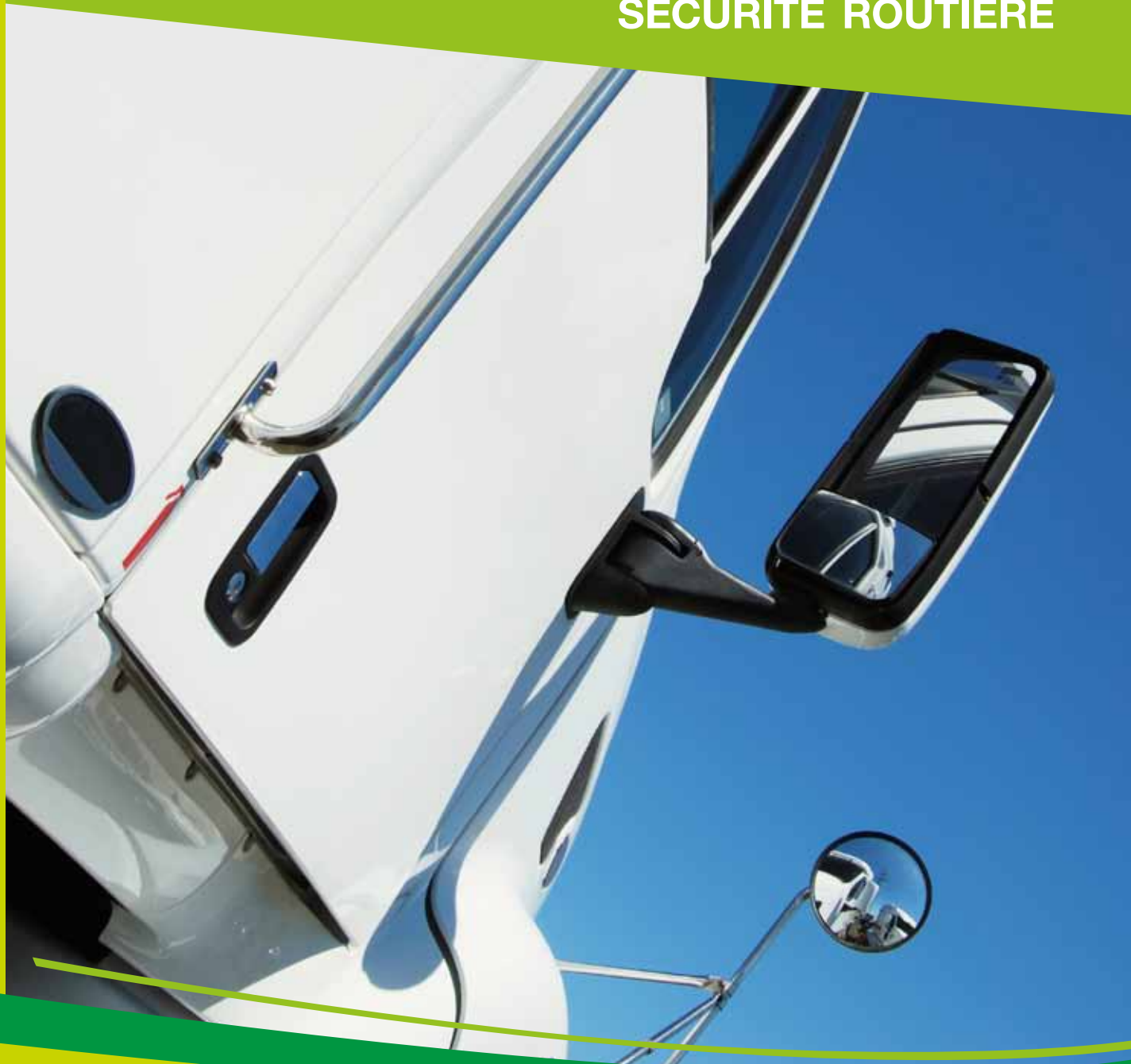


CENTRE DE CONNAISSANCE
SÉCURITÉ ROUTIÈRE



IBSR

ETUDE DE L'EFFICACITÉ DES SYSTÈMES
TECHNIQUES ANTI ANGLE MORT

ETUDE MENÉE PAR L'IBSR SUR MANDAT DU SERVICE PUBLIC
FÉDÉRAL MOBILITÉ ET TRANSPORT

L'IBSR tient à remercier la FEBETRA, Transport en Logistiek Vlaanderen et l'UPTR pour leur soutien dans la réalisation de cette étude. Nous remercions aussi les chauffeurs et les responsables des entreprises Colruyt, DD Trans, DHL, Colfridis, Transport Fockedey, G. Snel Transport en Logistiek, Internationaal Transport Gheeraert, Transport Ginis, Ideal Freight, Maenhout Transport, Transports Michel, Conway The Convenience Company Belgique, TransWest, Van Gansewinkel regio West-België, Van Mieghem Logistics et Van Rooijen Logistiek pour avoir consacré une partie de leur temps au test des systèmes anti angle mort. Cette étude a été rendue possible grâce au soutien financier du Service Public Fédéral Mobilité et Transport.



D/2011/0799/107

Auteur : François Riguelle

Editeur responsable : K. Genoe

© IBSR, Observatoire pour la sécurité routière, Bruxelles, 2011

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ.....	4
INTRODUCTION	6
1 LA PROBLÉMATIQUE DE L'ANGLE MORT	8
1.1 Définition des accidents angle mort	9
1.2 Prévalence des accidents angle mort.....	10
1.3 Causes des accidents angle mort.....	13
1.4 Moyens de lutte contre les accidents angle mort	14
1.5 Les systèmes techniques anti angle mort.....	15
1.6 Critères d'évaluation des systèmes anti angle mort	17
1.6.1 Systèmes de détections actifs à l'intention des camionneurs.....	17
1.6.2 Systèmes d'alerte à l'intention des usagers faibles.....	18
2 LES SYSTÈMES ÉTUDIÉS	20
2.1 Méthode de sélection.....	21
2.2 Le système Lexguard	21
2.3 Le système Lisa-2-Alert.....	22
3 MÉTHODOLOGIE DES TESTS DE TERRAIN.....	24
3.1 Étude auprès des chauffeurs routiers	25
3.2 Enquête auprès des cyclistes	27
4 RÉSULTATS	30
4.1 Étude auprès des camionneurs.....	31
4.1.1 Description de l'échantillon	31
4.1.2 Généralités	32
4.1.3 Lexguard.....	36
4.1.4 Lisa-2-Alert	44
4.2 Étude auprès des cyclistes.....	50
4.2.1 Composition de l'échantillon	50
4.2.2 Observations par le conducteur du camion et les enquêteurs.....	50
4.2.3 Questionnaire	51
5 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	58
6 RÉFÉRENCES	62
7 ANNEXES.....	64
7.1 Annexe 1 – Carnets de route	65
7.2 Annexe 2 – Questionnaires remplis après l'étude	74
7.3 Annexe 3 – Questionnaire de l'enquête cycliste	79
TABLEAUX ET FIGURES.....	81

RÉSUMÉ

L'étude faite à la demande du Secrétaire d'Etat à la Mobilité visait à tester l'apport potentiel de deux systèmes techniques pour diminuer le nombre d'accidents angle mort. Ces accidents provoquent de 50 à 60 victimes tous les ans dont de 5 à 10 tués, presque exclusivement des cyclistes. Leur nombre ne diminue pas suffisamment malgré les nouveautés introduites en termes de rétroviseurs dans les années 2000. Il est donc opportun de s'interroger sur l'apport de systèmes techniques de nouveau type pour combattre ces accidents.

Deux systèmes au principe très différent ont été testés : Le Lexguard est un système visant à avertir les chauffeurs de camion de la présence d'un usager faible sur la droite de leur camion grâce à une détection par ultrason. Le système Lisa-2-Alert produit un signal sonore et visuel à l'intention des personnes externes au camion quand le conducteur de celui-ci actionne le clignoteur droit à faible vitesse. Ces systèmes représentent donc les deux familles principales de systèmes techniques anti angle mort existant en plus des rétroviseurs et des caméras.

Deux phases distinctes de test ont été réalisées. La première consistait en une étude sur base des expériences de conduite rapportées par les camionneurs circulant avec un des camions équipés d'un des deux systèmes. Lors de cette phase de test, un cinquantaine d'exemplaires de chaque système ont été testés pendant environ 3 mois. La deuxième phase du test consistait en deux jours d'enquêtes de cyclistes ayant été confrontés au système Lisa-2-Alert à propos de leur perception du problème de l'angle mort et leur compréhension du système Lisa-2-Alert.

Les tests effectués avec le système Lexguard ont été perturbés par les fausses alertes émises par le système notamment lorsque les conditions climatiques étaient mauvaises (pluie ou neige). Des fausses alertes se sont aussi produites à causes d'objets autres des cyclistes se trouvant dans l'angle mort des camions. Il semble d'ailleurs techniquement difficile de définir les zones de détections du Lexguard de façon à ce qu'une détection anticipée fiable des situations d'angle mort potentiellement dangereuses soit compatible avec un nombre bas de fausses alertes. Dans son état actuel, nous n'avons pas pu prouver la plus-value du système Lexguard pour éviter les accidents angle mort. Le fait que le système ne soit pas assez fiable en utilisation « de routine » est de nature à ce que les chauffeurs n'aient pas confiance dans le système

lorsque celui-ci avertira d'un danger réel. L'IBSR ne recommande donc pas de prendre des initiatives à court terme pour favoriser l'équipement des camions belges avec le Lexguard.

Notre étude a révélé un intérêt certain des cyclistes pour le principe du système Lisa-2-Alert. Néanmoins, le test a montré que les cyclistes confrontés au système ne percevaient pas toujours le signal et comprenaient en général mal de quoi il s'agissait. Toutefois, le signal de Lisa-2-Alert n'a pas provoqué de réactions dangereuses ou paniquées des cyclistes. Nous n'avons pas constaté non plus une conduite plus risquée chez les chauffeurs équipés du système. L'utilisation du système Lisa-2-Alert n'est actuellement pas légale en Belgique à cause de la présence de l'avertisseur sonore et du clignotement des lampes latérales. Au point de vue strict de la sécurité routière, l'IBSR ne voit pas d'objection à ce que le système soit autorisé vu qu'il ne crée pas de danger supplémentaire. Néanmoins, vu le taux d'incompréhension du système par les cyclistes, nous ne nous attendons pas à ce que l'installation de systèmes Lisa-2-Alert sur des camions améliore la sécurité routière si l'introduction du système n'est pas accompagnée d'efforts considérables de communication et de sensibilisation sur l'angle mort et le système Lisa-2-Alert.

Le fait que seulement deux systèmes différents aient été testés ne signifie pas que tous les autres systèmes existants n'ont aucun potentiel pour lutter contre les accidents liés à l'angle mort. Plusieurs systèmes n'étaient pas encore suffisamment développés au moment de notre étude pour pouvoir être intégrés et testés. Avec Lexguard et Lisa-2-Alert, nous avons cependant évalué des représentants des deux grandes familles de systèmes anti angle mort et un certain nombre des considérations émises dans cette étude sont valables dans le cas d'autres systèmes anti angle mort.

Enfin rappelons que les systèmes techniques anti angle mort ne sont qu'une des solutions possibles pour lutter contre les accidents angle mort des camions. Dans le cadre d'une politique efficace de lutte contre ces accidents, les solutions techniques doivent être couplées à des actions en matière d'éducation et d'infrastructure. Ce n'était cependant pas l'objet de cette étude d'étudier l'ensemble des solutions possibles au problème.

