas être perçu et/ou gênant par l'utilisateur dans les conditions normales d'utilisation de la voie dans le bon sens de circulation,
- résistance au poinçonnement du plot minimum à 13 Tonnes,
- protubérance : plots encastrés dans la chaussée de la bretelle avec une protubérance de 5 mm
- agressivité du dispositif : la protubérance minimum doit s'accompagner d'une forme hors chaussée compatible avec les pneumatiques des véhicules et le passage des lames de déneigement.

La figure 2.3 présente une photographie du dispositif de nuit.



Figure 2.3 : Barrière lumineuse en fonctionnement

2.2.2 - Les panneaux sens interdit sur fond jaune

Les bretelles de sortie des chaussées à 2x2 voies peuvent être équipées de panneaux sens interdit (B1) sur fond jaune, en complément du couple de panneaux B1 "sens interdit" classiques positionnés au niveau du carrefour avec la voirie secondaire. Ce dispositif expérimental est positionné à environ 50m en amont, distance variable en fonction de la configuration des échangeurs. Destiné à créer un effet de porte, il consiste en 2 panneaux B1 supplémentaires sur fond jaune fluorescent, tournés vers le sens à éviter, et une flèche peinte au sol comme le montre le schéma de la figure 2.4.

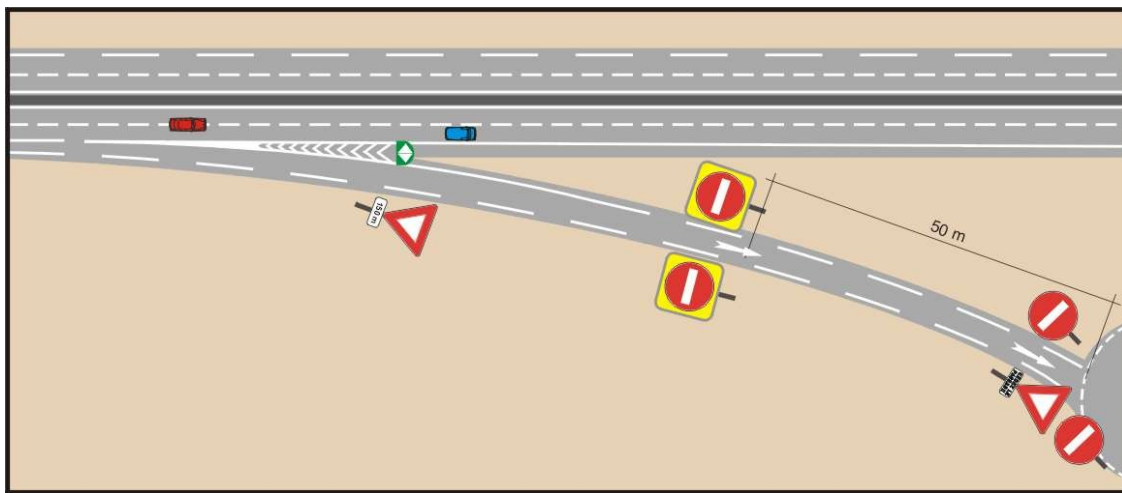


Figure 2.4 Répartition des accidents corporels par type et tranche horaire

Le dispositif consiste ainsi à remplacer les B1 en amont, implantés conformément à la note d'information du SETRA de janvier 2009, par d'autres de même taille, insérés dans un cadre jaune fluorescent. Le cadre proposé est celui d'un panneau carré de 1200mm de côté, le panneau B1 ayant un diamètre de 850mm. Ces panneaux sont placés à un mètre du sol.

Page laissée blanche intentionnelle

3 - Expérimentations de terrain

Page laissée blanche intentionnellement

3.1 - Description de l'expérimentation

L'objectif de ces expérimentations est de mesurer l'impact d'une nouvelle signalisation sur les usagers qui sont en situation de prise à contresens d'une chaussée à 2x2 voies. L'analyse consiste en l'observation de l'évolution des prises à contresens sur les réseaux équipés des deux contremesures ainsi que l'évaluation technique des plots lumineux dans le temps.

Il n'est pas possible d'utiliser une signalisation sur le réseau routier qui ne soit pas conforme à l'instruction interministérielle sur la signalisation routière (ISR). Lorsqu'un gestionnaire souhaite réaliser une expérimentation, il doit au préalable demander l'autorisation à la Direction de la Sécurité de la Circulation Routière (DSCR).

Un dossier décrivant l'objectif, les conditions d'implantation et d'utilisation de la nouvelle signalisation, ainsi que les méthodes d'évaluation de l'expérimentation est alors transmis par le gestionnaire à la DSCR qui l'autorise ou non.

3.1.1 - La barrière lumineuse

La zone d'expérimentation représentée par le tracé rouge de la figure 3.1 concerne toutes les bretelles des échangeurs, des aires d'arrêt et des stations de la RN 171 de Saint-Nazaire à Savenay et de la RN 165 de Savenay à Brest. L'implantation de ce dispositif a été réalisée en 2006, par les Directions Départementales des Territoires et de la Mer, puis de la Direction Interdépartementale des Routes Ouest.

La section de la RN165 comprise entre Nantes et Savenay n'a pas été retenue compte tenu des travaux de mise à 2x3 voies programmés.



Figure 3.1 Extrait IGN présentant en rouge le réseau équipé de barrières lumineuses

Départements	Nombre de bretelles
Loire-Atlantique	34
Morbihan	66
Finistère	54

Tableau 3.1 Répartition des bretelles par département constatées après la campagne de contrôle 2009

Suivant les largeurs des bretelles, il y a entre 3 et 8 plots par bretelle. Le nombre total de plots observés pendant la campagne de contrôle 2009 est de 642 sur un total de 154 bretelles dont la répartition est précisée dans le tableau 3.1.

Pour les besoins de l'analyse, un réseau témoin, en bleu sur la figure n°3.2, a été défini comme référence. Il est constitué de la RN 12 entre Rennes et Brest, la RN 24 (Rennes Lorient) la RN 137 de St Malo à Nantes (RD maintenant entre St Malo et Rennes) et la RN 166 dans le Morbihan. Il est comparé à la RN 165, en rouge, dans le Finistère et le Morbihan.



Figure 3.2 Extrait IGN réseau équipé et réseaux témoins

3.1.2 - Les panneaux sens interdit sur fond jaune (B1J)

Les départements de Loire-Atlantique et d'Ille-et-Vilaine se sont portés volontaires pour accueillir cette expérimentation (choix des sites, financement, installation, exploitation). Le choix du réseau à équiper s'est fait à partir des constats réalisés sur la RD137 entre Rennes et Saint-Malo et la RD213 entre Pornic et Guérande. Ces deux réseaux font partie des routes où de nombreux contresens sont signalés (en moyenne un signalement de contresens par mois sur la RD137 et deux tous les trois mois sur la RD213)

Ne pouvant identifier telle ou telle bretelle particulière d'où seraient partis ces contresens, il a été proposé d'équiper toutes les bretelles de sens-interdits sur fond jaune.

Ces deux départements ont donc sollicité une autorisation d'expérimentation de ce nouveau panneau de signalisation auprès de la DSCR.

La DSCR a transmis son autorisation au Conseil Général d'Ille et Vilaine et au Conseil Général de Loire-Atlantique par courriers du 18 février 2010, sur la base des dossiers de demande d'expérimentation transmis, conformément à l'article 14.1 de la première partie de l'instruction interministérielle sur la signalisation routière pour une durée de 3 ans à compter de sa mise en service.

La RD 137, représentée en jaune sur la figure 3.3 mesure environ 61 km, de la sortie de Rennes (périphérique), intersection avec la RN136, à l'entrée de Saint-Malo, intersection avec la RD 301.

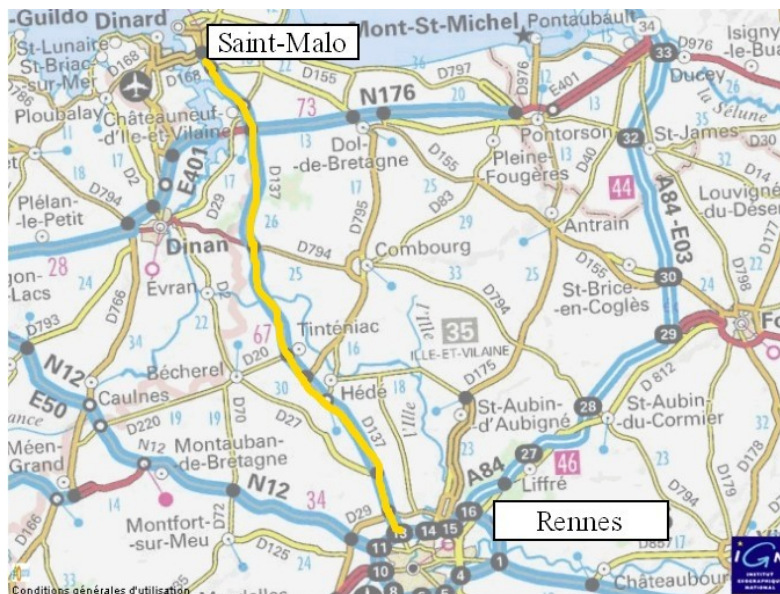


Figure 3.3 RD 137 : Rennes-Saint Malo (extrait IGN)

Au total, 40 échangeurs ont été équipés du dispositif et 70 panneaux ont été installés pour couvrir l'ensemble des points d'entrée potentiels à contresens y compris les stations services et les aires de repos.

La RD 213, représentée en orange sur la figure 3.4, mesure environ 44 km, de la sortie de Guérande, intersection avec la RD 99, à l'entrée de Pornic, intersection avec la RD 751.

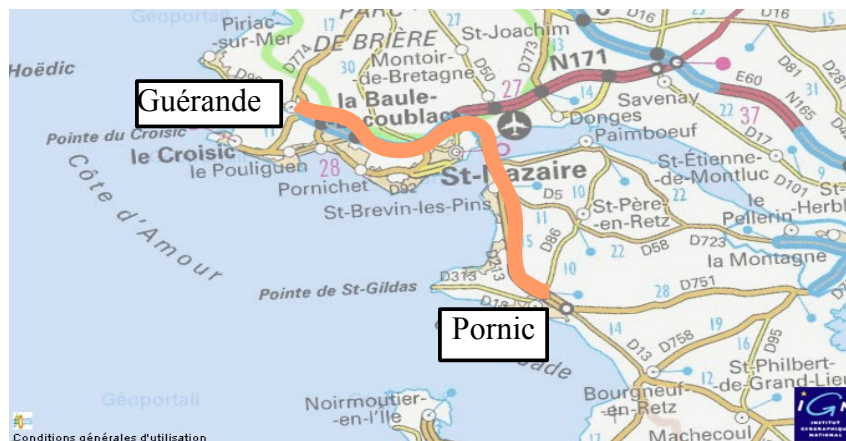


Figure 3.4 RD 213 : Guerande – Pornic (extrait IGN)

Différents types de carrefours permettent d'assurer les échanges avec le réseau secondaire. Ils se composent d'échangeurs dénivelés ou de carrefours à niveau, avec ou sans traversée de la RD213, qui se répartissent de la manière suivante en fonction de leur position (au Nord ou au Sud) par rapport à l'échangeur RD213xRD96 (en amont immédiat de l'Ermitage) :

- au nord du carrefour RD213xRD96 : environ 27 km – 20 points d'échanges dont 4 échanges à niveau – 34 bretelles à équiper,

- au sud du carrefour RD213xRD96 : environ 15 km – 21 points d'échanges dont 17 échanges à niveau – 38 bretelles à équiper.

Au total, ce sont 130 panneaux B1 sur fond jaune et 90 flèches au sol qui ont été implantés par le Conseil Général de Loire-Atlantique.

La section située au sud du carrefour RD213xRD96 est concernée par un ratio important d'échanges à niveau qui ont été traités comme l'ensemble des points d'entrée potentiels de l'itinéraire. Ces carrefours à niveaux peuvent constituer des zones mal comprises des automobilistes et en particulier vis-à-vis des prises à contresens.



Figure 3.5 Illustration du dispositif B1J

Les travaux d'implantation se sont terminés aux dates suivantes :

- fin juin 2010 sur la RD137,
- fin septembre 2010 sur la partie Nord de la RD213 entre Guérande et Saint-Brévin-Les-Pins (Ermitage),
- en janvier 2011 sur la partie Sud de la RD213 jusqu'à Pornic. Cette section inclut le traitement de carrefours à niveau.

Au-delà de l'évolution des signallements sur le réseau équipé, il est prévu de comparer cette évolution avec d'autres réseaux « témoins » aménagés de manière homogène.

Le réseau témoin est considéré comme référence. Il est donc possible sur cette base de faire un test statistique sur la significativité de la baisse constatée sur le réseau équipé en considérant l'évolution du réseau témoin comme référence.

Les deux réseaux témoins proposés sont la RN 137 entre Nantes et Rennes et la RN 165 entre Brest et Nivillac à la limite du département entre Le Morbihan et la Loire-Atlantique:

La RN 137 entre Nantes et Rennes (cf. figure 3.6), sur un linéaire de 90km environ, est équipée de panneaux B1 classiques pour prévenir le risque de prise à contresens. Ils sont implantés conformément à la note SETRA n°129.

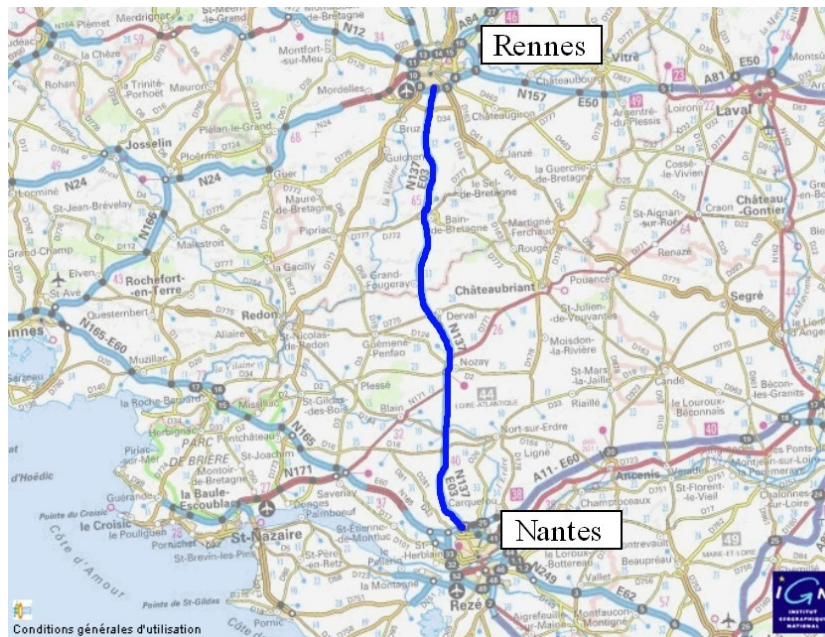


Figure 3.6 Carte IGN de la RN 137

La RN 165 dans les départements du Finistère et du Morbihan entre Brest et Nivillac (figure 3.7), sur un linéaire de 220km environ, est équipée de barrières lumineuses anti-contresens qui fonctionnent la nuit (Mars 2010 – Rapport d'évaluation à 3 ans des barrières lumineuses anti-contresens).

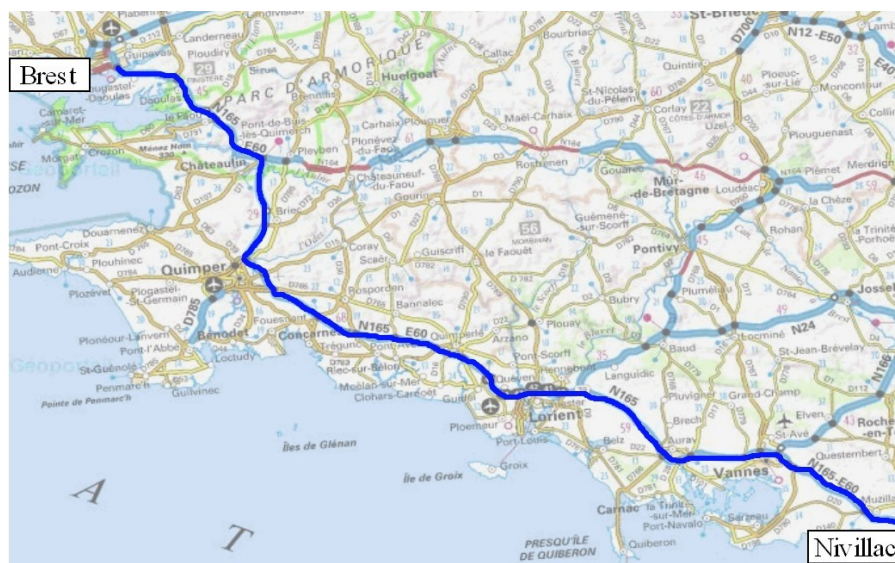


Figure 3.7 Carte IGN de la RN 165

3.2 - Analyse des données

Cette section présente le type de données utilisées pour les comparaisons.

3.2.1 - Les barrières lumineuses

Une fois les barrières lumineuses installées, une visite a été effectuée pour la vérification de la bonne mise en œuvre des plots conformément au marché .

L'évaluation de cette expérimentation s'est déroulée en deux parties :

- évaluation technique

La vérification du fonctionnement des plots a été réalisée sur chaque bretelle par une visite de nuit 2 ans après la mise en service fin 2008 puis fin 2009 pour la dernière année de l'expérimentation. Des grilles de contrôle ont permis de réaliser les visites de chaque site sur un même schéma.

- évaluation de l'efficacité

Cette évaluation s'est réalisée à partir d'un bilan des accidents, de l'analyse de l'évolution des signalements de la RN 171 de Saint-Nazaire à Savenay et de la RN 165 de Savenay à Brest en rouge sur la figure 3.4 avant/après la mise en place des plots sur le réseau équipé ainsi que sur un réseau témoin : RN12 (Rennes-Brest), RN24 (Rennes-Lorient) et RN137 (Saint Malo- Nantes) en bleu sur la carte de la figure 3.4. Le réseau témoin a été choisi de façon à présenter des caractéristiques similaires au réseau traité, en termes d'aménagement et de trafic.

3.2.2 - Les B1J

Les travaux d'implantation du dispositif sur la RD213 ont été découpés en deux phases. La phase 1 concerne les travaux qui se sont réalisés de juin à septembre 2010 et couvre la section Guérande – Saint-Brévin-les-Pins. La phase 2 couvre la section plus au Sud incluant les communes de Saint-Michel-Chef-Chef et de Pornic où les travaux se sont réalisés d'octobre 2010 à janvier 2011.

La période des travaux d'implantation sur la RD 137 s'est déroulée en même temps que la phase 1 de la RD213.

Pour l'analyse des signalements, les périodes de travaux suivantes ont été neutralisées :

- *RD137 et phase 1 RD213 : de juin 2010 à septembre 2010,
 - la période « un an avant » couvre donc la période du 01/06/2009 au 31/05/2010,
 - la période «un an après » couvre donc la période du 01/10/2010 au 30/09/2011,
 - la période « deux ans après » couvre la période du 01/10/2011 au 30/09/2012.
- * phase 2 RD213 : d'octobre 2010 à janvier 2011.

Les périodes prises en compte sont donc :

- * RD137 et phase 1 RD213 :
 - la période « un an avant » couvre donc la période du 01/06/2009 au 31/05/2010,
 - la période «un an après » couvre donc la période du 01/10/2010 au 30/09/2011,
 - la période « deux ans après » couvre la période du 01/10/2011 au 30/09/2012 ;
- * Phase 2 RD213 :
 - la période « un an avant » couvre donc la période du 01/10/2009 au 31/09/2010,
 - la période «un an après » couvre donc la période du 01/02/2011 au 31/01/2012,
 - la période « deux ans après » couvre la période du 01/02/2012 au 31/01/2013.

Cette seconde phase de la RD213 a été étudiée séparément des deux sections précédentes compte tenu des différentes périodes et de la géométrie particulière des échangeurs de la section équipée.

La période 3 ans après, non initialement prévue dans l'analyse du projet Lucos est présentée dans les résultats, à titre indicatif.

L'évaluation a été réalisée à partir des données Aramis fournies par les Forces de l'Ordre ainsi que celles renseignées dans l'observatoire des contresens (OCER@) de la Direction Interdépartementale de l'Ouest (DIRO) recensant les signalements de contresens sur sa zone de compétence. L'évolution des accidents corporels se fera à partir des données du portail accidents extraites à partir de Concerto.

3.2.3 - Analyses et tests statistiques

La significativité des tendances observées fera systématiquement l'objet de tests statistiques, réalisés à l'aide de l'assistant statistique de CONCERTO.

3.3 - Résultats

Nous présentons ci-dessous l'analyse des 2 expérimentations de contremesures anti-contresens : les barrières lumineuses et les BJ.

3.3.1 - Les barrières lumineuses

Ce chapitre traite des évaluations techniques et du bilan des accidents dus à un contresens ainsi que de l'évolution des signalements de contresens.

- **Évaluation technique**

Après deux années de fonctionnement, le taux de panne des plots est d'environ 4 % avec pas moins de 3 plots par bretelle. Il a été constaté principalement les défauts suivants :

- non fonctionnement des plots sans raison évidente,
- plots avec « oreille » cassée,
- présence d'humidité à l'intérieur de certains plots,
- plots recouverts partiellement de salissures.

Fin 2009, après 3 ans de fonctionnement, la visite sur site a permis de mettre en évidence un taux de panne de 7,4 % contre 4 % après les deux ans de fonctionnement sur un total de 642 plots inspectés comme le montre le tableau 3.2.

Tableau 3.2 Taux de panne des plots

Routes	Nbre Bretelles Observées	Nbre Plots Observés	Nbre de Plots en Panne	Taux de panne
RN165	135	564	37	6,5 %
RN171	19	78	11	14 %
Total	154	642	48	7,4 %

Tableau 3.3 Répartition bretelles avec plus de 3 plots actifs

Routes	Nbre Bretelles Observées avec des plots	Nbre de bretelles avec plus de 3 plots actifs	Taux de bretelles avec plus de 3 plots actifs
RN165	131	128	97,7 %
RN171	18	16	88,9 %
Total	149	144	93,5 %

Sur 5 bretelles, les plots n'avaient pas été posés ou reposés après interventions sur la chaussée (travaux de réfections de la chaussées ou autre).

Le tableau 3.3 met toutefois en évidence que 93 % des bretelles sont équipées de plus de 3 plots actifs.

La visite de 2009 a permis d'observer deux nouveaux types de défauts tout en relevant les principaux défauts observés en 2008 :

- disparition du joint d'étanchéité,
- disparition du dispositif de clignotement.

Le mauvais fonctionnement des plots observé peut s'expliquer par un rechargement insuffisant dû à la période de visite (hiver) en raison des salissures accumulées en surface.

- **Bilan des accidents**

La comparaison s'est portée sur les accidents impliquant un véhicule roulant à contresens durant les 3 années avant et après la mise en œuvre des barrières lumineuses sur le réseau équipé et sur le réseau témoin.

Le graphique 3.6 montre l'évolution des accidents sur la période de 3 ans avant et après en distinguant les accidents de jour et ceux de nuit.

Le tableau 3.4 représente la synthèse de l'évolution des accidents corporels 3ans avant/3ans après. Il montre que le nombre d'accidents liés à une prise à contresens est faible avec, avant la mise en service un total de 9 accidents dont 4 de nuit contre 6 après dont 3 de nuit. Si la tendance est à la baisse sur le réseau équipé, le réseau témoin présente une tendance, à la hausse : 7 accidents avant dont 4 de nuit et 13 accidents après dont 5 de nuit. Le réseau témoin ayant été choisi de façon à présenter des caractéristiques similaires au site traité, en termes d'aménagement, et de trafic, on peut considérer que les différences d'évolutions ne sont pas dues à des variations de trafic.

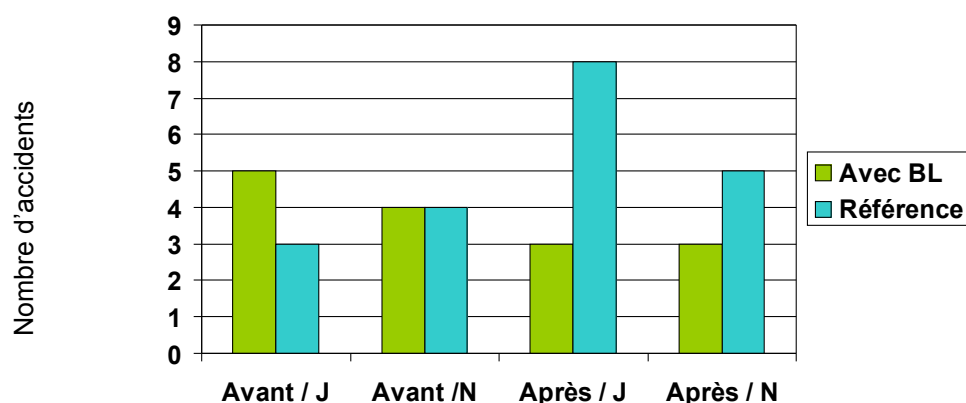


Figure 3.6 Barrières lumineuses : évolution des accidents corporels 3ans avant/3ans après

	Nombre d'accidents de jour		Nombre d'accidents de nuit		Données Bretagne/Pays de la Loire
	Avant	Après	Avant	Après	Evolution avant/après
Routes équipées de barrières lumineuses	5	3	4	3	2008 : 5860 accidents 2005 : 6727 accidents soit -13 %
Réseaux témoins	3	8	4	5	

Tableau 3.4 Barrières lumineuses : évolution des accidents corporels 3ans avant/3ans après

Évaluation de l'effet des barrières lumineuses sur l'évolution des accidents corporels.

Avant		Après		Coefficient d'évolution référence 1	Effet (en %)	Probabilité associée au test	Significativité	Nbr Théorique d'accidents après
Nbr Accidents	Durée (en mois)	Nbr Accidents	Durée (en mois)					
9	36	6	36	1,857	-64,1 %	0,042	S-	9,8

Tableau 3.5 Évolution de l'accidentologie par rapport au réseau témoin

Dans la référence 1 (cf tableau 2.5), il est mis en évidence un effet propre significatif de -64,1 % sur l'accidentologie due au contresens sur le réseau équipé de barrières lumineuses. Toutefois, il n'est pas évident de mettre en évidence la prise en compte du réseau témoin comme référence compte tenu de son évolution. C'est pour cela qu'il a été décidé de comparer l'évolution de l'accidentologie du réseau équipé avec celle des régions Bretagne/Pays de la Loire.

Avant		Après		Coefficient d'évolution référence 2	Effet (en %)	Probabilité associée au test	Significativité	Nbr Théorique d'accidents après
Nbr Accidents	Durée (en mois)	Nbr Accidents	Durée (en mois)					
9	36	6	36	0,87	-23,4 %	0,405	NS-	7,0

Tableau 3.5 Évolution de l'accidentalité par rapport aux régions Bretagne/ Pays de la Loire

La comparaison avec l'évolution de l'accidentologie de les régions Bretagne/Pays de la Loire (tableau 3.5) met en évidence un effet propre de -23 % sur l'accidentologie due au contresens sur le réseau équipé de barrières lumineuses assortie d'un test statistique non significatif.

Une tendance vers une évolution positive de l'accidentologie due au contresens ressort tout de même de l'analyse de l'impact des barrières lumineuses sur l'évolution des accidents corporels même si on ne peut pas systématiquement conclure à la significativité des résultats selon la référence de comparaison.

- **Analyse des signalements**

Les données ARAMIS concernant les signalements de contresens ne couvrent pas les mêmes périodes suivant les départements. Pour la période avant la mise en place des plots lumineux, elles débutent en septembre 2004 dans le Morbihan alors que le mot clé pour le traitement des contre sens n'a été introduit qu'en septembre 2006 en Loire-Atlantique.

Il a été possible de faire 3 types de comparaisons :

- pour les routes équipées de barrières lumineuses dont on a 2 ans de données avant la pose des plots (essentiellement la RN165 en Finistère³ et Morbihan), la comparaison 2 ans avant – 3 ans après, en distinguant jour et nuit,

³ Il manque 3 mois dans le Finistère

- pour les routes dont on a au moins 1 an de données avant la date de pose des plots, la comparaison 1 an avant avec chacune des 3 années depuis cette date, en distinguant le jour et la nuit et en comparant à un réseau témoin composé des RN 12⁴, 24, 137,

- pour toutes les routes équipées de plots ou témoins, la comparaison des 3 années depuis la pose en intégrant la Loire-Atlantique (RN 165⁵ et 171 pour les routes équipées et RN 137 et 249 pour le réseau témoin).

- Comparaison des données 2 ans avant la pose des plots – 3 ans après

Elles concernent uniquement la RN 165 dans le Finistère et le Morbihan. Les saisons vont d'octobre à septembre. Il manque 3 mois en 2004 dans le Finistère.

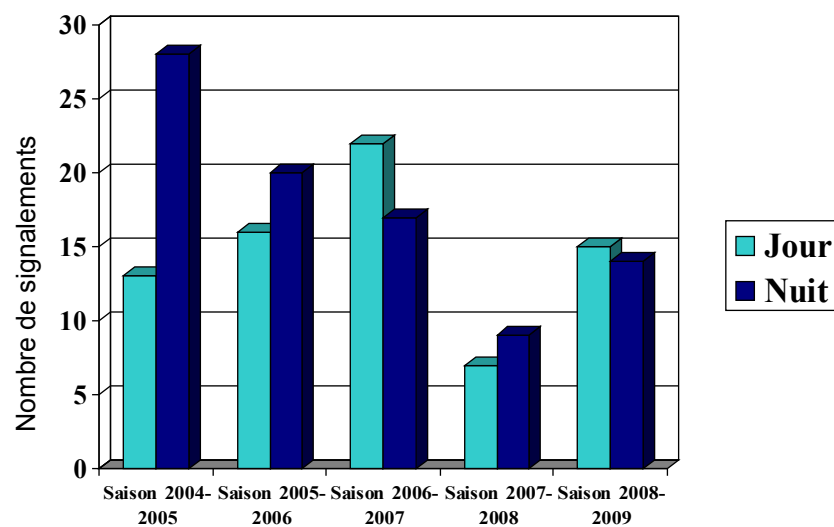


Figure 3.7 Répartition des signalements 2 ans avant / 3 ans après sur RN165 dans Finistère et Morbihan

⁴ RN 12 à l'ouest de Rennes

⁵ la section Nantes-Savenay, non équipée, est intégrée au réseau témoin

	AVANT	AVANT	APRES	APRES	APRES
	Saison 2004-2005	Saison 2005-2006	Saison 2006-2007	Saison 2007-2008	Saison 2008-2009
Jour	13	16	22	7	15
Nuit	28	20	17	9	14

Tableau 3.6 Répartition des signalements 2 ans avant / 3 ans après sur RN165 dans Finistère et Morbihan

On constate, dans la figure 3.7 et le tableau 3.6 représentant la répartition des signalements 2 ans avant/ 3 ans après, une augmentation jusqu'en 2007 des contresens signalés de jour et une diminution des contresens signalés de nuit sur la même période.

La forte baisse constatée lors de la saison 2007-2008, qui portait autant sur le jour que la nuit, même si elle confirmait la baisse des accidents sur le réseau équipé, semblait tout de même atypique au regard du nombre de signalements moyen.

La saison 2008/2009 confirme la tendance générale à la baisse des signalements de nuit, même si une hausse par rapport à la saison précédente est observée, mais n'atteignant pas les valeurs des années passées, avant la mise en œuvre des barrières lumineuses.

De jour, après la bonne saison 2007/2008, il est observé par contre un retour des valeurs vers celles observés avant la mise en œuvre du dispositif expérimental.

La comparaison des deux séries chronologiques « série de référence = contresens signalés de jour » et « série brute = contresens signalés de nuit » en moyenne 100 permet de mieux visualiser l'impact des barrières lumineuses sur l'évolution des contresens de nuit.

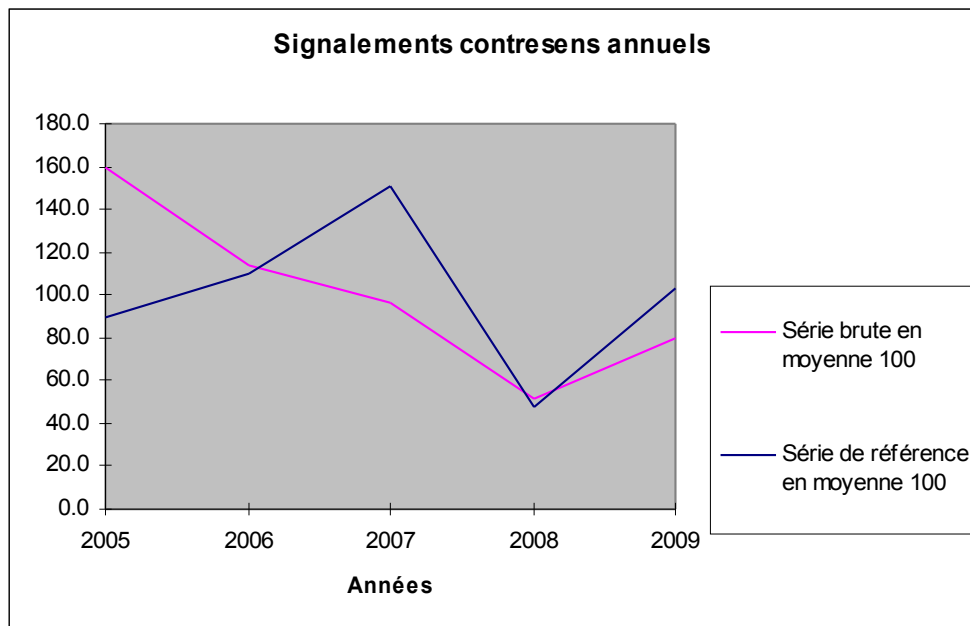


Figure 3.8 Comparaison des signalements jour/nuit en moyenne 100

La figure 3.8 représente la comparaison des signalements jour/nuit en moyenne 100. La comparaison de ces deux séries chronologiques met ainsi en évidence que depuis la mise en œuvre des barrières lumineuses, la courbe rose des contresens signalés de nuit est passée sous la courbe bleue des signalements de jour et cette tendance se maintient dans le temps. La figure 3.8 met ainsi en évidence un effet durable sur la baisse des signalements constatés de nuit qui restent inférieurs à ceux constatés de jour.

La tendance à la baisse des signalements se confirme par le calcul de la régression de la courbe à l'aide d'un modèle additif qui conclut à une tendance à la baisse de 3,9 signalements de nuit par an. Le calcul de la régression assortie du test statistique correspondant permet de conclure à la significativité de ce résultat de tendance pour les signalements de nuit.

Le même calcul de régression appliqué aux signalements de jour ne permet pas de dégager de tendance significative.

La comparaison avec un réseau témoin permet de confronter l'évolution des signalements sur les sites où les barrières lumineuses sont installées avec d'autres sites qui ne font pas l'objet d'expérimentation particulière pour vérifier si cette évolution favorable se confirme.

Les données 1 an avant – 3 ans après / routes équipées – réseau témoin

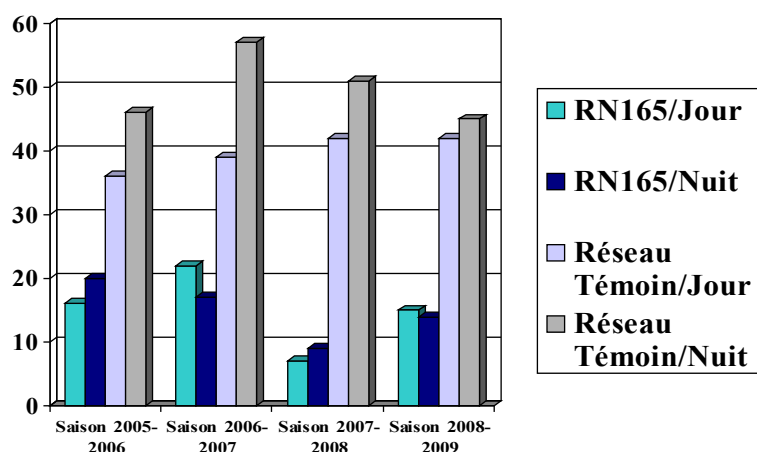


Figure 3.9 Répartition des signalements 1 an avant / 3 ans après sur réseau équipé – réseau témoin

Tableau 3.7 Répartition des signalements 1 an avant / 3 ans après sur réseau équipé – réseau témoin

	RN 165		Réseau témoin	
	Jour	Nuit	Jour	Nuit
Saison 2005-2006	16	20	36	46
Saison 2006-2007	22	17	39	57

	RN 165		Réseau témoin	
	Jour	Nuit	Jour	Nuit
Saison 2007-2008	7	9	42	51
Saison 2008-2009	15	14	42	45

La figure 3.9 et le tableau 3.7 représentent la répartition des signalements 1 an avant / 3 ans après sur le réseau équipé et le réseau témoin. Ils mettent en évidence que les contresens signalés de nuit sur le réseau témoin après une augmentation au cours de la première saison se stabilisent autour d'une valeur de 45 signalements annuels correspondant au niveau observé avant la mise en œuvre des barrières lumineuses.

Sur le réseau équipé de barrières lumineuses, la tendance à la baisse se confirme malgré une hausse sur la dernière saison due au faible niveau observé sur la saison précédente.

En se basant sur le réseau témoin comme valeurs de référence, l'analyse de l'impact temporel met en évidence un effet propre significatif au sens statistique de -39,9 % sur les signalements observés de nuit sur le réseau équipé de barrières lumineuses comme le montre le test statistique dans le tableau 3.8.

Avant de nuit		Après de nuit		Coefficient d'évolution réseau témoin	Effet (en %)	Probabilité associée au test	Significativité	Nbr Théorique de signalements après
Nbr Signalements	Durée (en mois)	Nbr Signalements	Durée (en mois)					
20	12	40	36	1,109	-39,9 %	0,046	S-	46,1

Tableau 3.8 Application du test statistique selon la loi de Poisson pour la comparaison avant/après

La même analyse statistique sur les signalements observés de jour ne permet pas de conclure vis-à-vis de la significativité des résultats de l'impact temporel du dispositif comme le montre le tableau 3.9.

Avant de jour		Après de jour		Coefficient d'évolution réseau témoin	Effet (en %)	Probabilité associée au test	Significativité	Nombre Théorique de signalements après
Nbr Signalements	Durée (en mois)	Nbr Signalements	Durée (en mois)					
16	12	44	36	1,139	-19,5 %	0,271	NS-	46,4

Tableau 3.9 Application du test statistique selon la loi de Poisson pour la comparaison avant/après

- Les données 3 ans après / routes équipées – réseau témoin

Cette comparaison permet d'intégrer la Loire Atlantique avec les RN165 Savenay – Morbihan et la RN171 Savenay – St Nazaire dans le réseau équipé et les RN 165 Nantes – Savenay, 137 Nantes Ille et Vilaine et 249 Nantes – Maine et Loire dans le réseau témoin comme représenté.

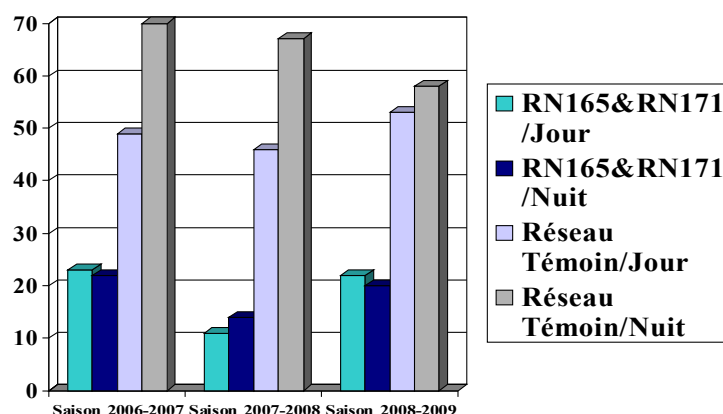


Figure 3.11 Répartition des signalements 3 ans après sur réseau équipé – réseau témoin

		RN165 & 171	Réseaux témoin
Saison 2006 2007	Jour	23	49
	Nuit	22	70
Saison 2007 2008	Jour	11	46
	Nuit	14	67
Saison 2008 2009	Jour	22	53
	Nuit	20	58

Tableau 3.10 Répartition des signalements 3 ans après sur réseau équipé – réseau témoin

Le figure 3.11 et le tableau 3.10 représentent la répartition des signalements 3 ans après sur le réseau équipé et sur le réseau témoin. La comparaison des séries chronologiques jours/nuits, réseau équipé/réseau de référence nécessiterait d'avoir deux années supplémentaires d'observation pour pouvoir appliquer la méthodologie correspondante en analyse statistique.