INTRODUCTION

Le présent rapport reprend les résultats d'une étude sur l'efficacité de systèmes techniques anti angle mort réalisée par l'IBSR grâce au soutien du Service Public Fédéral Mobilité et Transport et à la collaboration des fédérations de transporteurs FEBETRA, Transport en Logistiek Vlaanderen et UPTR.

En Belgique, environ 60 usagers faibles sont victimes chaque année d'accidents avec des camions tournant à droite (Martensen, 2009). Parmi eux, en moyenne 5 à 10 personnes, presque exclusivement des cyclistes, perdent la vie. Un facteur explicatif de ces accidents est la visibilité réduite pour le chauffeur de camion de l'espace situé à droite de son camion et la méconnaissance de certains cyclistes de cette zone de « on détection » pour le chauffeur. C'est pourquoi, nous appelons ces accidents des « accidents angle mort »

Ces dernières années, plusieurs systèmes techniques sont apparus prétendant pouvoir apporter une valeur ajoutée pour éviter les accidents angle mort par rapport aux dispositifs obligatoires actuels de rétroviseurs des camions. Ces systèmes agissent au moyen de signaux sonores ou visuels à l'intention du chauffeur ou des usagers faibles environnants afin d'avertir ceux-ci en cas de situation détectée potentiellement dangereuse.

Le Secrétaire d'Etat à la Mobilité, Mr. Etienne Schouppe, a été interpellé à propos de l'opportunité de promouvoir le développement de tels systèmes techniques anti angle mort. La réduction des accidents de la route constitue un objectif important de sa note de politique 2009. Le Secrétaire d'Etat a donc demandé à l'IBSR de réaliser une étude au sujet des systèmes anti angle mort afin d'obtenir un avis objectif et indépendant sur leur efficacité. Cette étude a été réalisée grâce au soutien du Service Public Fédéral Mobilité et Transports.

En 2009, l'IBSR a édité une revue de la littérature sur les systèmes anti angle mort (Akkermans, 2009). Suite à cette étude théorique, il a été décidé de réaliser une étude pilote consistant en un test pratique en situation réelle de systèmes anti angle mort. Deux systèmes ont été inclus dans l'étude suite à un cahier des charges élaboré en collaboration entre le SPF Mobilité et Transport et l'IBSR : le Lisa-2-Alert et le Lexguard. La méthodologie et les résultats de ces tests pratiques sont décrits dans la suite de ce rapport



1

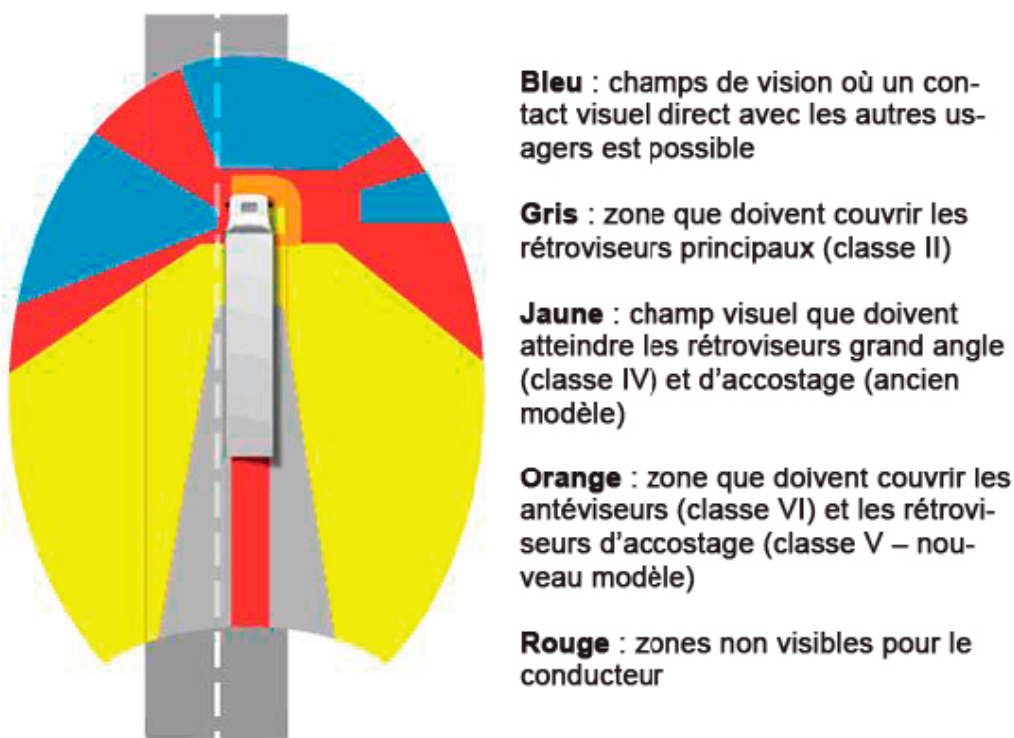
LA PROBLÉMATIQUE DE L'ANGLE MORT

1.1 Définition des accidents angle mort

On retrouve plusieurs endroits autour des camions où le conducteur ne peut pas voir ce qui s'y trouve à l'aide d'une observation directe ou avec les rétroviseurs légaux (figure 1). Trois zones principales d'angle mort peuvent être définies : sur le flanc droit du camion au niveau de la cabine, sur le flanc gauche au-delà de la zone couverte par le rétroviseur grand-angle et à l'arrière du camion. A l'avant du camion, plusieurs zones sont aussi impossibles à voir à cause des montants du pare-brise du camion. Enfin, la zone immédiatement autour de la cabine du camion, théoriquement visible à l'aide du rétroviseur d'accostage et de l'antéviseur éventuel sera en pratique souvent difficile à voir. La vue directe n'y est en effet pas possible à cause de la hauteur de la cabine du camion et regarder le rétroviseur d'accostage et l'antéviseur n'est pas pratique en situation de conduite. De plus, il n'est obligatoire que depuis 2007 d'équiper les nouveaux camions de plus de 7,5 tonnes d'un antéviseur ou d'un autre dispositif de vision indirecte permettant de couvrir une surface de vue équivalente. L'antéviseur est donc encore loin d'équiper toute la flotte de camions, ces derniers ayant une durée de vie de 10 à 15 ans. Le mauvais réglage des rétroviseurs favorise aussi la mauvaise perception des zones entourant la cabine.

FIGURE 1 :

Représentation schématique de l'emplacement des angles morts d'un camion (graphique extrait de Touring Explorer, mars 2009, sur base d'une maquette de l'IBSR)



En fonction du modèle exact du camion l'emplacement précis des zones d'angle mort va naturellement varier. Les cabines hautes ou avec des surfaces vitrées plus petites créent plus de zones d'angle mort.

De plus en plus de zones situées à droite du camion deviennent visibles grâce à des nouveaux miroirs obligatoires ou des caméras. Malgré cela, dans de très nombreux accidents de type « accidents angle mort », l'usager faible est heurté par le camion

bien qu'il se trouvait à un endroit où il aurait pu être vu par le chauffeur (par exemple à droite de la cabine où le rétroviseur d'accostage permet théoriquement de voir l'usager faible). Mais pour différentes raisons citées ci-dessus, le repérage de l'usager faible par le conducteur du camion n'a pas été possible. Il est donc nécessaire d'élargir notre définition de l'angle mort par analogie avec celle proposée par le TNO (Hoedemaeker et al., 2010). Dans la suite de ce document le terme « angle mort » devra donc être compris comme la zone à l'avant ou sur le côté d'un camion où un usager faible court le risque d'être renversé par le camion. L'angle mort situé à l'arrière du camion représente une problématique à part qui n'est pas abordée dans ce document.

Un accident angle mort est donc un accident où l'usager faible se trouvait dans une des zones répondant à la définition ci-dessus. En pratique, une configuration de trafic pose plus spécifiquement problème : celle où un usager faible se trouvant devant ou sur la droite d'un camion est percuté par ce camion effectuant un virage vers la droite. Cette situation est d'autant plus dangereuse que les conducteurs doivent, à ce moment là, concentrer leur attention sur plusieurs tâches à la fois, à savoir la circulation devant eux, les éventuels feux de circulation mais aussi la circulation à leur gauche s'il est nécessaire qu'ils se déportent avant de virer à droite. De ce fait, un usager faible se trouvant à la droite du camion au moment de sa manœuvre sera plus susceptible de ne pas être vu par le chauffeur.

Dans le cadre de cette étude, c'est précisément à ces accidents avec un camion tournant à droite auxquels nous nous intéressons et attribuons la qualification d'« accidents angle mort » dans le reste du document. Le scénario type de ces accidents est le suivant : un camion, à faible vitesse, veut exécuter un tournant vers la droite. Le chauffeur n'aperçoit pas un usager vulnérable se trouvant, en droit ou pas, à la droite de sa cabine et entre en collision avec celui-ci. L'usager vulnérable est heurté par le coin avant droit de la cabine du véhicule et est écrasé par les roues de la remorque du camion. Différentes études comme une analyse du SWOV (Schoon, 2006) aux Pays-Bas et l'étude BART¹ en Belgique confirment la prédominance de ce type de scénario pour les accidents angle mort.

1.2 Prévalence des accidents angle mort

Cette section est librement inspirée de deux rapports thématiques de l'IBSR, les rapports poids lourds (Martensen, 2009) et cyclistes (Martensen & Nuytens, 2009), qui reprennent un certain nombre d'informations sur les accidents angle mort.

Il est difficile de déterminer le nombre exact des accidents angle mort car la notion d'angle mort n'est pas reprise comme cause explicite d'accident sur les formulaires FAC remplis par les policiers lors des constatations d'accidents. Le nombre d'accidents dus à l'angle mort est donc estimé en croisant plusieurs informations du formulaire :

- La manœuvre du camion : tourne à droite
- l'antagoniste est un piéton, un cycliste ou un cyclomotoriste
- les deux usagers se déplacent sur la même voie
- les deux usagers se déplacent dans le même sens

Le nombre de victimes d'accidents angle mort en Belgique selon cette définition est repris ci-dessous :

¹ L'étude BART (Belgian Accident Research Team) menée par l'IBSR (Herdewyn et al., 2010) consistait en l'analyse en profondeurs d'accidents impliquant des poids lourds en Flandre Orientale et Occidentale, dont 15 accidents dus à l'angle mort. Un résumé en français est disponible : http://biwwweb.ipower.be/Observ/FR/BART_rapport_final_annee_1_resume.pdf

TABLEAU 1 :
Nombre de victimes d'accident angle mort

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Accidents corporels	63	59	69	66	58	65	51	65	56	65	54	52
Blessés légers	42	42	43	40	39	48	38	45	39	45	33	39
Blessés graves	18	9	18	17	15	13	6	16	12	14	16	12
Tués	9	8	11	11	8	9	8	7	7	8	6	5

Source : SPF Economie DG SIE. Données pondérées.

Il apparaît clairement que ces 10 dernières années le nombre d'accidents et de victimes n'a pas vraiment baissé. Depuis 2003, l'installation de rétroviseurs ou caméras permettant de couvrir une plus grande surface de vue sur la droite du camion est devenue obligatoire mais nous ne constatons pas d'effet durable de cette mesure sur le nombre d'accidents ou de victimes. Il n'est pas non plus possible de juger de l'effet de l'obligation des nouveaux modèles de rétroviseurs grand angle et des antévisseurs sur les nouveaux camions de plus de 7,5 tonnes à partir de 2007 vu le faible nombre de véhicules déjà équipés en 2009.

Les accidents de type angle mort se déroulent à tout moment de l'année. Seuls les mois de juillet et août sont marqués par significativement moins d'accidents angle mort qu'aux autres périodes de l'année. Bien qu'il y ait moins de cyclistes l'hiver, il est probable que les conditions climatiques et les conditions de visibilité pendant les mois d'hiver rendent les cyclistes plus difficilement détectables et contribuent à un maintien du nombre d'accidents angle mort.

Les piétons sont rarement victimes d'un accident dû à l'angle mort des camions (1 seul accident corporel recensé en 2009). Les victimes les plus fréquentes de ce type d'accident sont naturellement les cyclistes ainsi que quelques cyclomotoristes. Entre 2005 et 2009, tous les tués dus à l'angle mort des camions étaient des cyclistes à l'exception de deux conducteurs de cyclomoteur. Les accidents cycliste-voiture dus à l'angle mort sont nettement moins nombreux que les accidents cycliste-camion relativement à la présence sur la route des différents types de véhicules. Les accidents impliquant un camion ont en outre plus souvent des conséquences graves que ceux impliquant une voiture. Etant donné que les cyclistes représentent la grande majorité des victimes d'accidents angle mort, le terme « cycliste » sera utilisé indifféremment du terme « usager faible » dans la suite de ce document.

Il y a une grande différence régionale dans le nombre d'accidents angle mort impliquant des cyclistes. Ceux-ci sont, en effet, nettement plus fréquents en Flandre que dans les deux autres régions (Tableau 2). Cela peut principalement être attribué au nombre de cyclistes plus important en Flandre. Le caractère urbain joue également un rôle, les interactions cyclistes – camions en carrefour étant beaucoup plus probables en ville qu'en zone rurale.

TABLEAU 2 :

Victimes cyclistes angle mort dans les accidents vélo-camion, selon la région

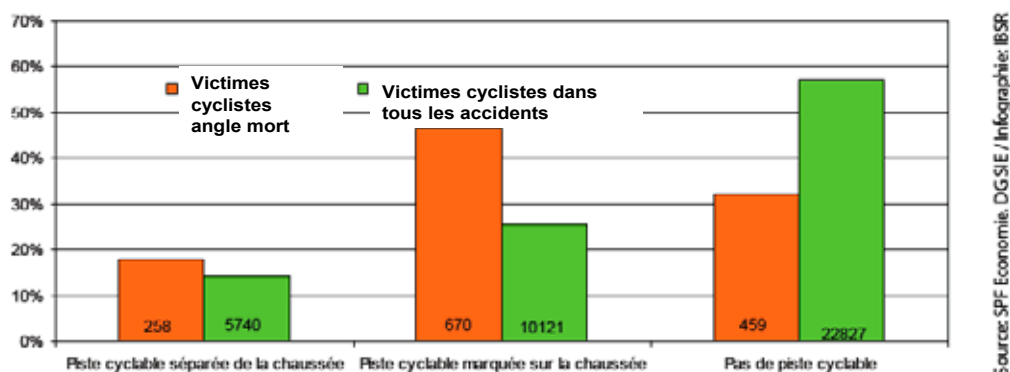
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2004-2009
Flandre	33	47	33	44	43	34	234
Wallonie	1	3	0	1	0	3	8
Bruxelles	0	0	0	3	0	1	4
Total	34	51	33	48	43	38	246

Source : SPF Economie DG SIE. Données pondérées.

Dans le cas d'accidents dus à l'angle mort, nous constatons en figure 2 qu'un pourcentage remarquablement élevé de cyclistes blessés se trouvaient sur une piste cyclable qui était uniquement indiquée par des marquages sur la chaussée. Ces marquages donnent aux cyclistes le droit de dépasser un véhicule par la droite, même si cette manœuvre ne semble pas toujours être des plus sûres.

FIGURE 2 :

Pourcentage de cyclistes victimes d'accidents liés à l'angle mort et d'autres accidents liés au type de piste cyclable (graphique issu de Martensen et Nuyttens, 2009). Chiffres 2003-2007 données pondérées



Les usagers faibles (cyclomotoristes, cyclistes et piétons) impliqués dans un accident contre un poids lourd sont, en moyenne, plus âgés que pour les autres accidents. Le fait que les personnes âgées circulent à tout moment de la journée à vélo, lorsque bon nombre de personnes d'âge moyen ou de jeunes travaillent ou sont à l'école, rend leur période d'exposition au risque plus longue. Cependant, à cause des contraintes de livraison, la circulation des camions en ville est quand même plus importante aux heures de pointe, quand tous types de cyclistes sont sur la route, qu'en heure creuse. La présence sur la route à toute heure des personnes plus âgées n'explique donc sans doute pas complètement leur surreprésentation dans les accidents avec camions. Une autre explication pourrait être le différentiel de sensibilisation reçue sur la façon de se comporter en présence d'un camion. Les cyclistes plus jeunes ont pu bénéficier de plus en plus de plans de sensibilisation au cours des dix dernières années, contrairement aux cyclistes plus âgés qui n'ont en général jamais été sensibilisés. En conséquence, les comportements des cyclistes plus âgés en présence d'un camion pourraient être plus souvent inadaptés que les comportements des plus jeunes.

1.3 Causes des accidents angle mort

Divers éléments liés au chauffeur du camion, au cycliste ou au véhicule peuvent être la cause d'accidents angle mort. Nous en faisons une liste ci-dessous partiellement inspirée par Hoedemaecker et al (2010). Comme dans la plupart des accidents de la route, plusieurs causes se combinent souvent pour conduire à l'accident et il est difficile d'attribuer une hiérarchie claire entre le degré d'implication de ces différents facteurs pour expliquer les accidents angle mort.

Distraction du conducteur du camion de sa tâche de conduite pour différentes raisons (fatigue, conduite sous influence, GSM au volant,...)

Attention du chauffeur détournée par une autre part de sa tâche de conduite. Lors d'un virage à droite, le chauffeur doit en effet gérer beaucoup de paramètres en même temps, ce qui l'empêche de consacrer toute l'attention voulue aux cyclistes éventuels circulant dans sa zone d'angle mort.

Caractéristiques du véhicule rendant impossible pour le chauffeur d'apercevoir le cycliste dans son angle mort. Par définition de l'angle mort, le chauffeur, même en y accordant son attention, aura du mal à remarquer tout ce qui se trouve dans son angle mort à cause des angles de vue réduits disponibles depuis le poste de conduite du camion. La hauteur de la cabine et la faible étendue des surfaces vitrées sur le côté de la cabine sont des éléments qui diminuent la visibilité du chauffeur. Sur les camions non équipés d'antévisseur, les chauffeurs de poids lourds ne peuvent pas voir ce qui se trouve immédiatement devant leur cabine. Même sur un camion équipé de tous les rétroviseurs possibles, un mauvais réglage ou une mauvaise utilisation de ces rétroviseurs augmente la difficulté d'apercevoir les cyclistes dans l'angle mort. Tant que le camion est en mouvement, le conducteur semble avoir une meilleure vue de ce qui se trouve autour de son camion mais la situation est plus difficile quand le camion doit repartir après un arrêt (Schoon, 2006). C'est dans ce cas que les cyclistes ne sont le plus souvent pas aperçus et que les accidents angle mort se déroulent.

Mauvaise compréhension et réaction dans le cas d'une situation angle mort. Même quand le conducteur du camion a remarqué un cycliste dans son angle mort, un accident peut se produire si le conducteur ne réagit pas de façon appropriée, par exemple à cause d'une mauvaise estimation de la trajectoire du cycliste. Un chauffeur rarement confronté au problème d'angle mort est plus susceptible d'avoir une mauvaise réaction par manque d'expérience. Ce type de cas peut être rencontré, par exemple, par un chauffeur habitué de circuler sur autoroute ou en Wallonie et devant exceptionnellement circuler en ville en Flandre où la densité de cyclistes est plus élevée.

Distraction des cyclistes. Comme le conducteur du camion, le cycliste est susceptible d'avoir son attention détournée de sa tâche de conduite. Aux causes déjà évoquées pour le camionneur, on peut rajouter le port d'écouteurs chez certains cyclistes qui limite la perception des bruits environnants.

Méconnaissance des problèmes d'angle mort par les cyclistes. Des cyclistes se placent dans des zones d'angle mort des camions sans savoir que c'est dangereux pour eux. Le comportement des camionneurs est aussi parfois mal anticipé. Des cyclistes peuvent penser avoir été vu par les camionneurs alors que cela n'est pas le cas, ou ne pas s'apercevoir que le camion va effectuer un tournant vers la droite. Les cyclistes ignorent fréquemment que la manoeuvre d'un tracteur-remorque pour tourner à droite implique de d'abord se déporter vers la gauche ou de s'avancer fortement dans le carrefour avant de braquer à droite. Ainsi, les cyclistes s'aperçoivent au dernier moment que le camion tourne à droite, quand le côté de la cabine se rapproche déjà dangereusement d'eux (Niewöhner et Berg, 2004). Bien que le code de la route donne la priorité au cycliste dans le cas où le camion effectue son tournant à droite, la prise

de la priorité n'est pas toujours l'action la plus sûre à entreprendre. Un cycliste peu sensibilisé aux problèmes d'angle mort ou trop téméraire aura plus tendance à prendre sa priorité sans prendre en considération l'aspect sécurité.

Manque de visibilité des cyclistes. L'équipement des cyclistes ou de leur vélo n'est pas toujours adapté aux conditions de visibilité (négligence des lampes ou catadioptrés obligatoires ou du gilet fluorescent conseillé par mauvaise visibilité).

Infrastructure. Des défauts d'infrastructure contribuent à provoquer des situations de conflit entre poids lourds et cyclistes. Citons les carrefours au manque de visibilité, le manque de cohérence ou de maintenance de certaines infrastructures cyclistes (pistes cyclable interrompues à l'approche de carrefours, pistes cyclables détériorées poussant les cyclistes à circuler sur la chaussée...) ou encore les marquages au sol dangereux en rond-point (pistes cyclables ou bandes cyclables suggérées en bordure d'anneau).

Conditions climatiques. Le mauvais temps rend la visibilité plus difficile mais est aussi susceptible de diminuer l'efficacité des rétroviseurs ou caméras du camion en les salissant.

1.4 Moyens de lutte contre les accidents angle mort

Pour agir au niveau des différentes causes d'accident angle mort, différents moyens de lutte existent. En 2008, le SWOV (Schoon et al., 2008) a publié une liste de recommandations visant à éviter les accidents angle mort aux Pays-Bas, basée sur une analyse des circonstances ayant mené à ces accidents angle mort. Leurs recommandations impliquent des efforts tant de la part des politiques, des constructeurs de camion, du secteur du transport, des chauffeurs routiers et des cyclistes. Même si la situation belge varie de la situation néerlandaise, tant en termes d'infrastructure que de connaissance par les usagers de la route du problème d'angle mort, il est certain qu'une approche intégrée serait également nécessaire en Belgique pour combattre les accidents dus à l'angle mort.