L'analyse qualitative des données de la 3e saison ramenée à la totalité du réseau équipé permet néanmoins de confirmer l'inversion de poids entre les signalements observés de jour et de nuit avec des valeurs plus faibles de nuit sur le réseau équipé et des valeurs plus importantes respectivement sur le réseau témoin.

Les données disponibles pour une comparaison avec ou sans barrières lumineuses après leur mise en œuvre permettent néanmoins de mener une analyse thématique visant à comparer le taux de contresens signalé de nuit sur le réseau équipé par rapport à ce même taux sur un réseau de référence, ici le réseau témoin (cf tableau 3.11).

Nombre de signalements de nuit sur le réseau équipé.	Nombre total de signalements sur le réseau équipé.	% de référence = Taux de signalements sur le réseau témoin.	Taux estimé de signalements de nuit sur le réseau équipé.	Probabilité associé au test statistique.	Significativité
56	112	56,9	50,0	0,086	NS

Tableau 3.11 Application du test statistique selon la loi de Poisson pour l'analyse thématique

Le taux de signalements de nuit sur le réseau équipé reste donc inférieur à celui observé de jour mais l'analyse thématique associée au test statistique sur la période observée donne un résultat non significatif comme nous le montre le tableau 3.11.

3.3.2 - Les B1J

- Comparaison des signalements avant/après

L'analyse est menée en comparant l'évolution des signalements entre une période d'une année avant la mise en œuvre du dispositif et une période allant jusque trois ans après, pour en évaluer l'évolution.

Afin de pouvoir cumuler les signalements enregistrés sur les deux axes étudiés et disposer d'un échantillon satisfaisant en termes de significativité, la période de travaux sur la RD137 et la phase 1 de la RD213 de juin 2010 à septembre 2010 sont neutralisées.

Compte tenu de ces éléments, le tableau 3.13 précise l'évolution des signalements sur les périodes étudiées.

Période des travaux commune aux deux départements neutralisée pour permettre comparaison globale Période neutralisée: Juin 2010 à Septembre 2010				
Comparaison 1 an avant / 1 an après / 2 ans après sur réseau équipé				
RD137	1 an avant	1 an après	2 ans après	3 ans après
	01/06/2009 au 31/05/2010	01/10/2010 au 30/09/2011	01/10/2011 au 30/09/2012	01/10/2012 au 30/09/2013
Nbre Signalements	11	7	6	6
RD213*	1 an avant	1 an après	2 ans après	3 ans après
	01/06/2009 au 31/05/2010	01/10/2010 au 30/09/2011	01/10/2011 au 30/09/2012	01/10/2012 au 30/09/2013
Nbre Signalements	7	4	3	3
*Hors communes Pornic et St Michel Chef Chef équipés en 2ème vague en janvier 2011 - Section à prendre en compte à partir des données de janvier 2012 pour adapter la période "1 an après"				
Cumulé RD137 + RD213	1 an avant	1 an après	2 ans après	3 ans après
	01/06/2009 au 31/05/2010	01/10/2010 au 30/09/2011	01/10/2011 au 30/09/2012	01/10/2012 au 30/09/2013
Nbre Signalements	18	11	9	9

Tableau 3.13 Recensement des signalements

Ce tableau met en évidence une diminution des signalements sur les deux réseaux équipés avec un passage de 11 à 7 la première année, à 6 la seconde année puis reste stable la troisième soit une diminution d'environ 45 % pour la RD137 et de 7 à 4 puis à 3 signalements deux ans et trois ans après soit une diminution de 57 % après pour la phase 1 de la RD213.

Néanmoins, la période d'un an amène à raisonner sur un nombre limité de signalements. Il faut donc rester prudent sur les conclusions en découlant.

Le cumul sur les deux réseaux, possible grâce au choix des périodes de comparaison, met en évidence un passage de 18 signalements avant la mise en œuvre du dispositif à 11 signalements un an après, à 9

signalements deux ans après puis à 9 la troisième année après, soit une diminution de presque 50 % du nombre de signalements sur le réseau équipé de B1 sur fond jaune trois ans après.

- Comparaison avec/sans :

Au-delà de l'évolution des signalements sur le réseau équipé, il est aussi intéressant de comparer cette évolution avec d'autres réseaux « témoins » aménagés de manière homogène.

En prenant en compte les mêmes périodes d'observation que pour le réseau équipé de panneaux B1 sur fond jaune, l'analyse de l'évolution des signalements met en évidence les principaux résultats dans le tableau 3.14.

Comparaison 1 an avant / 1 an après / 2 ans après / 3 ans après sur réseau témoin				
RN137 Nantes-Rennes	1 an avant	1 an après	2 ans après	3 ans après
	01/06/2009 au 31/05/2010	01/10/2010 au 30/09/2011	01/10/2011 au 30/09/2012	01/10/2012 au 30/09/2013
Nbre Signalements	19	13	3	15
RN165 Morbihan-Finistère	1 an avant	1 an après	2 ans après	3 ans après
	01/06/2009 au 31/05/2010	01/10/2010 au 30/09/2011	01/10/2011 au 30/09/2012	01/10/2012 au 30/09/2013
Nbre Signalements	36	42	32	31
Cumulé RN137 + RN165	1 an avant	1 an après	2 ans après	3 ans après
	01/06/2009 au 31/05/2010	01/10/2010 au 30/09/2011	01/10/2011 au 30/09/2012	01/10/2012 au 30/09/2013
Nbre Signalements	55	55	35	46

Tableau 3.14 Comparaison 1an avant/1an après/2 ans après/3 ans sur réseau témoin

Le tableau 3.14 met donc également en évidence une diminution des signalements sur la RN 137 équipé conformément à la note SETRA n°129 (passage de 19 signalements avant à 15 signalements trois ans après soit une diminution d'environ 21 %) et une diminution sur la RN165 équipée de barrières lumineuses (passage de 36 signalements avant à 31 signalements trois ans après soit une diminution d'environ 14 %).

Avant		Après		Coefficient	Effet (en %)	Probabilité associée au test
Nombre signalements	Durée (en mois)	Nombre signalements	Durée (en mois)	d'évolution		
18	12	29	36	1,000	-46,3	0,030
18	12	29	36	0,800	-32,9	0,121

Tableau 3.15 Test d'évolution réalisé à partir du logiciel CONCERTO⁶

Il est mis en évidence dans le test statistique du tableau 3.15 une baisse de près de 50% des signalements sur le réseau équipé des panneaux B1 sur fond jaune. Cette évolution est statistiquement significative. Cependant, lorsque la tendance observée sur les sites témoins (cf tableau 3.14) est prise en compte, l'effet additionnel associé aux B1J n'est pas statistiquement significatif.

- La phase 2 de la RD213 Pornic – Saint Michel Chef Chef

La particularité géométrique de la seconde phase de la RD213, section composée de carrefours à niveau, nous a amenés à réaliser séparément l'analyse, compte tenu aussi de la différence de période de traitement.

Période des travaux commune aux deux départements neutralisée pour permettre comparaison globale				
Période neutralisée: Octobre 2010 à Janvier 2011				
RD213 phase 2	1 an avant	1 an après	2 ans après	3 ans après
	01/10/2009 au 31/09/2010	01/02/2011 au 31/01/2012	01/02/2012 au 31/01/2013	01/02/2013 au 31/01/2014
Nbre Signalements	1	1	5	3

RN165 Morbihan-Finistère	1 an avant	1 an après	2 ans après	3 ans après
	01/10/2009 au 31/09/2010	01/02/2011 au 31/01/2012	01/02/2012 au 31/01/2013	01/02/2013 au 31/01/2014
Nbre Signalements	29	36	18	31

Tableau 3.16 Phase 2 (B1J) Saint Michel Chef Chef-Pornic : Comparaison 1an avant/1 an après/2 ans après

Le tableau 3.16 montre l'évolution des signalements sur la phase 2 de la RD213 entre Saint Michel Chef Chef et Pornic ainsi que celle de la RN165 (réseau témoin). Si la première année de mise en place de l'expérimentation les signalements sont stables, on remarque la seconde année une augmentation passant de 1 à 5 signalements puis une diminution la troisième année avec un passage de 5 à 3 signalements mais ce résultat est toujours supérieur au nombre de signalements avant la mise en place des B1J.

Ces résultats montrent donc une augmentation entre un an avant et trois ans après qui doit être considérée avec prudence du fait du peu de signalements pris en compte.

Pendant ces mêmes périodes, sur la RN 165, réseau témoin pour la RD213, on remarque une augmentation la première année suivie d'une diminution la seconde année et d'une augmentation la troisième année.

Ces chiffres peuvent donner à penser que les panneaux B1J ne sont pas efficaces. Cependant, l'augmentation, la seconde année, pourrait s'expliquer par la particularité de la géométrie des accès. La RD213 est composée sur ce secteur de carrefours à niveau. Cela met en évidence que les panneaux pour des carrefours à niveau n'ont pas d'effet sur les prises à contresens et qu'ils ne peuvent palier à un aménagement inadapté des accès et sorties sur les chaussées à 2x2 voies.

3.4 - Discussion

Les barrières lumineuses ont un effet à la baisse, significatif au sens statistique, sur l'évolution des signalements de nuit. Cette évaluation permet de conclure positivement sur l'impact des barrières lumineuses sur les signalements de nuit.

L'analyse des signalements sur l'ensemble des réseaux qui ont fait l'objet d'un traitement pour cette étude, une partie importante du réseau DIRO, met en évidence un nombre total de signalements importants par année. Ainsi, 153 signalements ont pu être observés sur ce réseau lors de la troisième saison de suivi, soit en moyenne quasiment 3 signalements par semaine.

Cette donnée met en évidence la nécessité de poursuivre l'observation de ces signalements, grâce aux moyens mis en œuvre par la gendarmerie, pour améliorer la compréhension du phénomène et participer à l'évaluation des politiques ou expérimentations déployées pour le prévenir. La DIRO a mis en place fin 2009 un observatoire contresens expérimental, OCER@, compte tenu du nombre important de signalements observés chaque année sur son réseau. La Direction Territoriale Ouest du CEREMA participe à la mise à jour de cet observatoire sur le réseau de la DIRO. Cet observatoire permet de regrouper l'ensemble des sources d'informations et d'offrir des traitements types permettant de mieux comprendre l'évolution du phénomène à la fois pour le gestionnaire de réseau mais également pour les gestionnaires des données tout en conservant un historique des informations saisies.

OCER@ est le site internet conçu et développé par la Direction Territoriale Ouest/CECP du CEREMA pour répondre à ce besoin. Il est désormais déployé à la DIRO et opérationnel.

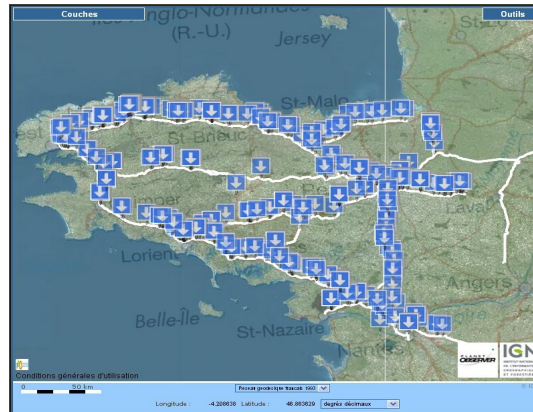


Figure 3.12. Carte des comptes rendus de contresens depuis 2009

Son principe est le suivant. Les signalements de contresens sont saisis par les **émetteurs** (CIGT, CEI, Direction Territoriale Ouest du CEREMA, etc). L'**enquêteur** (Direction Territoriale Ouest du CEREMA) recoupe les signalements, crée les comptes-rendus de contresens exhaustifs et cherche leurs origines. Le **régisseur** (DIRO) met à jour les informations relatives aux points d'échange (échangeurs, aires, etc). Le **gestionnaire** (DIRO) analyse les contresens en fonction de la conformation des points d'échange et de l'itinéraire emprunté.

Figure 3.13. Signalement de contresens

L'évaluation ainsi menée ouvre donc des perspectives intéressantes sur les études à mener et les moyens à mettre en œuvre pour mieux connaître ce phénomène et mieux évaluer les mesures prises pour le prévenir. Une présentation plus complète de cette évaluation est présentée dans Dik (2010)

Les barrières lumineuses sont une contremesure permettant de réduire les signalements de contresens de nuit uniquement. La réflexion a alors été engagée pour trouver une contremesure qui pourrait être efficace de jour comme de nuit.

En ce qui est des panneaux B1 sur fond jaune, le nombre limité de signalements observés ne permet pas de démontrer un effet significatif de cette nouvelle signalisation. Il apparaît que le réseau équipé semble trop petit pour déduire efficacité de ces panneaux. La fenêtre d'étude couverte par le projet LUCOS porte sur deux ans, et les données liées à la 3e année « après » sont indiquées à titre préliminaire. L'analyse définitive, couplée avec une inspection de la pérennité des dispositifs, fera l'objet d'un autre rapport, indépendant du projet LUCOS.

Compte tenu de ces éléments, il a été décidé de réaliser un cahier des charges pour la mise en place de cette expérimentation pour l'élargir aux gestionnaires de réseaux 2x2 voies qui le souhaitent afin de disposer d'un nombre suffisant de signalements pour une meilleure significativité. Ce cahier des charges a été validé par la DSCR le 24 octobre 2013. Il permet de cadrer les conditions et la mise en œuvre de l'expérimentation ainsi que son évaluation.

À ce jour, le département de Loire Atlantique (44) a émis le souhait d'élargir l'expérimentation déjà en cours sur la RD 213 à toutes ses chaussées à 2x2 voies. La demande est en cours d'élaboration.

Le phénomène étant rare, les expérimentations de terrain peuvent être non concluantes à court terme. Les expérimentations en laboratoire permettent de compléter et affiner l'analyse.

4 - Expérimentation en laboratoire

Page laissée blanche intentionnellement

L'objectif de ce lot est d'évaluer l'efficacité de différents dispositifs de signalisations anti-contresens sur la perception et le comportement des conducteurs. Ce lot comportait 2 phases successives :

- **Phase 1** : état de l'art.
- **Phase 2** le développement de critères ergonomiques et leur application dans une évaluation ergonomique (tests sur table).
- **Phase 3** : une évaluation de l'impact des signalisations sur le comportement de conducteurs dans une situation dynamique (tests en simulateur).

A partir des résultats, des recommandations sur la signalisation des contresens sont formulées. Des enseignements d'ordre plus généraux pour la conception et l'évaluation des signalisations sont également discutées.

4.1 - Phase 1 : état de l'art

Cet état de l'art spécifique au lot comportemental a pour objectif d'identifier les mécanismes Facteurs Humains susceptibles d'expliquer des prises de contresens. Cet état de l'art a donc porté sur deux thématiques essentielles :

- les profils des conducteurs impliqués dans les contresens,
- les modes de défaillance susceptibles d'engendrer des prises de contresens.

4.1.1 - Les profils de conducteurs

La recherche bibliographique a permis de mettre en évidence que deux propriétés liées aux conducteurs semblent favoriser particulièrement la survenue des contresens : un âge élevé et l'absence d'expérience des conducteurs dans la pratique de la conduite (Scaramuzza et Cavegn, 2007, Cooner et coll., 2004). L'âge élevé des conducteurs en contresens a également été mis en évidence par le chapitre 1.

Concernant les conducteurs novices, il apparaît que le modèle d'attention utilisé ne soit pas assez développé dans leur pratique de la conduite. Ceci engendre une réduction dans la prise de conscience de certains dangers et de certaines opérations de conduite aboutissant à des accidents (Konstantopoulos et al., 2008).

Concernant les conducteurs seniors, le vieillissement induit des diminutions des capacités sensorielles et cognitives en particulier l'acuité visuelle, l'attention sélective et partagée. (Parker et al., 2000). D'autres

éléments tels que la diminution du temps de réaction, les déficits visuels, la diminution de la rapidité des mouvements mais aussi le fait que les personnes âgées conduisent moins, sont autant d'éléments qui augmentent le risque d'accidents pour cette population (Robertson et Vanlaar, 2008).

Le tableau 4.1 résume les principales caractéristiques et les impacts sur la tâche de conduite des personnes présentant les profils décrits précédemment.

Conducteur	Principales caractéristiques	Impacts sur la tâche de conduite
Seniors	• Généralement expérimentés • Conséquences physiologiques et cognitives du vieillissement • Développement de stratégies (ex réduction des déplacements, évitement des situations potentiellement risquées, anticipation)	• Déclin des fonctions cognitives (vitesse de traitement, attention) et perceptives (problèmes d'acuité visuelle) • Risque de difficultés de traitement de la signalisation routière lorsque l'encombrement visuel est élevé. • Dégradation de la capacité à partager son attention. • Pratique > théorie • Privilégient les processus top down : le traitement des informations de l'environnement est davantage fondé sur les connaissances et expériences passées que sur les caractéristiques des informations
Jeunes	• Inexpérimentées • Capacités physiologiques et cognitives optimales	• Non acquisition des automatismes de conduite • Théorie > pratique • N'ont pas développé un modèle d'attention adéquat • Faible perception des risques • Privilégient les processus bottom up : le traitement des informations est davantage associé aux propriétés de ces informations que sur des attentes ou des hypothèses

Tableau 4.1 Caractéristiques des profils à risques et impacts sur la tâche de conduite

4.1.2 - Modes de défaillance susceptibles d'expliquer les prises de contresens

Les recherches sur l'impact des Facteurs Humains dans la sécurité montrent que deux modes de défaillance sont susceptibles de se trouver impliqués à l'origine d'un accident (Reason, 1990) : les erreurs et les violations. En fonction de ces 2 modes de défaillances les réponses possibles s'avéreront différentes.

Les erreurs se définissent par des situations où une séquence planifiée d'actions ne parvient pas à ses buts. C'est un écart par rapport à une référence interne ou externe (objectif, modèle, norme...) alors que la personne n'avait pas l'intention de s'écarter de cette référence. Une erreur n'est jamais volontaire. On distingue au sein des erreurs les ratés/lapsus des erreurs fondées sur les connaissances (cf tableau 4.2).

Raté/ Lapsus	Erreurs survenant dans la mise en œuvre d'automatismes, de « raisonnements-action ». (on croit avoir enclenché le bouton et il ne s'est pas enclenché, ou on touche l'interrupteur par mégarde), des lapsus (on a tapé 17236 au lieu de 17326), des confusions perceptives (on a perçu F6 au lieu de S6). Exemple appliqué aux contresens : ne pas voir le panneau sens interdit
Erreur fondée sur les connaissances	Erreurs survenant dans la mise en œuvre de connaissances. On est dans le cas où il n'existe pas une règle évidente, et où les opérateurs doivent mobiliser toutes leurs connaissances pour analyser la situation et définir une réponse adaptée. Sont souvent décrites sous la forme : «il aurait dû savoir que...». Exemple appliqué aux contresens : prise de contresens car le conducteur ne connaît pas la signification du signal d'interdiction

Tableau 4.2 : Les différents types d'erreurs

Les violations, quant à elles, correspondent à des écarts volontaires par rapport à une référence externe, une norme, une réglementation. Toutes les violations ne sont pas en soit répréhensibles, car elles peuvent correspondre dans certains contextes à une nécessité liée à la production ou à la sécurité. On distingue différents types de violations comme le montre le tableau 4.3.

Violation routinière	Correspond à un « style » individuel d'un opérateur, qui prend des libertés. Elles appartiennent au répertoire comportemental d'un individu, et survenant en général dans un environnement relativement indifférent (qui sanctionne rarement les violations). Exemple appliqué aux contresens : des conducteurs prennent régulièrement des contresens pour gagner du temps, car ils savent qu'il y a très peu de trafic à cet endroit.
Violations contraintes	Sont produites par une combinaison de conditions locales qui rendent la violation nécessaire. Exemple appliqué aux contresens : un conducteur prend un contresens sur quelques mètres, car la route qu'il devait normalement emprunter est dangereuse en raison d'un incendie.

Tableau 4.3 Les violations

Le modèle développé par Van Eslande (2003) sur 392 situations d'accidents routiers a été adapté à la problématique des contresens. A partir de ce modèle on peut mettre en évidence les causes potentielles à l'origine de ces accidents (figure 4.1) et identifier les contremesures les plus adaptées et les critères d'évaluation associés.

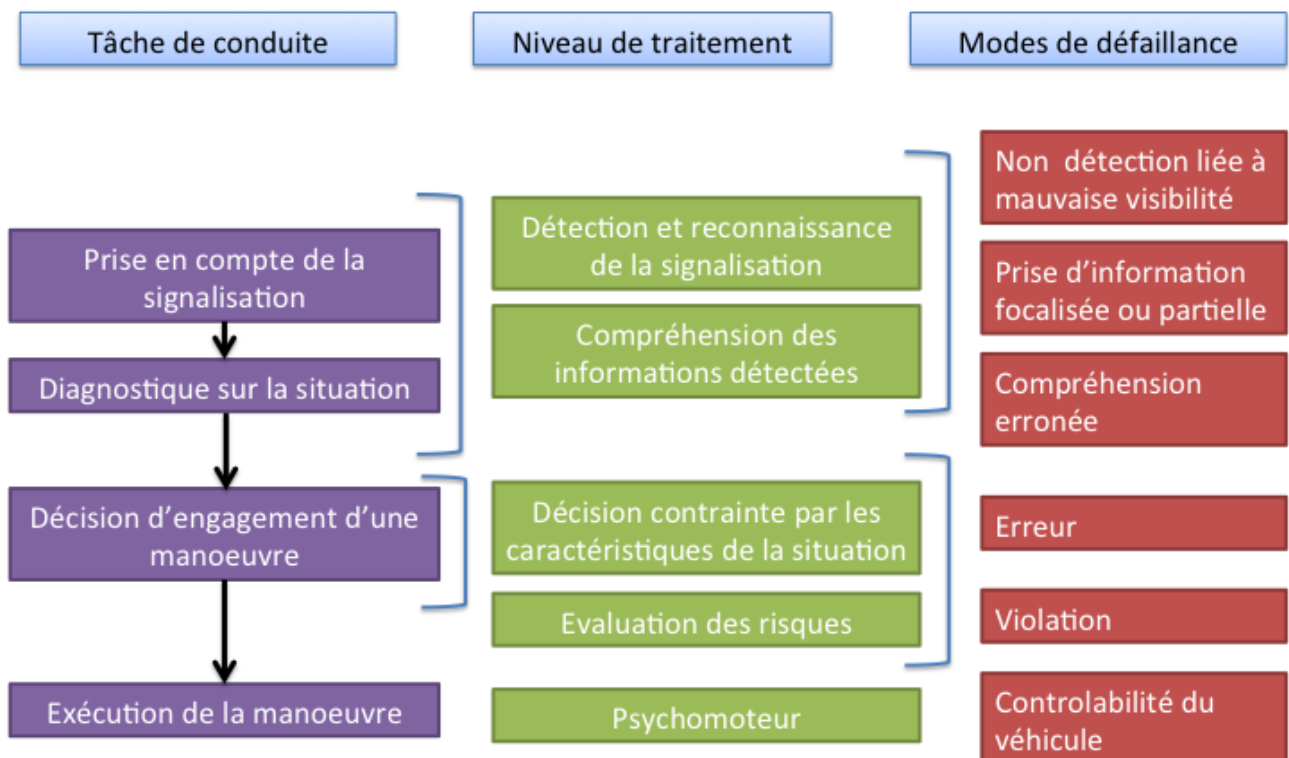


Figure 4.1 Modes de défaillance à différents niveaux de la tâche de conduite

Ce modèle met en correspondance les différents niveaux de la tâche de conduite, le niveau de traitement sensoriel ou cognitif mis en œuvre et les modes de défaillance susceptibles d'apparaître à chacun de ces niveaux lors d'une situation de prise de contresens. Les premières étapes portent sur la prise en compte de la signalisation qui doit normalement déclencher un diagnostic. Cette étape nécessite que le conducteur puisse rapidement détecter, reconnaître et comprendre cette signalisation. Les principaux modes de défaillance associés peuvent être associés à une non détection liée à l'environnement (mauvaise visibilité liée à la météo par exemple) ou par un défaut lié à l'attention du conducteur. L'étape suivante, la décision d'engager une manœuvre est associée à la prise de décision du conducteur qui peut se trouver elle-même influencée par des caractéristiques de la situation ou une évaluation inappropriée des risques. En fonction du niveau de traitement impliqué, le contresens pourra être pris de manière involontaire (erreur) sur la base d'un diagnostic erroné ou de manière volontaire (violation) sur la base d'une évaluation des risques.

Sur le plan de la prévention des contresens, ces modes de défaillance montrent qu'il est nécessaire d'agir à des niveaux différents. Concernant les erreurs, la signalisation doit agir sur les niveaux perceptifs et attentionnels pour permettre une détection optimale quelles que soient les conditions de visibilité. Concernant les violations, c'est la perception du danger qui doit être renforcée pour agir sur l'évaluation des risques des conducteurs.

4.2 - Phase 2 : évaluations ergonomiques et tests sur table

Les objectifs de cette deuxième phase sont de :

- développer des critères ergonomiques pertinents pour l'évaluation de la signalisation et utilisables dans le cadre du projet LUCOS,
- tester ces critères sur une première série d'évaluation «sur table».

Les signalisations évaluées au cours de ces tests sur table sont le B1 sur fond jaune et les plots lumineux. Dans la pratique il est à noter que ces signalisations n'apparaissent pas seules mais sont renforcées par un marquage au sol. Dans nos évaluations ce marquage au sol a été volontairement omis pour tester l'effet associé aux seules signalisations qui sont comparées les unes par rapport aux autres.

4.2.1 - Méthode

- **Développement de critères ergonomiques**

Les critères ergonomiques constituent des dimensions relatives à la perception et à la compréhension d'informations ou de l'utilité et de l'utilisabilité. Cette notion est très répandue dans le domaine de l'ergonomie. Différents critères ont été développés dans la littérature, en particulier pour expertiser ou concevoir des Interfaces Homme-Machine (Bastien & Scapin, 1993) et des alarmes (Stanton et Baber, 2008). Ces critères constituent la base de la réalisation des tests dits «sur table» et des évaluations en simulateur. Le développement de ces critères s'est principalement appuyé sur une recherche bibliographique.

Au total, 5 critères ont été identifiés comme étant pertinents pour l'évaluation des signalisations évaluées au cours du projet LUCOS.

- La visibilité

Ce critère concerne l'aspect sensoriel de la signalisation et implique le fait que l'utilisateur doit avoir suffisamment de visibilité pour détecter un danger et effectuer la manœuvre la plus adaptée à la situation.

- L'intuitivité et l'affordance

Ils s'apparentent non pas seulement à une correspondance immédiate et sans effort entre usage prescrit par le concepteur et usage effectif mais à l'actualisation d'un savoir-faire préalablement appris ou acquis sur le plan moteur et cognitif (Jones et Keith, 2003, Fagen, 2007, Nova et Jober, 2009). Ces notions seront reliées à la compréhension de la signalisation, la compréhension de la situation et de la tâche à accomplir (Bazire et Tijus, 2009) et in fine aux réactions qu'elles incitent.

- L'incitation

Elle permet de juger des moyens mis en œuvre pour faire connaître à l'utilisateur le contexte dans lequel il se trouve et les actions qu'il peut effectuer (Bastien et Scapin, 1993). Appliqué à la signalisation, ce critère correspond à la capacité de l'information à provoquer un comportement approprié dans un délai court.

- L'attention.

Ce critère porte sur le niveau de ressources attentionnelles à mobiliser par le conducteur. Compte tenu du caractère dynamique de la tâche de conduite, il est important de vérifier qu'une signalisation attire l'attention du conducteur tout en interférant au minimum avec la tâche principale de conduite.

- Le masquage visuel.

Défini dans un premier temps comme « une excitation lumineuse intense, consécutive à une excitation plus faible dans la même région de la rétine masquant la première », Le masquage visuel se caractérise plus généralement comme un effet d'inhibition ou encore un effacement perceptif induit par un élément vis-à-vis d'un autre. (Blanc-Garin, 1967).

- La perception du danger

La signalisation doit évoquer le niveau de danger adapté à la situation, cette perception étant susceptible d'influencer l'évaluation des risques et la prise de décisions des conducteurs (Stanton et Baber, 2008).

- **Données recueillies**

Les données recueillies correspondent aux critères ergonomiques présentés ci-dessus. Les données ont été essentiellement recueillies à partir d'un questionnaire et de l'enregistrement des verbalisations des sujets au cours de la passation des tests. Le recueil des données est résumé dans le tableau 4.4. Le questionnaire, composé de 38 questions a été développé spécifiquement pour les besoins du projet ([Annexe 7.2](#)).

Tableau 4.4 Données recueillies

Critères	Mesure	Informations recherchées	Questions posées
Visibilité	• Questionnaire : (visibilité jour vs nuit et ancienne signalisation vs potentielle) • Recueil des verbalisations	• Meilleure visibilité que l'ancienne signalisation ? • Effets visuels supérieurs selon conditions (jour / nuit) ?	• Le panneau à fond jaune est-il : plus ou moins visible que le panneau classique ?
Intuitivité	• Questionnaire (signification du nouveau dispositif) avec limitation dans le temps de réponse. •	• Signification de la signalisation par l'usager parle-t-elle d'elle-même ? • Réactivité en termes de prise de décision.	• Que comprenez-vous de la situation dans laquelle vous vous trouvez ?
Incitation	• Comptabiliser le nombre de « bonnes réponses », vis-à-vis de la décision prise par les usagers	• Type d'actions que la signalisation suggère aux usagers	• Indiquez l'action que vous seriez amené à effectuer face à ce type de situation.
Attention	• Questionnaire (jour vs nuit)	• la signalisation induit-elle une attention plus accrue ?	• Les plots attirent-ils plus votre attention : de jour ? de nuit ? équivalent ?
Masquage visuel	• Questionnaire	• La nouvelle signalisation « masque » t-elle d'autres informations critiques ?	• Nous allons vous présenter deux images successivement, et nous vous demanderons de nous indiquer les différences que vous avez observées.
Perception du danger	• Questionnaire :	• La signalisation proposée indique-t-elle un danger ?	• Nous allons vous présenter un certain nombre de panneaux, et nous vous demandons d'indiquer si ce panneau vous inspire un danger peu ou très important

4.2.2 - L'expérience

- **Présentation sur ordinateur**

La présentation sur ordinateur a été réalisée à partir de montages photos (figure 4.2) insérés dans un diaporama PowerPoint se composant de 83 diapositives dont 23 représentants des situations de conduites réelles. Ce diaporama suit une trame identique à celle du questionnaire. La présentation des images est limitée dans le temps à 2 secondes afin de produire une pression temporelle.



Figure 4.2 : Exemple de présentation sur ordinateur

- **L'échantillon**

L'échantillon est composé de 23 sujets répartis en 3 groupes en fonction de l'âge et de l'expérience de la conduite. Les caractéristiques de l'échantillon sont présentées dans le tableau 4.5.

	Jeunes novices	Expérimentés	Seniors
Effectif	9	9	5
Age moyen	22,5	34,8	71,2
Expérience moyenne	3,5	15,6	44,8
Répartition	4 H	5 H	4 H
Hommes/Femmes	5 F	4 F	1 F

Tableau 4.5 Échantillon

Ainsi ces catégories de participants se définissent par des tranches d'âges et des années de pratique de la conduite, combinant l'expertise (développement d'automatismes versus novice dans la pratique de la conduite ; traitement de l'information top down vs bottom up) et des caractéristiques physiologiques (déclin de certaines capacités visio-perceptives pour personnes âgées) (Clarke et al., 2006, Al-Madani et Al-Janah. 2002).

- **Conditions de passations**

Suite à l'élaboration du matériel expérimental, des pré-tests ont été réalisés visant à déceler les éventuels problèmes quant à la compréhension des consignes, et autres biais possibles devant être corrigés. Ces pré-tests ont également permis de déterminer la durée du test estimée à 30 minutes.

Les conditions de passation des tests ont été contrôlées pour être identiques quant à la luminosité (jour), la luminosité de l'écran, l'angle de positionnement de l'écran, la distance écran- œil et la distance plan de table - œil.

Préalablement aux tests sur table, l'expérimentateur présente les objectifs et les consignes aux sujets.

4.2.3 - Résultats

Les résultats les plus importants sont rapportés dans ce chapitre, séparément pour les 2 signalisations.

- **Panneau B1 sur fond jaune**

Les résultats indiquent que le fond jaune augmente la visibilité pour les 3 catégories de conducteurs, avec un effet plus marqué dans la condition nocturne.

Concernant l'intuitivité, la totalité des participants fait état d'une compréhension immédiate du sens interdit.

Ce résultat rejoint celui obtenu pour le critère incitation qui montre, comme on pouvait s'y attendre, que le B1 évoque sans ambiguïté l'interdiction et le danger.

L'emploi du fond jaune est plus ambigu : il évoque les notions de permission et de conseil, soulignant ainsi le caractère non univoque du message.

Le critère attention a été évalué dans deux modalités :

- en comparaison avec la signalisation actuelle (B1). Les résultats des jeunes novices montrent que cette nouvelle signalisation attire beaucoup plus l'attention que la signalisation actuelle, ce qui est moins le cas pour les conducteurs expérimentés et seniors.
- en comparaison d'une condition jour/nuite. Les résultats indiquent que le B1 sur fond jaune attire plus l'attention la nuit pour les jeunes conducteurs et les conducteurs expérimentés, ce qui n'est pas le cas pour les conducteurs seniors qui estiment que le niveau d'attention est équivalent de jour et de nuit.

Quelle que soit la catégorie de participants, aucun effet de masquage n'a pu être observé. En effet, il semble que la signalisation proposée n'empêche pas les conducteurs d'observer les signalisations présentes autour de celle qui est testée.

- **Plots lumineux**

Les plots lumineux ont été évalués positivement uniquement sur les critères de visibilité et d'attention. Par contre, les résultats relatifs à l'intuitivité et à l'incitation suggèrent que la signalisation en question n'est ni univoque ni intuitive pour l'ensemble des participants et ce quelle que soit la catégorie de conducteurs concernée. En effet, trois types de réponses sont apportées concernant l'univocité : soit le participant « ne sait pas », soit il juge le dispositif « non univoque » ou encore la réponse avancée est erronée (indication de ralentir ou présence d'un danger).

Au total, ces premiers résultats suggèrent que cette signalisation ne devrait pas être utilisée seule mais comme un renforcement d'une autre signalisation, comme cela est prévu avec le marquage au sol. Ces premières tendances doivent bien entendu être confirmées par les évaluations en simulateur présentés dans la section suivante.

4.3 - Phase 3 : tests en simulateur

4.3.1 - Objectifs et hypothèses

L'objectif de cette troisième phase est d'évaluer l'efficacité des nouvelles signalisations vis-à-vis des facteurs de risque (typologie des conducteurs et contexte) grâce à des tests en situation dynamique réalisés sur un simulateur de conduite simplifié. Comparée aux tests utilisateurs «statiques», la situation dynamique permet d'évaluer la perception et l'interprétation des signalisations dans une situation dite «écologique» prenant en compte notamment les exigences attentionnelles liées à la conduite.

Les hypothèses ont été élaborées d'une part sur la base de la revue de la littérature et en particulier sur les données d'accidentologie et d'autre part des résultats des tests sur table présentés dans le chapitre précédent. Elles ont porté sur l'impact de la signalisation sur des populations jeunes novices et seniors et sur les mécanismes de déclenchement de prise de voie à contresens : erreur et violation.

Une série de 4 hypothèses ont été élaborées et testées au cours de cette phase :

- **Hypothèse 1 : les conducteurs seniors font plus de contresens que les conducteurs jeunes.**

Scaramuzza et Cavegn (2007) montrent que les conducteurs seniors sont plus nombreux à prendre des contresens. Cette sur-représentation des conducteurs seniors parmi les responsables d'accidents avec prise à contresens a également été mise en évidence au chapitre 1, dans l'analyse France entière, ainsi que sur les régions Bretagne et Pays de la Loire, où sont menées les expérimentations (10 des 16 procès-verbaux analysés par le CETE de l'Ouest concernent des conducteurs seniors).

- **Hypothèse 2 : les conducteurs seniors font plus de contresens par erreur que les sujets jeunes. Par contre, les jeunes font plus de contresens par violation que les seniors.**

Van Eslande (2003) montre que les sujets seniors (plus de 70 ans) font davantage d'erreurs liées à la dégradation des fonctions sensorielles et attentionnelles susceptibles de réduire leur capacité à détecter une signalisation. A l'inverse, les sujets jeunes font plus de violations du fait d'une plus forte propension au risque.

- **Hypothèse 3 : les nouvelles signalisations (B1 jaune, plots ou Combinaison) permettent de réduire les contresens dus à des erreurs par rapport la signalisation actuelle (B1).**

Les nouvelles signalisations permettraient d'attirer plus l'attention grâce à la couleur jaune et/ou au clignotement des plots ce qui réduirait le risque de contresens par erreurs.

– **Hypothèse 4 : les nouvelles signalisations augmentent la perception du danger.**

Les nouvelles signalisations en augmentant la perception du danger réduiraient le risque de prise de contre sens par violation.

4.3.2 - Méthode

- Élaboration des scénarios de conduite

Les participants avaient pour consigne de conduire sur une route à chaussée séparée (2x2 voies) ainsi que sur une aire de repos. Deux scénarios correspondant aux deux causes possibles de prises de contre sens ont été élaborés :

– **Scénario 1 (Sc1) – Contresens par violation.**

Dans ce scénario, les sujets étaient informés qu'ils devaient se rendre à un rendez-vous important et qu'ils allaient être guidés par un véhicule. Ils étaient informés qu'il était important de ne pas se laisser distancer par ce véhicule au risque de se perdre et de ne pas parvenir au lieu du rendez-vous. En même temps que cette instruction il devait veiller au respect du code de la route. Afin de créer une situation favorable au contresens, le véhicule situé devant s'engageait rapidement dans une voie en contresens ce qui était susceptible d'inciter les conducteurs à prendre le contresens par violation.

– **Scénario 2 (Sc2) – Contresens par erreurs.**

Dans ce scénario, le conducteur devait rouler sur une aire de repos, faire le plein, puis trouver la sortie pour reprendre la route nationale. Dans cette situation, le contresens a été favorisé par la complexité de la route générant un risque de confusion. La première sortie était en contresens alors que la voie à emprunter était située quelques mètres après.

Ces deux scénarios se déroulaient dans des conditions visuelles nocturnes. Ce choix se justifie par le fait que les contresens sont plus fréquents la nuit (Scaramuzza et Cavegn, 2007). Par ailleurs, l'avantage de la condition de nuit sur simulateur de conduite est d'accroître le réalisme et facilite donc l'immersion des conducteurs.

Pour développer ces deux scénarios en situation dynamique, l'équipe de DEDALE a fait appel aux compétences du Laboratoire Exploitation, Perception, Simulateurs et Simulations (LEPSIS) de l'IFSTTAR.

Plusieurs réunions ont eu lieu pour construire la simulation et apporter des modifications afin de répondre aux objectifs du lot comportemental. La collaboration a permis de créer dans le simulateur les nouvelles signalisations, les deux scénarios, leur enchaînement et l'environnement virtuel de conduite.

- Protocole expérimental

Dans les 2 groupes d'âge, chaque conducteur passait les 2 scénarios avec les modalités suivantes (tableau 4.6) :

- l'un des scénarios (Sc1 ou Sc2) avec la signalisation actuelle (B1),
- le deuxième scénario(Sc1 ou Sc2) avec l'une des 3 signalisations nouvelles :
 - B1 fond jaune,
 - plots lumineux,
 - combinaison B1 fond jaune,
 - plots lumineux.
- l'ordre des deux scénarios étaient contrebalancés pour contrôler un éventuel effet de l'ordre.