On peut résumer les différents moyens de lutte contre les accidents angle mort en trois grands axes :

Education et sensibilisation des usagers de la route. Tant au niveau des chauffeurs routiers que des usagers faibles, il est nécessaire d'informer sur l'existence du problème de l'angle mort. Les camionneurs doivent savoir comment adapter leur conduite et où regarder quand ils doivent effectuer un virage vers la droite. Même si les camionneurs sont les premiers responsables de l'évitement des accidents angle mort étant donné que les cyclistes ont la priorité dans la plupart des situations conduisant aux accidents, les cyclistes doivent néanmoins apprendre comment utiliser leur priorité de façon réfléchie et sûre. Pour cela, il est utile que les cyclistes disposent de règles de conduite claire. Au niveau belge, le Fietzersbond a ainsi publié en 2006 une brochure reprenant plusieurs recommandations pour les cyclistes, notamment dans le cas de situations angle mort. Les 5 recommandations concernant l'angle mort sont les suivantes :

1. Toujours essayer d'établir un contact visuel avec le conducteur du camion
2. Ne jamais s'arrêter à hauteur des rétroviseurs du camion ;
3. Ne pas rester dans une zone d'angle mort du camion ;
4. Donner la priorité à la sécurité : conduire de manière défensive et parfois accepter de céder sa priorité quand c'est plus sûr ;
5. Être bien visible (éclairage, catadioptrés, gilet fluo).

Comme la localisation exacte des angles morts des camions n'est pas toujours bien connue des cyclistes, il est utile de proposer des animations visuelles pour illustrer en pratique les situations où l'angle mort peut provoquer un danger, comme par exemple sur le site www.dodehoek.nl, initiative du ministère de l'infrastructure et de l'environnement néerlandais.

Infrastructure et gestion du trafic. Différentes mesures peuvent être prises à ce niveau pour éviter autant que possible la survenance de situations angle mort en diminuant le plus possible les endroits où un conflit est possible entre camions et usagers faibles. Cela va de mesures douces (aménagement de zones avancées dédiées aux cyclistes, adaptation de phases de feux) à des mesures plus structurelles visant à diminuer le plus possible la présence simultanée des camions et des cyclistes sur les mêmes routes. L'élimination des conflits possibles entre camions et usagers faibles est d'ailleurs la solution stratégique recommandée par le SWOV (Schoon et al., 2008) pour éviter les accidents entre camions et usagers faibles. Certains changements nécessitent néanmoins des modifications d'infrastructure ou même d'aménagement du territoire ne pouvant être envisagées qu'à moyen ou long terme.

Solutions techniques au niveau des camions. La structure même des camions aura une influence certaine sur la survenance des situations angle mort et sur la gravité des accidents (hauteur de la cabine, taille des pare-brise, emplacement des rétroviseurs, présence ou pas de protection latérales pour éviter qu'une personne puisse passer sous le camion...). En plus de cela, différents systèmes techniques de détection apparaissent sur le marché et visent à avertir soit le conducteur, soit l'utilisateur faible proche du camion en cas de danger. Ces systèmes sont décrits plus en détails dans la suite de ce document.

L'objet de cette étude n'est pas d'étudier en détail chaque type de solution contre l'angle mort mais plutôt de se consacrer aux éléments de solution de type technique. Nous étudions plus précisément, dans la suite de ce document, deux systèmes techniques anti angle mort. Nous gardons néanmoins en mémoire que l'apport éventuel des systèmes anti angle mort pour la sécurité doit être évalué dans le cadre d'une stratégie globale contre l'angle mort faisant appel à tous les aspects de solution évoqués précédemment.

1.5 Les systèmes techniques anti angle mort

Les différentes solutions techniques sont décrites en détails dans l'étude de littérature de l'IBSR ayant précédé ce projet (Akkermans, 2009). Nous reprenons ici un résumé des différents points de ce document.

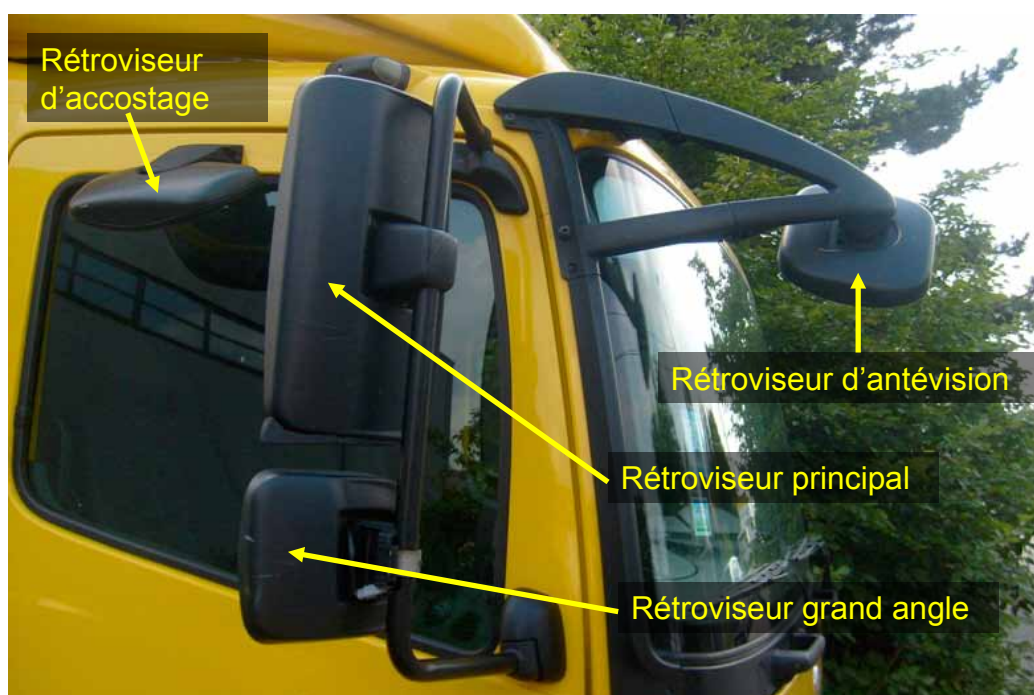
Les premiers moyens techniques anti angle mort sont les **rétroviseurs**. La surface visible à couvrir au minimum par les rétroviseurs est fixée légalement. Depuis le premier janvier 2003, tous les camions doivent être équipés d'un système anti angle mort (sous forme de rétroviseur ou caméra) permettant de voir la surface minimale décrite par l'annexe 16 de l'Arrêté Royal du 15 mars 1968 portant sur les conditions techniques auxquelles doivent répondre les véhicules automobiles et leurs remorques, leurs éléments ainsi que les accessoires de sécurité. Depuis l'introduction du nouveau modèle de rétroviseur grand angle en 2007, la présence d'un rétroviseur ou d'une caméra angle mort indépendante n'est néanmoins plus obligatoire vu que leur rôle est repris par le rétroviseur grand angle.

Depuis l'application de la directive européenne 2003/97/EG, de nouvelles obligations sont apparues. Depuis le 26 janvier 2007, les nouveaux camions de plus de 7,5 tonnes doivent en effet être équipés d'un antéviseur (pour voir ce qui se trouve immédiatement devant la cabine) et d'un rétroviseur d'accostage couvrant une plus grande surface. Ainsi sur un camion récent de plus de 7,5 tonnes, quatre types de rétroviseurs au

minimum doivent donc être placés côté passager (voir Figure 3) : le rétroviseur principal, le rétroviseur grand-angle, le rétroviseur d'accostage et l'antévisionneur.

Le nombre de rétroviseurs ne peut néanmoins pas être multiplié à l'infini, d'une part parce que pouvoir tous les regarder pendant la conduite deviendrait impossible et, d'autre part, parce que les rétroviseurs génèrent eux-mêmes de nouveaux angles morts en cachant ce qui se trouve derrière eux. Certaines zones seront de toute façon toujours invisibles pour les rétroviseurs. De plus, la courbure des rétroviseurs présente le désavantage de rendre les distances difficiles à estimer (Flannagan et Sivak, 2003). Pour des documents très complets sur les angles de vues offerts par les différents rétroviseurs, nous renvoyons vers Niewöhner et Berg (2004) et Dodd (2009).

FIGURE 3 :
Disposition des rétroviseurs sur l'angle avant droit d'un camion (infographie IBSR)



Une autre technique passive pour aider les conducteurs à vérifier ce qui se trouve dans leurs angles morts sont les **caméras**. Elles présentent l'avantage d'occuper moins de place que les rétroviseurs et peuvent être placées de sorte d'accroître le champ de vision du conducteur dans des endroits inaccessibles aux rétroviseurs (comme l'arrière du camion). Toutefois l'emploi de caméras, à l'instar des rétroviseurs, demande une bonne attention visuelle du conducteur pour détecter à temps le danger sur le moniteur projetant les images des caméras en cabine.

Les **systèmes de détection actifs** se distinguent des autres dispositifs car ils produisent une information particulière à l'intention du chauffeur en cas de situation dangereuse. Une alarme visuelle et/ou sonore attire l'attention du conducteur lorsqu'un objet est détecté dans une zone à risque par le système. Les moyens de détection sont variés : radar, ultrason, champ électrique de détection de la biomasse et analyse d'images camera. L'avantage de ce type de système par rapport aux systèmes passifs est qu'ils ne nécessitent pas d'être regardés par les chauffeurs pour être utiles. Ils peuvent ramener l'attention du chauffeur vers son angle mort quand il y a un risque d'accident avec un usager faible. Afin d'éviter un nombre trop important de fausses alertes, la distance de détection de ces systèmes est cependant généralement limitée. Cette contrainte technique en fait plus des systèmes complémentaires servant à éviter les

dangers immédiats plutôt que d'avoir une conduite anticipative. Un exemple de ce type de système est le système Lexguard testé dans cette étude.

Enfin, des systèmes produisant des **alertes à l'intention des usagers faibles** situés à l'extérieur du camion existent également. Ces dispositifs visent à prévenir les usagers faibles de la future manœuvre du camion vers la droite et sont en général couplés au clignoteur droit du camion. Le fonctionnement est donc analogue à celui des alarmes de recul qui s'actionnent lors du passage de la marche arrière sur certains camions. L'efficacité de ce type de système dépend de la bonne compréhension qu'en auront les destinataires du signal. De plus, ils ont la particularité d'avertir l'usager faible alors que c'est lui qui bénéficie de la priorité sur les camions dans le cadre de la plupart des accidents angle mort. Il est donc nécessaire d'étudier comment le signal émis est compris et qu'elle est la réaction induite chez les cyclistes qui y sont confrontés. Le système Lisa-2-Alert est un exemple de système d'avertissement à destination des usagers faibles. Il a été testé lors de notre étude.

1.6 Critères d'évaluation des systèmes anti angle mort

Les systèmes anti angle mort sont des systèmes récents et encore peu répandus par rapport au nombre de camions en circulation. On ne possède donc pas encore assez de recul pour pouvoir constater leur effet éventuel sur la diminution du nombre de victimes d'accidents. Même si un dispositif anti angle mort était introduit de manière massive sur la flotte des camions belges, il faudrait plusieurs années avant de pouvoir tirer des conclusions sur l'efficacité du système sur base des données d'accident, la prévalence des accidents angle mort étant faible par rapport au nombre de kilomètres parcourus par les camions.

L'évaluation des systèmes anti angle mort doit donc se baser sur d'autres critères que l'accidentologie pour pouvoir prédire leur potentiel effet sur la sécurité routière. De manière générale, il faudra évaluer leur mode de fonctionnement, leur fiabilité et le fait que les signaux émis soit compréhensibles et fiables pour les utilisateurs. Les deux types de système testés dans cette étude (un détecteur actif à l'intention des chauffeurs de camion et un avertisseur à destination des usagers faibles) ont des logiques de fonctionnement très différentes et vont donc faire appel à des critères différents pour être évalués. Ci-après, sont repris les principaux éléments cités par la littérature auquel il faut porter son attention pour évaluer les dispositifs anti angle mort

1.6.1 Systèmes de détections actifs à l'intention des camionneurs

L'efficacité d'un système de détection anti angle mort va dépendre de la pertinence des alertes et du moment auquel elles sont émises. Un système n'obtiendra la confiance du conducteur que si le nombre d'alertes pertinentes est élevé par rapport aux alertes inutiles ou aux détections manquées (Connekt, 2010). Au plus la confiance d'un chauffeur dans un système est basse, au moins il sera susceptible de réagir aux alertes émises, même dans les cas où celles-ci sont pertinentes. Le dispositif anti angle mort perdra donc son efficacité.

Les alertes inutiles, appelées « faux positifs », sont les alertes qui se déclenchent alors que la situation ne le réclame pas. Les cas où le système produit une alarme alors qu'il n'y a pas d'usager faible dans l'angle mort sont l'exemple type de faux positif. Dans une moindre mesure, certains chauffeurs considéreront comme un faux positif une alerte d'un usager faible alors que la situation de conduite n'est pas dangereuse (par exemple quand l'usager faible est à l'arrêt ou quand le conducteur du camion n'a pas l'intention de tourner à droite).

Il n'est pas possible de définir quantitativement et précisément quel est le taux de faux positifs acceptables dans le cadre d'un système anti angle mort. La définition même du taux de faux positifs ne fait d'ailleurs pas l'objet d'un consensus dans la littérature (voir la revue de littérature de Doumen, 2010). Parmi les rares estimations du taux acceptable de faux positifs dans le cadre des systèmes de détection angle mort, cette même étude rapporte un témoignage d'un fabricant de camion selon lequel un nombre de faux positifs égal à 5% du nombre de vrais positifs serait le maximum toléré. Il s'agit cependant d'une estimation isolée qui ne sera sans doute pas partagée par tous les utilisateurs du système. La quantité acceptable de faux positifs va en effet dépendre du chauffeur et de comment il ressent l'importance du problème de l'angle mort. Un chauffeur conscient du caractère potentiellement fatal des accidents angle mort et qui est souvent confronté aux situations angle mort sera plus indulgent envers les faux positifs qu'un chauffeur que le problème de l'angle mort préoccupe peu. La prévisibilité des faux positifs influence aussi leur acceptabilité (Connekt, 2010). Les fausses alertes se produisant dans des circonstances tout à fait aléatoires seront moins bien acceptées que les faux positifs se produisant de façon systématique dans les mêmes circonstances et dont le caractère de faux positif sera plus facilement identifiable par le chauffeur.

Les détections manquées, appelées « faux négatifs », sont les cas où le système ne produit pas d'alerte alors que la situation était pourtant dangereuse. L'acceptabilité de ces faux négatifs sera grandement liée aux conséquences éventuelles des détections manquées. Dans le cas d'un dispositif chargé d'alerter en cas de situation aux conséquences peu graves, un certain nombre de faux négatifs sera toléré. Ce ne sera par contre pas le cas pour un système chargé d'alerter de situations aux conséquences très graves. A priori, les accidents angles mort font plutôt partie de la deuxième catégorie de situations et on pourrait donc s'attendre à ce que les chauffeurs soient très insatisfaits si des situations angle mort dangereuses ne sont pas détectées.

Le moment où le signal d'alerte est émis par le dispositif anti angle mort est aussi un déterminant important de son efficacité. Un signal avertissant de manière pertinente de la présence d'un usager faible sera inutile s'il intervient trop tard que pour laisser au chauffeur du camion le temps de réagir. Pour une étude de 2010, Connekt a réalisé des simulations sur ordinateur des situations angle mort les plus fréquentes et a mis en évidence que le temps s'écoulant entre une situation sans danger et un accident est très réduit. De plus, l'alerte doit être donnée par le dispositif anti angle mort très tôt (déjà avant que le camionneur ait commencé à braquer vers la droite) pour laisser une chance au chauffeur d'éviter l'accident. Cela implique selon Connekt que la zone de détection du dispositif anti angle mort doit être relativement grande (de 1 à 2 mètre à l'avant du camion et de 8 à 10 mètres derrière le coin droit de la cabine) pour pouvoir les détecter le cyclistes à temps. Cette exigence peut malheureusement s'avérer difficile à concilier avec la volonté de ne pas détecter trop de faux positifs.

Enfin, il s'agit aussi d'évaluer comment le système anti angle mort s'inscrit et influence la manière de conduite générale du conducteur. Le système ne doit pas alourdir la charge de conduite du chauffeur (déjà très sollicité au moment d'aborder des carrefours en ville). Il ne faut pas que le système, même s'il est efficace de manière isolée, déconcentre le chauffeur de ses tâches habituelles de conduite (par exemple l'attention aux rétroviseurs) au risque que l'effet global de l'ajout du système anti angle mort soit négatif.

1.6.2 Systèmes d'alerte à l'intention des usagers faibles

Dans le cadre d'un système actionné par le camionneur à l'intention des usagers faibles, les problèmes de faux positifs ou de faux négatifs ne doivent normalement pas se produire. Le système s'actionne en effet quand le clignoteur du camion est activé.

Donc, à moins d'une défaillance technique ou d'une utilisation erronée du clignoteur par le chauffeur, un signal du système signifiera toujours que le camion va tourner à droite et tous les virages à droite du camion à faible vitesse seront renseignés aux usagers faibles environnants.

L'efficacité de ce type de système va être d'abord déterminée par la façon dont l'alarme émise est perçue et comprise par les usagers faibles. Le système doit être suffisamment audible et visible pour la majorité des cyclistes s'apprêtant à passer sur le côté droit d'un camion allant effectuer une tourne à droite. Une fois vu et entendu, il faut ensuite s'assurer que la signification du signal est claire pour les cyclistes.

L'efficacité de ce genre de système doit être jugée dans le contexte de la connaissance du problème de l'angle mort par les usagers faibles. Le système vise à faire adopter les bons comportements aux cyclistes pour anticiper les problèmes éventuels dus à l'angle mort du camion. Il faut donc que les cyclistes connaissent les problèmes d'angle mort et sachent quels sont les bons comportements à adopter pour les éviter afin que le système anti angle mort ait une chance d'avoir un effet. Néanmoins, il peut y avoir une contradiction entre le message envoyé par ce genre de système (le cycliste doit faire attention, voir laisser passer le camion) et les règles de priorité (le cycliste allant tout droit a la priorité sur le camion qui tourne) susceptible de rajouter de la confusion aux situations de conflit angle mort.

Un autre élément à vérifier concernant ce type de système est l'adaptation éventuelle du comportement du conducteur de camion. Malgré la présence du système anti angle mort, il ne faut pas que le conducteur se considère déchargé de sa responsabilité sous prétexte que les usagers faibles sont prévenus de sa manœuvre. Il s'agit donc de vérifier si les chauffeurs n'ont pas tendance à effectuer leurs tournants à droite en faisant moins attention à ce qui se trouve dans leur angle mort quand ils sont équipés d'un système d'alerte à l'intention des usagers faibles.



2

LES SYSTÈMES ÉTUDIÉS

2.1 Méthode de sélection

La sélection des systèmes participants s'est effectuée à l'aide d'un cahier des charges élaboré conjointement par l'IBSR et le SPF Mobilité dès octobre 2009. Quatre principaux aspects étaient couverts par le cahier des charges :

- Le système devait être conçu de sorte à permettre une diminution de la probabilité des accidents entre un camion tournant à droite et un usager faible ;
- Le système ne devait compromettre la sécurité d'aucun usager de la route ;
- Le système devait répondre à plusieurs spécifications techniques (puissance maximale des sons émis, fréquences et couleur des avertisseurs pour les cyclistes, fonctionnement garanti en cas de changement de remorque...) ;
- Le système devait être disponible au moment du test (Au moins un prototype monté sur camion en novembre 2009, capacité de livraison rapide de plusieurs systèmes dans un délai de deux mois pour le test).

En tout, sept systèmes ont été évalués et deux ont été retenus et sont décrits ci-après : le Lexguard et le Lisa-2-Alert. Ces systèmes ne doivent cependant pas être considérés définitivement comme les deux seules solutions techniques envisageables contre les accidents angle mort. La problématique attire en effet beaucoup d'intérêt de fabricants. En conséquence, des systèmes se sont améliorés et d'autres ont apparu sur le marché depuis le moment où la décision finale a été prise concernant notre étude. Les deux systèmes sélectionnés ont néanmoins l'avantage de représenter les deux familles principales des nouveaux types de systèmes techniques anti angle mort.

2.2 Le système Lexguard

Le système Lexguard est un système de détection actif à l'intention des chauffeurs de poids lourds qui les prévient de la présence d'un usager faible dans leur angle mort. Il est fabriqué et distribué par la société Intertruck Benelux B.V.

Lexguard est constitué de capteurs à ultrasons à placer sur le camion aux endroits où l'on désire détecter les usagers faibles, soit typiquement sur le côté et à l'avant droit de la cabine et sur le flanc droit de la remorque. Ces capteurs mesurent la distance entre les objets et le camion et produisent un signal visuel et éventuellement sonore dans la cabine si un objet se trouve trop près par rapport aux distances paramétrées dans le système. Le mode de fonctionnement de Lexguard est donc similaire à celui des détecteurs de recul qui équipent certaines voitures.

Trois différents niveaux d'alarme correspondant à trois distances entre l'objet détecté et le capteur sont paramétrables. Le réglage s'effectue par le fabricant du système ou par un garage agréé mais n'est pas accessible à l'utilisateur final. Le conducteur ne peut pas non plus désactiver lui-même le système. Lors de notre test, ces différents paramètres ont été sélectionnés :

- Niveau d'alarme 1 : distance de 100 cm ==> lampe verte s'allume ;
- Niveau d'alarme 2 : distance de 80 cm ==> niveau 1 + signal sonore ;
- Niveau d'alarme 3 : distance de 60 cm ==> lampe rouge "stop" et signal sonore plus fort.

Le système est composé du module placé dans la cabine émettant les alertes visuelles et sonores, d'un boîtier de contrôle à bord du tracteur, d'un autre boîtier à bord de la remorque et des capteurs. Sur le modèle Lexguard utilisé lors de notre test, les capteurs étaient disposés sur des bandes rigides de 50 cm de long à fixer à la carrosserie du

camion. Depuis, le système a été modifié avec des capteurs autonomes permettant plus de flexibilité pour adapter le système sur tous types de camion (figure 4). La nature des capteurs proprement dits est toutefois exactement la même. Les boîtiers de contrôle du tracteur et de la remorque communiquent entre eux par liaison sans fil ce qui autorise les changements de remorque. Si une remorque n'est pas équipée de Lexguard, la partie tracteur du système peut néanmoins continuer à fonctionner normalement. Une remorque équipée attelée à un tracteur sans Lexguard ne fonctionnera par contre pas.

2.3 Le système Lisa-2-Alert

Lisa-2-Alert est un système alertant les usagers faibles de la manœuvre de tourne à droite d'un camion grâce à un signal sonore discontinu et un clignotement des lampes latérales du camion. Il est fabriqué par Unitron Electronics Group et distribué par Imbema Rhiwa B.V.

Lisa-2-Alert est constitué par un boîtier relié à l'unité centrale du camion et d'un petit dispositif émettant le son discontinu. Le système est couplé au clignoteur droit du camion. Quand celui-ci est enclenché par le conducteur à une vitesse inférieure à 30 km/h, Lisa-2-Alert émet son signal d'alerte à l'intention des usagers faibles.