	Conducteurs jeunes	Conducteurs seniors
Signalisation actuelle (B1)	Sc1 Sc1 Sc2 Sc2	Sc1 Sc1 Sc2 Sc2
B1 fond jaune	Sc2	Sc2
Barrière de plots lumineux	Sc2.... Sc1	Sc2.... Sc1
B1 fond jaune + barrière de plots lumineux	Sc1....	Sc1....

Tableau 4.6 Plan expérimental. NB : chaque couleur correspond à 1 conducteur

- Échantillon de conducteurs

Deux groupes de conducteurs ont été constitués : les jeunes conducteurs, entre 20 et 30 ans, et les conducteurs seniors âgés de plus de 70 ans.

Le recrutement des sujets a été réalisé par l'intermédiaire du site internet du RISC (Relais d'Information sur les Sciences de la Cognition) et grâce à une liste de coordonnées de l'IFSTTAR de personnes seniors. Les critères d'inclusion étaient les suivants :

- posséder le permis de conduire (permis B),
- avoir une vue normale ou corrigée (conformément à l'acuité visuelle nécessaire pour la conduite),
- être âgé entre 20 et 30 ans ou de plus de 70 ans.

Afin de vérifier ces critères, le recrutement des sujets a été réalisé à partir d'un entretien par téléphone ou par courriel ([Annexe 7.3](#)).

Le nombre de sujets à sélectionner a été estimé à 60. Cependant, davantage de sujets ont été recrutés afin de compenser les éventuels abandons en cours d'étude, en particulier liés au mal du simulateur. Au total, 32 conducteurs jeunes ont répondu par le site internet du RISC pour participer aux simulations sachant que 30 correspondaient aux critères de sélection. Pour les sujets seniors, 30 conducteurs de la liste de coordonnées de l'IFSTTAR correspondaient aux critères de sélection. Quatre autres sujets seniors ont proposé leur candidature et ont été sélectionnés dans l'entourage des expérimentateurs. Ces démarches ont permis de recruter 64 personnes (30 jeunes et 34 seniors).

Lors des simulations, 6 sujets seniors sur 64 personnes ont été exclus des résultats : 2 sujets n'ont pas poursuivi le test après la phase de familiarisation, 3 autres se sont arrêtés pendant les scénarios à cause du mal du simulateur et un sujet ne répondait finalement pas aux critères d'inclusion par rapport à son âge. Les résultats portent donc sur un échantillon de cinquante-huit sujets.

- 30 sujets ayant entre 18 et 30 ans (moyenne = 25 ; mini. = 20, maxi.= 30),
- 28 sujets de plus de 70 ans (moyenne = 75 ; mini. = 70, maxi.= 82).

4.3.3 - Données recueillies

Les données recueillies se regroupent en 3 parties :

- des données permettant de caractériser les conducteurs en particulier vis-à-vis de leur expérience de la conduite, de leur rapport à la règle et le risque éventuel de mal du simulateur. Trois questionnaires ont été utilisés :
 - un questionnaire d'habitude de conduite (âge, fréquence de conduite, expérience de conduite sur différentes routes, etc.) ([Annexe 7.6](#)),
 - le Simulator Sickness questionnaire permettant d'évaluer le mal du simulateur ([Annexe 7.9](#)),
 - le Driver Behaviour Questionnaire qui évalue les comportements à risque et le rapport à la règle ([Annexe 7.7](#)).
- des données objectives relatives au comportement du conducteur. Celles-ci portent essentiellement sur le nombre de contresens effectivement pris par les conducteurs dans chaque condition. Elles reposent sur une observation du conducteur par 2 expérimentateurs. Afin de sécuriser ce recueil, un enregistrement vidéo était réalisé pour l'ensemble des expérimentations ce qui permettait de lever d'éventuels doutes.
- des données subjectives liées à la perception de la signalisation par les conducteurs. Ces données portent sur les différents critères d'évaluations ergonomiques développés dans les premières phases de l'étude. Ils s'appuient sur un entretien post-simulation.

Le tableau 4.7 présente la structure du guide d'entretien. Il reprend pour chaque critère, les informations attendues et les questions posées aux sujets. Ces critères ont pu être évalués pour les signalisations nouvelles et actuelles.

Critères	Informations recherchées	Questions posées
Visibilité	- La signalisation a-t-elle été perçue ? - Différences entre les panneaux actuels et la nouvelle signalisation ?	Avez-vous rencontré cette signalisation lors de la simulation ? (l'expérimentateur présente chaque signalisation)
Attention	Niveau d'attention requis par la signalisation	A-t-elle attiré votre attention ?
Compréhension	- La signalisation est-elle comprise ? - Réactivité du conducteur ? - Quelle est la signification de la couleur ?	- Avez-vous compris la signalisation ? (Si oui, qu'avez-vous compris / Si non, que vous a-t-elle suggéré ?) - Que représente la couleur de cette signalisation ?
Incitation	Les actions que la signalisation suggère aux conducteurs	- Vous êtes-vous retrouvé dans une situation anormale ? - Quelle a été votre réaction ?
Perception du danger	Niveau de danger et d'interdiction ressenti	- Quelle signalisation est la plus représentative d'une voie en contresens ? - Pouvez-vous indiquer sur une échelle de 0 à 5 si ce panneau vous inspire un danger peu ou très important ? une interdiction peu ou très importante ?

Tableau 4.7 Structure de l'entretien post-simulation

- Déroulement des essais

Préalablement à la passation, chaque conducteur signait un consentement éclairé lui donnant des informations sur la nature de l'expérimentation ([Annexe 7.5](#)). Néanmoins, afin de ne pas influencer leur comportement l'objectif réel de la recherche ne leur était dévoilé qu'à la fin de l'expérimentation. La participation aux tests était compensée financièrement par un chèque-cadeau de 50 euros.

Afin de mettre au point les expérimentations, des pré-tests ont été réalisés avec trois sujets (deux sujets jeunes et un sujet senior). Ceux-ci ont permis de vérifier le protocole, les conditions de passation et d'évaluer la durée totale d'une passation. Quelques modifications ont pu être apportées comme la modification des consignes de présentation, le visuel du simulateur ou encore le questionnaire des habitudes de conduite.

Les passations sur le simulateur de conduite se sont déroulées pendant quatorze jours sur le site de l'IFSTTAR Versailles-Satory. Chaque passation durait environ 1 heure. A son arrivée, le sujet était invité à

remplir le questionnaire d'habitude de conduite, le Simulator Sickness Questionnaire et le Driver Behaviour Questionnaire

Une fois ces questionnaires remplis, chaque conducteur participait à une phase de familiarisation sur le simulateur durant une dizaine de minutes. À la suite de cette familiarisation l'expérimentateur lisait les consignes à haute voix ([Annexe 7.4](#)).

Après avoir vérifié que les consignes étaient correctement comprises, les conducteurs participait aux deux scénarios de conduite. A la fin de la passation des deux scénarios, le sujet répondait à un entretien semi-dirigé ([Annexe 7.8](#)) au cours duquel des exemples de signalisations étaient présentées sous format Powerpoint. Avant de repartir, le sujet répondait à nouveau au Simulator Sickness Questionnaire pour vérifier qu'il ne ressentait aucune gêne physique et/ou mentale.

Le dispositif expérimental qui a été utilisé est un simulateur à base fixe de l'IFSTTAR. Il est équipé de trois écrans, deux unités centrales, un volant, un pédalier et un levier de vitesse (figure 4.3). Le simulateur est doté d'un retour visuel dynamique et interactif, une scène virtuelle qui couvre 150° du champ visuel du conducteur grâce aux trois écrans de projection et un son spatialisé grâce à des enceintes placées derrière les écrans.



Figure 4.3 Dispositif de simulation

La figure 4.4 présente l'aspect de la signalisation telle qu'elle apparaît sur l'écran du simulateur (ici combinaison de B1 sur fond jaune et plots lumineux).



Figure 4.4. Présentation de la signalisation dans le simulateur

4.3.4 - Résultats

Les résultats sont présentés en 3 parties :

- analyse quantitative globale,
- analyse détaillée par signalisation,
- analyse en fonction des hypothèses.
- Analyse quantitative globale

Au total, 30 sujets sur 58 ont pris une voie à contresens dont 17 sujets jeunes (onze hommes et six femmes) et 13 conducteurs seniors (huit hommes et cinq femmes). Parmi ces 30 sujets, 8 ont pris la voie à contresens dans les deux scénarios.

Le tableau 4.8 présente le pourcentage de conducteurs ayant pris un contresens dans les différentes conditions expérimentales.

	Scénario 1 (violation)		Scénario 2 (erreur)	
	Jeunes	Séniors	Jeunes	Séniors
B1	23	11	7	14
B1J	0	10	0	10
Plots lumineux	50	30	50	40
B1J+plots	20	0	10	0

Tableau 4.8 : Pourcentage de conducteurs ayant pris un contresens selon les scénarios, l'âge et la signalisation

On constate que ce pourcentage varie de 0 % à 50 % selon les conditions. Globalement, les plots lumineux ont provoqué le plus de contresens et les B1 sur fond jaune le moins de contresens. En regroupant l'ensemble des conditions «scénarios » et « âge » et en comparant chaque signalisation par rapport au B1, on constate une différence statistiquement significative uniquement pour la condition plots lumineux (χ^2 , $p < 0,01$). Une tendance non significative apparaît pour le B1J qui tend à réduire le nombre de contresens par rapport au B1. Un échantillon de conducteurs plus important aurait probablement permis d'obtenir une différence significative. Enfin on note que la combinaison B1J+ plots n'apporte pas de gain significatif.

Les tableaux 4.9 et 4.10 présentent respectivement les résultats de la perception du danger et de l'interdiction associée à chaque signalisation. Rappelons que cette évaluation était réalisée au cours de l'entretien post-simulation. Chaque sujet devait évaluer entre 0 (peu important) et 5 (très important) le

niveau de danger et le niveau d'interdiction des signalisations présentées. La combinaison (panneau B1J et barrière de plots) a obtenu le score le plus élevé, au niveau du danger et de l'interdiction, par les jeunes et les seniors. La barrière de plots arrive en dernière position pour le danger et l'interdiction perçus.

	Jeunes	Seniors
B1	4,5 (0,6)	4,9 (0,3)
B1 + fond jaune	4,3 (1)	3,6 (1,2)
Plots	1,4 (1,1)	3,4 (1,7)
B1 + plots	4,9 (0,3)	4,8 (0,5)

Tableau 4.9. Score moyen (écart-type) de la perception du danger associée aux différentes signalisations

	Jeunes	Seniors
B1	4,7 (0,7)	4,9 (0,4)
B1 + fond jaune	4,6 (0,7)	4,4 (0,9)
Plots	1,1 (1)	3,6 (1,7)
B1 + plots	4,9 (0,3)	4,6 (0,5)

Tableau 4.10. Score moyen (écart-type) de la perception de l'interdiction associée aux différentes signalisations

- Analyse détaillée par signalisation

À partir de l'ensemble des données quantitatives et qualitatives recueillies, chaque signalisation a été analysée individuellement.

Le panneau B1

Pour rappel, cette signalisation était la condition contrôle testée par l'ensemble des sujets (n=58).

Dans l'ensemble, 90 % sujets jeunes et seniors ont perçu la signalisation et elle a attiré leur attention distinctement. Par contre, l'impact de la signalisation actuelle a des effets variables selon les contextes et l'âge.

Le scénario 1 (violation) a provoqué plus de contresens que le scénario 2 (erreur). Neuf sujets (six jeunes ; trois seniors) se sont engagés en contresens dans le scénario 1 avec cette signalisation.

Dans le scénario 2 (erreur), les seniors ont pris plus de contresens et n'ont pas prêté attention à la signalisation. Sept sujets (trois jeunes ; quatre seniors) se sont engagés en contresens dans le scénario 2. Les sujets seniors font plus d'erreurs sur une route nouvelle et confuse.

En voyant le panneau, les conducteurs s'arrêtent et s'ils sont engagés dans la voie en contresens, ils font demi-tour ou une marche arrière après vérification qu'il n'y ait pas d'autres véhicules autour d'eux. On peut en déduire que le panneau génère une incitation forte à l'arrêt.

Par rapport au critère de compréhension, tous les sujets ont compris la signification du panneau B1 immédiatement, c'est-à-dire un sens interdit. Pour le critère de forme et de codes, la couleur rouge du panneau B1 représente pour la moitié des sujets un danger et pour l'autre moitié une interdiction.

Pour la perception du danger, 60 % des sujets pensent que le panneau B1 est le plus représentatif d'une voie à contresens. L'étude des échelles de danger montre que la perception du danger est de 4,5 / 5 pour les jeunes et 4,9 / 5 pour les seniors. La perception de l'interdiction est de 4,7 / 5 pour les jeunes et 4,9 / 5 pour les seniors. Les sujets jeunes perçoivent cette signalisation avec une interdiction plus importante que le danger alors que les sujets seniors considèrent que la signalisation indique un danger et une interdiction très importants.

Le panneau B1 sur fond jaune

Cette signalisation a été évaluée par dix jeunes et dix seniors (n=20).

Tous les sujets jeunes ont vu la signalisation et se sont arrêtés à son niveau. Pour les seniors, un sujet s'est engagé dans la voie à contresens pour le premier scénario (violation) et un sujet pour le second scénario (erreur). Les huit autres sujets seniors l'ont vu et se sont arrêtés. Lors des entretiens, un seul sujet a indiqué avoir vu le fond jaune contre 19 qui n'ont perçu que le sens interdit. La signalisation attire l'attention grâce au panneau B1 au centre et elle sollicite plus l'attention des sujets jeunes (9 sur 10) que des personnes seniors (3 sur 10).

Il y a eu une compréhension quasi-immédiate des sujets sur la signification d'un sens interdit. La compréhension de la couleur jaune est variée. 35 % des sujets associent le jaune aux travaux et au caractère temporaire, 15 % comparent le jaune aux gilets obligatoires dans les voitures, 40 % estiment que la couleur jaune ne signifie rien et 10 % des sujets relient le jaune au danger. Néanmoins, il semble que la signalisation incite les sujets à s'arrêter.

Les jeunes considèrent que la signalisation indique un danger important (4,3 / 5) et une interdiction élevée (4,6 / 5). Au contraire, les seniors semblent percevoir moins de danger (3,6 / 5) quand le panneau B1 est associé avec du jaune mais une interdiction plus élevée (4,4 / 5).

Cette signalisation est associée à peu de prises de contresens que ce soit dans un cas de violation ou d'erreur. Le fond jaune a permis une diminution des prises à contresens bien que les sujets ne semblent pas l'avoir perçu, ni compris.

La barrière de plots lumineux

Concernant la barrière de plots présentée seule, cette signalisation a provoqué le plus de contresens. Dix sujets jeunes et dix sujets seniors ont été confrontés à cette signalisation (n=20).

Pour les jeunes, 9 sur 10 sujets ont vu la signalisation. Pour les sujets seniors, 7 sur 10 sujets ont vu la signalisation. Tous les sujets sauf 1 ont déclaré que le clignotement et la couleur rouge de la barrière ont attiré leur attention.

Les entretiens ont permis de confirmer qu'il y a une réelle incompréhension sur la signification de cette signalisation. Un seul sujet (senior) a associé cette signalisation à un sens interdit. Pour 25 % des sujets, la signalisation est une indication de circulation, 20 % associent la signalisation à un danger, 10 % la considèrent comme une délimitation de la route (en référence aux catadioptres blancs), 5 % à une barrière et 5 % à des travaux. Pour ceux qui se sont engagés dans la voie à contresens, ils se sont rendus compte d'un sens interdit grâce au fléchage au sol ou à l'architecture de la route. Les sujets ralentissent mais ne s'arrêtent pas à la signalisation.

Aucun des sujets ne trouve que la barrière de plots est représentative d'une voie à contresens. Les jeunes ne perçoivent aucun danger (1,4 / 5), ni d'interdiction (1,1 / 5) pour ce type de signalisation. Les seniors perçoivent un faible danger (3,4 / 5) comme pour l'interdiction (3,6 / 5).

Au total, cette barrière de plots lumineux ne semble que faiblement associée à une indication de contresens.

La combinaison (Barrière de plots et panneau B1 sur fond jaune)

La combinaison des deux nouvelles signalisations a été testée par 8 sujets seniors et 10 sujets jeunes (n =18).

Les sujets seniors ont tous vu la combinaison. Pour les conducteurs jeunes, 7 sur 10 ont vu la signalisation. La combinaison attire l'attention pour l'ensemble des sujets quel que soit leur âge. Les panneaux B1 jaune sont perçus dans 85 % des cas en premier. Les plots n'ont été perçus qu'en deuxième mais ils permettent de renforcer les panneaux. La compréhension est immédiate grâce aux panneaux B1 signifiant le sens interdit. Les sujets sont incités à freiner, car selon eux, la combinaison représente une interdiction.

Au niveau de la perception du danger, 35 % des sujets trouvent que la combinaison des deux nouvelles signalisations est indicative d'une voie à contresens. Par rapport aux échelles, la perception du danger est de 4,9 / 5 pour les jeunes et 4,8 / 5 pour les seniors. La perception de l'interdiction est de 4,6 / 5 pour les jeunes et 4,9 / 5 pour les seniors. La combinaison de nouvelles signalisations a le plus haut niveau d'interdiction et de danger pour les sujets jeunes. Pour les sujets seniors, ils la considèrent comme associés à un danger et une interdiction très importants mais la perception du danger est plus faible que pour la signalisation actuelle (panneau B1)

En résumé, la signalisation qui permet d'éviter le plus de prises à contresens est le panneau B1 sur fond jaune, même si les sujets disent ne pas avoir vu la couleur jaune. En seconde position, il s'agit de la combinaison des deux signalisations avec une forte indication de danger et de l'interdiction. En troisième position, la signalisation actuelle (panneau B1) est comprise et détectée rapidement par les sujets mais provoque encore des prises de voies à contresens. Et en dernière position, la barrière de plots lumineux qui attire l'attention mais qui n'est pas comprise et qui n'indique ni le danger, ni l'interdiction.

- L'analyse par hypothèses
 - **Hypothèse 1** : les conducteurs seniors font plus de contresens que les conducteurs jeunes.

L'hypothèse n'est pas confirmée. Les résultats montrent que 13 sujets seniors sur vingt-huit ont pris des contresens (figure 4.5) contre 17 sujets jeunes sur 30 (figure 4.6). Cette tendance, n'est pas statistiquement significative (Test du Khi2, p=0.6).

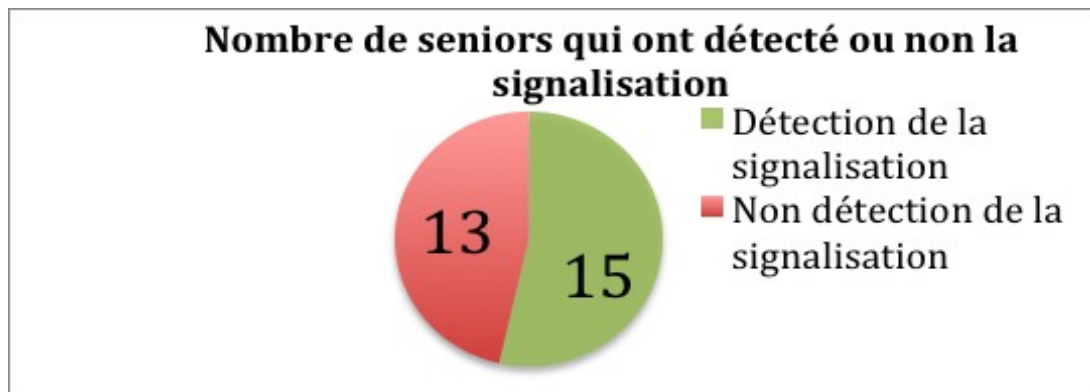


Figure 4.5 – Nombre de conducteurs seniors ayant pris un contresens

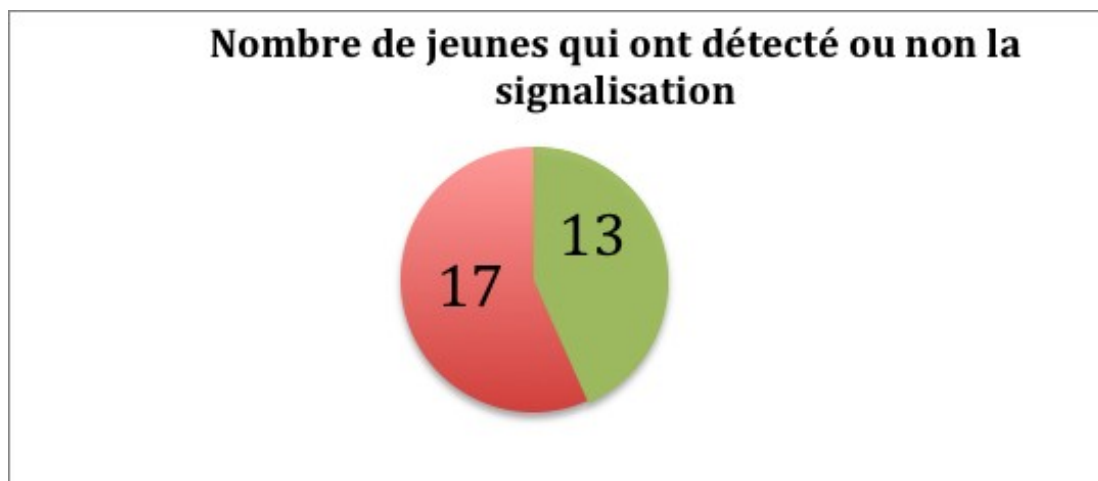


Figure 4.6 Nombre de conducteurs jeunes ayant pris un contresens

- **Hypothèse 2** : les sujets seniors font plus de contresens par erreur, les sujets jeunes font plus de contresens par violation.

La figure 4.7 compare le nombre de contresens dans les deux scénarios en fonction de l'âge des conducteurs. Les résultats montrent que l'hypothèse est confirmée, les conducteurs jeunes prenant plus de contresens dans le scénario 1 que dans le scénario 2 alors que la tendance inverse est constatée pour les conducteurs seniors.

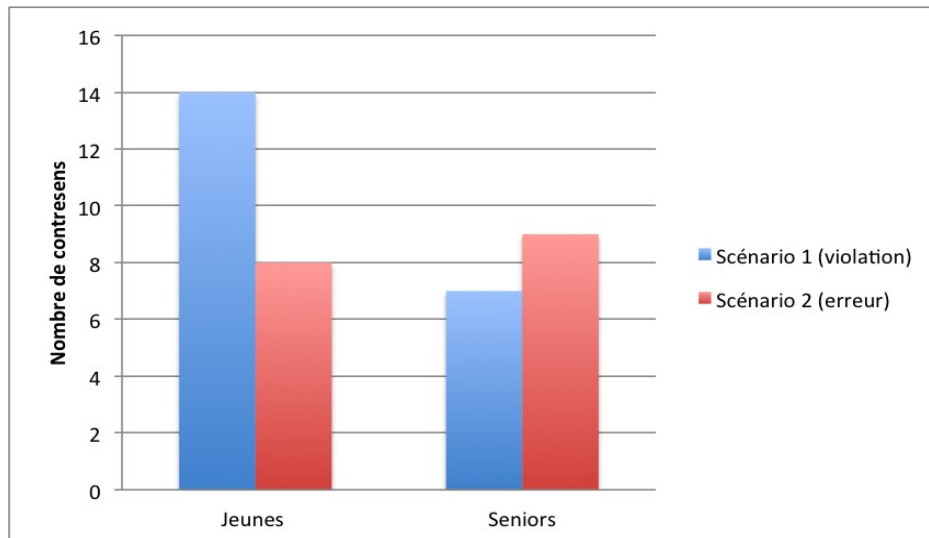


Figure 4.7 : Nombre de contresens dans les 2 scénarios selon l'âge des conducteurs

- **Hypothèse 3** : les nouvelles signalisations (B1 jaune, plots ou Combinaison) permettent de réduire les contresens dus à des erreurs par rapport la signalisation actuelle (B1).

Cette hypothèse est validée seulement pour deux nouvelles signalisations (le panneau B1 sur fond jaune et la combinaison) qui ont permis de réduire fortement le nombre de contresens par rapport à la signalisation actuelle. Par contre, cette hypothèse n'a pas été validée concernant la barrière de plots, car elle a provoqué plus de contresens que la signalisation actuelle (figure 4.8).

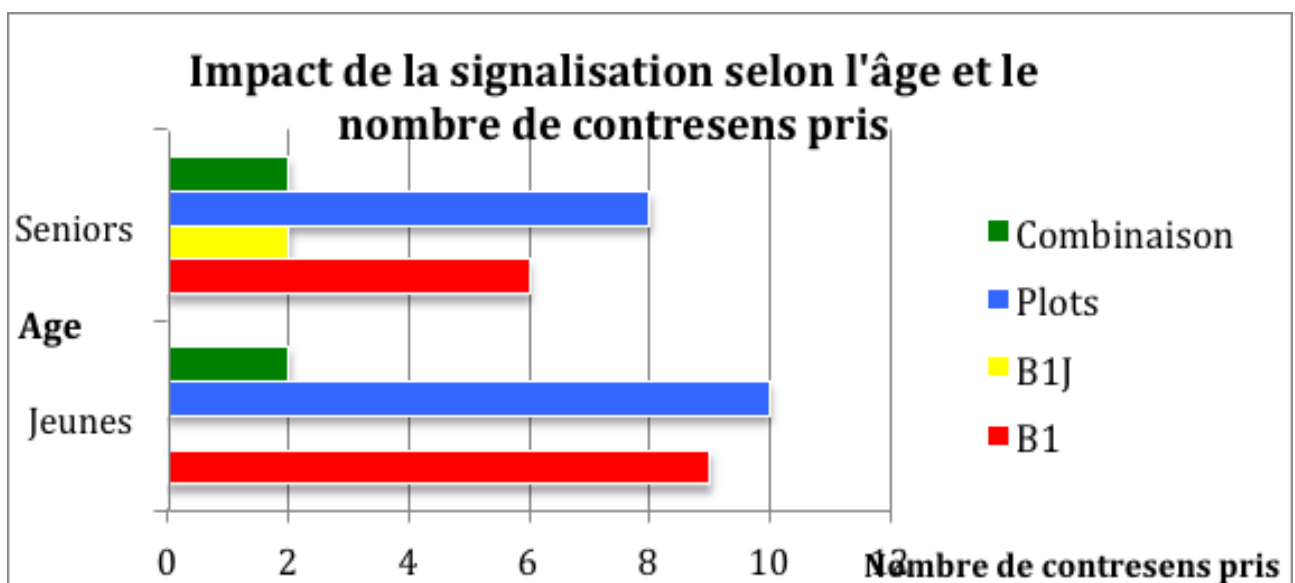


Figure 4.8 Nombre de contresens selon l'âge et la signalisation

- **Hypothèse 4** : les nouvelles signalisations permettent aux sujets jeunes de mieux détecter les contresens que la signalisation actuelle à partir d'une augmentation de la perception du danger.

Comme le montre la figure 4.8, hormis la barrière de plots, les nouvelles signalisations (B1J et combinaison) ont permis plus de détection de voie à contresens que la signalisation actuelle (B1). Malgré cette différence dans le nombre de contresens, ces signalisations ne sont pas perçues consciemment comme étant associées à un niveau de danger et d'interdiction plus élevés.

4.4 - Discussion

Le lot comportemental présenté dans ce chapitre vise à évaluer d'un point de vue de l'ergonomie l'efficacité de nouvelles signalisations à prévenir les prises de contresens. Ce lot s'est appuyé sur une analyse de la littérature, des tests sur table puis des évaluations en simulateur.

En partant d'un état de l'art portant sur l'accidentologie associée aux contresens premières phases du projet ont permis de développer des critères ergonomiques pour l'évaluation des signalisations anti-contresens. Ces critères s'appuient en particulier sur la visibilité, la compréhension et la perception du danger.

Les tests sur table ont permis de réaliser une évaluation préliminaire de 2 signalisations, un panneau B1 sur fond jaune et une barrière de plots lumineux.

Des évaluations positives sont relevées concernant les critères de visibilité et d'incitation du B1 sur fond jaune. Il est cependant à noter d'après les résultats que la couleur jaune présente un risque de mauvaise interprétation. En effet, bien qu'il ne s'agisse pas des mêmes caractéristiques colorimétriques, l'emploi du jaune peut être confondu avec l'indication de travaux ou de signalisation temporaire. Le principal risque serait donc que le jaune atténue le message d'interdiction et de danger porté par le B1 en laissant penser par exemple que l'interdiction est temporaire ou partielle. Certains conducteurs pourraient par exemple penser que cette interdiction ne s'applique que le jour lorsque des travaux sont en cours. Ces résultats soulignent donc la nécessité de compléter les B1J par une flèche au sol, comme cela est appliqué dans l'expérimentation de terrain.

Les résultats obtenus pour les plots lumineux suggèrent qu'ils ne répondent pas de manière favorable à la majorité des critères testés. Bien qu'au niveau de la visibilité (de nuit) et de l'attention ce dispositif offre des réponses positives, les critères englobant la compréhension du message (affordance, intuitivité et incitation) apporté par les barrières lumineuses montrent des insuffisances ou des ambiguïtés dans l'information perçue par les conducteurs. Ces tests sur table suggèrent donc que le B1 sur fond jaune posséderait une meilleure efficacité que les barrières lumineuses dont l'interprétation par les conducteurs peut présenter une certaine ambiguïté.

Ces résultats ont pu être confirmés en partie et surtout complétés par la phase 3 du lot comportemental qui constitue la partie la plus importante puisqu'elle permet d'évaluer la perception et l'efficacité de ces signalisations en situation dynamique. En effet, la perception et l'interprétation d'une signalisation routière se passe dans un délai extrêmement court compte tenu des exigences de la tâche de conduite en termes de ressources attentionnelles. Il était donc nécessaire de pouvoir évaluer les différents critères retenus dans une situation la plus proche possible de la réalité. Cette phase de la recherche a nécessité

l'utilisation d'un simulateur de conduite sur base fixe. Le choix d'utiliser un simulateur base fixe à la place d'un simulateur mobile se justifie par les objectifs de l'étude qui ne nécessitaient pas de reproduire l'ensemble des éléments de la tâche de conduite ou de son environnement. L'inconvénient majeur de ce type de simulateur concerne essentiellement le risque accru de mal du simulateur lié au conflit sensoriel que produit cette situation (image mobile et corps fixe). Cet inconvénient était compensé par la durée très faible des scénarios qui limitait l'exposition des conducteurs à ce conflit sensoriel.

La méthodologie de recueil de données s'appuie sur une approche multi-factorielle. Différentes dimensions sont évaluées quant à la perception sensorielle des signalisations, leur caractère incitatif, la perception du danger qui leur est associé... Ces différents critères ont été évalués dans 2 scénarios créés pour produire des opportunités de contresens en fonction de deux causes principales : erreur (par exemple non perception de la signalisation) et violation (prise volontaire de la voie en contresens). Ces conditions étaient croisées avec deux groupes de conducteurs, un groupe de jeunes conducteurs peu expérimentés et un groupe de conducteurs seniors. La construction des scénarios s'est révélé le point critique de la méthodologie, car elle déterminait la possibilité de disposer de données exploitables vis-à-vis des objectifs de l'étude. L'autre difficulté associée à la méthode était la nécessité de ne pas informer les conducteurs des objectifs précis de l'étude sous peine de biaiser les résultats, les conducteurs développant une vigilance accrue aux situations de contresens. Les scénarios et les consignes ont donc été validés dans des pré-tests et se sont révélés efficaces pour produire des contresens susceptibles d'être analysés.

Au total, les expérimentations ont permis de produire 39 prises de contresens (sur un total de 58 conducteurs) avec une répartition assez équilibrée entre les 2 scénarios : 21 dans le scénario 1 (violation) et 18 pour le scénario 2. La répartition de ces contresens entre les 2 groupes d'âge montre que le groupe des conducteurs jeunes ont produit plus de contresens que les seniors (22 contresens contre 16). Ce nombre plus élevé pour les jeunes s'explique essentiellement par des contresens pris par violation (scénario 1) plus nombreux ce qui est conforme aux hypothèses du départ et au profil des conducteurs associé à une prise de risque plus élevée.

Ce nombre de contresens assez élevé a permis d'obtenir un corpus de données riche pour évaluer les différentes signalisations sur lesquelles porte le projet LUCOS. En effet, les résultats montrent des effets très nets des différents types de signalisation. Si l'on cumule les 2 scénarios et les 2 groupes d'âge on peut classer les signalisations dans l'ordre suivant (de celle produisant le moins de contresens à celle en produisant le plus) :

- B1 sur fond jaune (2 contresens),
- Combinaison B1 sur fond jaune + barrières lumineuses (4 contresens),

- B1 (15 contresens),
- Plots lumineux (18 contresens).

Ces résultats montrent donc un gain très clair de la couleur jaune pour renforcer la perception du message porté par le B1 puisque l'on passe de 15 à 2 contresens entre la signalisation actuelle et le B1 sur fond jaune. A l'inverse, l'utilisation des plots lumineux ne semble pas apporter un bénéfice significatif. La condition dans laquelle les plots lumineux seuls sont utilisés produit le nombre maximum de contresens.

Ces données suggèrent qu'en dépit du risque de mauvaise interprétation de la couleur jaune, mis en évidence par les tests sur table, les B1J s'avèrent efficaces pour réduire les prises à contresens sur simulateur. Pour rappel, la couleur jaune a été associée à un caractère temporaire (par exemple présence de travaux) susceptibles de réduire le message d'interdiction et de danger censé être apporté par la signalisation. La dissociation entre ces deux types de résultats s'explique par l'écart entre l'évaluation « consciente » des signalisations réalisées en dehors de l'activité de conduite (tests sur table et entretien post-simulation) et l'évaluation « inconsciente » réalisée par les conducteurs en situation dynamique les amenant à prendre des décisions.

Au total, le lot comportemental rapporté dans ce chapitre a permis d'apporter des enseignements intéressants sur le plan de la prévention des contresens et plus largement pour l'évaluation de la signalisation.

Sur le plan de la prévention des contresens, les résultats montrent que la signalisation actuelle B1 ne constitue pas une prévention très efficace contre les prises de contresens. Un renforcement de cette signalisation par un fond jaune s'est révélé être un moyen utile pour réduire fortement les prises de contresens. Certaines données qualitatives suggèrent néanmoins qu'il persiste un risque de confusion ou d'ambiguïté de cette couleur avec l'indication temporaire ou de travaux. Les barrières lumineuses se sont révélées, quant à elles, relativement inefficaces dans leur compréhension par les conducteurs et aucun effet de renforcement n'a pu être constaté par rapport à celui obtenu par le fond jaune.

Ces résultats permettent de tirer un enseignement plus général en termes de conception et d'évaluation des contresens. En effet, lorsqu'une nouvelle signalisation ou une modification d'une signalisation existante est envisagée, il apparaît essentiel de suivre quelques étapes essentielles :

- identifier/évaluer les risques : accidentologie, fréquence et gravité, contexte de survenue des accidents, profils de conducteurs impliqués,
- évaluation experte de la signalisation à partir de critères ergonomiques (visibilité, intuitivité, masquage, attention, perception du danger),

- tests sur table avec des échantillons de conducteurs pour recueillir une première évaluation et corriger d'éventuels aspects critiques,
- évaluation dynamique en simulateur afin de vérifier l'efficacité de la nouvelle signalisation en comparaison de la signalisation actuelle. La méthodologie à déployer doit permettre non seulement d'évaluer l'impact de la signalisation sur le comportement mais aussi sur des dimensions plus subjectives.

Page laissée blanche intentionnellement

5 - Une analyse économique des prises à contresens et des contremesures possibles

Page laissée blanche intentionnellement

La littérature technique et scientifique concernant les prises à contresens et les contremesures mobilisables pour en réduire à la fois la survenance et à la gravité met en évidence que l'accidentalité routière associée à ces événements reste un phénomène circonscrit, pesant peu au regard des enjeux globaux de sécurité routière. Et pourtant, ces accidents bénéficient d'une couverture médiatique régulière obligeant les autorités à se positionner⁷.

Ces travaux scientifiques et techniques analysent rarement les enjeux économiques relatifs aux accidents liés aux prises à contresens et à la mise en œuvre de contremesure. Il n'existe pas, à notre connaissance, d'étude systématique de cette question.

Intervenir pour lutter contre les prises à contresens s'avère une tâche assez ardue pour les autorités dans la mesure où les situations accidentelles liées à ce phénomène sont diverses et n'appellent pas nécessairement de solution unique. Toutefois, la littérature s'accorde pour affirmer que la signalisation horizontale et verticale constitue une contremesure intéressante du point de vue économique, car présentant des performances marquées pour un coût réduit.

En effet, l'étude des enjeux et des coûts des contremesures souligne que les gains potentiels restent faibles, tandis qu'une contremesure dont le coût unitaire serait élevé rendrait une intervention généralisée prohibitive pour les finances publiques. Du point de vue économique, celle-ci ne serait pas donc recommandée.

Ce chapitre propose une analyse économique de deux interventions distinctes une signalisation verticale et une signalisation horizontale (panneau B1 sur fond jaune (B1J) et des plots lumineux insérés dans la chaussée). Ces mesures constituent deux traitements possibles pour les sites concernés (bretelles et aire de repos/service). Le calcul économique démontre que le décideur peut raisonnablement s'attendre à un dispositif efficace au sens économique pour le dispositif de signalisation horizontale (Panneau B1J). D'un point de vue opérationnel, on propose d'utiliser le concept de taux d'efficacité technique économiquement rentable, c'est-à-dire la valeur seuil du point de vue de l'efficacité technique pour que les autorités puissent envisager la mise en œuvre de la contremesure.

⁷ Interview de Jean-Luc Nevache du 4 Août 2011 au Figaro : « S'assurer que la signalisation routière soit visible », <http://www.lefigaro.fr/actualite-france/2011/08/04/01016-20110804ARTFIG00525-s-assurer-que-la-signalisation-routiere-soit-visible.php>.

5.1 - Ce que dit la littérature sur les prises à contresens et qui intéresse l'analyse économique

5.1.1 - L'absence d'étude économique évaluative

Les contributions scientifiques traitant de la question des prises à contresens représentent une part mineure de la littérature en sécurité routière, soulignant par la même les enjeux réduits qui y sont associés.

Au sein de cette littérature consacrée aux prises à contresens et aux contremesures disponibles, aucune contribution ne s'est réellement intéressée à l'évaluation économique de l'accidentalité et de la morbidité associées à ces comportements, et aux coûts des différentes contremesures possibles. En somme, il n'existe pas au sein de la littérature scientifique des travaux relevant d'une évaluation économique des prises à contresens et de leurs contremesures.

Le rapport du Sétra sur la prévention et les traitements des prises à contresens contribue à l'élaboration de premiers éléments de réflexion pour une évaluation socio-économique (Sétra 2008, p. 60). En effet, une section du rapport compare d'un point de vue technique différentes contremesures possibles et évalue les gains monétaires attendus liés à la réduction de l'accidentalité permise par différentes contremesures. Une conclusion majeure à laquelle conduit cette analyse concerne le caractère limité des enjeux économiques avec des coûts économiques estimés autour de 100 millions d'euros chaque année, tandis que le coût social de l'insécurité routière s'établit à plus de 20 milliards d'euros annuellement, soit à peine 0,5 % du total.

L'absence d'une évaluation économique des enjeux relatifs à la prise à contresens et des contremesures ne signifie pas pour autant que les travaux menés sur ces questions excluent cette dimension de leur champ de préoccupation. Dès 1973, Vaswani suggérait que le choix de la contremesure devait prendre en considération le coût de celle-ci pour permettre un traitement généralisé du réseau routier :

“ Therefore, the preventive techniques adopted should be sufficiently economical that they could be used for all interchanges. ” (Vaswani 1973, p.9)

Shepard partageait un constat similaire. Le nombre de sites nécessitant un traitement requiert une contremesure peu coûteuse, quand bien même d'autres mesures seraient technologiquement disponibles.

“ There are means for preventing a great number of wrong-way maneuvers [...] ; however, the high cost and the number of interchanges that would be involved make many of these measures economically unfeasible. Other measures that not as costly and that are being used include improved signs and pavements markings. ” (Shepard 1975, p. 1)

Une étude fouillée et plus récente a estimé le coût des accidents matériels et corporels associés aux prises à contresens (Zhou et al. 2012, pp. 37-38). Les auteurs sont non seulement capables de déterminer le coût total (humain et matériel) des accidents sur 6 années, mais également de proposer une décomposition de ce coût selon la gravité de l'accident (matériel, mortel et selon des degrés de gravité). Les auteurs parviennent à une conclusion intéressante : les coûts sont essentiellement concentrés sur les seuls accidents mortels (plus de 80 % du total). Cependant, les auteurs ne proposent pas d'analyse évaluative élargie prenant en considération les coûts et les effets des contremesures possibles.

Les enjeux associés aux prises à contresens sont aussi d'ordre strictement financier. En effet, les gestionnaires de réseau peuvent voir leur responsabilité mise en cause, si la prise à contresens résulte d'un défaut d'aménagement de l'infrastructure (Exploitants des autoroutes concédées, 2005). Cette dimension légale peut inciter les opérateurs à prendre des mesures pour se prémunir contre une indemnisation onéreuse d'accidents pour lesquels le juge pourrait reconnaître leur responsabilité. En somme, dans certaines situations, on passe des « enjeux de calcul public aux calculs privés », de l'approche économique à l'analyse financière.

Globalement, les connaissances des enjeux économiques liés aux prises à contresens et à leur conséquence s'avèrent très limitées. À notre connaissance, aucune évaluation économique n'a été menée sur le sujet. Ceci peut s'expliquer par la faiblesse des enjeux économiques.

5.1.2 - Un problème qui n'appelle pas de solution unique

Un autre résultat important de la littérature relative aux prises à contresens souligne la diversité des configurations d'accident (Scaramuzza et Cavegn 2007).

Ces accidents, même s'ils s'expliquent majoritairement par une entrée incorrecte au niveau d'une bretelle, résultent aussi de manœuvres consistant en la réalisation de demi-tours sur le réseau séparé ou d'un retour inapproprié sur le réseau suite à un arrêt sur une aire de repos. En conséquence, la mesure correctrice ne peut pas reposer sur une seule contremesure.

Cette diversité des facteurs d'accidentalité existe également pour les victimes concernées. Les études mettent ainsi en évidence une sur-représentation des personnes âgées, des hommes et une présence d'alcool et de drogue au volant. Des études américaines montrent que la conduite sous l'empire de

l'alcool ou sous l'influence de drogue représente plus de 50 % des accidents qui se sont produits dans le cadre de circulations à contresens (Cooner et Ranft 2007). Enfin, ces accidents surviennent essentiellement lors de conduite nocturne (soulevant éventuellement des problèmes de visibilité) et aux premières heures de la matinée (pouvant impliquer la fatigue).

Zhou et ses coauteurs distinguent ainsi 6 grandes catégories de facteurs expliquant les accidents liés aux prises à contresens (Zhou et al. 2012, p. 8). La première catégorie regroupe les violations du Code de la route (suicide, conduite en état d'alcoolémie, criminel en fuite, évitement de la congestion routière...). La deuxième concerne les comportements caractérisés par un manque d'attention (endormissement, distraction, inattention...). La troisième catégorie regroupe les décisions erronées liées à des capacités affaiblies (conducteurs malades, personnes âgées, problèmes psychologiques...). La quatrième catégorie est associée aux décisions prises avec un manque d'informations (compréhension insuffisante, perte de repères, aménagement peu familier...). La cinquième catégorie comprend les prises à contresens liées à un mauvais aménagement (éclairage insuffisant, mauvaise visibilité, présence de végétation, signalisation insuffisante...). La dernière catégorie concerne les autres facteurs tels que des conditions climatiques particulières.

La catégorisation proposée par ces auteurs suggère que la prise à contresens résulte essentiellement de décisions inappropriées de la part du conducteur. Par exemple, le défaut d'aménagement ou un aménagement compliqué ne semble pas pouvoir s'insérer aisément dans une telle typologie.

La catégorisation et l'utilisation de typologies permettent de réduire la complexité du phénomène en le retraduisant en deux grands médias d'origine : l'infrastructure et le conducteur⁸ qui peuvent faire intervenir deux niveaux d'implication : la violation et l'erreur. La diversité des facteurs en jeu et des victimes concernées rend difficile, voire impossible, une contremesure unique pour traiter des prises à contresens. En cela, la définition de contremesures adaptées ne peut reposer sur un traitement massif et standardisé. Elle suppose également une information relative fine sur la catégorisation des accidents avec prise à contresens.

5.1.3 - Des solutions existent, mais sont-elles adaptées aux enjeux ?

Vaswani suggère dans une des premières études menée sur les prises à contresens qu'une meilleure signalisation routière (verticale et horizontale) devrait permettre de limiter la survenance de ces situations (Vaswani 1973). Il défend également l'idée que la signalisation verticale doit posséder des qualités

⁸ On suppose ici, pour simplifier, que les technologies du véhicule constituent une forme d'extension du médium conducteur. Le GPS inséré dans une voiture peut aider à corriger les choix de conduite ou à inciter au contraire à l'erreur. Il reste qu'un processus cognitif est à l'œuvre. Le conducteur pouvant ne pas suivre le bon conseil ou corriger de lui-même l'information erronée proposée. Enfin, le véhicule peut être source de distraction (radio, etc.), mais ultimement le conducteur peut garder la main et contrôler ce parasitage de la conduite. En somme, il ne s'agit pas d'une défaillance technique du véhicule conduisant à la prise à contresens.

réfléchissantes suffisantes pour les conducteurs circulant en situation d'ébriété. L'étude de Shepard (1975) reprend d'ailleurs cette ligne de réflexion, qui consiste à travailler essentiellement sur la qualité de la signalisation pour aider le conducteur à détecter lui-même son erreur et la corriger.

D'autres recherches ont poursuivi dans la voie de l'amélioration de la signalisation routière, suggérant que la signalisation horizontale pouvait constituer une contremesure efficace et à moindre coût (Schrock et al. 2005 p. 67). Des dispositifs de signalisation lumineux constitueraient également une alternative (Laurie et al. 2004).

Les rapports traitant des préoccupations des prises à contresens partagent la nécessité de jouer simultanément à la fois sur la signalisation horizontale et verticale (Cooner et al. 2003) en modulant à la fois leur taille et leur visibilité (Bullough et al. 2012).

L'administration américaine a également mené des réflexions plus larges concernant les contremesures possibles pour réduire les accidents survenant de face. Les accidents liés à des prises à contresens ne constituent qu'une part limitée de cette problématique, mais en fait toutefois partie intégrante (Neuman 2008). Des interventions techniques sur l'infrastructure sont possibles, mais elles s'avèrent relativement onéreuses comparativement au nombre d'accidents concernés.

L'étude du Sétra (2009) étudiant les effets et les limites d'un renforcement de la signalisation sur les bretelles semble également conforter l'idée de privilégier le vecteur d'intervention de la signalisation.

Un précédent rapport du Sétra (2008) avait mené une investigation plus large, référencant les différentes possibilités techniques pour lutter contre les prises à contresens (signalisation, barrières, systèmes embarqués...). Vicedo suggère l'utilisation des systèmes de transport intelligents comme l'ultime moyen pour réduire les prises à contresens (Vicedo 2006), laissant toutefois de côté les conduites avec facultés affaiblies et les prises à contresens délibérées. Les exploitants des autoroutes concédées (2005) ont également mené leurs propres réflexions sur les moyens de lutter contre ce phénomène. Ce document propose un recensement de différentes mesures possibles, voire pour certaines d'entre elles faisant l'objet d'expérimentations. Les mesures suivantes sont présentées : le renforcement de la signalisation, l'utilisation des barrières, le réaménagement des infrastructures routières, l'utilisation des panneaux à message variable, des équipements vidéo, la fermeture des péages, la communication sur les radios d'autoroute, les politiques de communication, etc. Le document fait une distinction importante entre les mesures préventives et les mesures d'intervention lorsqu'un conducteur circulant à contresens est signalé.

Topolšek propose de distinguer trois catégories d'action pour lutter contre les prises à contresens (Topolšek 2007, p. 314). Il distingue les mesures relatives à la gestion du trafic (vidéo, signalisation...), des interventions physiques (barrières, herses...) et des actions sur les infrastructures (travaux de construction).

Les différentes études et recherches menées sur les contremesures pour éviter les contresens présentent trois faiblesses majeures :

- Les impacts sur l'accidentalité ne sont pas évalués, de sorte que le décideur reste démuni sur les contremesures les plus efficaces et ne peut prioriser son action ;
- Le coût total des dispositifs n'est jamais évoqué et leur généralisation ne fait l'objet d'aucune réflexion, de sorte qu'une mesure bien qu'elle soit techniquement possible peut ne pas être soutenable au niveau financier et inefficace économiquement ;
- Les contremesures avancées sont présentées comme des solutions généralisées pour la problématique du contresens, alors que ce phénomène résulte d'une pluralité de facteurs. Ainsi, aucun effort de mise en relation n'est proposé entre la contremesure et la cause du contresens.

La diversité des facteurs expliquant les prises à contresens suggère qu'une action standardisée ne constituerait au mieux qu'une réponse partielle. Par ailleurs, il existe une diversité de contremesures possibles et coûteuses, dont on connaît assez mal l'impact sur l'accidentalité et le coût de leur généralisation.

5.2 - Les données du problème pour l'analyse économique

5.2.1 - L'approche coûts – avantages

Lave (1981) souligne la nécessité de disposer d'une réelle stratégie pour aider le décideur à prendre des mesures appropriées dans le domaine des risques sanitaires et pour qu'elles soient comprises par le grand public. Plusieurs approches s'avèrent possibles pour réguler les comportements. Parmi celles-ci, les approches économiques peuvent être distinguées d'approches plus techniques. Au sein des approches économiques, l'approche coûts - avantages peut être différenciée de l'approche coût – efficacité (Griffith et al. 2012).

L'approche coût – efficacité implique de déterminer, et ultimement de choisir la contremesure la moins onéreuse pour atteindre un objectif donné (une diminution donnée de victimes par exemple). En somme, il s'agit de minimiser les débours pour obtenir une même réduction de l'accidentalité, et donc de procéder à une forme d'optimisation. Il peut s'agir de déterminer la contremesure la plus efficace ou de définir l'intensité optimale d'une politique (taux d'équipement optimal d'une contremesure) pour obtenir un objectif donné. Appliquée à nos préoccupations, cette approche pourrait prendre la forme d'une comparaison entre un projet A à un projet B pour réduire de 50 % l'accidentalité liée aux prises à contresens.

L'approche coûts – avantages consiste quant à elle à mettre en rapport le coût d'une contremesure et les avantages qui y sont associés. La comparaison entre plusieurs projets reste possible, il s'agit alors de sélectionner la mesure qui permet de générer le plus grand retour pour la société. Appliquée à la problématique des prises à contresens, il s'agit de déterminer si le projet A procure plus d'avantages que de coûts, ou de comparer le retour net du projet A à ceux du projet B, sachant que les avantages et les coûts peuvent être différents.

Pour la présente étude, l'approche économique retenue pour étudier les contremesures liées aux prises à contresens consistera en une analyse coûts – avantages. Il s'agira donc de mettre en relation les avantages conférés par une contremesure spécifique et les coûts de mise en œuvre de la même contremesure. Dans la mesure, où deux dispositifs sont actuellement expérimentés, deux études distinctes seront menées. Chaque mesure fera donc l'objet d'une analyse coûts – avantages.

5.2.2 - De quels gains parle-t-on ?

Aux États unis, le nombre de tués liés à des prises à contresens est estimé à 350 tués chaque année, ce qui représente moins de 1 % du nombre total de tués (Zhou et al. 2012). En Suisse, les victimes décédées dans de tels accidents ont été estimées à 15 et le nombre de victimes blessées à 99 entre 2000 et 2005 (Scaramuzza et Cavegn 2007).

En France, la part des accidents mortels associés aux contresens est estimée à moins de 5 % en 2011 pour le seul réseau autoroutier, dont le réseau est particulièrement concerné par ce type d'événement comparativement au réseau routier (FFSA 2012, p. 17). Cette part est inférieure à 1 % pour l'ensemble des accidents sur autoroute (Vicedo 2006). Lorsque le nombre de tués est rapporté au kilométrage parcouru, le taux de tués lié à la prise à contresens s'établit à 0,08 pour 1 milliard de kilomètres parcourus.

Selon un recensement effectué par le Sétra (2008), les prises à contresens seraient à l'origine de 1493 accidents, 427 tués, 658 blessés graves et 2167 blessés légers entre 1993 et 2002. En moyenne, les conduites à contresens conduisent à 43 tués, 66 blessés graves et 218 blessés légers chaque année. Lorsque ces dommages humains et matériels font l'objet d'une valorisation monétaire, leur part représente environ 0,5 % du coût total de l'insécurité routière.

L'analyse de l'accidentalité liée aux prises à contresens sur la période 2008-2012 et présentée dans le chapitre 1 indique une réduction significative de leur nombre. En effet, ont été recensés sur cette période de 5 ans 72 tués, 273 blessés hospitalisés, 247 blessés non hospitalisés et 338 victimes indemnes, pour 289 accidents corporels. Les réductions de l'accidentalité s'avèrent substantielles à la fois pour les victimes tués et blessés.

Que l'analyse soit menée en termes de vies épargnées et de blessés évités ou en termes de coût social, les enjeux restent très circonscrits. Cette dimension est essentielle, car lourde de conséquence, dans le cadre d'une évaluation économique standard de la mesure. En effet, cela contraint le budget qui peut être attribué aux contremesures. Elle limite de fait les choix possibles pour le décideur, à la condition qu'il s'inscrive dans le cadre d'une démarche de rationalisation économique standard.

Une caractéristique importante des situations de circulation à contresens réside dans le traitement médiatique qui leur est réservé. En effet, les accidents liés à ce type de conduite font l'objet d'une forte médiatisation (dépêches AFP ou articles dans la presse). Cette couverture médiatique, qui s'explique sans doute en partie par la dimension relativement inacceptable de tels accidents, renforce en retour ce

même sentiment, et participe à la déformation de la perception que peut en avoir la population quant à leur fréquence : l'événement est relativement rare⁹.

Cette exposition médiatique peut résulter aussi de l'utilisation de la radio pour avertir les conducteurs de conduites à contresens sur le réseau. Ainsi, en Suisse, le nombre d'émissions consacrées aux prises à contresens est 11 fois plus important que le nombre d'accidents associés (Scaramuzza et Cavegn 2007, p. 10). De toute évidence, le traitement médiatique renforce le sentiment parmi la population que les conduites à contresens ne sont pas un phénomène rare et qu'elles exigent la mise en œuvre d'une intervention publique pour les éradiquer. Cette surmédiation s'avère dans une certaine mesure problématique, dans la mesure où leur traitement médiatique laisse à penser que certaines morts sur la route seraient plus inacceptables que d'autres, et à ce titre exigeraient des mesures prioritaires.

La perception de la population à l'égard des prises à contresens conduit à créer une demande d'intervention. Il existe donc une demande latente de protection et de services de sécurisation des réseaux routiers. Cette demande rejoint les préoccupations des sociétés exploitant les autoroutes, qui sur la base d'un service inadapté (aménagement anormal) peuvent voir leur responsabilité engagée.

La politique de sécurisation des axes représente du point de vue de l'analyse économique un service qui se doit d'être valorisé. Elle constitue une forme « d'aménité ». À ce titre, elle fait partie du calcul économique et doit être considérée comme un gain. Cependant, la difficulté réside sur la possibilité de déterminer la valorisation de ces avantages. Ces gains potentiels ne sont jamais évoqués dans la littérature et font encore moins l'objet de travaux de valorisation monétaire de cet avantage. Comment peut-on les intégrer à l'analyse coûts-avantages ? Une approche par les dispositions à payer reste possible, même si elle reste imparfaite.

5.2.3 - Le coût des contremesures : un obstacle à l'action ?

Le coût de la prévention des conduites à contresens dépend essentiellement de deux variables : le coût de la technologie utilisée et le nombre de points de traitement, qui lui-même dépend de l'étendue du programme d'action à traiter (total, partiel, ciblé...).

Compte tenu de la longueur du réseau à traiter, le nombre de points de traitement s'avère considérable (entrée et sortie de bretelles, espaces de repos, etc.), ce qui conduit de fait à accroître le coût total des dépenses.

Le coût de l'intervention dépend aussi du coût unitaire de la contremesure. Selon la nature de la contremesure, ce coût unitaire sera plus ou moins élevé. L'importance du coût unitaire de la

⁹ Ainsi, cette dépêche AFP du 5 septembre 2011, « Ivre, en fauteuil et à contresens », qui fait état d'un octogénaire norvégien qui s'était engagé avec son fauteuil électrique à contresens sur autoroute !

contremesure influencera également le montant total des ressources mobilisées pour mettre en œuvre la contremesure.

L'intervention sur les infrastructures est sans doute la plus onéreuse (Neuman et Al. 2008), ce qui conduit de fait à renoncer à sa généralisation et à ne l'utiliser que dans des cas très exceptionnels.

L'utilisation de technologie vidéo paraît également inabordable, lorsqu'il s'agit de définir une intervention généralisée (Sétra 2008). Par exemple, les balises de détection vidéo déployées tous les 500m d'un tronçon de la RD 767, par le Conseil Général des Côtes d'Armor, présentaient au prix unitaire de 19 500 euros¹⁰. Des technologies ITS sont avancées comme des solutions prometteuses (Vicedo 2006), mais là aussi le coût unitaire devient rapidement un obstacle insurmontable lorsqu'il s'agit de généraliser la mesure.

La solution la moins onéreuse reste actuellement la politique de signalisation horizontale et verticale. L'existence d'une grande diversité de mesures (fléchage au sol, combinée ou non avec des panneaux plus ou moins réfléchissants ou lumineux, diodes insérées dans la route, etc.) suggère que le coût varie également substantiellement. Il reste que cette modalité d'intervention semble a priori la seule qui puisse être raisonnablement généralisée.

Ces orientations générales appellent plusieurs remarques. La diversité des facteurs expliquant les conduites avec prises à contresens suggère que les contremesures à mettre en œuvre seront également plurielles. En conséquence, une réponse appropriée implique une pluralité de contremesures, chacune devant être en rapport avec un facteur précis. Il existerait donc plusieurs calculs économiques. Pour reprendre une analogie avec le marché du travail, une politique de lutte contre le chômage ne peut se satisfaire d'une intervention uniforme, lorsqu'il s'agit de lutter contre le chômage des jeunes, des seniors ou des chômeurs de longue durée. En conséquence, la difficulté supplémentaire réside ici dans la bonne connaissance des prises à contresens, qui exige de disposer des observations requises. Or la constitution d'une base de données relative aux contresens doit être intégrée aux coûts de l'intervention publique. Le coût des interventions implique d'intégrer le coût de la recherche de l'information nécessaire au calibrage de l'intervention publique. Sur ce point, les informations ne sont pas disponibles, ce qui signifie que ce coût ne pourra pas être intégré à la démarche pratique du calcul économique.

Une deuxième remarque concerne l'étendue de la (ou des) mesure(s) qui sera(ont) mise(s) en œuvre. Le fait que des prises à contresens surviennent au niveau des bretelles d'entrée ou de sortie ne signifie aucunement que l'ensemble des bretelles doit faire l'objet de contremesures. Ainsi, seules les bretelles considérées comme problématiques et exigeant un traitement devraient faire l'objet d'une contremesure. Ce qui renvoie aux enjeux relatifs à une connaissance particulièrement fine de ces comportements. Le

¹⁰cf présentation lors de la journée CoTITA sur les prises à contresens, organisée par le CETE de l'Ouest, le 7 avril 2011.

ciblage des contremesures permet de fait de réduire le coût total de la politique menée, de même une politique de traitement partiel limite les dépenses totales.

Une troisième remarque générale concerne le rendement relatif de chaque mesure. En effet, ce qui importe n'est pas seulement le coût en tant que tel de la contremesure, mais aussi l'impact que celle-ci peut avoir sur les conduites à contresens. Ainsi, une technologie très efficace peut faire sens pour lutter contre les contresens, même si son côté onéreux constitue un obstacle à sa généralisation. Enfin, une mesure peu efficace ne présente aucun intérêt à être généralisée, même si elle est peu coûteuse. Par contre, une mesure peu coûteuse et efficace présentera un intérêt évident pour les autorités qui pourraient alors décider de sa généralisation (tableau 5.1). Or les seules études disponibles sur l'efficacité des contremesures associées aux contresens concernent le renforcement et l'amélioration des signalisations horizontale et verticale. Le coût unitaire de certaines technologies limitant de fait l'intérêt à tester leur efficacité, compte tenu de la faible probabilité de décider de leur généralisation.

	Efficacité technique importante	Efficacité technique faible
Coût important	Rejet éventuel si inefficacité économique	Rejet de la mesure
Coût modeste	Efficacité économique	Rejet éventuel si inefficacité technique

Tableau 5.1 : Contraintes économique et technique

5.2.4 - Quelle rentabilité économique des mesures de lutte contre les prises à contresens ?

Les gains associés à la réduction de l'accidentalité routière relative aux conduites à contresens s'avèrent fort limités, dans la mesure où l'accidentalité associée s'avère limitée. La faiblesse des gains attendus implique qu'une décision publique raisonnée ne peut conduire à la mise en œuvre de contremesures onéreuses. Les solutions technologiques et les interventions lourdes sur les infrastructures routières apparaissent comme inabordables et ne justifient pas plus d'investigations sur leur efficacité potentielle. La valorisation des aménités relative à la prise en compte de la qualité de service et de la sécurisation des réseaux ne permet sans doute pas d'inverser le constat. La valorisation du sentiment de sécurité peut-elle peser plus que les gains liés à la sécurité ?

Les solutions relatives au renforcement des différentes formes de signalisation présentent l'avantage d'un coût unitaire abordable qui pourrait faire l'objet d'un traitement partiel ou généralisé. Le coût relativement limité de ces mesures permet de réfléchir et de travailler à la viabilité économique d'un traitement généralisé.

Certaines conduites à contresens (suicide, tentative de fuite, marche arrière intempestive...) sont tout bonnement impossibles à limiter, puisqu'ils constituent des actes délibérés difficilement contrôlables. Les politiques de signalisation aux bretelles, comme d'autres mesures apparaissent peu utiles dans ce genre de situation.

Par ailleurs, les connaissances limitées concernant l'efficacité des contremesures éventuelles limitent les possibilités de mener une réflexion sur les contremesures qui peuvent être mises en œuvre. Seules des hypothèses peuvent être faites sur les retours attendus de chacun d'entre elles. Une hypothèse optimiste, mais irréaliste consisterait à considérer une efficacité proche de 100 % pour un dispositif, de telle manière à disposer d'une borne supérieure au-delà de laquelle le dispositif ne pourrait être mis en œuvre raisonnablement.

Des dispositifs onéreux qui doivent être déployés à large échelle compte tenu du grand nombre de bretelles existantes et des gains associés aux mesures correctives faibles laissent à penser que le calcul économique puisse ne recommander aucune mesure corrective. Cette limite du calcul économique se heurte à des principes éthiques que pose la problématique suivante : peut-on ne rien entreprendre alors que des vies sont en jeu ? Quels sont alors les critères qui président au choix des vies qui doivent être sauvées ?

5.3 - Application au cas français

La présente analyse concerne l'application du calcul économique à deux dispositifs différents de signalisation, une signalisation verticale et horizontale. Il s'agit de l'installation de plots lumineux encastrés dans la chaussée et du panneau B1 sur fond jaune (B1J). Les deux dispositifs présentent des qualités réfléchissantes.

5.3.1 - Le cadre théorique du calcul économique

Le principe de base du calcul économique est de comparer, de mettre en rapport les coûts associés à la mise en œuvre de la mesure d'une part, et les avantages que procurent cette même mesure, d'autre part. Cette mise en rapport s'effectue par la monétisation des différents effets. L'expression monétaire des avantages et des coûts permet ainsi d'établir les bases de la comparaison. La résistance de certaines dimensions à prendre une expression monétaire constitue des limites inévitables à la bonne réalisation de ce calcul : la valorisation des pertes humaines en constitue un bon exemple, même si l'économiste n'est pas démuné pour proposer une solution.

Si C désigne les coûts relatifs au déploiement de la contremesure pour lutter contre les prises à contresens et B les avantages qui y sont associés, l'intervention publique sera jugée efficace du point de vue économique et doit être mise en œuvre si $C < B$, tandis qu'elle ne sera pas recommandée et ne doit pas être implémentée si $C > B$. Si ACA désigne le bilan des avantages et des coûts générés par la mesure, alors $ACA = B - C$, et, dans une logique purement économique, la mesure sera mise en œuvre si et seulement si, $ACA > 0$. Une autre manière d'exprimer la condition de l'intervention est de la formuler

sous la forme du calcul d'un ratio avantage / coûts, r , définis par l'égalité suivante : $r = \frac{B}{C}$. Si la valeur de ce ratio est supérieure à l'unité, la mesure peut être mise en œuvre, tandis qu'une valeur inférieure à l'unité suggère d'abandonner la mise en œuvre de la mesure. Enfin, la rentabilité économique de la mesure sera d'autant plus importante que la valeur de ce ratio sera élevée. Ce ratio permet ainsi de déterminer le retour obtenu pour chaque euro investi.

Les coûts de la mesure comprennent à la fois l'investissement initial nécessaire à sa mise en œuvre, mais également des coûts récurrents nécessaires à son entretien. L'importance des coûts dépend de l'intensité de la mesure ou du taux d'équipement ou de traitement des sites S , c'est-à-dire du nombre de sites équipés. Il sera supposé ici que le coût moyen est constant, et qu'il n'existe pas d'économie d'échelle, ni de déséconomie d'échelle. Concrètement, une relation croissante et linéaire entre les coûts

et le nombre de sites traités peut être établie S . Par ailleurs, les coûts de mise en œuvre de la mesure dépendent du coût unitaire du dispositif déployé, p . Il est supposé que l'extension du dispositif ne conduit pas à des tensions sur les prix, et donc que le coût unitaire de la contremesure est constant pour l'ensemble des sites équipés.

$$\text{Ainsi, } C(S, p) = p \times S, \quad (1)$$

Enfin, l'existence de dépenses récurrentes signifie que les dépenses réalisées en début de période et en fin de période nécessitent de prendre en considération un taux d'actualisation, pour qu'elles puissent être mises en rapport. Un euro dépensé en première période n'ayant pas la même valeur que celui dépensé dans une période ultérieure. La valeur actualisée des dépenses de la contremesure sera notée $C_a(S)$, en reprenant les propriétés en (1).

Enfin, le coût total doit tenir compte du coût d'opportunité des fonds publics. En effet, la mobilisation de fonds pour l'intervention publique implique à la fois des coûts de gestion et des effets d'éviction liés à la dépense publique. Un coût y est donc associé et le calcul économique doit tenir compte de ce que à quoi la collectivité a dû renoncer pour procéder à une telle dépense. D'un point de vue pratique, il s'agit d'augmenter d'un coefficient $1 + co$, le niveau des dépenses consenties à la mise en œuvre des contremesures. Ainsi, $CT_a = (C_a)(1 + co)$.

Quels sont les gains associés à la mesure ? Dans la mesure où l'approche considérée est une analyse coûts-avantages d'une contremesure déployée sur l'ensemble des réseaux, les gains sont définis par la somme des différents dommages corporels exprimés en unités de monnaie (valorisation des accidents mortels, valorisation des accidents avec blessés graves) et matériels liés aux accidents relatifs à des prises à contresens. Ainsi, les gains associés à la mesure dépendent de la valorisation de l'accidentalité associée aci avec i désignant les différentes catégories d'accidents. Par ailleurs, les dommages corporels et matériels peuvent survenir à différents moments de la période étudiée, leur mise en rapport exige donc une actualisation des gains. En conséquence, la détermination des gains consiste en l'actualisation de la somme des dommages corporels (selon leur gravité) exprimés en monnaie.

Par ailleurs, les gains de la contremesure dépendent aussi de l'efficacité technique globale de la contremesure e , c'est-à-dire la capacité de la mesure à réduire les prises à contresens et ultimement l'accidentalité routière associée à une configuration particulière des prises à contresens. Cette efficacité technique globale dépend d'une efficacité technique propre à la mesure m , qui est déterminée par sa capacité à réduire des comportements de prise à contresens dans une configuration particulière. Il peut s'agir par exemple de la prise à contresens au niveau des bretelles autoroutières. Elle dépend aussi de l'occurrence de ce type de comportement o , qui peut être appréciée par la part de prises à contresens d'une configuration particulière dans le total de prises à contresens. Ainsi, l'efficacité technique globale e

consiste à appliquer un taux d'effet de la mesure, défini de la manière suivante : $e = m \times o$. L'efficacité technique globale d'une contremesure résulte de la capacité à réduire la fréquence d'une prise à contresens spécifique compte tenu de son occurrence. Ainsi, l'efficacité d'une contremesure pour réduire les prises à contresens aux bretelles autoroutières dépend de la capacité de la mesure à réduire les prises à contresens aux bretelles autoroutières, compte tenu de leur occurrence au sein du phénomène des prises à contresens.

En conséquence, les gains actualisés d'une contremesure de lutte contre les prises à contresens peuvent s'écrire de la manière suivante :

$$G_a = e \times \sum_{i=1}^{n=3} ac_{a,i}, \text{ avec (i) désignant les catégories de dommages} \quad (2).$$

Les gains actualisés $G_a(e, ac_i)$ dépendent positivement du niveau d'efficacité de la mesure et des valeurs actualisées associées aux dommages matériels et corporels.

Du point de vue économique et d'après les relations (1) et (2), une contremesure pour lutter contre les prises à contresens ne sera mise en œuvre que si :

$$\text{si } \frac{G_a(e, ac_i)}{CT_a(S, p)} > 1 \quad (3)$$

Si on considère que p et ac_v sont des valeurs exogènes, des données pour la résolution du calcul économique, alors l'expression (3) peut-être reformulée de sorte à ce qu'elle ne dépende plus que de S et de e , avec les propriétés préalablement définies.

$$\frac{G_a(e)}{CT_a(S)} > 1 \quad (4)$$

En posant la rentabilité économique RE_j de la contremesure j mise en œuvre et définie comme la différence entre les gains actualisés et les coûts actualisés associés à la mesure, il devient possible de comparer les performances économiques des différentes contremesures pour lutter contre les prises à contresens.

En conséquence, une contremesure j sera préférée à une intervention alternative m , si et seulement si $RE_j > RE_m$. Autrement la décision d'implanter une contremesure spécifique implique un gain net économique plus élevé qu'une mesure alternative. En conséquence, la contremesure j sera préférée à la contremesure l si

$$\frac{G_{a,j}(e)}{CT_{a,j}(S)} > \frac{G_{a,l}(e)}{CT_{a,l}(S)}$$

5.3.2 - La mise en œuvre du calcul économique : les coûts estimés des contremesures

La détermination du coût des contremesures dépend donc du nombre de sites qui doivent faire l'objet d'un traitement, du prix unitaire de la contremesure et tenir compte d'un taux de détérioration éventuel. Le coût d'une contremesure comprend donc une dépense initiale ou investissement I et des charges récurrentes ou coûts de remplacement actualisés¹¹ CR . Ainsi, $C_a = I + CR$

Un point d'échange peut comprendre plusieurs bretelles, dont le nombre peut varier selon le lieu. En conséquence, il est plus opportun de travailler sur le nombre de bretelles qu'à partir du nombre de points d'échange. Selon les données du Sétra (2008), il y a environ 20 000 bretelles au niveau national. À ces chiffres, devraient être ajoutées les zones de repos et de services, qui sont également des sources de prise à contresens. Le nombre de sites à équiper peut être estimé à 990¹². On peut donc estimer que le nombre de sites à équiper s'établit à 21 000.

La détérioration des dispositifs, les interventions sur les infrastructures représentent autant d'événements qui peuvent altérer le nombre de sites traités par une contremesure et leur impact. En conséquence, cette analyse suppose une durée de vie de la contremesure de 10 ans. Cette valeur doit être considérée comme une hypothèse de travail en l'absence de données précises sur cette dimension.

Le coût de l'installation de plots lumineux est estimé entre 1500 et 2000 euros par site traité, tandis que le coût d'installation de deux panneaux de signalisation de type B1 sur fond jaune s'établit à 1000 euros environ pour. En conséquence, le coût de traitement d'un site avec l'installation conjointe de plots et de panneaux peut donc être évalué entre 2 500 et 3 500 euros. Il s'agit ici de la dépense initiale à effectuer pour chacun des sites.

Par ailleurs, les études de terrain ont constaté un taux de panne de 4 % à deux ans et de près de 8 % à trois ans pour les plots lumineux. Pour les besoins de cette étude, un taux de panne annuel de 2 % pour les plots lumineux sera retenu. Le coût de remplacement retenu s'établit à environ 500 euros. Par ailleurs, il sera retenu également un taux de détérioration des panneaux de 2% pour la période concernée.

Ainsi, l'investissement initial I pour équiper l'ensemble des sites doit être distingué selon la contremesure mise en œuvre. On désignera par $CM1$, la contremesure relative à l'installation de plots lumineux, $CM2$, la

¹¹ Pour l'actualisation, la formule utilisée est la suivante : $CR_a = \sum_{n=1}^{n=10} \left[\frac{CR_n}{(1+i)^n} \right] = \left[CR_n \times \left(\frac{1 - (1+i)^{-n}}{i} \right) \right]$. Le taux

d'actualisation retenu est 4,5 %. Nous suivons en cela les recommandations avancées par le commissariat général à la stratégie et à la prospective.

¹² Chiffres fournis par l'association française des sociétés d'autoroute.

contremesure relative aux panneaux de signalisation et *CM3*, la contremesure associant les plots lumineux et les panneaux de signalisation.

Le tableau 5.2 récapitule les différentes valeurs estimées pour les trois contremesures expérimentées. Le coût total actualisé des contremesures varie entre 25 millions d'euros pour la contremesure la moins onéreuse et 73 millions d'euros pour l'association des deux mesures.

	Investissement	Entretien	Coût total
Plots lumineux	31,5 / 42	4,99 / 6,65	36, 49 / 48, 65
Panneaux B1J	21	3,32	24, 32
Plots et panneaux	52,5 / 63	8,31 / 9, 97	60, 71 / 72, 97

Tableau 5.2 : Estimation des coûts des contremesures pour lutter contre les prises à contresens (en millions euros)

Le coût total actualisé peut être calculé en appliquant le coefficient relatif coût d'opportunité des fonds publics. Il sera retenu ici un coefficient de 1,2 ($1+co = 1+0,2$). Les coûts seront donc augmentés de 20 % pour tenir compte de cet effet. Nous suivons ici les dernières recommandations du commissariat général à la stratégie et à la prospective. Ainsi, $CT_a = (C_a)(1+co) = 1,2 \times C_a$, Le coût total des contremesures s'établit donc entre 30 et 87,6 millions d'euros.

5.3.3 - Les gains estimés de la mesure

Les gains de la mesure dépendent à la fois du nombre de victimes concernées, de leur valorisation monétaire et de l'efficacité de la mesure. Selon le travail de recensement effectué par l'équipe de recherche, l'estimation de l'accidentalité relative aux prises à contresens s'écartent notablement des chiffres avancés par le Sétra (2008) et concernant la période 1993-2002. Cette réduction de l'accidentalité peut trouver des explications dans la mise en œuvre de la politique de sécurité routière de ces dernières années, la médiatisation de ces événements, mais aussi par les efforts consentis par les gestionnaires de réseau en termes d'aménagement et de signalisation depuis presque 10 ans. Chaque année en moyenne, le nombre de victimes s'établit à 15 tués, 55 blessés hospitalisés, 50 blessés légers (ne requérant pas d'hospitalisation) et 58 accidents matériels chaque année. Ces chiffres nous renseignent sur l'importance des gains potentiels en jeu.

Selon les chiffres retenus par l'ONISR (2013), le coût unitaire d'un tué s'établit à 1,342 millions d'euros, celui d'un blessé hospitalisé à 0,143 million d'euros, celui d'un blessé léger à 5 752 euros et 6 778 euros pour les dégâts matériels. Ces valeurs permettent d'estimer la valeur monétaire des gains liés à la réduction de l'accidentalité. Par ailleurs, le commissariat général à la stratégie et à la prospective propose

une réévaluation substantielle des valeurs tutélaires (CGSP 2013). Il est proposé de retenir une valeur de la vie humaine de 3 millions d'euros, de 450 000 euros pour un blessé grave et de 60 000 euros pour un blessé léger pour l'année 2010. La réévaluation suivrait celle du PIB par tête (avec le taux de revalorisation). Pour les besoins du calcul, on proposera deux estimations en retenant les valeurs avancées par l'ONISR et celles du CGSP en retenant les valeurs de base de l'année 2010.

Selon Shepard (1975), une majorité d'accidents liés à des prises à contresens s'explique par les entrées et sorties aux bretelles, mais l'auteur n'est pas plus précis sur son estimation. Topolšek (2007) suggère également qu'une majorité des accidents liés à des prises à contresens peuvent être localisés aux bretelles (près de 80 %), tandis que Scaramuzza et Cavegn (2007) suggèrent un taux proche de 50 % pour la Suisse. En somme, la valeur de α serait comprise entre 0,5 et 0,8.

Si l'on suit les enseignements de l'étude de Schrock et ses coauteurs, on peut estimer l'efficacité de la contremesure m à près de 90 %. Selon les résultats des expérimentations menées par la présente équipe de recherche, la contremesure relative à l'implantation des panneaux de signalisation B1J présenterait l'efficacité la plus importante avec une réduction de 86 %. La contremesure des plots lumineux ne réduirait pas la prise en contresens, tandis que son association avec les panneaux de signalisation permettrait de réduire de 73 % les prises à contresens.

Ces résultats constituent des éléments d'appréciation importants. D'une part, ils mettent en évidence que les contremesures les plus onéreuses (plots lumineux, et association des plots et des panneaux) sont les moins efficaces. Cela signifie donc qu'elles peuvent être écartées du calcul économique, car la contremesure relative aux panneaux de signalisation B1J serait éventuellement celle qui devrait être mise en œuvre.

D'autre part, il est désormais possible d'estimer l'efficacité globale du dispositif B1J et définie comme ($e = m \times \alpha$). Cette efficacité globale serait comprise entre 0,43 et 0,72 %. La borne inférieure peut être considérée comme une valeur conservatrice, tandis que la borne supérieure peut être assimilée à une valeur optimiste.

En conséquence, ce sont entre 7 et 11 vies qui pourraient être sauvegardées, entre 24 et 40 blessés graves évités, entre 22 et 36 blessés légers et entre 25 et 42 accidentés matériels empêchés en supposant une forte efficacité du dispositif. Le tableau 5.3 présente les gains annuels estimés pour chaque catégorie de préjudice selon le type de scénario retenu (conservateur ou optimiste) et selon les valeurs tutélaires retenues.

	Valeurs ONISR	Valeurs CGSP
Tués (so)	14,76	33
Tués (sc)	9,39	21
Blessés hospitalisés(so)	5,75	18
Blessés hospitalisés(sc)	3,45	10,8
Blessés légers (so)	0,21	2,16
Blessés légers (sc)	0,12	1,32
Accidents (so) Accidents (sc)	0,28	0,28
	0,16	0,16
Gains totaux (so)	21	53,44
Gains totaux (sc)	13,12	33,28

Tableau 5.3 : Estimation des gains annuels selon le scénario et les valeurs tutélaires (en millions)¹³

En reprenant les valeurs monétaires de l'ONISR et du CGSP, les gains de la contremesure peuvent être estimés entre 13,12 et 53,44 millions d'euros chaque année.

Il convient d'actualiser ces valeurs. Une valeur du taux d'actualisation de 4,5 % est conservée, tandis que sera retenu un taux de 1 % de revalorisation des valeurs monétaires r des gains liés à la réduction de l'accidentalité et de la mortalité¹⁴. Les gains actualisés peuvent être estimés entre 109,48 et 175 millions d'euros pour les valeurs tutélaires de l'ONISR et entre 267,44 et 445,25 millions d'euros pour les valeurs recommandées par le CGSP.

En rapprochant les avantages Ga tirés de cette mesure éventuelle et ses coûts CTa de mise en œuvre, le ratio Ga/CTa peut être estimé entre 4,5 et 18,3. Chaque euro investi pourrait ainsi rapporter entre 4 et 18 euros à l'ensemble de la société.