Le signal visuel consiste dans le clignotement des lampes latérales du camion. Ces lampes, émettant d'habitude une lumière fixe, sont reprogrammées par le boîtier de Lisa-2-Alert pour devenir des indicateurs de direction supplémentaires. Le Lisa-2-Alert ne contient pas lui-même des lampes supplémentaires. L'intensité du signal visuel va donc dépendre de l'équipement de base du camion.

Le son est un bip discontinu de 80 dB à 5 mètres du camion. Sa fréquence est plus élevée quand le camion roule que quand il est à l'arrêt. Le beeper doit être placé à l'avant droit du camion pour être le plus audible possible par les usagers faibles se trouvant dans l'angle mort du camion.

La présence de ce son et le clignotement latéral rendent le Lisa-2-Alert non conforme avec les règlements techniques actuellement en vigueur en Belgique. Pour effectuer le test, une dérogation provisoire a donc dû être obtenue auprès du SPF Mobilité et Transport. Par ailleurs, le système est désactivable par le conducteur grâce à un interrupteur placé dans la cabine. Lors du test la consigne a été donnée de désactiver le Lisa-2-Alert entre 22h et 6h du matin.

La distance de perception du signal sonore va bien sûr varier en fonction des autres bruits environnant et des capacités auditives de chacun, mais le signal peut typiquement être entendu à plusieurs dizaines de mètres. Ce type de signal n'est pas sans poser des questions sur les nuisances sonores que cela pourrait engendrer. Il n'était pas possible dans notre étude avec 50 camions de simuler ce qui serait l'impact sonore global qu'auraient un grand nombre de camion équipés par le système. Mais c'est certainement un élément qui doit être considéré avant de décider d'une autorisation à plus grande échelle du système Lisa-2-Alert.



3

MÉTHODOLOGIE DES TESTS DE TERRAIN

Pour juger de l'efficacité des systèmes anti angle mort, nous avons opté pour une étude sur base des comportements rapportés par les chauffeurs de camion circulant avec des véhicules équipés par l'un des deux systèmes étudiés, et ce par analogie avec l'étude DEARTRUCK (Buck Consultants International, 2003). Nous y avons néanmoins apporté plusieurs modifications comme décrit en détail dans les paragraphes suivants.

En plus de cette étude auprès des chauffeurs routiers, compte tenu des caractéristiques du système Lisa-2-Alert (émission d'un signal visuel et sonore destiné aux usagers faibles), nous avons aussi recueilli l'avis des usagers faibles qui y étaient confrontés. Pour ce faire, deux jours de tests ont été consacrés à cette tâche. En ce qui concerne le système Lexguard, un test auprès des usagers faibles n'était pas pertinent vu que le système ne produit des avertissements qu'en cabine à l'intention du chauffeur du camion uniquement.

Ces deux phases de test ont permis d'obtenir une évaluation subjective (avis des chauffeurs de camion et des cyclistes) au sujet de la plupart des critères cités précédemment dans ce document qui sont importants à prendre en compte pour évaluer un système anti angle mort.

3.1 Étude auprès des chauffeurs routiers

Afin d'évaluer les systèmes en conditions de circulation réelle, l'objectif était d'équiper 100 camions avec un des deux systèmes (50 camions équipés de Lisa-2-Alert et 50 camions équipés de Lexguard) et de les faire circuler pendant trois mois. Il était donc nécessaire de disposer d'une flotte importante de camions participants. Pour cela, nous avons tablé sur la participation volontaire de différentes entreprises de transport effectuant des trajets de distribution en Belgique. Afin de déterminer les entreprises qui participeraient à l'étude, nous avons collaboré avec les fédérations de transporteurs : Transport en Logistiek Vlaanderen, Fédération royale belge des Transporteurs et des Prestataires de services logistiques (Febetra) et l'Union Professionnelle du Transport et de la Logistique (UPTR). Ces dernières ont lancé un appel à leurs membres ce qui a abouti à la sélection de 16 firmes participantes : Colruyt, DD Trans, DHL, Colfridis, Transport Fockedey, G. Snel Transport en Logistiek, Internationaal Transport Gheeraert, Transport Ginis, Ideal Freight, Maenhout Transport, Transports Michel, Conway The Convenience Company Belgique, TransWest, Van Gansewinkel regio West-België, Van Mieghem Logistics et Van Rooijen Logistiek.

Selon leurs disponibilités pour participer à l'étude, chaque firme a reçu entre 3 et 10 systèmes à tester. La répartition entre Lexguard et Lisa-2-Alert s'est faite principalement en fonction des préférences des firmes. En plus de camions équipés des systèmes techniques, les firmes se sont engagées à fournir pour l'étude un nombre égal de camion sans système embarqué servant de groupe de contrôle pour l'étude.

L'existence de ce groupe de contrôle a permis de tester l'effet des systèmes techniques toutes choses égales par ailleurs. En effet, les entreprises qui ont désiré participer à l'étude l'ont vraisemblablement fait en raison d'un intérêt certain pour les problèmes d'angles morts ou de la sécurité routière en général. De plus, les chauffeurs participant à l'étude sont de ce fait plus sensibilisés au problème d'angle mort et pourraient voir leur comportement changer à cause de cette sensibilisation accrue. Il est donc nécessaire, pour isoler l'effet des systèmes techniques testés, de comparer les chauffeurs utilisant des camions équipés de système avec d'autres chauffeurs sensibilisés de manière équivalente au problème des angles morts, c'est-à-dire aux chauffeurs du groupe de contrôle.

En septembre 2010 a été organisé, dans chaque entreprise participante, un briefing à propos de l'étude en présence du coordinateur au niveau de l'entreprise et des chauffeurs. Un membre de l'équipe Driver Improvement de l'IBSR a effectué un rappel

sur la problématique de l'angle mort avant d'expliquer le déroulement pratique de l'étude.

L'étude proprement dite s'est déroulée d'octobre à décembre 2010 avec de petites variations suivant les firmes en fonction de leurs contraintes logistiques notamment liées à l'installation des systèmes techniques. En 2010, la météo a été particulièrement difficile pendant ces trois mois. Cela a eu pour conséquence une diminution de l'usage du vélo sur les routes et donc une baisse du nombre de situations angle mort rencontrées par les camionneurs. Mais cela a aussi permis de tester les capacités techniques des systèmes dans des conditions météorologiques difficiles, ce qui a été source d'enseignements intéressants.

Pendant les trois mois de test, chaque chauffeur était équipé d'un carnet de route spécifique au système Lisa-2-Alert, au système Lexguard ou au groupe de contrôle. Ce carnet devait être rempli quotidiennement en mentionnant le nombre de situations angle mort rencontrées et en décrivant de manière détaillée la première situation rencontrée au cours de la journée. Les situations définies étaient au nombre de quatre et correspondaient aux circonstances les plus fréquentes d'accidents dus à l'angle mort :

- Situation 1 : Le camion s'arrête à un feu ou un stop et marque son intention de tourner à droite (via son clignoteur). Un(des) cycliste(s) ou conducteur(s) de mobylette se trouve(nt) ou vien(nen)t se placer à droite du camion sur une piste cyclable ;
- Situation 2 : Le camion s'arrête à un feu ou un stop et marque son intention de tourner à droite (via son clignoteur). Un(des) cycliste(s) ou conducteur(s) de mobylette se trouve(nt) ou vien(nen)t se placer à droite du camion hors piste cyclable ;
- Situation 3 : Un usager vulnérable se trouve sur la droite du camion au moment où ce camion veut quitter un rond-point ;
- Situation 4 : Un usager vulnérable se trouve sur la droite du camion circulant à vitesse non-nulle au moment où ce dernier veut tourner à droite dans un carrefour autre qu'un rond-point.

Les questions posées aux camionneurs ont été déterminées afin de pouvoir juger de l'efficacité des systèmes sur base de critères les plus objectifs possibles. Le contenu des carnets de routes est consultable en annexe 1.

Quelques semaines après la fin de l'étude, les responsables d'entreprise et les chauffeurs participants ont reçu un autre questionnaire afin de faire le bilan du test et d'obtenir leur impression générale sur les systèmes anti angle mort. Ce questionnaire est consultable en annexe 2.

FIGURE 4 :

Camion équipé de capteurs Lexguard sur le coin avant droit de la cabine et sur le flanc droit



3.2 Enquête auprès des cyclistes

Nous avons organisé en juin 2011 deux jours de test pour évaluer l'acceptation du système Lisa-2-Alert par les cyclistes. Nous nous sommes concentrés sur les cyclistes uniquement car ils représentent quasi l'intégralité des victimes des accidents angle mort.

L'expérience consistait à faire circuler un camion de l'IBSR équipé d'un système Lisa-2-Alert sur une petite boucle dans un quartier avec une forte fréquentation de cyclistes. L'objectif était de confronter le plus de cyclistes possible au système et de pouvoir les interviewer par la suite. Sur la boucle du camion se trouvait un carrefour représentant la situation type de conflit angle mort le plus courant pour lequel le système Lisa-2-Alert est censé aider, à savoir un carrefour à feux où le camion tournait à droite avec une piste cyclable fortement fréquentée à sa droite.

Pour nos observations, nous avons sélectionné deux villes flamandes parce que, d'une part, la circulation de vélo y est importante ce qui permettait d'interviewer beaucoup de cyclistes en une journée et parce que, d'autre part, la quasi totalité des accidents angle mort se déroulent en Flandre. Ainsi les carrefours choisis ont été le croisement Naamsestraat/R23 à Louvain et le croisement Zwijnaardsesteenweg/De Pintelaan à Gand.

Trois enquêteurs étaient placés aux carrefours ciblés et arrêtaient les cyclistes pour les inviter à répondre à une petite enquête sur les accidents angle mort et le système Lisa-2-Alert. L'enquêteur remplissait lui même le questionnaire sur base des réponses des cyclistes. Le questionnaire avait pour but de recueillir des informations sur les points suivants :

- Le comportement habituel des cyclistes dans les situations types angle mort ;

- L'avis des cyclistes concernant ces situations potentiellement dangereuses ;
- Le fait ou pas que le Signal Lisa-2-Alert a été perçu ;
- Le fait ou pas que le Signal Lisa-2-Alert a été compris ;
- L'opinion des cyclistes sur l'utilité du système Lisa-2-Alert.

Afin d'obtenir un taux de réponse élevé au questionnaire, nous nous sommes concentré sur les quelques questions les plus importantes pour garder un questionnaire court pouvant être rempli en une ou deux phases de feux de circulation. Le contenu du questionnaire peut être consulté en annexe 3.

Deux variantes du questionnaire existaient, l'une pour les cyclistes ayant été confrontés au système Lisa-2-Alert et l'autre pour les autres cyclistes arrêtés. Par cyclistes confrontés au système, nous entendons les cyclistes s'étant retrouvés sur la droite du camion au moment où ce dernier allait tourner à droite au carrefour où se déroulait le test. Ces cyclistes se trouvaient donc dans la zone d'émission du signal sonore et du signal visuel du système Lisa-2-Alert. Le plus possible de cyclistes confrontés au système ont été interviewés car ils étaient les plus susceptibles d'apporter des informations intéressantes pour l'étude. Cependant, quand des cyclistes confrontés au système n'étaient pas disponibles (parce que le camion ne se trouvait pas à ce moment là au carrefour où se déroulait l'étude ou parce qu'aucun cycliste confronté au système n'avait accepté de répondre à l'étude) nous avons tiré profit de la présence des enquêteurs pour interroger d'autres cyclistes. Même si ces derniers n'avaient pas vu le Lisa-2-Alert en action, nous leur avons demandé ce qu'ils pensaient du principe d'un tel système.

Le camion de l'IBSR équipé du système est un camion de type porteur (voir figure 5). L'émetteur sonore de Lisa-2-Alert a été placé au niveau du marchepied avant droit de la cabine. Trois lampes latérales sur ce camion qui clignotaient de manière synchronisée avec les clignoteurs.

Pendant les deux jours de test, la météo était clémente et la visibilité bonne. Il n'y avait donc pas de circonstances particulières qui auraient pu gêner la perception des signaux de Lisa-2-Alert par les cyclistes.

FIGURE 5 :
Positionnement du système Lisa-2-Alert sur le camion test





4

RÉSULTATS

4.1 Étude auprès des camionneurs

4.1.1 Description de l'échantillon

Les résultats présentés dans cette section sont issus des carnets de routes remplis par les chauffeurs lors de leurs trajets quotidiens avec les systèmes anti angle mort (annexe 1).

Seize entreprises ont participé aux tests des systèmes Lexguard et Lisa-2-Alert. La plupart des entreprises ont testé un seul des deux systèmes. Lorsqu'une entreprise testait les deux systèmes, les systèmes Lisa-2-Alert et Lexguard n'étaient jamais montés ensemble sur le même camion pour pouvoir juger indépendamment l'apport du Lisa-2-Alert ou du Lexguard. Différentes contraintes, dont principalement le manque de temps disponible pour l'installation des systèmes, ont fait que l'objectif initial d'équiper 50 camions n'a pas tout à fait été rempli.

L'échantillon final est composé de 33 camions équipés du Lisa-2-Alert, 38 équipés du Lexguard et 48 camions témoins.

Les systèmes ont été installés aussi bien sur des camions porteurs que sur des ensembles tracteur-remorque (tableau 3). Lors des virages, les angles mort et les trajectoires varient évidemment entre ces deux types de camions ce qui rend intéressant de les tester tous les deux. Le système Lexguard a malheureusement été testé sur assez peu de camions porteurs, le choix des camions n'étant pas effectué par l'IBSR mais par les firmes participantes en fonction de la disponibilité de leur flotte. Néanmoins, les véhicules combinant un tracteur et une remorque représentent les cas les plus compliqués en ce qui concerne les angles mort et un système prouvant son efficacité quand il est installé sur un tracteur-remorque sera a fortiori utile sur un porteur.

Les deux systèmes testés permettent d'être utilisés sur les ensembles tracteur-remorque. Dans le cas de Lisa-2-Alert, bien qu'aucun élément ne soit monté sur la remorque, il est nécessaire de refaire un petit branchement entre le tracteur et la remorque au moment du changement pour que la partie visuelle du système (clignotement des lampes latérales) fonctionne.

En ce qui concerne Lexguard, les changements de remorques fréquents dans les entreprises de distribution feront qu'une entreprise ne possédant que quelques systèmes anti angle mort aura du mal à garantir leur fonctionnement complet en permanence. En effet, une partie des bandes à ultrasons de Lexguard sont montées sur la remorque. Elles ne fonctionneront que si cette remorque est attelée à un tracteur équipé de l'unité centrale du système Lexguard (Il n'y a cependant pas de difficulté technique, les modules tracteur et remorque communiquant par une liaison sans fil). La partie du système installée sur le tracteur peut fonctionner même si elle n'est pas couplée avec la partie installée sur la remorque. Dans ce cas, il n'y aura qu'une détection des usagers faibles au niveau de la cabine. En pratique, une entreprise possédant peu de systèmes Lexguard se retrouvera vite avec des remorques équipées de Lexguard attelées à des tracteurs sans Lexguard ou inversement.

En conséquence, les entreprises ne travaillant pas avec des camions de type porteurs qui voudraient, dans l'avenir, investir dans un système anti angle mort, devraient acquérir beaucoup de systèmes pour ne pas avoir de problèmes logistiques aux changements de remorque. Cette nécessité d'investissement massif peut constituer un frein au développement de ces systèmes. Au cours de cette étude, nous avons d'ailleurs rencontré ce cas de figure dans certaines des entreprises travaillant avec des combinaisons tracteur-remorque. Le test a parfois dû être interrompu quelques jours car les camions ne possédaient pas un système Lexguard complet.

TABLEAU 3 :
Nombre de systèmes testés en fonction du type de camion

	Lexguard	Lisa-2-Alert	Contrôle
Camion porteur	10	18	21
Tracteur-remorque	28	15	27
Total	38	33	48

Les chauffeurs remplissaient préalablement à l'étude la première page de leur carnet de route. Cette page permettait d'obtenir des renseignements sur le conducteur, son profil et le type de trajets effectués.

Les trajets effectués se sont révélés très variés mais bien que la majorité des camionneurs participant au test réalisaient des livraisons en ville ce qui correspond au type d'environnement routier ciblé pour observer des conflits en situation d'angle mort. Un peu plus de firmes avaient des chauffeurs circulant en Flandre ce qui est assez logique vu que la participation à l'étude se faisait sur base volontaire. Les chauffeurs circulant dans les villes flamandes sont en effet beaucoup plus susceptibles de se sentir concernés par les problèmes d'angle mort avec les cyclistes vu qu'ils croisent beaucoup de cyclistes lors de leurs déplacements.

Tous les chauffeurs ayant participé à l'étude étaient des hommes et leur expérience de conduite est de 18,5 ans en moyenne. Le nombre d'années d'expérience dans l'échantillon était réparti de manière uniforme, avec un nombre comparable de chauffeurs dans chaque tranche d'âge. Le conducteur le moins expérimenté conduisait depuis 6 mois et le plus expérimenté depuis 42 ans. Au cours des analyses, nous n'avons néanmoins pas pu mettre en évidence d'influence significative de l'expérience de conduite sur les comportements dans le cadre des situations angle mort, ni sur la façon dont les chauffeurs jugeaient l'efficacité des systèmes anti angle mort. L'aspect expérience de conduite n'est donc plus évoqué dans la suite de ce document.

4.1.2 Généralités

Avant d'approfondir l'analyse sur l'effet potentiel qu'on eu les deux systèmes anti angle mort testés, nous présentons quelques généralités sur les situations angle mort qui ont pu être apprises grâce au carnet de route.

Nous avons pour objectif de définir une typologie des principales situations d'angle mort et d'en évaluer la fréquence. Malheureusement nous n'avons pas pu définir la fréquence de ces situations car les temps de conduite des conducteurs ont été très peu renseignés dans les carnets de route. De plus, bien que la consigne fût de rapporter toutes les situations angle mort rencontrées, même les plus anodines, plusieurs chauffeurs n'ont renseigné que les situations critiques, ce qui se traduit par une sous estimation du nombre réel de situations angle mort. Ainsi, lors de plus de 90% des jours de test, les chauffeurs ont rapporté moins de 10 situations angle mort journalières. Par contre, lors de 22 jours de test, plus de 50 situations quotidiennes ont été rapportées. Le maximum journalier du nombre de situations angle mort rencontrées est de 120. Même si une part de la variabilité des réponses est due à la personnalité des chauffeurs ayant rempli le carnet de route, on constate des variations importantes dans le nombre de situations rencontrées en fonction des types de trajets effectués par les camionneurs. Cela aura une influence sur l'évaluation des systèmes anti angle mort par ces derniers car ils seront plus sensibilisés à l'intérêt d'un système anti angle mort, même imparfait, par rapport à d'autres chauffeurs qui sont moins confrontés à des situations dangereuses d'angle mort.

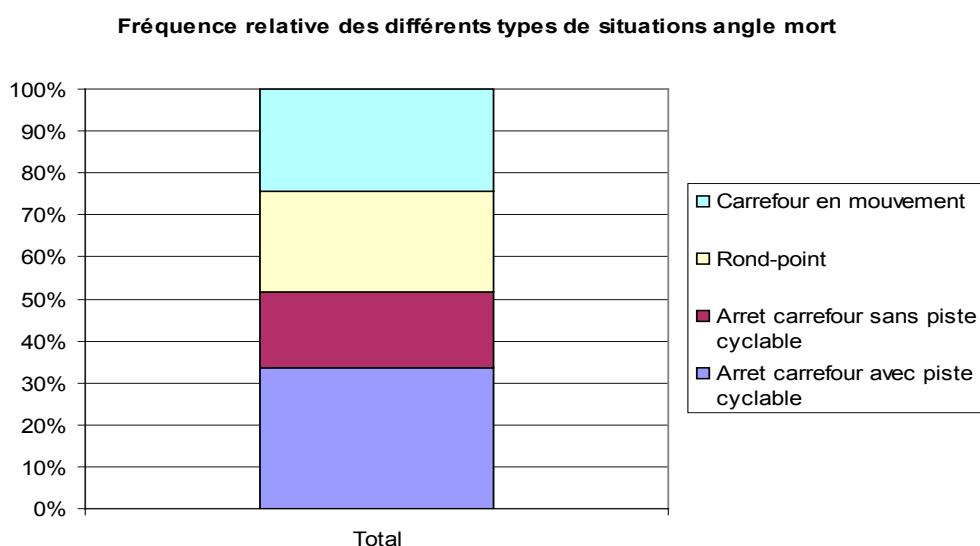
En ce qui concerne le type de situations angle mort rencontrées, en émettant l'hypothèse que le sous rapportage des situations par certains chauffeurs se fasse de la même manière pour tous les types de situations angle mort, nous pouvons tirer des renseignements intéressants.

Dans le carnet de route, les conducteurs devaient rapporter quatre types de situations angle mort prédéfinies (figure 6) :

- carrefour en mouvement ;
- rond-point ;
- arrêt carrefour sans piste cyclable ;
- arrêt carrefour avec piste cyclable.

Plus de 50% des situations ont lieu après un arrêt du camion à un carrefour. Dans environ deux tiers des cas rencontrés dans les carrefours à l'arrêt, il y avait une piste cyclable. Les situations en rond-point constituent 24% des situations rencontrées.

FIGURE 6 :
Fréquence relative des différents types de situations angle mort rencontrées



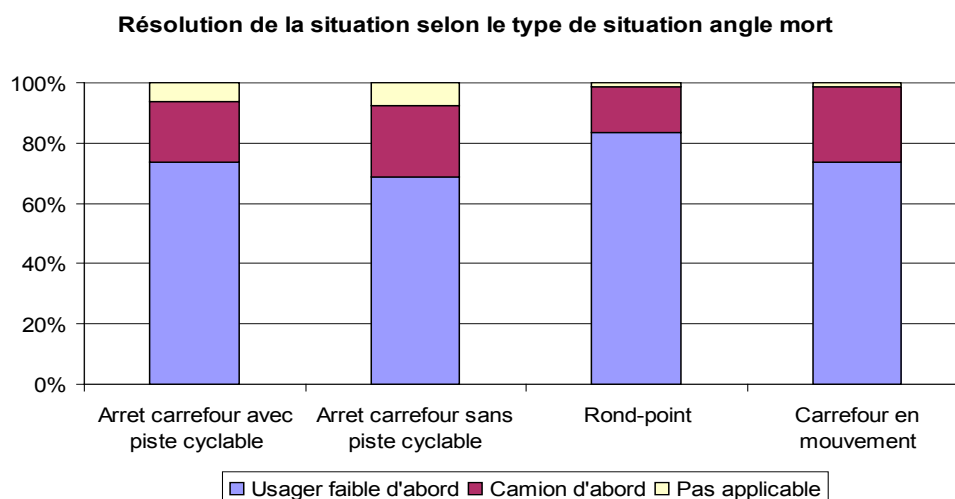
Selon le type de situation angle mort rencontrée, la résolution du « conflit » peut être de différentes natures : soit l'usager faible est passé avant que le camion tourne, soit ce dernier a pris, à tort ou à raison, la priorité. La figure 7 indique que dans une majorité des cas (de 70 à 80%), le cycliste passe avant le camion ce qui est cohérent avec la législation routière vu que le cycliste possède généralement la priorité. Dans le cas d'une situation de rond-point, l'usager faible prend significativement plus souvent la priorité par rapport au camion que dans les autres situations. Cela peut indiquer soit que les cyclistes sont plus téméraires dans cette situation, soit que les chauffeurs de camion sont encore plus prudents à cause des difficultés accrues de visibilité pour les camions dans cette situation.