	Estimation haute des avantages	Estimation basse des avantages
Valeurs ONISR	7,19	4,50
Valeurs CGSP	18,30	10,99

Tableau 5.4 Estimation des ratios coût-avantage pour un équipement aux bretelles

Du strict point de vue économique, la société aurait donc intérêt à investir dans de tels dispositifs de réduction de l'accidentalité liée aux prises à contresens.

¹³ So désigne le scénario optimiste et Sc le scénario conservateur.

¹⁴ L'actualisation des gains consiste en l'application de cette formule : $Ga = \sum_{v=1}^{v=3} \sum_{n=1}^{n=10} \frac{e \times ac_v \times (1+r)^n}{(1+i)^n}$

5.3.4 - Le taux d'efficacité technique économiquement rentable

L'efficacité économique du dispositif dépend du taux d'efficacité technique de la contremesure. La contremesure s'avère d'autant plus efficace économiquement que l'efficacité technique est importante.

Si les valeurs estimées pour les dommages matériels et corporels, la taille du dispositif, le taux d'actualisation, le taux de revalorisation et le coût d'opportunité des finances publiques et le coût des contremesures sont considérées comme exogènes $(\bar{S}, \bar{ac}_v, \bar{p}, \bar{co}, \bar{r})$, il devient alors possible de déterminer un taux d'efficacité technique économiquement rentable (e_{re}). Ce taux représente la valeur seuil à partir de laquelle la mise en œuvre de l'intervention devient économiquement rentable et peut être mise en œuvre.

Pour $\bar{S}, \bar{ac}_v, \bar{p}, \bar{co}, \bar{r}$ on définit $e \in [0;1]$ tel que $\frac{G_a(\bar{S}, e, \bar{ac}_v, \bar{i}, \bar{r})}{C_a(\bar{S}, \bar{p}, \bar{co}, \bar{i})} = 1$

Ainsi il devient également possible de définir un taux d'efficacité technique économiquement rentable pour la mesure de contresens, qui peut être défini de la manière suivante : $e_{re} = f(\bar{S}, \bar{p}, \bar{ac}_v, \bar{co}, \bar{r})$.

$$e_{re} = C_a(1 + co) / \sum_{v=1}^{v=3} \sum_{i=1}^{i=10} \frac{ac_v \times (1 + r)^n}{(1 + i)^n}$$

$$e_{re} = CT_a / ga,$$

avec les gains actualisés maxima ne tenant pas compte de l'efficacité technique ou encore gains potentiels.

Le graphique 5.1 présente les différentes valeurs du ratio avantages –coûts selon le taux d'efficacité du dispositif. Cette démarche met en évidence que le dispositif B1J nécessite un faible taux d'efficacité pour qu'il soit économiquement rentable. Si les valeurs tutélaires retenues sont celles de l'ONISR, le taux d'efficacité minimal s'établit à 11 %. En prenant les valeurs recommandées par le CGSP, cette valeur tombe à 4 %. Ces valeurs s'expliquent à la fois par le faible coût de la mesure et des gains relativement importants. En somme, cette contremesure s'avère particulièrement efficace au niveau économique, même si les gains totaux restent particulièrement faibles au regard des autres enjeux de la sécurité routière.

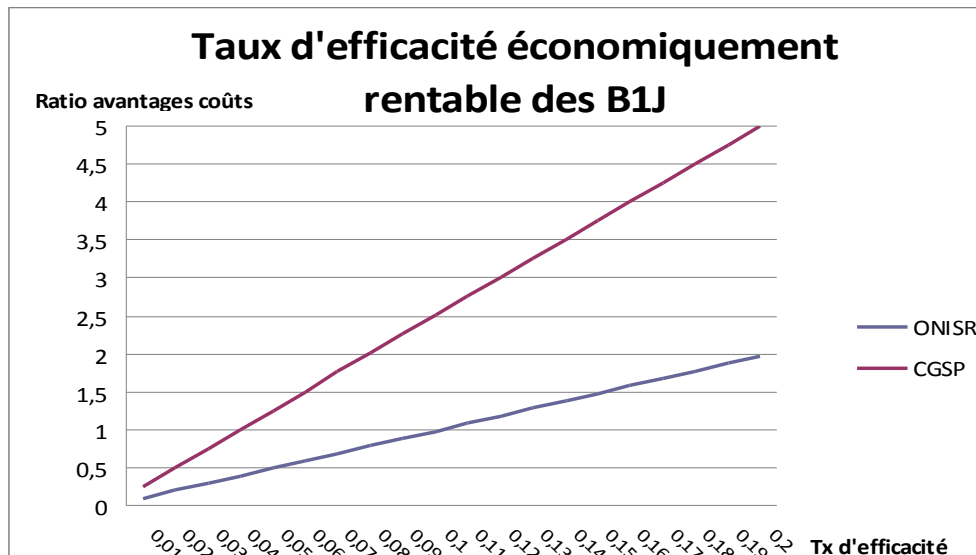


Figure 5.1 : Évolution du ratio avantages – coûts selon le taux d'efficacité des B1J

La même analyse est menée pour les barrières de plots lumineux. Le tableau 5.2 fait état d'un intervalle de valeurs, concernant le coût de la mesure. Le calcul du taux d'efficacité économiquement rentable dépend de cet intervalle, et deux valeurs sont calculées correspondant à chaque borne. On parlera d'estimation optimiste ou d'estimation pessimiste suivant que le calcul se base sur la borne inférieure ou supérieure de l'intervalle des coûts.

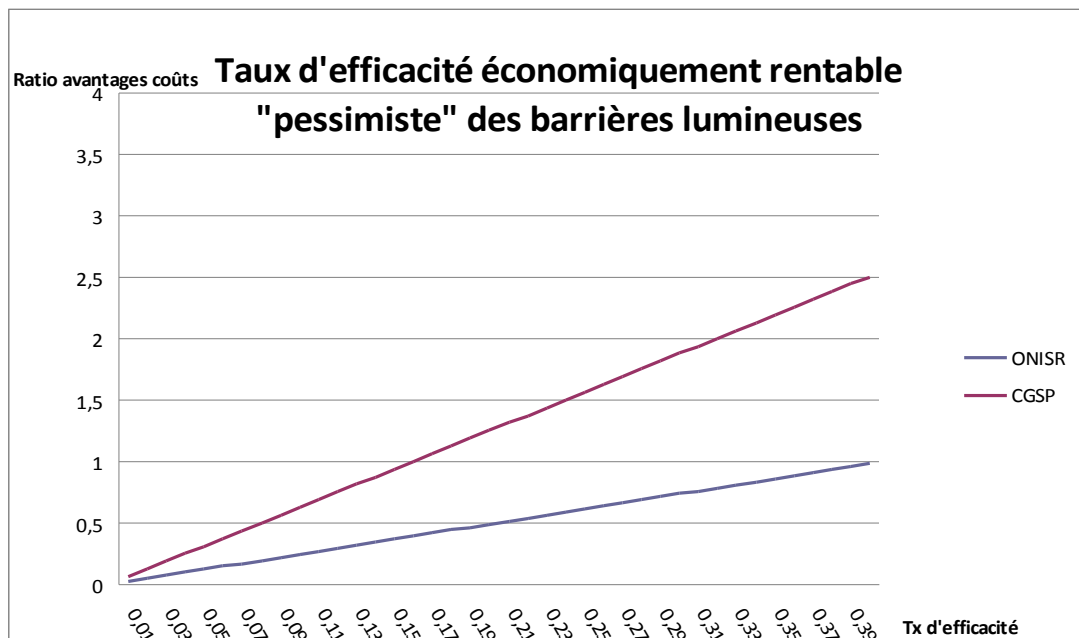


Figure 5.2 : Évolution du ratio avantages – coûts selon le taux d'efficacité des barrières lumineuses

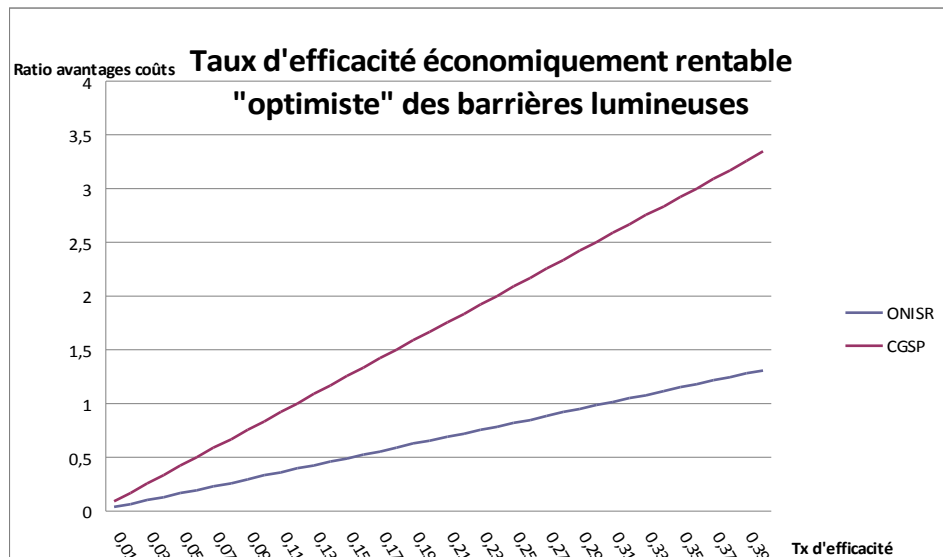


Figure 5.3 : Évolution du ratio avantages – coûts selon le taux d'efficacité des barrières lumineuses

Lorsque les gains en accidentalité sont évalués suivant les critères de l'ONISR, le taux d'efficacité économiquement rentables des barrières lumineuses se situe entre 0,3 (hypothèse optimiste) et 0,4 (hypothèse pessimiste). Le résultat des évaluations de terrain mettent en évidence une réduction des signalements de prises à contresens de l'ordre de 40 %, la nuit, à la suite de l'installation de ce dispositif. Compte tenu de la marge d'erreur qui existe autour de cette valeur observée, on ne peut pas conclure que ce dispositif soit efficace, dans avec ces valeurs.

Lorsque les valeurs du CGSP sont prises en compte, le taux se situe entre 0,11 et 0,15. Ces valeurs sont inférieures à la baisse des signalements observées de nuit lors des expérimentations de terrain. Avec ces valeurs, le dispositif peut donc être jugé économiquement efficace.

Les barrières lumineuses seraient donc jugées non efficace économiquement d'après les critères d'évaluation de l'ONISR, mais efficace d'après les critères recommandés par le CGSP.

Les taux d'efficacité économiquement rentables permettent également de comparer les deux dispositifs. Les barrières lumineuses n'ont d'effet que de nuit et sont plus coûteuses, que les B1J. De fait, une efficacité 3 fois plus importante en est attendue.

5.4 - D'autres solutions économiques sont-elles possibles ?

Les développements précédents ont mis en évidence des possibilités techniques viables économiquement pour limiter les accidents liés à des prises à contresens. Selon l'analyse économique, il existe un réel intérêt à intervenir et mettre en œuvre une contremesure qui consiste à renforcer et à améliorer la signalisation horizontale.

5.4.1 - Investir dans des dispositifs de collecte et d'analyse d'information

Les prises à contresens peuvent se produire au niveau des bretelles, mais également aux aires de repos. L'efficacité de la contremesure peut éventuellement différer selon ces deux localisations. Elle pourrait également différer entre les différentes bretelles et parmi les différentes aires de repos. Une meilleure connaissance sur la localisation des prises à contresens pourrait éventuellement aider à améliorer le ratio coûts-avantages de cette contremesure. Il s'agirait ainsi de mener une politique ciblée, visant à équiper prioritairement les sites présentant des anomalies récurrentes en termes de prises à contresens.

La mise en œuvre d'une politique ciblée peut conduire également à décider de mener une politique d'équipement partiel, c'est-à-dire de renoncer à un traitement généralisé de l'ensemble des bretelles. De fait, cette politique conduirait à augmenter sensiblement le rendement de la mesure, puisque les gains anticipés seraient conservés, mais avec un coût de mise en œuvre plus faible. Se posent cependant des problèmes éthiques, dans la mesure où l'absence de traitement pourrait conduire à la survenance d'un accident. L'approche de Vaswani (1973) suggère implicitement de recourir à un traitement généralisé. Il reste qu'une politique d'équipement progressif ou pluriannuel pourrait reposer sur l'identification et l'équipement des localisations les plus sujettes à contresens en premier. Le traitement généralisé ne serait pas remis en question.

5.4.2 - Mobiliser les infrastructures existantes ou jouer avec les économies d'envergure

D'autres solutions économiquement viables consisteraient à mobiliser des infrastructures existantes, sans que cela se traduise par des coûts supplémentaires importants. Ainsi, la mise en œuvre de procédure de fermeture d'accès aux autoroutes en bloquant temporairement les péages (EAC 2005), comme la diffusion de messages adaptés sur les panneaux à messages variables permettent de mettre en œuvre des mesures préventives, sans que cela ne conduise à mobiliser des ressources importantes. Ces mesures ne résolvent en rien la prise en contresens aux bretelles ou à la sortie des aires de repos ou de services, mais permettent de réduire les conséquences en termes d'accidentalité, lorsque de tels

comportements de conduite ont été identifiés. De même, des procédures de diffusion d'information systématique de circulation à contresens par l'intermédiaire des messages à la radio peuvent aider à réduire la gravité des accidents en informant systématiquement les usagers sur un réseau.

Les nouvelles technologies d'aide à la conduite constituent des moyens complémentaires de lutte contre les prises à contresens. Certains constructeurs automobiles proposent des systèmes d'alerte pour contresens. Ces interventions consistent à adjoindre aux équipements électroniques d'un véhicule déjà installés une fonction supplémentaire et non d'introduire un nouveau dispositif. Il s'agit ici de bénéficier d'économie d'envergure, c'est-à-dire de bénéficier d'avantages associés à l'usage d'une infrastructure existante, dont la mise en œuvre n'était pas initialement prévue pour la lutte contre les prises à contresens. La généralisation de dispositifs d'intervention ITS sur l'infrastructure, quand bien même ils présenteraient une efficacité technique sur la réduction des prises à contresens (Vicedo 2006), semble hors de portée économique et ne pourrait faire l'objet d'une généralisation. En cela, on rejoint le constat établi par Shepard (1975) que la contrainte économique constitue un sérieux obstacle à la généralisation de certaines contremesures.

Il nous faut toutefois remarquer que les dispositifs installés dans les véhicules apparaissent comme des mesures complémentaires aux interventions menées sur le réseau routier, et que nécessairement elles en réduisent l'efficacité économique. En effet, la généralisation progressive de fonctions électroniques de prévention des contresens implique que les dispositifs physiques sur le réseau présenteront un moindre retour et donc des gains estimés plus faibles. En conséquence, ces évolutions conduisent à augmenter le niveau du taux d'efficacité économiquement rentable.

5.4.3 - La lutte contre les contresens comme effet de mesures connexes

Une part importante des contresens s'explique par la fatigue des conducteurs et la conduite avec des facultés affaiblies par l'alcool ou la drogue. La politique de contrôle par les forces de l'ordre en matière de conduite en état d'alcoolémie ou sous l'influence de la drogue peut produire des effets indirects sur les conduites à contresens. Le repérage des lieux de fêtes ou de grandes manifestations festives pourrait aider à cibler les bretelles où pourrait se produire ce type de conduite. Il s'agit ici aussi de pouvoir mobiliser des ressources et de combiner des objectifs (lutte contre l'alcoolémie au volant et prise à contresens) sans qu'il y ait besoin de consacrer des ressources supplémentaires pour les autorités.

La lutte contre les prises à contresens peuvent également prendre la forme d'interventions plus occasionnelles qui participent d'une politique plus large, comme celle d'un meilleur éclairage de certaines bretelles, une meilleure information et signalisation (gestion des espaces verts, positionnement des panneaux, gestion de l'affichage...) pour éviter les situations de confusion propices aux erreurs. La politique consiste ici à remédier à un « défaut d'aménagement » des bretelles ou des aires de repos et de

services. L'intervention consiste ici non pas à implanter des mesures supplémentaires à un aménagement normal, mais de corriger une situation antérieure qui peut être considérée comme défailante ou inadaptée.

5.4.4 - Les interventions sur les infrastructures

Le coût prohibitif des interventions sur les infrastructures rend de fait impossible une intervention généralisée et systématique sur l'ensemble du réseau. Deux exceptions peuvent avoir un sens économique et pourraient justifier une intervention sur les infrastructures. La première serait la nécessité de répondre à un aménagement manifestement dangereux (aménagement qui pourrait être qualifié d'anormal au sens juridique) se traduisant par le recensement de prises à contresens récurrentes. Dans cette situation, l'intervention vient corriger une infrastructure qui n'est pas conforme aux standards attendus par les usagers du réseau. La seconde exception consiste à intégrer les préoccupations de lutte contre les prises à contresens et à modifier l'infrastructure en conséquence, lorsque la politique d'intervention a été justifiée par d'autres considérations. Ainsi, si un gestionnaire effectue des travaux de modification ou de réfection du réseau, il peut y avoir sens à intégrer les préoccupations de lutte contre les prises à contresens. Dans cette situation, les dépenses associées aux mesures de lutte contre les prises à contresens font partie d'un budget global au sein duquel il devient difficile d'attribuer la part revenant à la lutte contre les contresens.

5.5 - La nécessité d'étudier la décision publique

L'analyse économique des conséquences des prises à contresens et des contremesures possibles pour éviter de telles situations met en lumière un certain nombre de considérations pour la décision publique. La prise à contresens reste un événement relativement rare, lorsqu'il est comparé à la réalisation d'excès de vitesse, aux comportements de non-respect du feu rouge aux intersections. L'événement reste également de portée limitée au regard de son poids dans l'accidentalité globale du pays et de ses conséquences économiques.

La section précédente a montré que la mesure de signalisation verticale de type B1J constituait une contremesure intéressante au sens de l'efficacité économique. L'investissement global pour équiper l'ensemble du réseau reste limité et présente un retour économique conséquent. Au sens économique, cette mesure est efficace et mériterait d'être implantée.

Le phénomène des prises à contresens peut bénéficier à cet égard du soutien indirect, lié à la portée et au traitement médiatique de ce type d'accident. Cette visibilité médiatique de l'accident de la circulation résultant d'une prise à contresens pourrait aider le décideur à prendre une décision dans ce domaine. A l'opposé la rareté du phénomène et son poids tout relatif dans l'accidentalité globale constituent sans doute des barrières à mener des actions en ce domaine. D'une certaine manière en reprenant la terminologie et l'analyse proposées par Hood, Rothstein et Baldwin (2001), il existe probablement un régime de régulation du risque routier particulier pour ce qui concerne les mesures de lutter contre les prises à contresens.

Ce régime de régulation du risque routier lié aux prises à contresens nécessite d'aller plus en avant dans la compréhension du choix du décideur. Jones (2001) parle d'ailleurs d'architecture du choix pour désigner les contraintes et les influences qui modèlent la décision publique. En somme, il s'agit d'aller plus loin dans la compréhension des enjeux économiques de la décision publique.

En effet, l'approche avantages - coûts implique une forme d'objectivation de la décision publique, en cela qu'elle repose à la fois sur des valeurs tutélaires partagées et sur un raisonnement reposant sur la logique de l'efficacité économique.

En fait, cette approche repose sur une dimension normative relativement forte, en cela qu'elle suppose et oriente la décision publique vers ce qui devrait être fait. Or la décision publique est influencée à la fois par des contraintes organisationnelles et institutionnelles et des enjeux de formulation et de traduction des enjeux (Jones, 2001 ; Kahneman 2011).

Cette section prolonge l'analyse économique de la décision publique, en étudiant les facteurs pouvant influencer la décision publique. Il s'est agi de mener un questionnaire auprès des décideurs, qui sont considérés ici comme l'ensemble des managers de réseau routier et autoroutier, comportant des voies à chaussées séparées.

5.5.1 - Le contenu du questionnaire

Le questionnaire comprend 25 questions qui sont relatives à quatre grandes catégories : la dimension contextuelle concernant le décideur, les éléments pouvant influencer la décision, et des questions relatives à la préférence pour le présent et comment elle peut influencer la décision.

Le contenu du questionnaire est présenté en [Annexe 7.10](#). Le questionnaire a été mis à ligne à partir du logiciel *Limesurvey*.

- **Les variables de contexte**

L'enquête s'articule autour de questions traditionnelles concernant l'âge du décideur, son genre et le type de réseau sur lequel il intervient. Des questions sont également posées sur l'expérience du décideur concernant des prises à contresens sur son réseau et sa perception des enjeux. Le décideur est également interrogé sur la couverture médiatique de ce type d'accidents et comment celle-ci peut affecter sa décision.

- **Les enjeux autour de la prise de décision**

Cette partie du questionnaire procède différemment par rapport aux questions posées en première partie. Il s'agit de confronter le décideur autour de petits scénarios, afin de parvenir à la révélation des arbitrages réalisés implicitement ou explicitement autour de ces problématiques.

L'utilisation de scénarios apparente cette partie du questionnaire à une enquête de type "préférences déclarées" (couramment utilisées dans les pays anglo-saxons, mais peu utilisées en France).

Ainsi, le questionnaire procède en mettant le décideur en situation de décision concernant ses dispositions à intervenir pour réduire l'accidentalité routière associée aux prises à contresens. Il s'agit notamment de déterminer les dispositions à investir dans des dispositifs pour réduire l'accidentalité mortelle, l'accidentalité non mortelle et les prises à contresens, et quels peuvent être les arbitrages entre ces différentes dimensions.

D'autres questions concernent la couverture médiatique de tels accidents, et comment celle-ci peut modifier la prise de décision, mais aussi l'orientation économique de la décision. Le décideur s'inscrit-il

dans une démarche d'efficacité économique, d'équilibre budgétaire ou de priorisation donnée à l'accidentalité compte tenu des contraintes budgétaires de l'organisation.

- **Les enjeux autour de l'actualisation des avantages, du risque et de la prise de décision**

Cette partie du questionnaire procède également par scénario. Le décideur est mis en situation de décision où l'importance des gains liés aux contremesures peut différer dans le temps. Il s'agit ici de comprendre les arbitrages réalisés entre des gains immédiats moins importants et des gains plus élevés mais survenant dans un futur plus éloigné. Cet arbitrage réalisé par le décideur renvoie à un taux d'actualisation qui lui est propre. En conséquence, les réponses avancées par les décideurs aideront à établir une comparaison entre le taux d'actualisation officiellement retenu pour le calcul économique et celui utilisé par le décideur.

D'autres scénarios ont été conçus pour déterminer les arbitrages auxquels pourraient procéder les décideurs compte tenu de l'incertitude associée aux avantages procurés par une contremesure. Il s'agit de prendre en considération les dispositions à prendre des décisions risquées. La section relative au calcul économique a montré qu'il existait de l'incertitude quant au niveau de l'efficacité de la contremesure. Ces scénarios aideront à comprendre comment le gestionnaire gère l'incertitude.

Enfin, la démarche consistait aussi à étudier le taux d'actualisation utilisé par le décideur et son évolution, et de déterminer si celui-ci s'en trouve modifié lorsque l'arbitrage est posé en termes d'accidentalité (sauvegarde de vies humaines) ou de dommages monétaires évités (réduction de dépenses). En cela, il s'agit de s'interroger sur l'influence de la formulation de la problématique « prise à contresens et contremesures » (frame theory) sur la prise de décision elle-même.

La construction de ces différents scénarii s'inscrit dans une réflexion plus large pour comprendre comment les valeurs tutélaires concernant à la fois les valorisations des vies sauvegardées, le taux d'actualisation, mais aussi l'intégration du risque dans la décision publique qui ont fait l'objet de réflexions récentes et de nouvelles propositions (CGSP) sont intégrées et comprises par ceux qui mettent en œuvre la politique publique au niveau local.

5.5.2 - Résultats du questionnaire

- **Passation**

Le questionnaire a été diffusé auprès des gestionnaires de réseaux de routes à chaussées séparées en France. Le questionnaire a été transmis au sein du réseau CoTITA, aux têtes de réseau du MEDDE, à l'ASFA. Par ailleurs, le SETRA a diffusé le lien du questionnaire auprès de l'association des départements de France.

Au total, 33 décideurs ont rempli le questionnaire. 75 % d'entre eux gèrent des réseaux départementaux, 15 % relèvent des DIR et 15 % concernent le réseau routier concédé.

Le nombre de réponses ne permet pas d'envisager une analyse statistique au niveau global, mais ne permettra pas d'affiner l'analyse selon le type de décideur. Les effectifs de chaque sous groupe sont en effet trop faibles.

Il peut être noté que parmi les répondants, 15 d'entre eux ont fait part de la survenance d'un ou plusieurs accidents corporels liés à une prise à contresens en 2012.

- **Impact de la couverture médiatique**

« Ces accidents ont-ils fait l'objet d'une couverture médiatique (locale ou nationale, presse ou autres médias ? »,

A cette question, 15 gestionnaires ayant eu affaire à un ou des accidents corporels liés à des prises à contresens, 10 ont déclaré que les accidents avaient fait l'objet de couvertures médiatiques. Ainsi, 2/3 des répondants déclarent que les accidents relatifs aux prises à contresens sont relayés par les médias, confirmant dans une certaine mesure ce qui avait été constaté dans la littérature internationale.

L'enquête a également essayé d'analyser l'influence des médias sur la prise de décision du gestionnaire (questions 16 et 17). La première question demandait au gestionnaire de faire part sa préférence pour une contremesure permettant de sauvegarder un même nombre de vies, mais orientés vers des facteurs d'accidentalité différents (prise à contresens, alcoolémie au volant, fatigue ou indifférence aux alternatives proposées). À la même question, et alors que les accidents liés à la fatigue font l'objet d'une couverture, 20 % des gestionnaires ont modifié leur réponse. En cela, on peut conclure que les gestionnaires de réseaux routiers ne restent pas insensibles au traitement médiatique des accidents, même si cette dimension doit être étudiée plus précisément.

	Question 16	Question 17
Projet A : lutte contre les contresens	7	6
Projet B : lutte contre l'alcoolémie au volant	7	8
Projet C : lutte contre la fatigue au volant	5	7
Indifférence	4	0

Tableau 5.5 : Impact de la couverture médiatique sur la décision du gestionnaire de réseau

- **Perception des risques associés aux contresens**

La question 11 du questionnaire interrogeait sur la part des prises à contresens qui mènent à un accident de la circulation selon l'estimation qui en était faite par le gestionnaire de réseau. « D'après vous, sur 100 prises à contresens, combien d'entre elles conduisent en moyenne à un accident de circulation ? ». Le pas de la réponse était de 10 %, ce qui laissait au gestionnaire la possibilité de répondre sans exiger de sa part un chiffre très précis. Cette question avait pour objet de cerner la perception du gestionnaire concernant le phénomène des prises à contresens.

29 gestionnaires ont répondu à cet item. 4 répondants (soit moins de 15 % des réponses) jugent que cette part est inférieure à 10 %, tandis que 18 répondants jugent ce risque supérieur à 50 %. Or d'après les travaux du SETRA et de Vicedo (2006), la part des prises à contresens menant à un accident de la circulation est estimée à moins de 5 %. En conséquence, plus de 75 % des répondants surestiment le risque d'accidents liés aux prises à contresens.

La question « D'après vous, sur 100 accidents de la circulation, liés aux prises à contresens, combien d'entre eux sont mortels ? » vise à caractériser également la perception des gestionnaires quant à la gravité de ces accidents. D'après l'exploitation du fichier BAAC, 20 % des accidents impliquant une prise à contresens sont mortels. Ce taux est avancé par 4 des 33 répondants. 6 répondants jugent que le taux est de 10 % ou inférieur et ont tendance à sous estimer la gravité des accidents liées aux prises à contresens. Les 25 autres (75 %) ont tendance à sur estimer la gravité des accidents liés aux prises à contresens en avançant un taux supérieur.

Ces chiffres s'avèrent intéressants puisqu'ils suggèrent une mauvaise connaissance du phénomène des contresens par les gestionnaires de réseau, alors que l'on pourrait s'attendre à ce qu'ils soient les plus à même d'apprécier les enjeux qui y sont associés. 75 % d'entre eux sur estiment à la fois la survenance de

l'accident et la gravité associée. Le phénomène des prises à contresens s'avère donc relativement mal connu des gestionnaires de réseau routier.

- **Arbitrages entre différents types de prises à contresens**

Une série de scénarios exposait les répondants à des arbitrages entre la réduction de contresens menant à des accidents et la réduction de contresens n'ayant pas de conséquences en termes d'accidents. Ces scénarios consistaient à estimer dans quelle mesure un gestionnaire substitue un accident corporel à des situations de prises à contresens non accidentelles (10, 50 et 100). Ainsi, la succession de scénarios permet de déterminer éventuellement une inflexion dans les décisions et en conséquence sur les arbitrages effectués par les gestionnaires (tableau 5.6).

	A : 5 contresens menant à un accident corporel B : 10 prises à contresens non accidentelles	A : 5 contresens menant à un accident corporel B : 50 prises à contresens non accidentelles	A : 5 contresens menant à un accident corporel B : 100 prises à contresens non accidentelles
Choix A	15	9	8
Choix B	4	9	10
Indifférent	4	5	5

Tableau 5.6 Réponses des gestionnaires aux différents scénarios concernant l'arbitrage entre contresens avec accident corporel et contresens non accidentels

8 répondants maintiennent leur choix pour le projet A, et ce, quel que soit le nombre de contresens non accidentels que peut éviter le projet B. En somme, ces répondants attachent une très forte valeur à l'évitement d'accidents comparativement aux prises à contresens non accidentelles.

La part des répondants choisissant le projet B double en fonction du nombre de contresens non mortels évités par ce projet. L'évolution des réponses suggère que de nombreux gestionnaires réalisent un arbitrage entre des prises à contresens accidentelles et des prises à contresens non accidentelles.

En somme, le gestionnaire prend en considération dans sa décision à la fois l'accidentalité, mais également la sécurisation de son réseau, compris ici comme la survenance de prises à contresens.

- **Des choix sous contraintes économiques**

Le décideur doit comme tout agent, composer avec des contraintes économiques. La question 18 place le gestionnaire face à un scénario dans lequel il est amené à décider du dimensionnement de la contremesure pour lutter contre les prises à contresens : « *Un nouveau type de signalisation permet de limiter les prises à contresens. Vous gérez un réseau de 100 km. Vous devez décider de l'ampleur du déploiement de la mesure sur ce réseau. Quel niveau d'équipement du réseau choisiriez-vous ?* »

4 propositions lui sont faites pour lesquelles le coût de l'intervention varie selon l'importance de l'intervention. Il peut équiper le réseau en optimisant le bilan économique (règle de maximisation), équiper le réseau en équilibrant le bilan économique de la mesure (les coûts égalisent les avantages), rechercher la sauvegarde de vies humaines quand bien même le bilan économique est négatif, ou bien d'équiper la totalité du réseau (avec un bilan économique très défavorable).

3 répondants sur 23 optent pour la solution d'équiper l'ensemble du réseau indépendamment des considérations économiques. 5 répondants choisissent de maximiser le nombre de vies sauvées, quitte à avoir un bilan négatif. L'alternative la plus choisie (9 répondants, soit 40 % des effectifs) est celle consistant à équilibrer le bilan économique. Enfin, 6 répondants décident d'optimiser le bilan économique. En conséquence, plus de la moitié des répondants expriment une relative attention à la contrainte économique et l'intègre dans leurs décisions.

- **Actualisation de conséquences futures**

La mise en œuvre d'une contremesure pour limiter la survenance de prises à contresens peut produire des effets sur plusieurs années. Pour comparer les avantages sur les différentes périodes, il est nécessaire d'actualiser les valeurs, et pour ce faire utiliser un taux d'actualisation.

Des scénarios ont été proposés aux gestionnaires afin de pouvoir estimer leur taux d'actualisation. Le scénario vise à révéler la valeur du taux d'actualisation en exposant le gestionnaire à un série de choix entre deux projets. Les effets attendus du projet B en termes de réduction de l'accidentalité étaient éloignés dans le temps mais plus importants que ceux du projet A, qui se produisaient plus rapidement. En somme, pour obtenir des effets plus importants relatifs à la mise en œuvre d'une contremesure, il était nécessaire d'attendre une période plus importante (tableau 5.7). Les effets ont été exprimés en termes d'accidents matériels évités (AM) ou en euros selon le scénario.

	A : 15 AM en 2015 B : 20 AM en 2020	A : 15 AM en 2035 B : 20 AM en 2040	A : 15 M€ en 2015 B : 20 M€ en 2020	A : 15 M€ en 2035 B : 20 M€ en 2040
Choix A	7	6	5	5
Choix B	9	9	11	9
Indifférent	5	5	3	5

Tableau 5.7 Les arbitrages temporels des gestionnaires en matière de lutte contre les prises à contresens

Les résultats mettent en évidence qu'une majorité des répondants choisit le projet B, et ce, quel que soit le délai considéré. Il est également intéressant de noter qu'une part importante des répondants, du fait des réponses, se déclare une indifférence entre les projets, quels que soient leur caractéristique. Ces derniers ne semblent donc pas être sensibles aux conséquences des projets, ni à leur temporalité.

La distribution des réponses s'avère relativement similaire selon que l'on s'intéresse à des projets dont les effets sont proches dans le temps (colonnes 1 et 3) ou des projets dont les effets s'avèrent plus tardifs (colonnes 2 et 4). De même, la distribution des réponses est similaire suivant que les conséquences sont exprimées en termes d'accidents évités ou de monétisation des gains socio-économiques (colonnes 1 et 2) et (colonnes 3 et 4).

D'après ces réponses, environ 25 % des répondants présentent un taux d'actualisation supérieur à 10 % (choix systématique du projet A). La majorité des répondants présente un taux d'actualisation inférieur à 5 % (choix systématique du projet B).

En conséquence, la majorité des répondants présente un taux d'actualisation proche de celui qui a été officiellement recommandé par le commissariat général à la stratégie et à la prospective (taux de 4,5 %). Néanmoins, un quart des répondants présentent un taux d'actualisation très important mettant en évidence une forte préférence pour le présent.

Ce dernier résultat est important dans la mesure où une intervention aux effets diffus et apparaissant à long terme risque de ne pas être mise en œuvre, ou ne bénéficiera pas du soutien d'une part conséquente des gestionnaires.

Attitudes face aux risques

Les conséquences des projets de sécurité routière restent relativement incertaines quant à leurs effets, puisqu'elles dépendent à la fois des conditions de leur mise en œuvre et des modifications comportementales des usagers.

Afin de mesurer les attitudes des répondants vis-à-vis de l'incertitude relative aux effets de la contremesure, une série de choix était proposée (partie 3 du questionnaire). Ces choix portaient sur deux projets. Le projet B pouvait réduire le nombre d'accidents de 100 en cas de succès ou aucune réduction en cas d'échec. La probabilité de succès variait suivant les scénarios. Quant au projet A, il permettait de réduire l'accidentalité de façon certaine.

Pour certains scénarios, le nombre d'accidents évités de façon certaine par le projet A correspondait à la valeur espérée du nombre d'accidents pouvant être évités par le projet B.

L'objectif de ces scénarios était d'obliger le gestionnaire à établir des choix entre les projets A et B, aidant ainsi à révéler son attitude face au risque. Les modalités des scénarios étaient calibrées de manière à ce que si le répondant préfère le projet A au projet B, il exprime de l'aversion pour le risque: il préfère la valeur espérée de façon certaine, plutôt que l'option incertaine. Inversement, le choix de B traduit une préférence pour le risque. Enfin, la réponse consistant en une indifférence entre les deux projets traduit de fait une attitude de neutralité pour le risque : le décideur évalue les projets par leur gain espéré sans prêter attention à leur dispersion. Le tableau 5.8 présente le résultat des réponses et permet de classer les répondants selon leur attitude au risque.

	Probabilité de succès du projet B		
	p=0,1	p=0,5	p=0.8
Aversion	4	6	4
Préférence	7	9	9
Neutre	3	4	1

Tableau 5.8 Classification des répondants selon la probabilité de succès du projet B

Pour les différents scénarios présentant des probabilités différentes de succès, la classification s'avère relativement stable.

Près de la moitié des répondants présente une préférence pour le projet B, et témoigne du goût pour le risque. La seconde catégorie la plus représentée est celle des répondants ayant de l'aversion pour le risque. Enfin, entre 5 % et 20 % des répondants peuvent être considérés comme étant neutres à l'égard du risque.

Un modèle économétrique reposant sur l'utilité espérée, traditionnellement utilisé en économie a été estimé, afin d'aller en avant dans l'analyse. Ce modèle suppose qu'un décideur choisi le projet qui maximise l'utilité espérée. Ce modèle introduit une fonction d'utilité u qui mesure la satisfaction reçue des conséquences du projet. Un projet P présentant un gain x avec une probabilité p et une conséquence y avec une probabilité $1-p$ reçoit la valeur : $V(P)=p u(x)+(1-p) u(y)$

La conséquence y est systématiquement égale à $u(y)=0$. Par ailleurs, l'utilité est spécifiée par une fonction puissance, dont le paramètre traduit la courbure de la fonction. Ainsi, $V(P)$ peut être récrit de la manière suivante : $V(P)=p (x/100)^a$. Enfin, l'utilité est normalisée de sorte que $u(100)=1$.

Ainsi, lorsque $a=1$, l'utilité est linéaire et le décideur est neutre face au risque. Lorsque $a<1$, (resp. $a>1$), le décideur prend en compte l'incertitude est montre de l'aversion (resp. du goût) pour le risque.

Lors d'un choix entre deux projets P et Q , la probabilité pour que P soit choisi dépend de la valeur des deux projets. Un modèle logit est considéré :

$$p(P)=\exp(V(P)/s)/[\exp(V(P)/s)+\exp(V(Q)/s)]$$

s mesure l'amplitude de l'erreur du modèle. D'après cette spécification, lorsque les deux projets ont la même valeur pour le décideur, les deux projets ont la même probabilité d'être choisis ($p=0,5$).

Le modèle est estimé par maximum de vraisemblance sur les choix dont les conséquences sont exprimées en termes de réduction de l'accidentalité.

Paramètre	Valeur estimée	Erreur standard
a	1,30	0,61
s	0,35	0,57
LL	-56,9	

Tableau 5.9 Résultats du modèle Logit

La précision des valeurs estimées reste relativement faible, du fait de la taille réduite de l'échantillon. La valeur moyenne du paramètre puissance de la fonction d'utilité est estimé à 1,3. Cette valeur supérieure à l'unité traduit la convexité de la fonction et la prédominance du goût pour le risque pour les répondants. Ce résultat est donc cohérent avec l'analyse non paramétrique des réponses qui a montré que les

répondants ayant une préférence pour le risque étaient prépondérants. Le graphique 5.2 illustre la fonction d'utilité estimée à partir des réponses des gestionnaires.

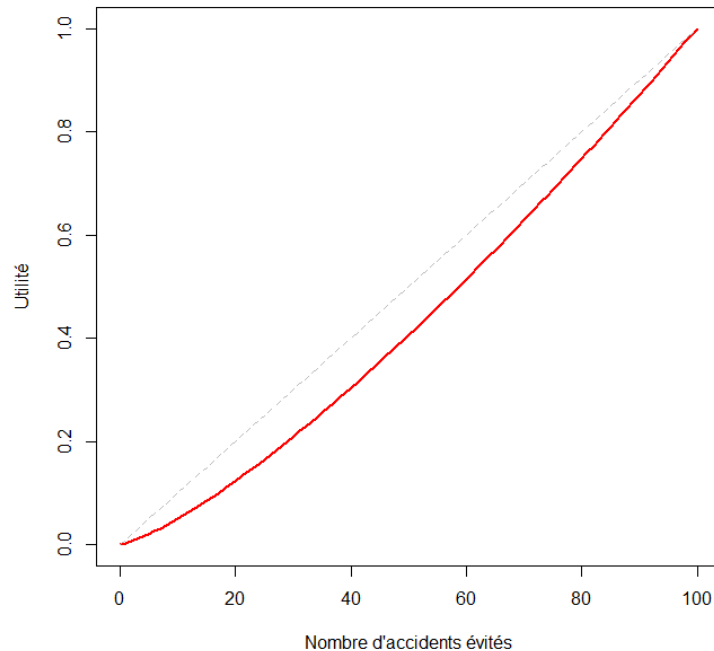


Figure 5.2 Fonction d'utilité des gestionnaires pour les conséquences contremesures pour limiter les prises à contresens

L'utilité attribuée au nombre d'accidents évités présente une forme convexe. Cela signifie que l'importance donnée à la réduction des accidents est croissante : passer de 80 accidents évités à 100 a plus d'impact que de passer de 0 accidents évités à 20. Cette tendance implique dans une certaine mesure que les décideurs ont tendance à privilégier les projets risqués et ambitieux offrant des perspectives de réduction majeures de l'accidentalité. Ce goût pour le risque peut cependant se faire au détriment de projets moins ambitieux, mais aux conséquences certaines. La lutte contre les prises à contresens ne s'inscrit-elle pas dans cette catégorie ?

5.5.3 - Discussion

Les résultats issus de ce questionnaire permettent de mettre en évidence quelques éléments d'appréciation, quand bien même le nombre de réponses reste limité et ne permet pas une analyse beaucoup plus fine.

Les résultats obtenus mettent en évidence l'existence d'une substitution entre les prises à contresens entraînant un accident et celles qui ne sont pas accidentelles. Des arbitrages sont donc réalisés. Le gestionnaire prend en considération la qualité et la sécurisation de son réseau, qui peuvent être altérées par des prises à contresens récurrentes. En conséquence, il convient d'aller plus en avant dans les moyens de déterminer la valeur attachée à la sécurisation du trajet des usagers et comment cette valorisation pourrait être intégrée au calcul économique.

Un autre résultat concerne l'existence de la sensibilité de la décision du gestionnaire au traitement médiatique. Le décideur peut modifier sa décision si un type d'accidentalité fait l'objet d'une couverture médiatique. Cette sensibilité au traitement médiatique peut alimenter en retour le sentiment qu'un facteur d'accidentalité est relativement plus problématique qu'il ne l'est réellement. Du point du calcul économique, cela peut conduire à des décisions sous-optimales.

Le questionnement sur les contraintes économiques met en évidence une prise en compte des contraintes économiques dans la décision. Il reste qu'une part des répondants exprime une préférence pour la réduction de l'accidentalité quand bien même la mesure serait coûteuse économiquement, traduisant peut-être des exigences éthiques, qu'il conviendrait d'étudier plus en détail.

L'étude a mis également en lumière un taux d'actualisation assez proche des valeurs officielles, même si une part non négligeable des répondants révèle un taux d'actualisation relativement élevé traduisant une importante préférence pour le présent. Cette valorisation élevée peut conduire à privilégier des projets à retours immédiats et délaisser des projets aux effets à plus long terme, quand bien même les avantages totaux seraient plus importants.

La modélisation des réponses soutient aussi une préférence pour le risque des gestionnaires, ce qui amènerait les décideurs à privilégier des projets ambitieux et risqués au détriment de projets moins ambitieux mais plus sûrs. Ce dernier résultat impliquerait en conséquence des difficultés à lutter contre les prises à contresens, dont l'accidentalité reste réduite comparativement aux enjeux en termes de vitesse excessive, d'alcoolémie au volant, de distraction ou de fatigue.

Ces résultats doivent être pris comme des premiers éléments d'appréciation, dont l'interprétation doit être menée avec prudence. En effet, le nombre de réponses reste limité, et ne permet pas de traiter de leur hétérogénéité. Ce nombre limité de retours de la part des gestionnaires peut s'expliquer par des contraintes de temps et des possibilités limitées pour répondre à ce type de sollicitation. Il peut traduire

aussi de réelles difficultés, voire une forme de malaise face à exprimer des préférences dans le cadre de choix où les arbitrages sont amenés à se faire en termes d'accidents évités ou de vies sauvegardées.

Le nombre restreint de réponses nécessite d'aller plus en avant sur l'étude de la décision en matière de réduction de l'accidentalité routière en travaillant sur un échantillon plus important, mais il souligne aussi les efforts considérables en termes de pédagogie et de sensibilisation au calcul économique qui doivent être entrepris au sein des réseaux de gestionnaires. Certes, la décision ne peut pas s'appuyer sur le seul critère économique, mais ultimement elle ne peut se faire sans également au risque de mettre en œuvre une politique publique économiquement non optimale.

6 - Discussion Générale

Page laissée blanche intentionnellement

Ce chapitre présente une discussion générale des résultats présentés dans le rapport. En particulier, les principales contributions méthodologiques et empiriques du projet LUCOS sont rappelées. Plusieurs recommandations procédant de ces résultats sont formulées. Enfin, plusieurs pistes sont proposées pour de futures recherches.

6.1 - Principaux résultats

6.1.1 - Contributions méthodologiques

La caractéristique principale des prises à contresens est que ce phénomène est rare et difficile à cerner. En effet, les prises à contresens ne font pas toujours l'objet de signalements. Le recensement de ces signalements n'est pas systématique et peut être difficile d'accès. Les accidents liés aux prises à contresens sont encore plus rares. Pour ce qui est de l'analyse d'accidentalité, il peut donc être difficile pour les gestionnaires de réaliser des études statistiques à l'échelle de leur réseau, du fait de la faible taille de la population (d'accidents) à étudier.

Concernant l'analyse de la décision publique, il est difficile de recenser les pratiques des gestionnaires qui peuvent être différentes suivant le type ou la localisation du réseau géré.

L'un des enjeux du projet LUCOS a donc été méthodologique et a consisté à développer les approches pour la mesure du phénomène de prise à contresens et de son impact sur les comportements et attitudes, permettant son analyse. Les méthodes développées avaient vocation à faciliter l'observation, la compréhension et l'évaluation de l'impact de contremesures sur les comportements de prises à contresens.

- Observer

Les accidents corporels liés aux prises à contresens étant rares, nous avons travaillé sur une période de 5 ans, et l'analyse portait sur l'ensemble du territoire national. La concaténation des cinq vagues du fichier BAAC constituait une base très importante. Ces fichiers ont donc été importés et traités sous un logiciel de statistiques dédié à la gestion et l'exploitation de bases de données. Cette approche a permis de mener une analyse fine sur une quantité importante de données.

L'étude porte en effet sur un échantillon de près de 300 accidents impliquant une prise à contresens. Les principales caractéristiques de ces accidents sont comparées aux autres types d'accidents.

Le fait de travailler sur une base aussi importante a permis de réaliser une série de tests statistiques évaluant la significativité des résultats. Ainsi, certaines tendances statistiquement significatives ont été mises en évidence. Pour les comparaisons ne donnant pas lieu à des différences significatives, on peut considérer que la non significativité est due à l'absence de différence et non par la faible taille des échantillons traités.

L'observation des prises à contresens passe également par le recensement de leur signallement. Un logiciel a été conçu par le CETE de l'Ouest, en partenariat avec la DIR Ouest, afin de fournir un outil unique de recensement et d'exploitation des signalements de prises à contresens. Cet outil a été utilisé pour les évaluations avant/après des expérimentations de terrain. Il est désormais utilisé par plusieurs gestionnaires de la DIRO pour le suivi des signalements de prises à contresens. Le CEREMA complète la base avec les données ARAMIS (fournies par les forces de l'ordre) afin que le recensement intègre les routes départementales.

- Comprendre

En dépit de la richesse du fichier BAAC et de la finesse de description des procès verbaux, les données sur les accidents peuvent s'avérer trop peu informatives pour une compréhension fine des mécanismes menant à la prise à contresens. Il en est de même des données relatives aux signalements. Le rapport du Setra (2008) préconisait le recours aux simulateurs de conduite, afin de générer de l'information sur les comportements de prises à contresens. Cette recommandation a été suivie et mise en œuvre avec une série d'expériences de laboratoire.

Des tests sur tables ont été conçus pour observer l'interprétation des signalisations par les usagers. Cette méthode permet de recueillir de l'information qualitative même sur un faible échantillon de sujets. Plusieurs types de sujets peuvent donc être pris en compte. L'expérience s'est notamment focalisée sur les personnes âgées, sur-représentées parmi les conducteurs responsables d'accidents avec prise à contresens.

Un simulateur de conduite a également été développé et mis à profit. La conception d'un scénario permettant d'exposer artificiellement les conducteurs au risque de prise à contresens s'est avéré nécessaire. Ce simulateur a permis de recueillir un nombre suffisant d'expositions au risque pour pouvoir comparer les performances de différents types de signalisation.

- Évaluer

Le chapitre 5 propose une évaluation socio-économique. Cette approche est généralement appliquée à la problématique des projets de transport de grande ampleur. Ici, elle a été appliquée à l'évaluation de signalisations routières. Notamment, la notion d'efficacité technique économiquement rentable a été

développée. Cette notion prend en compte le fait que l'efficacité technique des dispositifs peut être mesurée avec plus ou moins de précision. L'efficacité technique économiquement rentable offre une valeur seuil à laquelle les mesures d'efficacité observées empiriquement peuvent être comparées.

Concernant l'analyse des préférences et comportements de choix des gestionnaires, il est difficile de recenser les décisions prises en termes de contremesures, ainsi que les critères ayant pesé dans ces choix. Une méthode de préférences déclarées a donc été développée. Cette méthode consiste à exposer les participants à des situations de choix standardisées, dont les caractéristiques sont contrôlées. En dépit du faible nombre de répondants, plusieurs analyses économétriques ont été menées sur les résultats. Cela illustre la façon donc cette méthode, très peu répandue en France au regard des pays anglo-saxons, peut être utilisée.

6.1.2 - Résultats empiriques

Les développements méthodologiques ont permis de mettre en évidence une série de résultats empiriques sur les prises à contresens et les possibles contremesures.

- connaissance du phénomène

L'analyse des fichiers BAAC, couplée avec des analyses de procès verbaux a permis d'actualiser les connaissances sur l'accidentalité associée aux prises à contresens.

Sur la période 2008-2012, les prises à contresens étaient impliquées dans 1 % des accidents corporels sur routes à chaussées séparées, et représentaient environ 4 % des accidents mortels. En termes d'enjeux, les prises à contresens sont responsables de 15 tués par an en moyenne.

Les enjeux liés aux prises à contresens ont donc sensiblement diminué depuis le rapport du CGPC (2007). Cette baisse peut être attribuée au renforcement de la signalisation recommandé par ce rapport. Il est cependant probable que cette baisse soit liée à la tendance globale de baisse de la mortalité routière observée depuis les dernières analyses, du fait notamment de la réduction des vitesses pratiquées.

Le fait que ces accidents arrivent majoritairement de nuit est également confirmé.

La caractérisation des conducteurs responsables de ces accidents confirme certaines tendances observées dans la littérature française ou internationale. Les conducteurs de plus de 60 ans sont sur-représentés (40 % vs 10 % dans les autres accidents), tout comme les conducteurs ayant une alcoolémie délictueuse (20 % vs 8 %). Le facteur usager "drogue ou médicament" est également sur-représenté. En

revanche, les données ne mettent pas en évidence d'enjeux particuliers liés au facteur jeune conducteur (moins de deux ans de permis).

Le fait que les facteurs "conducteur senior" et "alcool" aient été identifiés comme caractéristiques des accidents avec prise à contresens, ne doit pas faire oublier qu'une grande partie de ce type d'accidents ne fait pas intervenir ces facteurs. Un l'absence de tels facteurs humains, la lisibilité de l'infrastructure peut être questionnée.

L'étude a également permis de tester d'autres facteurs. Il apparaît par exemple que les conducteurs responsables d'accidents par prise à contresens sont plus souvent seuls (ie. non accompagnés de passagers) que dans les autres accidents. Les conducteurs locaux sont autant concernés que les conducteurs de passage dans le département, ou étrangers.

La prise en compte de facteurs spatiaux met en évidence des différences notables suivant le type de réseau et la région étudiée.

L'analyse de procès verbaux d'accidents d'accidents souligne la diversité des motifs de prises à contresens. La tentative de suicide, le demi tour intentionnel ou le suivi d'un GPS ont par exemple été relevés.

- Analyse d'efficacité :

La mise en place d'expérimentation de terrain des B1J et barrières lumineuse a fait l'objet d'une évaluation 2 ans avant / après et trois ans avant/après respectivement. Les tendances avant / après observées sur les sites équipés sont comparées aux tendances observées sur des sites témoins.

Une baisse de l'accidentalité liée aux prises à contresens a été observée à la suite de l'installation de barrières lumineuses, mais le nombre d'accidents en jeu est trop faible pour que la tendance puisse être significative (au sens statistique).

Un effet significatif des barrières lumineuses est mis en évidence sur les signalements de prises à contresens de nuit. Cet effet est de l'ordre de -40 % et est statistiquement significatif. Comme on pouvait s'y attendre, aucun effet n'est observé sur les signalements recensés en plein jour (alors que les plots composant les barrières sont inactifs).

Pour les B1J, le réseau équipé était trop restreint pour que la comparaison du nombre de signalements de prises à contresens puisse être concluante.

Les tests sur table ont permis d'observer la visibilité et la compréhension des barrières lumineuses et des B1J par les usagers. Les B1J sont jugés plus visibles que les B1 classiques, et attirent l'attention. Ce dernier point est également relevé pour les barrières lumineuses. En revanche, alors que la signification

des B1J est jugée non ambiguë, l'interprétation des barrières lumineuses est moins univoque. Ces résultats soulignent l'importance de coupler ces signalisations avec les flèches au sol classiques.

Ces tests statiques ont été couplés par des tests dynamiques sur simulateur. Dans la condition où les bretelles étaient équipées de B1J, le taux de prises à contresens a été moins important que dans la condition de contrôle impliquant des B1 classiques.

Étonnement, le taux de prises à contresens a été plus élevé en présence de barrières lumineuses. Cela peut s'expliquer par le fait qu'avec le simulateur, les barrières étaient visibles de relativement loin alors que sur le terrain, celles-ci ne sont visibles qu'au passage de l'automobiliste. Cette visibilité a donc pu attirer certains sujets vers la bretelle. Ce point souligne l'importance de l'installation des plots, et qu'un risque existe si ces derniers sont visibles de loin.

De même, le couplage des B1J et barrières lumineuses a eu un effet de réduction sur les prises à contresens moins important que les B1J seuls.

Une analyse coût-avantage des B1J et barrières lumineuses a été menée sur la base des données relevées dans la littérature, et produites par le lot technique et le lot comportemental.

L'analyse conclut à l'efficacité économique des B1J. Cela tient essentiellement au faible coût de la mesure, ainsi qu'à l'efficacité observée sur simulateur (les données terrain étant non concluantes).

Pour les plots lumineux, les coûts d'installation sont plus élevés. De plus, l'impact attendu en termes de réduction des prises à contresens est plus faible, puisque ce dispositif n'agit que de nuit. Compte tenu de ces éléments, une efficacité particulièrement élevée est attendue de ces dispositifs pour pouvoir conclure à leur efficacité. Néanmoins, une baisse significative des signalements de contresens a été observée dans l'expérimentation de terrain. Si les valeurs tutélaires sont revues à la hausse comme suggéré par le CGSP, les barrières lumineuses seront considérées comme économiquement rentables.

- Analyse de la prise de décision

Le questionnaire conçu à l'intention des gestionnaires de routes à chaussées séparées a permis de mettre plusieurs tendances en évidence concernant la perception des prises à contresens et les préférences en termes de contremesures.

Concernant la perception du phénomène, les réponses au questionnaire mettent en évidence que la grande majorité des gestionnaires tend à sur-estimer le risque d'accident généré par les prises à contresens, ainsi que le risque que l'accident soit mortel. Ces résultats confirment que les prises à

contresens portent une image particulière en termes de dangerosité, et que cette image est partagée par les gestionnaires.

Les réponses au questionnaire mettent également en évidence l'existence de facteurs pouvant intégrer la décision bien qu'ils ne sont pas explicitement pris en compte par le calcul économique standard. Par exemple, les choix réalisés par certains répondants sont influencés par la présence d'une couverture médiatique particulière. Certains gestionnaires peuvent donc être amenés à traiter un problème en fonction de sa représentation collective (par les médias notamment) plutôt que par son existence réelle.

Le questionnaire met également en évidence que la plupart des gestionnaires attribue une valeur à la réduction des prises à contresens, même lorsqu'elles ne conduisent pas à un accident de la circulation. Cela peut se comprendre dans la mesure où une prise à contresens induit nécessairement un préjudice en termes de "confort" de circulation pour les usagers. Aujourd'hui pourtant, ce préjudice n'est pas pris en compte dans le calcul socio-économique.

Enfin, les résultats du questionnaire suggèrent également que les gestionnaires n'adhèrent pas nécessairement aux critères de décision économique. Par exemple, l'approche coût-efficacité préconiserait de choisir le taux d'équipement d'un réseau de façon à optimiser le bilan économique, quitte à ne pas traiter les zones les moins accidentogènes ou les plus coûteuses à traiter.

Certains gestionnaires ont pour objectif d'équilibrer et non maximiser le bilan. D'autres préfèrent équiper l'intégralité d'un réseau, indépendamment des enjeux économiques.

De façon plus générale, le taux de réponse relativement faible reçu par le questionnaire, en dépit d'une large diffusion, suggère l'existence d'une réticence de la part des gestionnaires à dévoiler la logique de leur prise de décision ou être exposés à des choix de projets de sécurité routière formulés en termes économiques.

6.2 - Formulation de recommandations

Les résultats des travaux présentés dans ce rapport permettent de formuler les recommandations suivantes.

- Le déploiement des B1J est recommandé

Les expérimentations de terrain et de laboratoire mettent en évidence une tendance à la réduction des prises à contresens induite par les panneaux B1 sur fond jaune.

L'analyse coût-avantage conclut à la rentabilité économique du déploiement de cette signalisation sur l'ensemble du réseau français.

Le lot comportemental ayant montré que le message suggéré par la couleur jaune mérite d'être renforcé, des variantes de B1J contenant un texte ou un signe explicite (cf exemples étrangers) pourraient être expérimentés.

- La poursuite des expérimentations de barrières lumineuses est recommandée dans certaines conditions

Les expérimentations de terrain et de laboratoire produisent des conclusions divergentes concernant les barrières lumineuses. Ce dispositif induit une baisse des signalements de nuit d'après les expérimentations de terrain. L'effet contraire est observé sur simulateur. De plus, l'analyse économique révèle que ce dispositif, de par son coût et le fait qu'il n'a d'effet que la nuit, présente une efficacité économique inférieure à celle des B1J. Des données complémentaires sont donc nécessaires sur les barrières lumineuses. Celles-ci pourraient être expérimentées sur des sites témoignant d'une occurrence particulière de prises à contresens de nuit.

Les résultats de l'expérience sur simulateur montrent que les plots utilisés seuls peuvent être non efficaces, il est donc important que la barrière lumineuse soit complète, c'est à dire constituée de plots, mais également de B1 et d'une flèche au sol.

- L'association des B1J et des barrières lumineuses n'est pas recommandée

Compte tenu des coûts associés aux barrières lumineuses, l'association des deux dispositifs dégraderait l'efficacité économique des B1J. De plus, les expériences de laboratoire n'ont pas mis en évidence de réduction supplémentaire résultat de l'association des deux dispositifs.

- La diffusion du logiciel Ocer@ est recommandée

La connaissance de la fréquence des prises à contresens est une condition nécessaire au traitement de la problématique. La prise en main du logiciel Ocer@, pourrait accompagner l'extension des expérimentations de B1J.

- Le déploiement de technologies sophistiquées spécialement dédiées à la lutte contre les prises à contresens n'est pas recommandé

La revue de littérature réalisée dans le cadre de l'analyse économique indique que les dispositifs dynamiques spécialement dédiés aux prises à contresens s'avèrent souvent trop coûteux au regard des enjeux.

- Il est recommandé de traiter les facteurs humains en amont des prises à contresens

Les facteurs de prises à contresens tels que l'âge ou l'alcoolémie des conducteurs sont divers et n'offrent donc pas de solution unique. En revanche, ceux-ci constituent des sources d'insécurité routière qui dépassent la problématique des prises à contresens. De fait, la réduction de ces facteurs de risque profiterait indirectement à la réduction des prises à contresens. Par exemple, l'augmentation des contrôles d'alcoolémie sur des tronçons à risques permettrait de réduire les prises à contresens liées à l'alcool, ainsi que les autres types d'accidents associés à ce facteur.

- Il est recommandé d'actualiser régulièrement l'analyse de l'accidentalité liée au contresens

L'analyse de l'accidentalité présentée au chapitre 1 montre que les enjeux liés aux contresens ont sensiblement baissé au cours des dix dernières années. Cette baisse peut être liée à l'évolution générale de l'accidentalité, renforcée par les mesures anti-contresens. Il serait utile d'étudier la pérennité de cette tendance. Par exemple, le vieillissement de la population française pourrait à terme générer une tendance haussière du phénomène.

- Il est recommandé de sensibiliser les gestionnaires aux méthodes d'analyse économique

Le fait que certains gestionnaires n'aient pas souhaité répondre au questionnaire suggère que la formulation économique des choix en matière de sécurité routière ait pu les troubler. Alors que l'analyse économique est couramment appliquée à l'évaluation des grands projets de transports, il pourrait s'avérer pertinent de sensibiliser les gestionnaires à l'utilisation de ces méthodes pour l'évaluation de projets de sécurité routière.

- Il est recommandé de renforcer le développement et l'usage d'outils d'analyse statistiques

Une caractéristique majeure des prises à contresens est la rareté du phénomène. De plus, les expérimentations de terrain étant coûteuses, celles-ci sont réalisées avec parcimonie. Les données disponibles pour les analyses sont donc souvent limitées. Il s'avère alors important de disposer des compétences et outils en statistiques, pour ne pas sur-interpréter les tendances observées.

- Il est recommandé de poursuivre la recherche sur les méthodes d'analyse des comportements et d'évaluation des politiques publiques

L'originalité du projet LUCOS est de proposer une évaluation multicritère et multidisciplinaire. L'intérêt de ce type d'approche a une portée plus générale que la seule analyse des prises à contresens. Plusieurs pistes de recherches sont proposées dans la section suivante.

6.3 - Discussion autour des méthodes d'évaluation de signalisation

Les différentes approches déployées dans le projet LUCOS, et leur interaction sont représentées sur le schéma de la figure 6.1

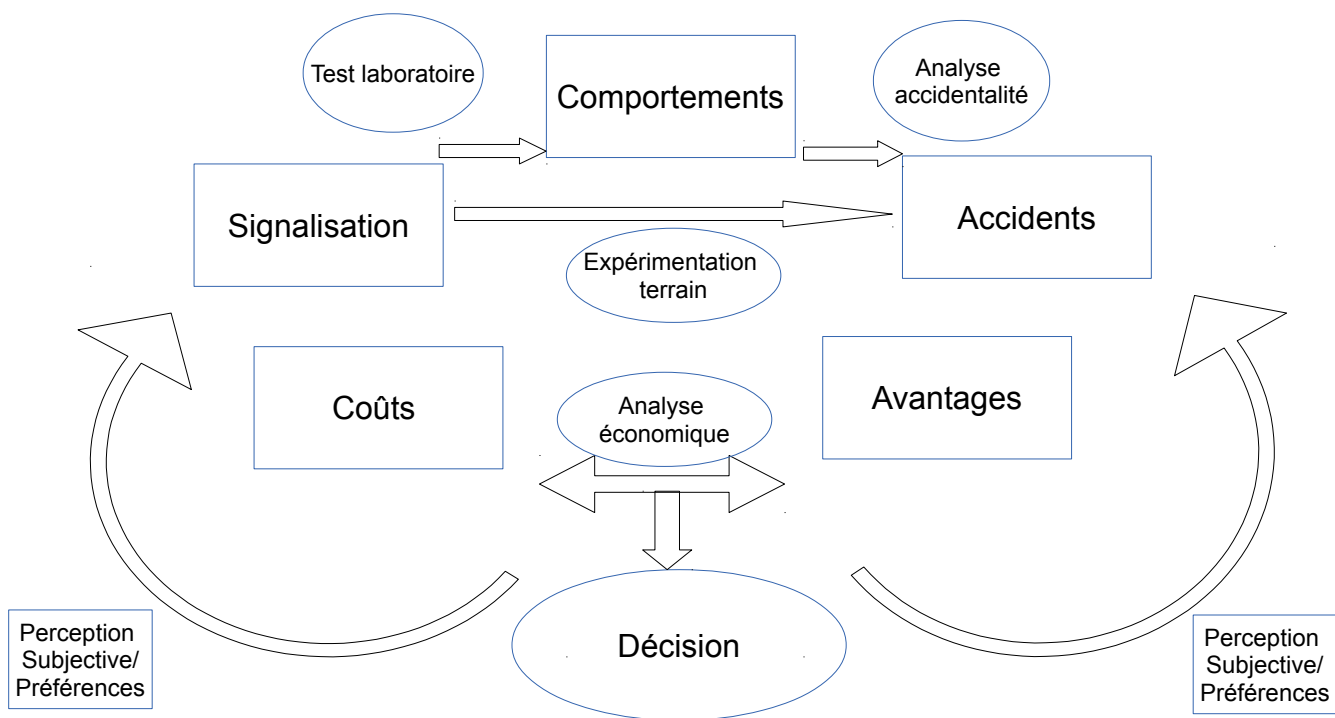


Figure 6.1 Schéma d'illustration des interactions entre les approches du projet LUCOS

Les formes rectangulaires représentent des variables nécessitant d'être observ es ou r v l es. Les formes ovales représentent des méthodes d'analyse de ces variables. La relation centrale entre ces variables est l'impact de la signalisation sur les accidents. Cet impact a lieu par l'intermédiaire des comportements : la signalisation modifie les comportements et les changements de comportements modifient l'accidentalité.

L'objectif principal de l'évaluation est d'arbitrer entre les coûts liés à la signalisation et les gains relatifs à la baisse de l'accidentalité. La mesure des gains peut se faire de façon directe, par l'expérimentation de terrain, ou de façon plus analytique, en faisant intervenir les comportements. La relation entre accidentalité et comportements peut être observ e par les analyses d'accidentalité.

La relation entre signalisation et comportements peut être analys e en laboratoire.

Le calcul économique permet de créer un indicateur unique pour aider à la décision. Cependant, d'autres facteurs, peuvent impacter la prise de décision. En effet, la perception et les préférences des décideurs entrent en compte dans la prise de décision. Il convient donc d'étudier la perception des enjeux liés à l'accidentalité autres que ceux intégrés par l'évaluation économique (ex : pression liée à la résonance médiatique, attentes particulières des usagers). Il en va de même pour les solutions technologiques (ex : préférence a priori pour un type de solution, contraintes institutionnelles).

La mise en œuvre de ces approches, pour l'évaluation de signalisations anti-contresens a permis d'étudier les avantages et limites de plusieurs approches disciplinaires pour l'évaluation de signalisations routières. Ces éléments sont synthétisés dans le tableau 6.1.

Type d'analyse	Méthode	Objectif	Avantage	Limites
Analyse de l'accidentalité	Exploitation BAAC	Connaître les causes et les enjeux	Peu coûteuse	N'identifie pas de solutions spécifiques
	Analyse PV	Connaissance fine des scénarii d'accident	Information fine	Difficulté d'accès aux données, temps de traitement
Expérimentation de terrain		Tester des solutions	Validité interne et externe	Coût, risque d'effets non désirés, longue durée, peu d'observations
Expérimentation de laboratoire	Tests statiques	Tester la perception/compréhension des solutions	Faible coût, résultats rapides, validité interne	Faible validité externe
	Simulateur	Tester l'impact des solutions	Validité interne, résultats rapides, flexibilité	Validité externe variable (suivant la sophistication du simulateur)
Observation des attitudes	Comportements révélés ¹⁵	Observer préférences des décideurs, par leur choix	Validité externe	Difficulté d'accès aux données
	Comportements déclarés	Révéler les préférences des décideurs par des choix hypothétiques	Validité interne, contrôle	Validité externe, difficulté d'interroger les décideurs
Calcul économique		Aide à la décision	Aspect normatif, simplicité de l'indicateur produit	Sensibilité aux valeurs utilisées Prise en compte d'un nombre restreint de facteurs

Tableau 6.1 Analyse critique des méthodes déployées

¹⁵Cette approche n'a pas été déployée dans le cadre de LUCOS, pour des raisons de difficulté d'accès aux données.

De manière générale, les approches peuvent se catégoriser en deux types : celles reposant sur les comportements observés en réalité (analyse d'accidentalité, expérimentation de terrain, observation des décisions des gestionnaires ou usagers), et celles reposant sur des comportements de façon hypothétiques (expériences de laboratoire, réponses à des enquêtes de préférences déclarées).

La première catégorie présente la meilleure validité externe, c'est à dire que les informations issues de l'analyse concernent la réalité des comportements. En d'autres termes, la validité externe concerne la possibilité d'appliquer les résultats au monde réel. Cependant, ces approches peuvent souffrir d'un faible pouvoir explicatif, soit parce que les données sont rares, soit parce que certains facteurs explicatifs ne peuvent pas être observés. Inversement, la seconde catégorie permet une meilleure validité interne, dans la mesure où les facteurs susceptibles d'impacter les comportements peuvent être étudiés et contrôlés. La validité interne concerne la cohérence de l'analyse et le fait que les relations de cause à effet entre les variables puissent être étudiées. Cependant, les comportements étant étudiés de façon hypothétique, les analyses produites peuvent ne pas traduire la réalité des comportements.

Compte tenu de ce recensement des avantages et limites de ces méthodes, il peut être recommandé de les articuler suivant la chronologie représentée dans le tableau 6.2.

Cette proposition de procédure d'évaluation pourrait être appliquée à d'autres types de signalisation que les mesures anti-contresens, voire à d'autres types de politiques de sécurité routière.

L'un des points importants de la procédure proposée est la dimension itérative de certaines étapes. Par exemple, les études en laboratoire peuvent intervenir à différentes périodes. Avant le début des expérimentations, elles peuvent veiller à ce que la signalisation soit comprise sans ambiguïté afin d'éviter d'éventuels effets pervers. Elle peut également être utilisée en complément des expérimentations de terrain afin de pouvoir réaliser un focus sur certaines questions ne pouvant être traitées par les données de terrain (ex : impact sur des catégories d'usagers, ou dans des conditions spécifiques).

De même, le calcul économique doit être actualisé tout au long de la procédure, à mesure que de nouvelles informations sont disponibles. Il permet notamment de pouvoir poser des points d'arrêt. Par exemple, un déploiement général peut ne pas être recommandé à la suite de la phase d'expérimentation.

Étape	Méthode	Objectifs
Évaluation ex ante	Analyse de l'accidentalité	Identifier les enjeux
		Identifier les comportements à modifier
	Revue de littérature	Identifier les contremesures possibles et estimer leur impact potentiel
	Calcul économique	Réaliser des premières estimations afin de proscrire les contremesures ne pouvant être rentable au regard de ces données
Expérimentation	En laboratoire	Tester la possibilité d'effets pervers ou inattendus
	Sur le terrain (petite échelle)	Observer les impacts sur le terrain, ainsi que les contraintes de mise en œuvre
	En laboratoire	Compléter les analyses restant non concluantes si les données terrain sont peu nombreuses
	Calcul économique	Réaliser une évaluation économique pour voir si un déploiement plus large est recommandé
Déploiement		
Évaluation ex post	Calcul économique	Évaluer le projet final

Tableau 6.2 Proposition d'articulation des méthodes disponibles

6.4 - Pistes de recherches complémentaires

- Comportement : quel est l'impact de la privation de sommeil et de la consommation d'alcool sur la perception et les comportements ?

Pour ce qui concerne la problématique des contresens, une confirmation des résultats présentés dans ce livrable avec des usagers diminués devrait être envisagée. En effet, même si les simulations ont reproduit des conditions visuelles nocturnes, celles-ci ont été réalisées de jour avec des conducteurs reposés. Or, l'accidentologie des contresens montre une fréquence élevée d'accidents de nuit et/ou de conducteurs alcoolisés. Il serait donc utile de pouvoir reproduire les mêmes conditions expérimentales avec des sujets alcoolisés. Ce type de protocole étant particulièrement difficile à mettre en œuvre, la privation de sommeil pourrait être utilisée. Des travaux récents ont montré qu'une privation de sommeil de 20 heures produit des effets équivalents à une alcoolémie de 0,8 g/l.

La consommation d'alcool était souvent associée aux conduites nocturnes, ce type de tests devrait concerner principalement les barrières lumineuses puisque celles-ci n'agissent que de nuit.

Les indicateurs retenus dans le projet LUCOS pourraient être également complétés par un recueil de données objectives sur les stratégies visuelles des conducteurs face à des situations de contresens. Ceci permettrait d'approfondir le type d'indices de l'environnement (route, signalisation, autres véhicules) effectivement utilisés par les conducteurs pour prendre leur décision. La consommation d'alcool étant réputée réduire le champ de vision, il se peut que la perception de la signalisation en soit altérée.

- Comportement : comment réagissent les usagers lorsqu'ils réalisent qu'ils sont en contresens ?

Le projet LUCOS s'est focalisé sur l'analyse de dispositifs visant à éviter les prises à contresens ou avertir l'utilisateur qu'il circule à contresens. Le fait qu'en moyenne, seule une prise à contresens sur 20 mène à un accident suggère que certains usagers à contresens parviennent à corriger leur erreur. La question qui se pose dans un second temps est donc celle du comportement de l'utilisateur lorsqu'il prend conscience de cette situation. Fait-il demi-tour ? S'immobilise-t-il ? Choisit-il de continuer jusqu'au prochain échangeur, dans ce cas, sur quelle voie circule-t-il ? Le simulateur utilisé dans le projet n'a pas permis de traiter cette question. Ces comportements pourraient être traités à partir d'un simulateur plus sophistiqué, ou à partir d'observations vidéos recueillies par des caméras de surveillance.

- Méthodologie : comment évaluer la complexité cognitive d'une infrastructure routière ?

Certaines configurations routières peuvent être plus compliquées à analyser que d'autres. De même, certains usagers peuvent faire preuve de capacités cognitives plus ou moins élevées, en fonction de leur âge, de leur état de santé, de leur comportement (ex consommation d'alcool, drogues ou médicaments), ou de la situation de conduite (ex : inattention liée au suivi d'un GPS ou d'une conversation téléphonique). Par exemple, l'expérience sur simulateur a montré qu'il était possible de créer des situations de conduite exposant systématiquement au risque de prises à contresens. Il pourrait être intéressant de développer une mesure de la complexité cognitive d'une infrastructure. Cette mesure permettrait d'identifier les zones présentant un risque, vis-à-vis des usagers ne mobilisant pas toutes leurs ressources cognitives sur la conduite.

- Méthodologie : comment des contributions disciplinaires plurielles peuvent-elles être articulées ?

Au-delà du cas spécifique des contre – sens, les résultats obtenus suggèrent des pistes intéressantes quant aux critères ergonomiques relatifs à la conception des signalisations. Le projet LUCOS a permis de développer une première série de critères ergonomiques qu'il conviendrait de valider pour d'autres situations de signalisations routières. Ces critères pourraient être, à terme, intégrés dans une méthodologie globale d'évaluation de la signalisation s'appuyant sur des indicateurs et des méthodologies complémentaires évaluant différentes dimensions. L'utilisation de méthodes multicritères et/ou multidisciplinaires de dispositifs de sécurité routière combinant notamment ingénierie et sciences sociales est en plein développement. Le projet de recherche SARI a par exemple développé cette approche (Bordel et al. 2014). Un travail de réflexion et de synthèse pourrait s'avérer nécessaire afin de capitaliser les contributions de ce type de projet en termes de méthodologie d'évaluation.

- Méthodologie : comment affiner l'analyse coût-avantage ?

Le chapitre 5 présente les méthodes de calcul économique pour l'évaluation de projets et les applique à l'évaluation des contremesures étudiées. Le calcul économique est largement utilisé dans l'évaluation de grands projets de transport, et l'application de ses logiques à l'évaluation de signalisations de sécurité routière est l'une des contributions du projet LUCOS. Cette mise œuvre a cependant permis d'esquisser plusieurs pistes de développement.

La première concerne l'incertitude sur les valeurs utilisées pour le calcul. L'incertitude porte par exemple la durabilité des équipements (quand peu de retours d'expérience sont disponibles) ainsi que les coûts associés. Nous avons vu qu'elle concerne également les valeurs tutélaires. Lorsque les valeurs associées aux blessés ou aux tués sont revues à la hausse, certains projets jugés non efficaces économiquement peuvent subitement se voir qualifiés de rentables. L'incertitude la plus importante concerne l'efficacité des mesures, dont la mesure peut varier suivant les sources (littérature, expérimentations) ou les méthodes

utilisées. La prise en compte de cette incertitude est une question complexe qui mérite d'être traitée d'un point de vue théorique et empirique. D'un point de vue théorique, que nous dit la théorie économique sur le traitement de l'incertitude ? Comment intégrer ces éléments au calcul économique ? D'un point de vue empirique, comment la prise en compte de l'incertitude impacte-t-elle le résultat des évaluations ? Quels sont les comportements des décideurs face à l'incertitude ?

Des travaux sur ces questions ont été initiés, en France, par le Conseil d'analyse stratégique (2011). Les applications des recommandations de ce rapport pour l'évaluation des politiques de sécurité routière restent à étudier.

L'évaluation économique est généralement appliquée aux infrastructures de transports pour lesquelles les variables les plus importantes sont les enjeux monétaires (coûts et recettes) et temporels (gains de temps des usagers). Pour les projets de sécurité routière, les ingrédients principaux sont les coûts monétaires et les gains en termes de tués et blessés évités. Cette approche qui confronte directement enjeux monétaires et humains peut soulever une dimension éthique particulière qui peut troubler ses utilisateurs. Il est donc important de connaître les comportements de choix, ainsi que les préférences des décideurs sur ces questions, afin de pouvoir adapter les outils du calcul économique à leur pratique.

7 - Annexes

Page laissée blanche intentionnellement

7.1 - Part des contresens dans l'accidentalité suivant les régions

Tableau : Part des accidents impliquant une prise à contresens suivant les régions.

Région	Accidents	Accidents avec contresens	% d'accidents avec contresens
Alsace	537	10	1.83
Aquitaine	1204	9	0.74
Auvergne	294	8	2.65
Basse-Normandie	556	3	0.54
Bourgogne	469	5	1.05
Bretagne	995	17	1.68
Centre	834	14	1.65
Champagne-Ardenne	260	9	3.35
Corse	236	0	0.00
Franche-Comté	171	2	1.16
Haute-Normandie	399	7	1.72
Ile-de-France	12087	55	0.45
Languedoc-Roussillon	702	12	1.68
Limousin	243	6	2.41
Lorraine	515	11	2.09
Midi-Pyrénées	327	5	1.51
Nord-Pas-de-Calais	1408	20	1.40
Pays de la Loire	642	18	2.73
Picardie	437	7	1.58
Poitou-Charentes	460	9	1.92
Provence-Alpes-Côte d'Azur	2196	26	1.17
Rhône-Alpes	2053	21	1.01

Page laissée blanche intentionnellement

7.2 - Questionnaire Tests « sur table »

Date :

Nom de l'expérimentateur :

Série de test n° :

Conditions de passation :

- En lumière naturelle (jour),
- La luminosité de l'écran sera maximale,
- L'angle de positionnement de l'écran de 90°
- La distance écran- œil de 70 cm
- La distance plan de table – œil : 43 cm

L'identité des participants restera strictement confidentielle.

L'objectif de ce test est d'évaluer un dispositif de signalisation routière.

Ce test durera approximativement 30 minutes.

Suite à la question 7, l'expérimentateur présentera via une illustration, la manière dont les diapositives seront présentées aux candidats : (énoncé de la consigne, présentation de l'image pendant un court laps de temps, puis réponse à la question, ainsi de suite).

Partie 1 : Généralités

1. Quel âge avez-vous ?
2. Genre : Masculin ☐ Féminin ☐
3. Avez-vous des problèmes de vision ? Si oui lesquels ?
 Oui ☐ Non ☐
4. Depuis combien de temps conduisez-vous ?
5. Combien de Km/ an parcourez-vous sur les routes ?
6. Combien de Km par an parcourez-vous sur autoroute ?
7. Conduisez-vous fréquemment de nuit :

Peu fréquemment

Très fréquemment

Lors de ce test nous vous présenterons un certain nombre d'images qui vous seront présentées dans un court laps de temps, comme suit (l'expérimentateur utilise l'illustration du diaporama.)

Partie 2 : Le panneau B1 sur fond jaune

8. Nous allons vous présenter deux images successivement, et nous vous demanderons de nous indiquer les différences que vous avez observées.
9. Nous allons vous présenter un certain nombre de situations, pouvant être rencontrées lorsque vous êtes en situation de conduite. Lors de ces présentations, nous vous demanderons d'exprimer à voix haute :
 - Ce que vous avez vu
 - La compréhension de la situation dans laquelle vous vous trouvez
 - L'action que vous seriez amené à effectuer face à ce type de situation.

Ces situations vous seront présentées dans un laps de temps assez court. D'autre part, vos réponses seront limitées dans le temps.

10. A quoi vous fait penser ce panneau ?
11. Que représente pour vous la couleur rouge ?
12. Que représente pour vous la couleur jaune ?
13. Quelle indication vous donne le panneau à fond jaune ?
14. Selon vous ce panneau n'a-t-il qu'une seule signification? pourquoi ?

15. J'ai compris l'indication du panneau :

Peu rapidement

très rapidement

16. Le panneau est reconnaissable :

Peu facilement

très facilement

17. Le panneau attire-t-il plus votre attention (indépendamment du B1) :

☐ de jour

☐ de nuit

☐ équivalent

18. Le panneau à fond jaune est en termes de visibilité (Par rapport au panneau classique) :

Le jour

Moins visible

plus visible

La nuit

Moins visible

plus visible

19. Le panneau sur fond jaune attire votre attention de manière plus ou moins importante que le panneau « classique »

Moins

plus

20. Nous allons vous présenter deux images successivement, et nous vous demanderons de nous indiquer les différences que vous avez observées.

Partie 3: Plots lumineux

21. Nous allons vous présenter un certain nombre de situations, pouvant être rencontrées lorsque vous êtes en situation de conduite. Lors de ces présentations, nous vous demanderons d'exprimer à voix haute :

- Ce que vous avez vu
- La compréhension de la situation dans laquelle vous vous trouvez
- L'action que vous seriez amené à effectuer face à ce type de situation.

Ces situations vous seront présentées dans un court laps de temps. Vos réponses seront limitées dans le temps.

22. Quelle indication vous donnent ces plots ?

23. Selon vous ces plots n'ont-ils qu'une seule signification? Justifiez.

24. J'ai compris l'indication donnée par les plots :

Peu rapidement

très rapidement

25. Les plots attirent votre regard:

Peu

Beaucoup

26. Les plots attirent-ils plus votre attention :

☐ de jour

☐ de nuit

☐ équivalent

27. Nous allons vous présenter deux images successivement, et nous vous demanderons de nous indiquer les différences que vous avez observées.

28. Nous allons vous montrer des situations de conduites. Nous vous demandons de nous indiquer la ou les voies où vous êtes autorisés à vous engager. Vous justifierez votre choix à voix haute. Les images restent affichées un court laps de temps.

Image	Choix	Verbalisations
1		
2		
3		
4		

Partie 4 : Autres panneaux

29. Nous allons vous présenter un certain nombre de panneaux, et nous vous demandons d'indiquer si ce panneau vous inspire un danger peu ou très important.

Peu important

très important

30. Nous vous demanderons à présent de bien vouloir classer les différents panneaux en fonction du niveau de danger qu'ils indiquent (du niveau de danger le plus faible au niveau de danger le plus élevé).

—

+

[illegible]

31. Selon vous lequel de ces panneaux indiquerait au mieux un contresens ?

32. Que feriez-vous face à ce panneau ?

- Quelle expression courte serait selon vous plus appropriée ? (ex : « contresens » seul , « stop » seul, interdit, « faites demi tour »...)

33. Nous allons vous présenter deux images successivement, et nous vous demanderons de nous indiquer les différences que vous avez observées.

Partie 5: Les contre sens

34. Pourriez-vous définir en quelques mots un contre sens ?
35. Vous est-il déjà arrivé de vous retrouver à contresens en voiture ou en 2 roues ? Si oui pourriez-vous nous en indiquez le lieu (agglomération, voie express etc...), l'heure (jour, nuit..).
36. Avez-vous déjà été dans une situation où un autre conducteur se trouvait en contre sens?
- **Si oui** à pourriez vous nous en indiquez le lieu (agglomération, voie express, autoroute etc...), l'heure (jour, nuit..), votre réaction et vos actions face à cette situation. Etiez-vous passager ? ou avez-vous assistez à la scène ?
 - **Si non** à Face à un véhicule en contre sens quel serait selon vous votre réaction (ressenti, sentiments?)
37. Avez –vous des remarques?

Merci de votre participation.

7.3 - Questionnaire de recrutement

1. Quel âge avez-vous ?
2. Etes-vous titulaire du permis B ? Si oui, depuis combien de temps ?
3. Combien de kilomètres faites-vous par an ?
4. Avez-vous des problèmes visuels graves ?
 - Diplopie
 - Blépharospasme
5. Portez-vous un dispositif de correction visuelle ? Si oui, lequel ?
 - Lunettes
 - Lentilles
6. Connaissez-vous la nature de la correction ? (Si oui, merci de l'indiquer)
7. Connaissez-vous votre acuité visuelle ? (Si oui, merci de l'indiquer)
8. Avez-vous des troubles de l'équilibre ?
9. Prenez-vous actuellement un traitement médical ? Si oui, lequel ?
10. Avez-vous le mal des transports ? (ou mal du jeu vidéo)
11. Où habitez-vous ? (adresse exact)

7.4 - Consignes de l'expérience sur simulateur

CONSIGNES GENERALES

Bonjour,

Vous avez accepté de participer à l'évaluation du logiciel de conduite de ce simulateur. L'objectif est d'évaluer un nouveau logiciel de simulation de conduite destiné à étudier le comportement de conducteurs dans différentes conditions.

Après l'explication du fonctionnement du matériel présent, et la passation d'un premier questionnaire, nous allons vous laisser libre de conduire le simulateur pendant quelques minutes afin de vous familiariser au simulateur. Nous vous proposerons ensuite de participer à 2 scénarios.

- Dans le premier, vous vous rendez à un rendez-vous très important mais vous ne connaissez pas la route. Un ami se propose de vous montrer la route et vous décidez de le suivre. Il est très important de le suivre au plus près afin d'éviter de vous perdre sur la route au risque de perdre du temps et d'arriver en retard à votre rendez-vous.
- - Dans le second scénario, vous devrez rouler une aire de repos où vous effectuerez différentes actions telles que se garer, faire le plein, etc. puis vous reprendrez la route.

A la fin des deux scénarios, nous procéderons à un entretien ensemble afin d'avoir vos opinions sur le test réalisé.

Pendant l'exercice, je serai à côté de vous pour prendre des notes. Cet exercice durera une heure, questionnaires et entretiens inclus.

Vous percevrez une indemnité d'un montant de 50 € sous forme d'un chèque cadeau pour votre participation.

Si vous décidez d'interrompre l'étude – sachant que votre participation à celle-ci est totalement libre et que vous pouvez quitter l'étude à tout moment – il vous sera demandé d'en informer rapidement l'expérimentateur.

Vous êtes libres d'exprimer tous vos commentaires à haute voix. Nous serons à votre disposition pour répondre à toutes vos questions sur cette expérience pendant la simulation. Les enregistrements de cette expérience seront tenus confidentiels. Aucune donnée nominative ne sera informatisée. Vous aurez accès aux résultats globaux de l'étude si vous en faites la demande.

Avez-vous des questions ? C'est parti !

Page laissée blanche intentionnellement

7.5 - Formulaire de consentement éclairé signé par les participants à l'expérimentation en simulateur

FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT POUR LE PROJET LUCOS

Vous avez accepté de participer à un projet de recherche. Le présent document vous renseigne sur les modalités de ce projet. S'il y a des mots ou des paragraphes que vous ne comprenez pas, n'hésitez pas à poser des questions aux personnes en charge de cette recherche. Pour confirmer votre participation, vous devez signer le consentement à la fin du document.

Le projet se nomme LUCOS. C'est un projet de recherche scientifique financé par le programme de recherche et d'innovation dans les transports terrestres (PREDIT). Cette recherche doit contribuer à l'avancement des connaissances scientifiques pour la sécurité routière. L'objectif est d'étudier les comportements de conducteurs lors d'une session de conduite en condition nocturne.

L'expérimentation va durer environ une heure (explications et questionnaires inclus).

Le responsable de la recherche, ou l'un de ces collaborateurs m'ont informé que :

- Je suis libre d'accepter ou de refuser, ainsi que d'arrêter à tout moment ma participation sans encourir de responsabilité, et sans que cette décision n'ait d'incidence sur mes relations avec ces chercheurs.
- Durant ma participation à ce projet, le chercheur responsable et ses collaborateurs recueilleront et consigneront dans un dossier de recherche les données me concernant.
- Tous les renseignements recueillis resteront strictement confidentiels. Je n'autorise leur consultation et leur traitement informatique que par des personnes qui collaborent à l'étude. J'ai bien noté que le droit d'accès, prévu par loi n°78-17 du 6 janvier 1978, relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés, modifiée par la loi n° 2004-801 du 6 août 2004 relative à la protection des personnes physiques à l'égard des traitements de données à caractère personnel (article 39), est applicable à tout moment (texte disponible auprès du responsable et des collaborateurs de l'étude).
- Pour préserver mon identité et la confidentialité des renseignements, je serai identifié(e) par un numéro de code. La clé du code, reliant mon nom à mon dossier, sera conservée par les expérimentateurs du projet.
- Je pourrai à tout moment demander des informations au responsable de la recherche et je pourrai exercer mon droit d'accès, de rectification ou d'opposition.
- Mes données seront utilisées dans le but de répondre à des objectifs scientifiques décrits dans ce formulaire.
- La publication des résultats de la recherche ne comportera aucun résultat individuel permettant de m'identifier.
- L'ensemble de la séance sera enregistré par une caméra vidéo et un dictaphone pour les besoins de cette recherche. Dans le cas où j'accepte qu'un extrait de ces enregistrements audio et vidéo soit présenté à des fins de communication, je signe la feuille d'autorisation à l'image ci-jointe.
- Il est possible que des gênes physiologiques (nausées, troubles de la vision, etc.) apparaissent pendant ou après le test sur simulateur. Je peux arrêter ma participation à tout moment. A ma demande, les organisateurs mettront une salle de repos à ma disposition.

- Compte tenu des effets secondaires parfois entraînés par le simulateur, je m'engage à ne pas conduire au cours de la demi-journée qui suit ma participation.
- Dès que je quitte les locaux de l'IFSTTAR, les organisateurs se dégagent de toutes responsabilités.
- En compensation de ma participation, je recevrai un chèque-cadeau d'une valeur de 50 euros.
- Si je le désire, je peux être tenu au courant des résultats globaux de la recherche en laissant mon adresse email aux personnes en charge de la recherche.

J'ai bien noté que pour participer à cette recherche, je dois être affilié(e) à / ou bénéficier d'un régime de sécurité sociale. Je confirme que cela est bien le cas. L'IFSTTAR, promoteur de la recherche, a souscrit les assurances nécessaires auprès d'Axa France Iard.

Le chercheur principal de l'étude, déclare que lui et ses collaborateurs sont responsables du déroulement du présent projet de recherche. Ils s'engagent à respecter les obligations énoncées dans ce document et également à m'informer de tout élément qui serait susceptible de modifier la nature de mon consentement.

Je soussigné(e)(nom en caractères d'imprimerie) déclare avoir lu et compris le présent formulaire.

Je comprends la nature et le motif de ma participation au projet. J'ai eu l'occasion de poser des questions auxquelles on a répondu à ma satisfaction.

Par ma présente, j'accepte librement de participer au projet.

Fait à _____, le _____ 2013.

Nom et Signature du participant

Nom et Signature de l'expérimentateur

7.6 - Questionnaire habitude de conduite

PROJET LUCOS

Questionnaire à remplir avant la phase de conduite

- 1) Age :
- 2) Sexe : M / F
- 3) Profession actuelle :
- 4) Si vous êtes retraité, quelle était votre profession ?
- 5) Année d'obtention du permis B ? _____
- 6) Portez-vous un dispositif de correction visuelle ? Si oui, lequel ?
 - Lunettes
 - Lentilles

7) Connaissez-vous la nature de la correction ? (Si oui, merci de l'indiquer)

8) Connaissez-vous votre acuité visuelle ? (Si oui, merci de l'indiquer)

9) Actuellement, combien de fois par semaine utilisez-vous votre voiture?

- Jamais
- 1-2 fois
- 3-4 fois
- 5-6 fois
- Tous les jours
- Seulement le weekend

10) Si vous êtes retraités, combien de fois par semaine utilisiez-vous votre voiture lorsque vous aviez une activité professionnelle ?

- Jamais
- 1-2 fois
- 3-4 fois
- 5-6 fois
- Tous les jours
- Seulement le weekend

11) Pour quel type d'activité ?

- Travail
- Courses
- Loisirs
- Autres : _____

12) En moyenne, combien de kilomètres parcourez-vous

- par an ? : ___ kms

13) Répartissez (en %) le nombre de kms que vous effectuez par semaine : *(Le total doit faire 100%)*

- § Autoroute : ___ %
- § Agglomération : ___ %
- § Autres types de routes (hors agglomération) : ___ %

14) Vous conduisez la nuit :

- Jamais
- Peu fréquemment
- Souvent
- Très souvent

15) Vous avez déjà été impliqué dans un accident de la route en tant que conducteur (tout types d'accidents): Oui Non

16) Si oui, étiez-vous responsable ? Oui Non

17) En ce moment, je me sens (entourer une seule réponse) :

- Extrêmement éveillé(e)
- Très éveillé(e)
- Eveillé(e)
- Assez éveillé(e)
- Ni éveillé(e) Ni endormi(e)
- Avec des signes de somnolence
- Somnolent(e), sans difficulté à rester éveillé(e)
- Somnolent(e), Je fais des efforts pour rester éveillé(e)
- Très somnolent(e), je lutte contre le sommeil

Vous ressentez des gênes (physiques/mentales) avant le test :

(Veuillez mettre une croix pour les gênes ressenties dans la case appropriée)

	Léger	Modéré	Sévère	Rien à signaler
Malaise général				
Fatigue				
Mal de tête				
Fatigue oculaire				
Difficulté d'accommodation				
Hyper salivation				
Sueur				
Nausée /Vomissement				
Difficulté de concentration				
« Tête lourde »				
Vision floue				
Étourdissement Yeux Ouverts				
Étourdissement Yeux Fermées				
Vertige				
Réveil de la zone gastrique (sentiment d'inconfort sans nausée)				
d'inconfort sans nausée)				
Éructation (Envie de roter)				

7.7 - Questionnaire DBQ (version française)

Version Française du Driving Behaviour Questionnaire (DBQ).

Ce questionnaire a été traduit par deux chercheurs francophones du domaine de la psychologie de la conduite. Une vérification de la traduction a été assurée par un anglophone qui a réalisé une rétro-traduction. Les indications de direction ont été inversées du fait de la conduite à droite en France. La question DBQ 22 a été modifiée par rapport à la version anglaise car en France le renouvellement de notre assurance est automatique la question original était « Forget when your road tax/insurance expires and discover that you are driving illegally ».

Référence : Gabaude, C., Marquié, J., & Obriot-Claudel, F. (2010). Self-regulatory behaviour in the elderly: relationship with aberrant driving behaviours and perceived abilities. *Le Travail Humain*, 73(1), 31-52.

COMPORTEMENTS DE CONDUITE

Personne n'est parfait. Même les meilleurs conducteurs font des erreurs, des bêtises ou s'arrangent parfois avec les règles. Certains de ces comportements sont banals, mais certains peuvent être potentiellement dangereux.

Pour chacune des questions suivantes, nous vous demandons d'indiquer la fréquence à laquelle vous avez eu ce type de comportement. Basez votre jugement sur ce que vous vous rappelez de votre conduite depuis une année. Vous devez pour cela cocher la case correspondante.

Vous ne pourrez, bien entendu, pas donner de réponse précise : seules vos impressions générales nous intéressent. Ne passez donc pas trop de temps à réfléchir à chaque question. Donnez simplement votre impression aussi rapidement que possible en cochant la case qui vous paraît la plus appropriée. Si vous changez d'avis après avoir répondu, grisez simplement votre première réponse, et cochez une autre case.

Lorsque vous aurez terminé, veuillez vérifier que vous avez bien traité chaque question. Nous vous demandons d'être aussi honnête que possible. Vos réponses sont anonymes.

Depuis une année, à quelle fréquence avez-vous eu ces comportements ? Cochez la case correspondante :

1. Vous essayez de démarrer au feu en 3^{ème} :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

2. Vous jetez un coup d'œil sur votre compteur de vitesse et vous vous rendez compte que vous roulez plus vite que la limite autorisée :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

3. Vous avez fermé le véhicule en laissant les clés à l'intérieur :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

4. Vous êtes impatient(e) du fait de la lenteur d'un véhicule sur la voie médiane et vous le doublez par la droite :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

5. Sur une route de campagne, vous conduisez aussi vite avec les codes qu'avec les phares :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

6. Vous tentez de partir sans avoir mis le contact :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

7. Vous collez le véhicule devant vous ou bien vous lui faites des appels de phares pour lui dire d'aller plus vite ou de changer de voie :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

8. Vous ne vous souvenez plus où vous avez garé votre véhicule dans un grand parking :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

9. Vous êtes distrait(e) ou préoccupé(e) et vous réalisez tardivement que le véhicule devant vous a ralenti. Vous devez freiner brutalement pour éviter la collision :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

10. Vous tentez de mettre les essuie-glaces, mais vous allumez les phares ou vice-versa :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

11. Vous tournez à droite pour entrer sur une route principale et vous croisez le chemin d'un véhicule que vous n'aviez pas vu ou dont vous aviez mal estimé la vitesse :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

12. Vous estimez mal vos distances dans un parking et vous percutez réellement (ou presque) le véhicule voisin :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

13. Vous réalisez soudain que vous n'avez pas de souvenir du trajet que vous venez juste de parcourir :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

14. Vous manquez votre sortie et vous devez faire un long détour :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

15. Vous oubliez en quel rapport de vitesse vous roulez et vous devez vérifier avec votre main :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

16. Sur une route à deux voies (avec ligne blanche continue), vous êtes bloqué(e) derrière un véhicule lent. Frustré(e), vous tentez de le doubler malgré l'interdiction :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

17. En ayant l'intention de vous rendre à la destination A, vous vous retrouvez sur la route pour une destination B qui est votre destination habituelle :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

18. Vous croisez les doigts et passez alors que le feu vient de passer au rouge :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

19. Vous êtes irrité(e) par le comportement d'un autre conducteur et vous décidez de lui donner la chasse afin de lui montrer ce que vous pensez :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

20. Vous essayez de doubler sans avoir regardé dans vos rétroviseurs et vous vous faites klaxonner par l'automobiliste derrière vous qui vient juste d'amorcer sa manœuvre de dépassement :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

21. Délibérément, vous ne respectez pas la limitation de vitesse tard dans la nuit ou très tôt le matin :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

22. Contrairement à la réglementation, vous circulez sans avoir vos papiers (permis de conduire, carte grise, assurance...) :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

23. Perdu(e) dans vos pensées, vous avez oublié que vous roulez en pleins phares jusqu'à ce qu'un autre automobiliste vous le signale :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

24. En tournant à droite, vous manquez de renverser un cycliste qui était sur votre droite :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

25. Dans une file d'attente pour tourner à droite sur une voie principale, vous faites tellement attention au trafic venant de la gauche que vous manquez de percuter le véhicule devant vous :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

26. Vous prenez le volant en sortant d'un restaurant, d'un café ou d'une soirée bien que vous réalisiez que vous êtes peut-être au-dessus du taux légal d'alcoolémie :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

27. Vous avez une aversion pour une catégorie particulière d'usager de la route et/ou une catégorie de comportements et vous indiquez votre hostilité par n'importe quel moyen :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

28. Perdu(e) dans vos pensées, vous ne faites pas attention à la présence d'un piéton qui attend à un passage protégé, ou bien vous ne remarquez pas que le feu vient de passer au rouge :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

29. Vous vous gardez près d'un trottoir sur lequel il y a une ligne jaune continue (interdiction de stationner) et vous risquez une amende :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

30. Vous sous-estimez la vitesse d'un véhicule approchant lorsque vous dépassez :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

31. En reculant, vous percuvez quelque chose que vous n'avez pas vu :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

32. Vous ne remarquez pas qu'une personne sort de derrière un bus ou un véhicule stationné jusqu'à ce qu'il soit presque trop tard :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

33. Vous planifiez si mal votre trajet que vous vous retrouvez dans un embouteillage que vous auriez pu éviter :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

34. Vous doublez une file continue de véhicules arrêtés ou au ralenti et vous découvrez qu'ils faisaient la queue :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

35. Sur une voie rapide, vous doublez un véhicule lent par la droite :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

36. Vous coupez un virage à gauche et vous devez faire une violente embardée pour éviter le véhicule qui arrive en face :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

37. Vous pénétrez par une mauvaise voie dans un rond-point ou à l'approche d'une intersection :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

38. Vous lisez mal les panneaux et vous prenez la mauvaise sortie à un rond-point :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

39. Vous refusez la priorité au bus qui vient de signaler le départ de son arrêt :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

40. Vous ignorez les panneaux de priorité et vous évitez de justesse une collision avec un véhicule prioritaire :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

41. Vous oubliez de contrôler dans vos rétroviseurs avant de sortir d'un stationnement, de changer de voie, de tourner... :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

42. Vous tentez de doubler un véhicule et vous n'aviez pas remarqué qu'il avait signalé qu'il allait tourner à gauche :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

43. Vous prenez délibérément une rue déserte en sens interdit :

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

jamais rarement parfois assez souvent fréquemment presque toujours

44. Lorsque vous conduisez tard dans la nuit sur une route déserte, vous ne respectez pas les feux rouges :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

45. Vous conduisez en jetant un œil sur la route et l'autre sur une carte routière, le réglage de votre radio ou l'insertion d'une cassette :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

46. Vous ne remarquez pas les piétons qui traversent lorsque vous tournez d'une rue principale vers une rue secondaire :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

47. Vous vous trouvez impliqué(e) dans une « course non officielle » avec d'autres conducteurs :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

48. Vous êtes dans une rue étroite dans laquelle les véhicules ne peuvent se croiser. Vous forcez le passage au véhicule qui arrive en face alors qu'il est prioritaire :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

49. Vous freinez trop brutalement sur une route glissante et/ou vous tournez le volant dans le mauvais sens lors d'un dérapage :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

50. Vous estimez mal le temps qu'il vous faut pour tourner à gauche à une intersection et vous manquez d'avoir une collision :

☐ jamais ☐ rarement ☐ parfois ☐ assez souvent ☐ fréquemment ☐ presque toujours

Veuillez vérifier avoir répondu à toutes les questions.

7.8 - Guide d'entretien après la passation

Guide d'entretien

1. **Comment s'est déroulé la tâche de conduite ?**
2. **Avez-vous eu des difficultés dans la réalisation des scénarios ? (Pouvez-vous justifier)**
3. **Vous êtes-vous retrouvé dans une situation anormale (contresens)? Si oui, comment vous en êtes-vous rendu compte ?**
4. **Quelle a été votre réaction ? (Freinage brusque, s'arrêter sur la bande d'arrêt d'urgence, continuer sa route jusqu'à la prochaine sortie...)**
5. **Avez-vous rencontré un type de signalisation qui a attiré votre attention ? (ou une signalisation que vous n'aviez jamais rencontré)**
6. **Si oui, quelle(s) information(s) vous a indiqué cette signalisation (Panneau B1, B1J, plots) ?**
7. **Avez-vous tenu compte de cette signalisation (Panneau B1, B1J, plots) ? (Pouvez-vous justifier)**
8. **Pensez-vous que ce panneau (B1J ou plots ou B1J+plots) puisse avoir d'autres significations ? (Quel que soit votre réponse, merci de justifier.)**

Questions spécifiques (Pour contrebalancer, poser en premier lieu les questions sur les signalisations vues dans les scénarios) :

9. Panneau B1

- Avez-vous rencontré cette signalisation lors de la simulation ? (Présenter une photo du panneau au participant)
- A-t-elle attiré votre attention ?
- Avez-vous compris sa signification? (Si oui, indiquez ce que vous avez compris)
- Que représente pour vous la couleur rouge ?
- La signalisation vous a-t-elle indiqué un danger particulier ? (Si oui, de quel type ?) (Si non, que vous a-t-elle suggérer ?)
- Pouvez-vous indiquer sur une échelle de 0 à 5 si ce panneau vous inspire un danger peu ou très important (0= peu important et 5= Très important)
- Pouvez-vous indiquer sur une échelle de 0 à 5 si ce panneau vous indique une interdiction peu ou très importante (0= peu importante et 5= Très importante).

10. Panneaux B1 sur fond jaune :

- Avez-vous rencontré cette signalisation lors de la simulation ? (Présenter une photo du panneau au participant)
- A-t-elle attiré votre attention ?
- Avez-vous compris sa signification? (Si oui, indiquez ce que vous avez compris)
- Que représente pour vous la couleur jaune ?
- La signalisation vous a-t-elle indiqué un danger particulier ? (Si oui, de quel type ?) (Si non, que vous a-t-elle suggérer?)

- Pouvez-vous indiquer sur une échelle de 0 à 5 si ce panneau vous inspire un danger peu ou très important (0= peu important et 5= Très important)
- Pouvez-vous indiquer sur une échelle de 0 à 5 si ce panneau vous indique une interdiction peu ou très importante (0= peu importante et 5= Très importante)
- Ce panneau attire-t-il plus votre attention que le panneau « classique »?

OUI

PLUTOT OUI

PLUTOT NON

NON

11.Barrière de plots

- Avez-vous rencontré cette signalisation lors de la simulation ? (Présenter une photo des plots au participant)
- A-t-elle attiré votre attention ?
- Avez-vous compris sa signification ? (Si oui, indiquez ce que vous avez compris)
- Pour vous qu'est censé représenter cette signalisation ?
- La signalisation vous a-t-elle indiqué un danger particulier ? (Si oui, de quel type ?) (Si non, que vous a-t-elle suggérer ?)
- Pouvez-vous indiquer sur une échelle de 0 à 5 si cette signalisation vous inspire un danger peu ou très important (0= peu important et 5= Très important).
- Pouvez-vous indiquer sur une échelle de 0 à 5 si cette signalisation vous indique une interdiction peu ou très importante (0= peu importante et 5= Très importante)
- Cette signalisation attire-t-elle plus votre attention que le panneau « classique »?

OUI

PLUTOT OUI

PLUTOT NON

NON

12.Panneau B1 sur fond jaune + Plots :

- Avez-vous rencontré cette association de signalisations lors de la simulation ? (Présenter une photo des plots au participant).
- A-t-elle attiré votre attention ?
- Avez-vous compris sa signification ? (Si oui, indiquez ce que vous avez compris)
- Est-ce qu'une des deux signalisations a plus attiré votre attention ?
- Cette association de signalisations vous a-t-elle indiqué un danger particulier ? (Si oui, de quel type ?) (Si non, que vous a-t-elle suggérer ?)
- Pouvez-vous indiquer sur une échelle de 0 à 5 si cette signalisation vous inspire un danger peu ou très important (0= peu important et 5= Très important)
- Pouvez-vous indiquer sur une échelle de 0 à 5 si ce panneau vous indique une interdiction peu ou très importante (0= peu importante et 5= Très importante)
- Cette signalisation attire-t-elle plus votre attention que le panneau « classique »?

OUI

PLUTOT OUI

PLUTOT NON

NON

**13. Selon vous, quelle signalisation serait la plus représentative d'une voie en contre sens ?
(montrer les quatre types de signalisation)**

14. Veuillez classer ces 4 signalisations en partant de celle qui vous inspire le plus la notion de danger à celle qui vous inspire le moins la notion de danger (montrer les quatre types de signalisation):

15. Vous êtes-vous déjà retrouvé à contre sens en voiture : Oui Non

16. Si oui, précisez :

- Le lieu (autoroute, route nationale, urbain...),
- La période (jour/nuit),
- Le motif du contre sens
- Comment vous êtes-vous rendu compte que vous étiez à contresens
- Votre réaction et vos actions

17. Si non, quelle serait d'après vous votre réaction ?

18. Quelle serait votre réaction face à un véhicule roulant à contresens ?

19. Avez-vous des remarques à propos du test?

7.9 - Questionnaire sur le mal du simulateur après passation

Merci de remplir ce dernier questionnaire avant de partir.

Vous avez ressenti des gênes (physiques/mentales) lors du test :

(Veuillez mettre une croix pour les gênes ressenties dans la case appropriée)

	Léger	Modéré	Sévère	Rien à signaler
Malaise général				
Fatigue				
Mal de tête				
Fatigue oculaire				
Difficulté d'accommodation				
Hyper salivation				
Sueur				
Nausée /Vomissement				
Difficulté de concentration				
« Tête lourde »				
Vision floue				
Etourdissement Yeux Ouverts				
Etourdissement Yeux Fermés				
Vertige				
Réveil de la zone gastrique (sentiment d'inconfort sans nausée)				
Eructation (Envie de roter)				

7.10 - Questionnaire à l'intention des gestionnaires

Préférences des décideurs dans la lutte contre les prises à contresens

Ce questionnaire a été conçu dans le cadre d'un projet de recherche Prédit. Il s'adresse aux gestionnaires de réseaux routiers comprenant des tronçons à chaussées séparées.

Le questionnaire vise à recueillir **les préférences des décideurs** en matière de projet de sécurité routière, et en particulier ceux relatifs aux prises à contresens. Les résultats du questionnaire alimenteront également des travaux sur la prise en compte de l'incertitude et du temps dans l'évaluation économique des projets de sécurité routière.

Pour chaque question, **il n'y a pas de bonne ou mauvaise réponse** a priori, il vous est demandé de répondre selon vos propres préférences.

Le questionnaire comporte **25 questions**.

La participation au questionnaire demande environ **20 min**.

Les données seront traitées anonymement.

Il y a 32 questions dans ce questionnaire

Le Décideur et le réseau géré

Les questions suivantes portent sur le répondant et le réseau géré

Nous vous rappelons que l'anonymat et la confidentialité des réponses seront respectées.

1 Quelle est votre année de naissance ? *

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- ☐ **1945**
- ...
- ☐ **1993**

2 Indiquez votre genre *

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- ☐ **Féminin**
- ☐ **Masculin**

3 Combien d'années d'expérience avez vous dans le domaine de la sécurité routière ? *

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- ☐ **Moins de 2 ans**
- ☐ **Entre 2 et 5 ans**
- ☐ **Entre 5 et 10 ans**

- ☐ **Plus de dix ans**

4 Quelles sont vos régions d'intervention ? *

Veuillez écrire votre réponse ici :

5 Quelle est la longueur (en kilomètres) du réseau à chaussées séparées que vous gérez ? *

Veuillez écrire votre réponse ici :

6 Quel est le nombre total de tués recensés en 2012 sur le réseau à chaussées séparées que vous gérez ? *

Veuillez écrire votre réponse ici :

7 Quel est le type du gestionnaire de votre réseau ? *

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- ☐ **Etat (DIR)**
- ☐ **Conseil Général**
- ☐ **Société d'autoroutes**

8 Quel est le type du réseau que vous gérez ? *

Choisissez toutes les réponses qui conviennent :

- ☐ **Autoroute**
- ☐ **Route nationale**
- ☐ **Route départementale**
- ☐ **Route communale**

Expérience des prises à contresens

9 En 2012, combien d'accidents corporels attribués à des prises à contresens ont-ils été recensés sur votre réseau ? *

Veuillez écrire votre réponse ici :

10 Ces accidents ont-ils fait l'objet d'une couverture médiatique (locale ou nationale, presse ou autres médias) ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

° La réponse était supérieure à la question '9 [contresens]' (En 2012, combien d'accidents corporels attribués à des prises à contresens ont-ils été recensés sur votre réseau ?)

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- ☐ **Aucun**
- ☐ **Plusieurs**
- ☐ **La plupart**
- ☐ **Tous**

11 D'après vous, sur 100 prises à contresens, combien d'entre elles conduisent en moyenne à un accident de la circulation?

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- ☐ **100%**
- ☐ **90%**
-
- ☐ **10%**
- ☐ **Moins de 10%**

12 D'après vous, sur 100 accidents de la circulation liés aux prises à contresens, combien d'entre eux sont mortels ? *

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- ☐ **100%**
- ☐ **90%**
- ...
- ☐ **10%**
- ☐ **Moins de 10%**

13 Avez-vous accès à des données de recensement de signalements de prises à contresens sur votre réseau ? *

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- ☐ **Oui**
- ☐ **Non**

14 D'après ces données, quelle était l'occurrence des signalements de prises à contresens, sur votre réseau en 2012 ?

Indiquez une réponse en précisant l'unité (ex: nombre de signalements par semaine, par mois ou par an).
*

Veuillez écrire votre réponse ici :

Préférences face à des situations de choix (Partie 1)

Dans cette partie du questionnaire, des scénarios vous sont présentés. Pour chaque question, il vous est demandé de préciser vos préférences, en ne considérant que les seuls éléments présentés. Il n'y a pas de bonnes ou mauvaises réponses a priori. Les réponses dépendent des préférences de chacun.

15 2 projets vous sont proposés. Ils présentent le même coût, et pour des raisons de contraintes budgétaires, un seul d'entre eux peut être mis en œuvre.

- Le projet A permet d'éviter 5 contresens entraînant un accident corporel.
- Le projet B permet d'éviter des contresens non accidentels (i.e. n'entraînant pas d'accident).

Suivant le nombre de contresens non accidentel que peut éviter le projet B, indiquez quel projet vous choisiriez.

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Je choisirais le projet A	Je choisirais le projet B	Je n'ai pas de préférence, les deux projets me sont équivalents
Si le projet B permet d'éviter 10 prises à contresens non accidentelles	☐	☐	☐
Si le projet B permet d'éviter 50 prises à contresens non accidentelles	☐	☐	☐
Si le projet B permet d'éviter 100 prises à contresens non accidentelles	☐	☐	☐

16 En tant que décideur, vous devez choisir entre trois projets de sécurité routière. Les trois projets présentent le même coût, et pour des raisons de contraintes budgétaires, un seul d'entre eux peut être mis en œuvre.

- Le projet A lutte contre les prises à contresens et permet d'éviter 10 victimes d'accidents mortels.
- Le projet B lutte contre l'alcoolémie au volant et permet d'éviter 10 victimes d'accidents mortels.
- Le projet C lutte contre la fatigue au volant et permet d'éviter 10 victimes d'accidents mortels.

Quel projet préféreriez-vous implémenter ? *

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- ☐ Je choisirais le projet A
- ☐ Je choisirais le projet B
- ☐ Je choisirais le projet C

- ☐ **Je n'ai pas de préférence, les trois projets me sont équivalents**

17 Suite à une série d'accidents de la route qui ont été attribués à la fatigue du conducteur, ce type d'accidents fait l'objet d'une couverture médiatique particulière.

Dans ce contexte, quel projet choisiriez-vous, parmi les trois projets présentés dans la question précédente ?

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- ☐ **Je choisirais le projet A**
- ☐ **Je choisirais le projet B**
- ☐ **Je choisirais le projet C**
- ☐ **Je n'ai pas de préférence, les trois projets me sont équivalents**

18 Un nouveau type de signalisation permet de limiter les prises à contresens. Vous gérez un réseau de 100 km. Vous devez décider de l'ampleur du déploiement de la mesure sur ce réseau.

- L'équipement de 50 kilomètres de réseau permet de sauver 10 vies et optimise le bilan économique.
- L'équipement de 75 kilomètres de réseau permet de sauver 12 vies en équilibrant le bilan économique.
- L'équipement de 90 kilomètres de réseau permet de sauver 13 vies avec un bilan économique négatif.
- L'équipement de la totalité du réseau routier permet de sauver 13 vies, mais nécessite d'importantes dépenses et conduit à un bilan économique fort négatif.

Quel niveau d'équipement du réseau choisiriez-vous ?

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- ☐ **J'équiperai 50 kilomètres de réseau**
- ☐ **J'équiperai 75 kilomètres de réseau**
- ☐ **J'équiperai 90 kilomètres de réseau**
- ☐ **J'équiperai 100 kilomètres de réseau**

Préférences face à des situations de choix (Partie 2)

Les projets de sécurité routière s'étalent souvent sur plusieurs années.

Les questions suivantes visent à observer vos préférences quant à la temporalité des projets.

19 Deux projets vous sont proposés pour lutter contre l'insécurité routière.

Les deux projets ont vocation à réduire les accidents mortels sur une période de 1 an.

- Le projet A nécessite une période de préparation.

Il permettra d'éviter 20 accidents mortels sur l'année 2020.

- Le projet B sera opérationnel plus tôt et permettra d'éviter des accidents mortels sur l'année 2015.

Les projets A et B ont le même coût et les investissements devront être réalisés en 2014 dans les deux cas.

Suivant le nombre d'accidents que pourrait éviter le projet B en 2015, indiquez si vous choisiriez le projet A ou le projet B. *

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Je choisirais le projet A	Je choisirais le projet B	Je n'ai pas de préférence, les deux projets me sont équivalents
Si le projet B évite 15 accidents mortels en 2015	☐	☐	☐
Si le projet B évite 10 accidents mortels en 2015	☐	☐	☐

20 Deux projets vous sont proposés pour lutter contre l'insécurité routière.

Les deux projets ont vocation à réduire les accidents mortels sur une période de 1 an.

- Le projet A nécessite une période de préparation.

Il permettra d'éviter 20 accidents mortels sur l'année 2040.

- Le projet B sera opérationnel plus tôt et permettra d'éviter des accidents mortels sur l'année 2035.

Les projets A et B ont le même coût et les investissements devront être réalisés en 2014 dans les deux cas.

Suivant le nombre d'accidents que pourrait éviter le projet B en 2035, indiquez si vous choisiriez le projet A ou le projet B. *

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Je choisirais le projet A	Je choisirais le projet B	Je n'ai pas de préférence, les deux projets me sont équivalents
Si le projet B évite 15 accidents mortels en 2035	☐	☐	☐
Si le projet B évite 10 accidents mortels en 2035	☐	☐	☐

21 Deux projets vous sont proposés pour lutter contre l'insécurité routière.

Les deux projets ont vocation à réduire les coûts de l'insécurité routière sur une période de 1 an.

- Le projet A nécessite une période de préparation.

Il permettra d'économiser 20 millions d'euros sur l'année 2020.

- Le projet B sera opérationnel plus tôt et réalisera des économies sur l'année 2015.

Les projets A et B ont le même coût et les investissements devront être réalisés en 2014 dans les deux cas.

Suivant les économies que pourrait réaliser le projet B en 2015, indiquez si vous choisiriez le projet A ou le projet B. *

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Je choisirais le projet A	Je choisirais le projet B	Je n'ai pas de préférence, les deux projets me sont équivalents
si le projet B économise 15 millions d'euros en 2015	☐	☐	☐
si le projet B économise 10 millions d'euros en 2015	☐	☐	☐

22 Deux projets vous sont proposés pour lutter contre l'insécurité routière.

Les deux projets ont vocation à réduire les coûts de l'insécurité routière sur une période de 1 an.

- Le projet A nécessite une période de préparation.

Il permettra d'économiser 20 millions d'euros sur l'année 2040.

- Le projet B sera opérationnel plus tôt et réalisera des économies sur l'année 2035.

Les projets A et B ont le même coût et les investissements devront être réalisés en 2014 dans les deux cas.

Suivant les économies que pourrait réaliser le projet B en 2035, indiquez si vous choisiriez le projet A ou le projet B. *

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Je choisirais le projet A	Je choisirais le projet B	Je n'ai pas de préférence, les deux projets me sont équivalents
si le projet B économise 15 millions d'euros en 2035	☐	☐	☐
si le projet B économise 10 millions d'euros en 2035	☐	☐	☐

Préférences face à des situations de choix (Partie 3)

Les gestionnaires d'infrastructures sont régulièrement amenés à prendre des décisions dans des situations pour lesquelles les conséquences ne sont pas connues avec certitude.

Les questions suivantes visent à recueillir vos préférences dans les situations impliquant de l'incertitude.

23 Deux projets expérimentaux vous sont proposés pour lutter contre l'insécurité routière.

Les deux projets seront en place pour une durée de 10 ans.

- Le dispositif A est expérimental et ses conséquences sont incertaines.

D'après de précédentes expérimentations:

- dans 50% des cas, 100 accidents mortels ont été évités au total,

- dans 50% des cas, aucun accident mortel n'a été évité.

- Le dispositif Best bien connu et ses performances sont évaluées avec certitude.

Les deux projets ont le même coût.

Suivant les performances du projet B, indiquez quel projet vous choisiriez.

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Je choisirais le projet A	Je choisirais le projet B	Je n'ai pas de préférence, les deux projets me sont équivalents
Si le projet B évite un total de 50 accidents mortels de façon certaine	☐	☐	☐
Si le projet B évite un total de 40 accidents mortels de façon certaine	☐	☐	☐

24 Deux projets expérimentaux vous sont proposés pour lutter contre l'insécurité routière.
Les deux projets seront en place pour une durée de 10 ans.

- Le dispositif A est expérimental et ses conséquences sont incertaines.

D'après de précédentes expérimentations:

- dans 10% des cas, 100 accidents mortels ont été évités au total,
- dans 90% des cas, aucun accident mortel n'a été évité.

- Le dispositif Best bien connu et ses performances sont évaluées avec certitude.

Les deux projets ont le même coût.

Suivant les performances du projet B, indiquez quel projet vous choisiriez.

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Je choisirais le projet A	Je choisirais le projet B	Je n'ai pas de préférence, les deux projets me sont équivalents
Si le projet B évite un total de 10 accidents mortels de façon certaine	☐	☐	☐
Si le projet B évite un total de 5 accidents mortels de façon certaine	☐	☐	☐

25 Deux projets expérimentaux vous sont proposés pour lutter contre l'insécurité routière.
Les deux projets seront en place pour une durée de 10 ans.

- Le dispositif A est expérimental et ses conséquences sont incertaines.

D'après de précédentes expérimentations:

- dans 80% des cas, 100 accidents mortels ont été évités au total,
- dans 20% des cas, aucun accident mortel n'a été évité.

- Le dispositif Best bien connu et ses performances sont évaluées avec certitude.

Les deux projets ont le même coût.

Suivant les performances du projet B, indiquez quel projet vous choisiriez.

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Je choisirais le projet A	Je choisirais le projet B	Je n'ai pas de préférence, les deux projets me sont équivalents
Si le projet B évite un total de 80 accidents mortels de façon certaine	☐	☐	☐
Si le projet B évite un total de 70 accidents mortels de façon certaine	☐	☐	☐

26 Deux projets expérimentaux vous sont proposés pour lutter contre l'insécurité routière.

Les deux projets seront en place pour une durée de 10 ans et ont vocation à réduire les coûts de l'insécurité routière.

- Le dispositif A est expérimental et ses conséquences sont incertaines.

D'après de précédentes expérimentations:

- dans 50% des cas, 100 millions d'euros ont été économisés au total,
- dans 50% des cas, aucune économie n'a été réalisée

- Le dispositif B est bien connu et ses performances sont évaluées avec certitude.

Les deux projets ont le même coût.

Suivant les performances du projet B, indiquez quel projet vous choisiriez.

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Je choisirais le projet A	Je choisirais le projet B	Je n'ai pas de préférence, les deux projets me sont équivalents
Si le projet B économise un total de 50 millions d'euros de façon certaine	☐	☐	☐
Si le projet B économise un total de 40 millions d'euros de façon certaine	☐	☐	☐

27 Deux projets expérimentaux vous sont proposés pour lutter contre l'insécurité routière.

Les deux projets seront en place pour une durée de 10 ans et ont vocation à réduire les coûts de l'insécurité routière.

- Le dispositif A est expérimental et ses conséquences sont incertaines.

D'après de précédentes expérimentations:

- dans 10% des cas, 100 millions d'euros ont été économisés au total,
- dans 90% des cas, aucune économie n'a été réalisée.

- Le dispositif B est bien connu et ses performances sont évaluées avec certitude.

Les deux projets ont le même coût.

Suivant les performances du projet B, indiquez quel projet vous choisiriez. *

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Je choisirais le projet A	Je choisirais le projet B	Je n'ai pas de préférence, les deux projets me sont équivalents
Si le projet B économise un total de 10 millions d'euros de façon certaine	☐	☐	☐
Si le projet B économise un total de 5 millions d'euros de façon certaine	☐	☐	☐

28 Deux projets expérimentaux vous sont proposés pour lutter contre l'insécurité routière. Les deux projets seront en place pour une durée de 10 ans et ont vocation à réduire les coûts de l'insécurité routière.

- Le dispositif A est expérimental et ses conséquences sont incertaines.

D'après de précédentes expérimentations:

- dans 80% des cas, 100 millions d'euros ont été économisés au total,
- dans 20% des cas, aucune économie n'a été réalisée.

- Le dispositif B est bien connu et ses performances sont évaluées avec certitude.

Les deux projets ont le même coût.

Suivant les performances du projet B, indiquez quel projet vous choisiriez.

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Je choisirais le projet A	Je choisirais le projet B	Je n'ai pas de préférence, les deux projets me sont équivalents
Si le projet B économise un total de 80 millions d'euros de façon certaine	☐	☐	☐

Si le projet B économise un total

Je choisirais le
projet A

Je choisirais le
projet B

Je n'ai pas de préférence, les
deux projets me sont
équivalents

de 70 millions d'euros de façon
certaine

Préférences face à des situations de choix (Partie 4)

Cette partie contient deux questions visant à observer vos préférences pour un autre type de décisions.

29 Deux projets vous sont proposés pour lutter contre l'insécurité routière.

Les deux projets ont vocation à réduire les accidents mortels sur une période de 1 an.

- Le projet A nécessite une période de préparation.

Il permettra d'éviter 20 accidents mortels sur l'année 2020.

- Le projet B sera opérationnel plus tôt et permettra d'éviter des accidents mortels sur l'année 2015.

Les projets A et B ont le même coût et les investissements devront être réalisés en 2014 dans les deux cas.

Suivant le nombre d'accidents que pourrait éviter le projet B en 2015, indiquez si vous choisiriez le projet A ou le projet B. *

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Je choisirais le projet A	Je choisirais le projet B	Je n'ai pas de préférence, les deux projets me sont équivalents
Si le projet B évite 15 accidents mortels en 2015	☐	☐	☐
Si le projet B évite 10 accidents mortels en 2015	☐	☐	☐

30 Deux projets vous sont proposés pour lutter contre l'insécurité routière.

Les deux projets ont vocation à réduire les coûts de l'insécurité routière sur une période de 1 an.

- Le projet A nécessite une période de préparation.

Il permettra d'économiser 20 millions d'euros sur l'année 2020.

- Le projet B sera opérationnel plus tôt et réalisera des économies sur l'année 2015.

Les projets A et B ont le même coût et les investissements devront être réalisés en 2014 dans les deux cas.

Suivant les économies que pourrait réaliser le projet B en 2015, indiquez si vous choisiriez le projet A ou le projet B. *

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Je choisirais le projet A	Je choisirais le projet B	Je n'ai pas de préférence, les deux projets me sont équivalents
si le projet B économise 15 millions d'euros en 2015	☐	☐	☐
si le projet B économise 10 millions d'euros en 2015	☐	☐	☐

31 Deux projets expérimentaux vous sont proposés pour lutter contre l'insécurité routière. Les deux projets seront en place pour une durée de 10 ans.

- Le dispositif A est expérimental et ses conséquences sont incertaines.

D'après de précédentes expérimentations:

- dans 50% des cas, 100 accidents mortels ont été évités au total,
- dans 50% des cas, aucun accident mortel n'a été évité.

- Le dispositif Best bien connu et ses performances sont évaluées avec certitude.

Les deux projets ont le même coût.

Suivant les performances du projet B, indiquez quel projet vous choisiriez.

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Je choisirais le projet A	Je choisirais le projet B	Je n'ai pas de préférence, les deux projets me sont équivalents
Si le projet A évite un total de 50 accidents mortels de façon certaine	☐	☐	☐
Si le projet A évite un total de 40 accidents mortels de façon certaine	☐	☐	☐

32 Deux projets expérimentaux vous sont proposés pour lutter contre l'insécurité routière. Les deux projets seront en place pour une durée de 10 ans et ont vocation à réduire les coûts de l'insécurité routière.

- Le dispositif A est expérimental et ses conséquences sont incertaines.

D'après de précédentes expérimentations:

- dans 50% des cas, 100 millions d'euros ont été économisés au total,
- dans 50% des cas, aucune économie n'a été réalisée.

- Le dispositif B est bien connu et ses performances sont évaluées avec certitude.

Les deux projets ont le même coût.

Suivant les performances du projet B, indiquez quel projet vous choisiriez. *

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Je choisirais le projet A	Je choisirais le projet B	Je n'ai pas de préférence, les deux projets me sont équivalents
Si le projet B économise un total de 50 millions d'euros de façon certaine	☐	☐	☐
Si le projet B économise un total de 40 millions d'euros de façon certaine	☐	☐	☐

Soumettre votre questionnaire.

Merci d'avoir complété ce questionnaire.

7.11 - Dossier de présentation du projet de recherche LUCOS

L.A.A.

UNIVERSITE PARIS-DESCARTES



DOSSIER DE PRESENTATION DETAILLEE DU PROJET DE RECHERCHE PROPOSE AU
PREDIT4-GO2 ECONOMIE DE LA SECURITE ROUTIERE :

PROJET LUCOS

LUTTE CONTRE LES PRISES A CONTRESENS SUR 2X2 VOIES :

EVALUATION TECHNIQUE ECONOMIQUE ET COMPORTEMENTALE
DE DISPOSITIFS EXPERIMENTAUX.

Cete de l'Ouest	UNIVERSITE PARIS-DESCARTES	INRETS
Jean-François GAUCHE Signé le 26 mars 2009 Directeur du Cete de l'Ouest		

I-SYNTHESE DE LA PROPOSITION DE RECHERCHE :

- **Objet de la proposition de recherche**

Evaluation technique, économique et comportementale de dispositifs de lutte contre les contresens sur 2x2 voies.

- **Nom de l'organisme soumissionnaire:**

Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement de l'Ouest

- **Adresse :**

CETE de l'Ouest, MAN rue René Viviani, BP46223, 44262 Nantes Cedex

- **Contact :**

Nom : DIK Radoine

Titre : Chargé d'études et de recherche

Département : Division Exploitation Sécurité

Tel : 02.40.12.85.15

E-mail : radoine.dik@developpement-durable.gouv.fr

Fax : 02.40.12.84.04

- **Thème :**

La recherche proposée porte sur l'évaluation technique, économique et comportementale de dispositifs de signalisation mis en œuvre sur site pour lutter contre les prises à contresens sur 2x2voies avec pour objectif de comprendre l'origine de ce dysfonctionnement et de proposer des pistes d'actions efficaces aux pouvoirs publics afin de limiter ce phénomène à l'échelle nationale.

- **Sujet abordé :**

Lutte contre les prises à contresens sur 2x2 voies : état de l'art en France et à l'étranger– Mise en œuvre de dispositifs expérimentaux de signalisation type barrières lumineuses et panneaux B1 (sens interdit) sur fond jaune : Evaluation technique, économique et comportemental – Analyse ciblée de l'efficacité des dispositifs sur certaines catégories d'usagers de la route dont les personnes âgées plus souvent victimes d'accidents corporels à contresens sur 2x2voies – Entretiens ou Enquêtes réalisés auprès des principaux gestionnaires de réseaux routiers concernés et d'usagers pour compléter l'analyse et la compréhension du phénomène mais aussi pour élaborer des pistes d'actions réalisables en fonction de contraintes spatiales et temporelles.

- **Résumé de la proposition :**

Proposer des pistes d'actions, à court, moyen ou long terme, pour lutter contre les prises à contresens après avoir effectué une recherche sur l'évaluation technique, économique et comportementale de dispositifs de signalisation en cours d'expérimentation ou à expérimenter. La plupart des expérimentations menées sur cette problématique abordent rarement ces enjeux dans le cadre d'une approche économique. Le projet de recherche propose de mettre en relation les contraintes techniques, les enjeux économiques et les logiques comportementales dans l'analyse des dispositifs étudiés.

- **Positionnement par rapport à l'état de l'art :**

Le SETRA a publié en 2008 un état des connaissances dans le domaine de la prévention des prises à contresens sur 2x2 voies. Ce document est issu des réflexions d'un groupe de travail présidé par Jean Deterne du CGPC qui s'est réuni plusieurs fois entre 2003 et 2007 et qui a permis d'associer l'ensemble des acteurs concernés par l'étude de ce phénomène. Ce groupe a notamment analysé les expériences menées à l'étranger et fait le point sur les expérimentations françaises. Il avait pour objectif de faire une synthèse de l'état de l'art dans ce domaine mais aussi de proposer des préconisations pour lutter contre ce phénomène. Dans ses conclusions, le CGPC a également pointé la nécessité de compléter cet état de l'art par des évaluations de dispositifs en cours d'expérimentation ou à expérimenter car les expériences d'évaluation dans ce domaine restent minimales et très partielles, y compris à l'étranger. La recherche proposée a donc pour objectif de poursuivre le volet expérimentation visant à mieux caractériser le phénomène « contresens » et à le compléter par un volet « évaluation » d'un point de vue économique, technique et comportemental.

• **Apport et résultats attendus :**

Apport : compléter les connaissances actuelles par des évaluations techniques, économiques et comportementales de dispositifs de signalisation en cours d'expérimentation ou à expérimenter.

Résultat attendu : proposer aux pouvoirs publics des pistes d'actions efficaces à court, moyen ou long terme en intégrant une dimension économique et spatiale pour lutter contre les prises à contresens au niveau national voire au-delà.

II-ETAT DE L'ART PAR RAPPORT AUX RECHERCHES DEJA EFFECTUEES DANS LE MONDE.

Le SETRA a publié en 2008 un état des connaissances dans le domaine de la prévention des prises à contresens sur 2x2 voies. Ce document est issu des réflexions d'un groupe de travail présidé par Jean Deterne du CGPC qui s'est réuni plusieurs fois entre 2003 et 2007 et qui a permis d'associer l'ensemble des acteurs concernés par l'étude de ce phénomène.

Il traite de la prévention et du traitement des prises à contresens sur les voies à chaussées séparées et regroupe des recueils d'expériences, des savoirs et des savoir-faire en la matière et synthétisés par le groupe de travail à partir d'une analyse des pratiques et des expériences menées en France ou à l'étranger depuis plusieurs années.

Ce rapport sur l'état des connaissances constitue un document de référence précieux pour les services qui gèrent ou conçoivent des routes à chaussées séparées (DIR, DRE, CETE, IGR, SETRA, DGITM, DSCR, Conseils Généraux, société concessionnaire d'autoroute, communes, ...) pour les sensibiliser à cette problématique des prises à contresens. Il constitue aussi une base de travail essentielle pour les travaux de recherche à engager sur la thématique des contresens.

En terme d'enjeu, ce document met en évidence que les enjeux de sécurité liés aux prises à contresens sont de l'ordre de 50 tués par an et que ces accidents ont toujours un très fort retentissement médiatique. L'enjeu des contresens sur 2x2 voies est donc relativement faible mais la forte gravité de ce type d'accident et leur forte médiatisation liée à l'incompréhension de ce type de phénomène justifie de s'y intéresser pour élaborer des pistes d'action destinées à terme à réduire significativement ce type d'accident.

Il convient également de souligner qu'une analyse des fichiers de gendarmerie laisse apparaître sur les routes à chaussées séparées de Bretagne et de Loire-Atlantique environ 180 prises à contre sens annuelles (soit un jour sur deux) et que cette zone représente 1234 km d'un réseau national de 17944 km (2x2 voies et 2x3 voies).

Le rapport du SETRA a mis en évidence les points ci-dessous permettant de mieux caractériser le risque correspondant aux prises à contresens :

- « Le taux d'accidents corporels dus à des contresens est de 4 pour 10 milliards de kilomètres parcourus. »
- « Environ une prise à contresens avérée sur vingt conduit à un accident corporel. »
- « Seul un quart environ des contresens signalés aux exploitants sont confirmés par les équipes d'intervention. »

L'analyse d'un échantillon d'accidents corporels a aussi permis de caractériser les accidents de ce type. On note ainsi :

- « Une plus forte occurrence des contresens dans les zones sans péage. La densité des bretelles d'accès et de sortie est plus élevée sur les réseaux sans péage ; »
- « Une plus forte occurrence des contresens dans les zones à péage ouvert : les barrières de péage empêchent physiquement les prises à contresens ; »
- « Une majorité des accidents à contresens se déroule la nuit (environ 60 %). Ce qui s'expliquerait par une moins bonne lisibilité des échangeurs et de la signalisation, le faible trafic, la fatigue des usagers, l'alcoolémie plus fréquente ; »
- « Une forte proportion de conducteurs avec un taux d'alcoolémie illégal dans les accidents à contresens ; »

3 « Une sur-représentation des personnes âgées dans ces types d'accident ; »

- « Les usagers ayant subi un choc émotionnel important sont davantage enclins aux contresens. »

Les prises à contresens sur routes à chaussées séparées (environ 15000 km pour le réseau national en France dont 8500 km d'autoroutes concédées) causent donc moins de 1% des accidents corporels sur ces routes, mais plus de 4 % des accidents mortels, ce sont donc des accidents rares

mais très graves. L'analyse des accidents corporels impliquant au moins un usager à contresens montre qu'ils sont souvent dus à la présence de conducteurs diminués ou désorientés (alcool, âge, fatigue) . On constate également des prises à contresens délibérées, pour éviter un allongement de parcours ou un péage.

L'ensemble de ces éléments conforte les préconisations du groupe de travail relatives d'une part à la lisibilité des infrastructures et d'autre part ,à la répression et aux actions de communication. Jean Deterne a ainsi formulé 12 préconisations avec pour objectif de réduire rapidement de moitié le nombre de tués liés aux prises à contresens sur 2x2 voies en prenant en compte des aspects économiques et des aspects temporelles avec la nécessité d'étaler dans le temps certaines mesures. Dans son rapport à la DSCR et à la DGR, le CGPC a ainsi résumé ces mesures :

- La mise en place systématique de flèches directionnelles au sol , sur bretelles et en section courante ,pour créer des réflexes de conduite et alerter les conducteurs qui se sont trompés ;
- Le renforcement de la signalisation verticale de sens interdit sur bretelles et en section courante ;
- Des inspections de sécurité des points de choix , dans le cadre général des inspections de sécurité des infrastructures ;
- Une action de communication pour faire mieux connaître les risques et donner des conseils de comportement ;
- La poursuite des études , recherches et expérimentations pour mieux connaître le phénomène, développer des aides à la conduite adaptées à ce problème et concevoir des dispositifs statiques ou dynamiques pour le traitement des sites où des prises à contresens (même sans accident) ont été constatés de façon répétée.

Dans ses conclusions, le CGPC a ainsi pointé la nécessité de compléter cet état de l'art par des études, recherches et expérimentations et notamment des évaluations de dispositifs en cours d'expérimentation ou à expérimenter car les expériences d'évaluation dans ce domaine restent minimales et très partiels, y compris à l'étranger. Le rapport du SETRA a aussi mis en évidence un certain nombre d'expériences avec des évaluations souvent très partiels y compris à l'étranger.

La recherche proposée au Predit GO2 « économie de la sécurité routière » a donc pour objectif de répondre à la préconisation du CGPC relative à la poursuite des études, recherches et expérimentations afin de mieux connaître le phénomène et d'évaluer d'un point de vue économique, spatial et temporel, des dispositifs statiques, en cours d'expérimentation ou à expérimenter, de traitement des prises à contresens.

III-PRESENTATION DU PROJET – ORIGINALITE DE LA PROBLEMATIQUE.

Un certain nombre d'expérimentations ont été menées en France ou à l'étranger pour lutter contre les prises à contresens mais souvent avec des évaluations très partiels ne permettant pas de connaître l'intégralité du phénomène ou de proposer des actions ciblées sur des sites où des prises à contresens sont constatées.

L'objectif du projet proposé, sur la base d'expérimentation en cours ou à engager, est de proposer une évaluation complète de dispositifs statiques permettant de mieux comprendre le phénomène contresens, et de proposer aux pouvoirs publics des actions efficaces d'un point de vue économique, temporel et spatial pour réduire significativement à terme ce dysfonctionnement des infrastructures à 2x2voies.

Il s'agit donc de mener des expériences in situ basées sur des données significatives afin de pouvoir formuler des hypothèses solides scientifiquement sous forme d'actions des pouvoirs publics qui se voudront efficaces, notamment d'un point de vue économique, et mieux ciblées, également vis-à-vis des personnes âgées.

Le projet propose donc de mener une évaluation complète sur la base de deux expérimentations : Les barrières lumineuses anticontresens (en cours) et les panneaux B1 sur fond jaune (à engager). L'évaluation comportera un volet technique, économique et comportemental et permettra de caractériser l'efficacité des dispositifs proposés vis-à-vis du phénomène contresens. Elle proposera aussi, le cas échéant, des pistes de recherches complémentaires afin d'optimiser la connaissance du phénomène et/ou de proposer des actions éventuellement complémentaires pour optimiser leur efficacité.

La plupart des expérimentations menées sur cette problématique aborde rarement ces enjeux dans le cadre d'une approche économique. La mise en relation des contraintes techniques, des enjeux économiques et des logiques comportementales n'est pas plus étudiée. Le présent projet de recherche propose d'aborder la dimension économique sous plusieurs angles.

Il s'agira dans un premier temps de déterminer la viabilité économique des mesures proposées (approche coûts – avantages) et de déterminer l'alternative technique la plus appropriée économiquement pour limiter les contresens.

L'étude permettra également de s'intéresser aux avantages économiques d'un équipement partiel ou total du réseau. Il s'agira alors de déterminer des critères économiques pour circonscrire les emplacements qui seraient du point de vue économique les plus rentables.

Enfin, une étude sur la disposition à payer des gestionnaires pour équiper le réseau de tels dispositifs sera menée. Elle permettra ainsi de mettre en rapport la disposition à payer des gestionnaires et la détermination d'un équilibre socialement optimal. En effet, un gestionnaire pourrait être prêt à équiper le réseau de tels dispositifs même si l'opération se révèle être sous optimale. Inversement, un gestionnaire peut ne pas être intéressé à ce déploiement quand bien même il y aurait un sens économique à y procéder. D'autres priorités ont pu s'imposer au détriment de cette problématique.

L'analyse à mener doit ainsi pouvoir permettre de traiter les questions suivantes :

- 1 quelle rentabilité économique du dispositif notamment vis-à-vis des contraintes d'entretien et vis-à-vis des contresens?
- 2 quel taux d'équipement atteindre pour optimiser le gain économique d'une telle action ?
- 3 quels sites privilégier vis-à-vis des constats de répartition des contresens entre le jour et la nuit ?
- 4 jusqu'où sont prêts à aller les gestionnaires de réseaux routiers quant à la prise en charge d'un tel dispositif ?
- 5 Quelle perception ont les gestionnaires routiers, ou les conducteurs, de l'importance d'une telle action ou de la caractérisation de l'enjeu contresens ?
- 6 Comment réagit un « usager diminué » se présentant à contresens face à un tel dispositif ?
- 7 Quel impact de ce type de signalisation sur l'attention et la vigilance des usagers routiers ?

Il est donc nécessaire de poursuivre la recherche sur ce type de dispositif afin d'en avoir une évaluation plus complète et de formuler des propositions sur l'usage à en faire pour optimiser au niveau national voir international, la lutte contre les prises à contresens, de jour comme de nuit. C'est l'objet entre autre de cette proposition de recherche au Prédit.

L'objectif final de l'évaluation est de proposer des recommandations de politique publique à la DSCR, si les résultats se révèlent concluants et pertinents. Auquel cas, cette étude pourrait déboucher sur la proposition de l'extension de ces dispositifs au niveau national afin de lutter efficacement contre les contresens. Des pistes complémentaires d'expérimentation pourront aussi être abordées en fonction des résultats des évaluations des dispositifs présentés précédemment.

IV-PRESENTATION DE LA METHODOLOGIE.

D'un point de vue méthodologique, l'analyse comprendra :

- une analyse et une revue de la littérature française et internationale sur les dispositifs mis en œuvre et évalués pour lutter contre les prises à contresens,
- une analyse des principales caractéristiques des accidents impliquant des prises de contresens,
- des tests utilisateurs à partir de vidéo présentant différents dispositifs de signalisation. L'échantillon sera constitué en fonction des résultats de l'analyse de la littérature et de l'accidentologie,
- l'expérimentation in situ de dispositifs de signalisation : les barrières lumineuses anti contresens et les panneaux B1 sur fond jaune. Le protocole de cette expérimentation ainsi que l'échantillon sera déterminé en fonction des résultats des tests utilisateurs,
- l'évaluation statistique des dispositifs expérimentés sur la base de comparaison avant/après, avec/sans, jour/nuit, routes équipées/routes témoins en analysant l'évolution des signalements et l'évolution de l'accidentologie.
- l'évaluation économique des dispositifs en lien étroit avec l'évaluation statistique en prenant en compte des critères spatiaux, temporels, en prenant aussi en compte les critères d'entretien ultérieur et le renouvellement éventuel des dispositifs. Il s'agira aussi de comparer les différents dispositifs de lutte contre les contresens. L'évaluation économique pourra aussi intégrer un volet « gestionnaires » à partir d'une analyse d'enquête à mener auprès des principaux gestionnaires de réseaux routiers à 2x2 voies concernés afin de mieux cerner les pratiques actuelles, les capacités de financement et d'évaluer le potentiel de temps et de financement qui pourra être accordé à la problématique contresens.
- L'évaluation comportementale des dispositifs expérimentés comprenant une partie ergonomique théorique sur les dispositifs de signalisation et une partie portant sur la base de données issues de l'observation du phénomène de prise à contresens, de l'analyse in situ des dispositifs mis en œuvre mais aussi d'entretiens ou de simulations menées sur un panel de populations à définir parmi des usagers de la route ou des gestionnaires d'infrastructures routières.
- Une synthèse globale de ces évaluations aboutissant à des orientations d'actions efficaces à engager au niveau national pour améliorer la lutte contre les prises à contresens sur 2x2 voies abordant notamment la question du degré d'équipement à atteindre, leur localisation dans l'espace, et leur étalement dans le temps.

L'ensemble des études seront coordonnées et pilotées par le CETE de l'Ouest qui interviendra sur l'ensemble des thématiques en associant le LAA de l'université Paris Descartes pour le volet comportemental. Le Département d'Economie et de Sociologie des transports (DEST) de l'INRETS sera associé à la réalisation du volet économique.

7.12 - V-PRESENTATION DE L'EQUIPE

L'équipe de recherche proposée pour la réalisation de cette étude comprend le CETE de l'Ouest en tant que pilote de l'ensemble des prestations à réaliser, en associant le Laboratoire d'Anthropologie Appliquée (LAA) de l'université Paris-Descartes et le Département d'Economie et de Sociologie des transports (DEST) de l'INRETS. Cette étude permettra une coopération, dans les activités de recherche, entre le réseau scientifique et technique du ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire ; une équipe de recherche universitaire et un institut de recherche spécialisée. Cette coopération permettra d'aborder la problématique des contresens sous un nouvel angle qui permettra de lier les contraintes techniques, les enjeux économiques et les logiques comportementales, porteurs d'approches originales pour faire émerger des pistes d'actions efficaces en terme de méthodologies et de résultats grâce à des équipes spécialisées et complémentaires qui ont une expérience acquise dans le domaine de la recherche en sécurité routière.

Le groupe « Sécurité routière » du CETE de l'Ouest croise les approches urbaines et interurbaines de la sécurité routière ainsi que le contrôle automatique et l'évaluation des équipements.

Ces experts mènent des évaluations, contribuent à l'élaboration de la doctrine et de la réglementation, à la rédaction de guides méthodologiques dans le cadre de commandes du SETRA, du CERTU, de la DSCR ou de la DPICA et à la diffusion des savoirs auprès des services déconcentrés et des collectivités locales.

Ils maintiennent un contact avec l'action locale et les réseaux d'acteurs, de décideurs par différentes missions : assistant à maîtrise d'ouvrage, prestataire d'étude spécialisées, animation de réseaux, chargés de mission Sécurité routière...

Le groupe sécurité routière du CETE de l'Ouest pilote aussi des évaluations d'équipements de sécurité dans le cadre de démarches locales ou nationales. Il participe au déploiement et à la recherche de nouveaux appareils de détection, notamment dans le cadre du contrôle automatisé.

Au sein du groupe sécurité routière du CETE de l'Ouest, **Gilles Blanchard, ingénieur divisionnaire des TPE et chef de groupe, et Radoine Dik, ingénieur des TPE**, seront mobilisés sur ce projet de recherche, dont le pilotage et la coordination reviendront à Radoine Dik

Afin d'analyser l'impact comportemental de certains dispositifs de signalisation sur l'utilisateur routier et notamment les personnes âgées, le laboratoire d'anthropologie appliquée (LAA) de l'université Paris Descartes sera intégré à cette équipe de recherche. Le LAA dispose d'expérience acquise dans l'impact comportemental de certains aménagements de sécurité. Il a aussi travaillé sur l'attention et la vigilance de personnes âgées en situation de conduite.

Au sein du Laboratoire d'Anthropologie Appliquée (LAA) de l'université Paris Descartes, **Philippe Cabon, maître de conférence, et Régis Mollard, professeur des universités, directeur du LAA** seront mobilisés pour participer à ce projet de recherche notamment sur le volet « évaluation comportementale » comprenant une partie ergonomique théorique sur les dispositifs de signalisation expérimentés, et une partie expérimentale sur la base de simulation vidéo et d'entretien pour mieux comprendre la lecture de la signalisation par l'utilisateur routier, également pour mieux appréhender les raisons de la sur-représentation des personnes âgées dans les contresens sur 2x2 voies.

Le LAA appartient à l'unité Ergonomie Comportements Interactions de l'Université Paris Descartes. Le LAA a centré ses activités d'études et de conseil dans les domaines de l'Ergonomie et des Facteurs Humains, en relation avec :

- l'évaluation ergonomique des interfaces homme-machine (logiciels, signalisations,...),

- la sécurité des systèmes, notamment dans les transports aériens et terrestres,
- la santé des personnels et l'organisation du travail, en fonction de l'utilisation de nouvelles technologies ou de l'évolution des systèmes de production ou de service.

Le CETE de l'Ouest est d'ores et déjà associé à l'INRETS dans le cadre de l'équipe de recherche associée (ERA) sécurité routière. Cette équipe de recherche propose une approche pluridisciplinaire pour l'analyse de l'action publique de sécurité dans les transports. Celle-ci développe plus particulièrement une interrogation sur l'instrumentation des politiques publiques dans le cadre du transport et de sa sécurité et travaille à la compréhension des systèmes sociaux complexes de production de la sécurité routière (et/ou de l'insécurité routière). L'ERA mobilise entre autres les compétences d'un économiste de l'INRETS, travaillant au sein du Département d'Economie et de Sociologie des transports (DEST) . L'existence de cette équipe qui collabore actuellement sur d'autres thématiques de sécurité routière permettra de mobiliser ces compétences, qui viendront en soutien dans le cadre de la réalisation de cette étude sur l'évaluation de dispositifs expérimentaux de prévention des contresens. **Laurent Carnis, chargé de recherche de 1ère classe, économiste**, participera à la réalisation de cette recherche. Au sein du DEST de l'INRETS, il réalise des travaux de recherche sur les polices dédiées aux activités de policing de la route ainsi que sur le contrôle automatisé de la vitesse en France et sur les différentes expériences internationales, sur la vitesse et son application.

8 - Références

- Al-Madani, H. & Al-Janah, A.R. (2002). Role of drivers personal characteristics in understanding traffic sign symbols. *Accident Analysis and Prevention*, 34, 185-196, Pergamon.
- ASFA (2012) *Analyse des accidents mortels sur autoroutes concédées*, (2011). Les sociétés d'autoroute, Paris, 54 pages.
- Bastien, J-M.C. & Scapin, D.L. (1993). Critères ergonomiques pour l'évaluation d'interfaces utilisateurs. *Rapport technique INRIA*, (156), INRIA : Le Chesnay
- Bazire, M. & Tijus, C. (2009). Understanding road signs. *Safety Science*, 47, 1232-1240 Elsevier.
- Blanc-Garin, J. (1967). Le masquage visuel rétroactif. *L'année psychologique*, 1(67), 153-193.
- Bordel, S., Somat, A., Barbeau, H., Anceaux, F., Greffeuille, C., Menguy, G., ... & Gallenne, M. L. (2014). From technological acceptability to appropriation by users: Methodological steps for device assessment in road safety. *Accident Analysis & Prevention*.
- Bullough J.D., Skinner N.P., Brons J.A. & Rea M.S. (2012). Using Lighting and Visual Information to Alter Driver Behavior. New York State Department of Transportation, Lighting Research Center, Rensselaer Polytechnic Institute, 52 pages.
- Chauvineau, C. (2014). Lutte contre les prises à contre-sens, Expérimentation du sens-interdit dans cadre jaune fluo, Évaluation du dispositif, Rapport d'étape n°2
- Clarke, D., Ward, P., Bartle, C. & Truman, W. (2006). Young driver accidents in the UK: The influence of age experience, and time of day. *Accident Analysis and Prevention*, 38, 871-878, Elsevier.
- Commissariat Général à la Stratégie et à la Prospective (CGSP) (2013). Evaluation socioéconomique des investissements publics, Rapport de la mission présidée par Emile Quinet, 349 pages.
- Cooner, S.A., Cothron A.S. & Ranft S.E (2003). Countermeasures for Wrong-Way Movement on Freeways: Guidelines and Recommended Practices. Report 4128-2, Texas Department of Transportation, 11 pages.
- Cooner, S.A., Scott, A., & Ranft, E. (2004). Countermeasures for wrong way movement on freeways: Overview of project activities and findings.
- Cooner S.A. & Ranft S. (2008). Wrong-Way Driving on Freeways: Problems, Issues and Countermeasures. TRB 2008 Annual Meeting, CD-ROM, 23 pages.
- Dik R., (2010). Lutte contre les prises à contresens sur les routes à chaussées séparées, Expérimentation Barrières lumineuses anticontresens, Evaluation à 3 ans, Rapport, CETE de l'Ouest, 17 pages.
- Exploitants des autoroutes concédée (2005). Prises à contresens, Réponses apportées par les exploitants des autoroutes concédées, Rapport, 110 pages.
- Fagen, B.R. (2007). Affordance-based control of visually guided action. *Ecological psychology*, 19(4), 383-410.

- Gollier, C. (2011). Le calcul du risque dans les investissements publics, Rapport du Conseil d'Analyse Stratégique.
- Griffith M., Leal J., Mendoza A., Moscari T., Lisboa J. & Wim Wijnen (2012). State of The Practice for Cost-Effectiveness Analysis (CEA), Cost-Benefit Analysis (CBA) and Resource Allocation, PIARC, Technical Committee 2 – Safer Road Operations, 104 pages.
- Hood C., Rothstein H. & Robert B. (2001). The Government of Risk, Understanding Risk Regulation Regimes. *Oxford University Press*.
- Jones B.D. (2001). Politics and the Architecture of Choice, Bounded Rationality and Governance. *The Chicago University Press*.
- Jones, K.S. (2003). What Is an Affordance? *Ecological Psychology*, 15(2), 107 -114.
- Kahneman D. (2011). Thinking, Fast and Slow, Allen Lane.
- Kieffer J-C., Rongrais M, Alberto J-C., Bottet C. & Chassande Mottin R. (2009). Lutte contre les prises à contresens, Renforcement de la signalisation sur les bretelles. *Note d'information SETRA*, 129, 11 pages.
- Konstantopoulos, P. & Crundall, D. (2008). The Driver Prioritisation Questionnaire: Exploring drivers' self report visual priorities in a range of driving scenarios. *Accident Analysis and Prevention*, 40, 1925-1936, Elsevier.
- Lathrop, S.L., Dick, T.B. & Nolte, K.B. (2010). Fatal Wrong-Way Collisions on New-Mexico's Interstate Highways, 1990-2004. *Journal of Forensic Sciences*, 55(2):432-437.
- Laurie N.E., Zhang S., Mundoli R., Dufly S.A., Collura J. & Fischer D.L. (2004). An Evaluation of Alternative Do Not Enter Signs: Failures of Attention. *Transportation Research Part F*, 151-166.
- Lave L.B. (1981). The Strategy of Social Regulation, Decision Frameworks for Policy, Studies in the Regulation of Economic Activity. *The Brookings Institution*, 166 pages;
- Leduc J. (2008). Wrong-way driving countermeasures Hartford, CT : *Office of Legislative Research*, Part F 7(1) : 151-166
- Moler S. (2002). Stop. You're Going the Wrong Way!. *Public Roads*, 2(66).
- Neuman T.R., Nitzel J.J., Antonucci N., Nevill S. & Stein W. (2008). Guidance for Implementation of the AASTHO Strategic Highway Safety Plan,(20): A Guide for Reducing Head-On Crashes on Freeways. *Transportation Research Record*.
- Nova, N., & Jobert, T. (2009). Intuitivité et incorporation des interactions gestuelles chez les utilisateurs de jeux vidéo. In *Proceedings of the 21st International Conference on Association Francophone d'Interaction Homme-Machine* (pp. 213-221). ACM.
- ONISR (2012). *La sécurité routière en France, bilan de l'année 2011*, La documentation Française, Paris.
- ONISR (2012). *Guide d'aide à la codification du BAAC*, 89p.

- Parker, D. McDonald, L. Rabbitt, P. & Sutcliffe, P. (2000). Elderly drivers and their accidents: the Aging Driver Questionnaire. *Accident Analysis and Prevention* 32, 751-759.
- Reason, J., Manstead, A., Stradling, S., Baxter, J., & Campbell, K.L. (1990). Errors and violations on the roads : A real distinction? *Ergonomics*, 33 (10/11), 1315-32.
- Robertson, R. & Vanlaar, W. (2008). Elderly drivers: Future challenges? *Accident Analysis and Prevention*, 40 , 1982-1986.
- Scaramuzza G. & Cavegn M. (2007) Wrong-way Drivers: Extent –Interventions. The European Transport Conference, The Netherlands, 12 pages.
- Schrock S.D, Hawkins H.G. Jr, & Chrysler S. (2005). Effectiveness of Lane Directions Arrows as Pavement Markings in Reducing Wrong-Way Movement on Two-Way Frontage Roads, *Transportation Research Record, Journal of the Transportation Research Board*, 218, pp.63-67.
- Sétra (2008). Prévention et traitement des prises à contresens, Etat des connaissances, Rapport d'études, 73 pages.
- Shepard F.D. (1975). Evaluation of Raised Pavement Markers for Reducing Incidences of Wrong-Way Driving. *Virginia Highway and Transportation Research Council*, US Department of Transportation, Federal Highway Administration, 13 pages.
- Stanton, N.A. & Baber, C. (2008). Modelling of human alarm handling response times : a case study of the Ladbroke Grove rail accident in the UK. *Ergonomics*, Taylor & Francis group, 4(51), 423-440.
- Technical group road safety, Conférence Européenne des Directeurs Routiers (2011). Ghost drivers – Wrong-way Drivers
- Topolšek D. (2007). Prevention of Wrong-Way Driving on Freewaysµ. *Traffic and Transportation*, 5(19), 311-321.
- Van Eslande, P. (2003). Les erreurs des conducteurs âgés. *Recherche transports sécurité*, (81), 190-202.
- Vaswani N.K. (1973). Measures for Preventing Wrong-Way Entries on Highways, Virginia Highway Research Council, 41 pages.
- Vicedo P. (2006). Prevention and Management of Ghost Drivers Incidents on Motorways, The French Experience, The contribution of ITS to Immediate Detection and Optimum Management of Ghost Drivers Incidents. The European Association of Motorway Concessionaries, Pula, Croatia, May 21-24, pp. 134-138.
- Zhou H., Zhao J., Fries R., Gahrooei M.R., Wang L., Vaughn B., Bahaaldin K., & Ayyalasomayajula B. (2012). Investigation of Contributing Factors Regarding Wrong-WayDriving on Freeways. *Illinois Center for Transportation, Research Report ICT-12-010*, 62 pages + appendices.

Page laissée blanche intentionnellement