En revanche, on ne rencontre pas de différence significative entre les autres situations. Il est étonnant de ne pas constater de différence entre les carrefours avec et sans piste cyclable. En effet, dans le premier cas, un cycliste sur une piste cyclable aura toujours priorité sur le camion voulant la franchir pour tourner à droite tandis que dans le deuxième cas, le cycliste n'est pas censé dépasser le camion par la droite, a fortiori si ce dernier a indiqué sa volonté de tourner à droite.

En revanche, on ne rencontre pas de différence significative entre les autres situations.

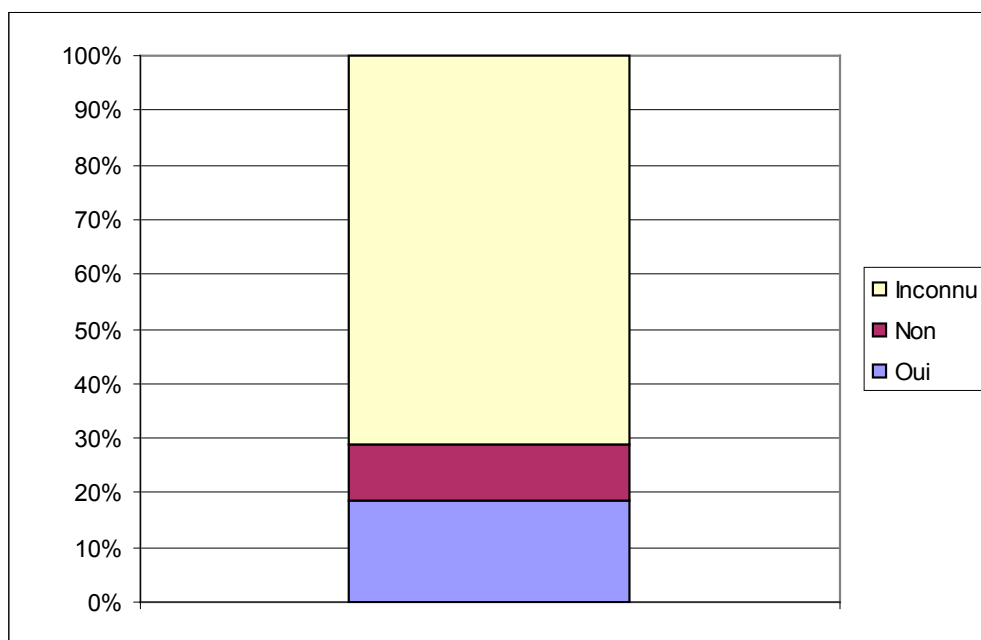
Il est étonnant de ne pas constater de différence entre les carrefours avec et sans piste cyclable. En effet, dans le premier cas, un cycliste sur une piste cyclable aura toujours priorité sur le camion voulant la franchir pour tourner à droite tandis que dans le deuxième cas, le cycliste n'est pas censé dépasser le camion par la droite, a fortiori si ce dernier a indiqué sa volonté de tourner à droite.

FIGURE 7 :
Résolution de la situation angle mort en fonction du type de situation



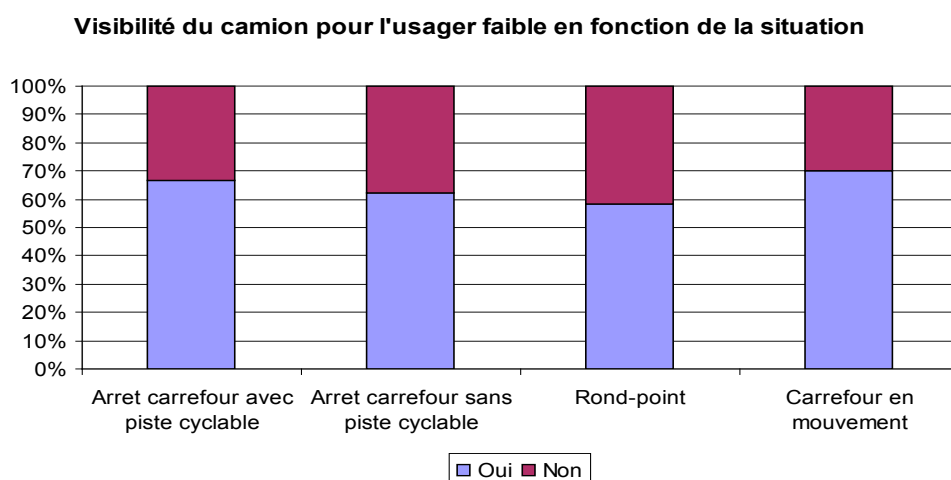
La figure 8 illustre l'opinion du chauffeur quant à la compréhension de sa manœuvre par l'utilisateur faible. Majoritairement (71% des cas), le chauffeur ne sait pas si son intention de tourner à droite a été comprise ou pas par le cycliste, ce qui est compréhensible vu la difficulté de visibilité inhérente à l'angle mort. Cela illustre bien la difficulté des situations angle mort. Dans les rares cas où le conducteur a pu détecter l'utilisateur faible, il estime dans un peu plus de 6 cas sur 10 que celui-ci a compris que le camion allait tourner à droite.

FIGURE 8 :
Compréhension par le cycliste de la manœuvre de tourne à droite du camion selon l'avis du chauffeur



La figure 9 représente la même variable en fonction du type de situation. Notre analyse ne se base que sur les avis positifs ou négatifs des conducteurs de camion concernant la compréhension de leur manœuvre par l'utilisateur faible. Dans le cas des ronds-points, les chauffeurs estiment un peu moins souvent que leur intention de tourner a été comprise (bien que la différence ne soit pas statistiquement significative par rapport aux autres situations) ce qui pourrait expliquer le fait qu'ils laissent plus souvent la priorité aux usagers faibles dans les ronds-points que dans les autres configurations.

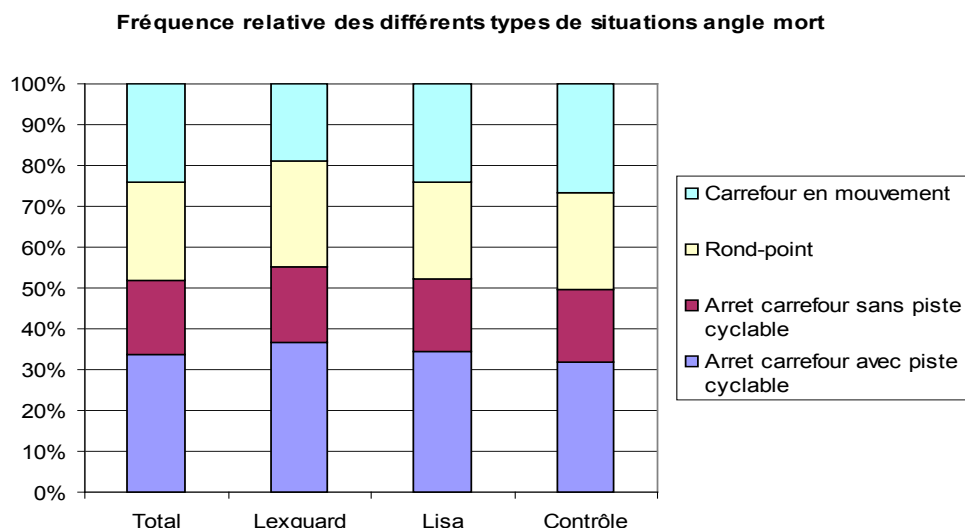
FIGURE 9 :
Compréhension par le cycliste de la manœuvre de tourne à droite du camion selon l'avis du chauffeur et en fonction du type de situation (inconnus exclus)



Une première piste pour juger de l'effet des systèmes anti angle mort est de voir si la répartition en pourcentage des différents types de situation angle mort varie en fonction du système embarqué en comparant les camions équipés du Lexguard ou du Lisa-2-Alert avec les camions sans système angle mort embarqué (Figure 10). Une différence par rapport au groupe de contrôle indiquerait que le système embarqué aurait plus de facilités à avertir le chauffeur dans certaines situations par rapport à d'autres.

Les résultats ne montrent cependant aucune différence statistiquement significative dans la fréquence des situations selon le système embarqué. Ce qui est conforme aux attentes concernant le système Lisa-2-Alert car celui-ci n'émet pas de signal vers le chauffeur mais seulement vers l'utilisateur faible. En revanche, on aurait pu penser que le Lexguard aurait eu plus de facilités pour détecter certains types de situations plutôt que d'autres. Les résultats ne signifient pas que le Lexguard n'apporte pas de détection supplémentaire, mais que s'il y a un apport du Lexguard pour repérer les situations angle mort, cet apport est comparable dans les quatre grands types de situations rencontrées. Nous notons toutefois que malgré l'équipement du véhicule par un système Lexguard, la première détection des usagers faibles par le conducteur se fait généralement par la vue directe ou par l'intermédiaire des rétroviseurs.

FIGURE 10 :
Fréquence relative des différents types de situation angle mort en fonction du système embarqué sur le camion



4.1.3 Lexguard

Cette section s'intéresse à l'évaluation spécifique du système Lexguard à partir de l'analyse des carnets de routes et des questionnaires distribués après la fin du test pratique auprès des chauffeurs.

Le temps d'installation du système Lexguard rapporté par les 9 entreprises participantes est d'en moyenne 5h30. Plusieurs installateurs ont dû être assistés par des personnes de l'entreprise Intertruck (fournisseur du Lexguard) afin de mener à bien l'installation. Cette opération peut être réalisée par les concessionnaires habituels des entreprises participantes. Toutefois, l'installation fait appel à des compétences en électronique qui ne sont pas utilisées de façon routinière chez tous les concessionnaires, ce qui explique des temps d'installation plus long que ce qui avait été pronostiqué par les distributeurs du Lexguard (3 heures). Pour le futur, Intertruck est en train de développer un réseau d'installateurs spécialisés et agréés capables de monter le système Lexguard afin de diminuer le temps et les contraintes d'installation.

Les unités montées sur les camions étaient chaque fois composées de deux bandes de capteurs : la première sur l'avant droit de la cabine et la seconde sur le coté droit du camion. Peu de temps avant le début du test, Intertruck a décidé d'adapter les distances de détection de Lexguard de la façon suivante :

- Niveau d'alarme 1 : distance de 100 cm ==> lampe verte s'allume ;
- Niveau d'alarme 2 : distance de 80 cm ==> niveau 1 + signal sonore ;
- Niveau d'alarme 3 : distance de 60 cm ==> lampe rouge "stop" et signal sonore plus fort.

Par défaut, les distances de détection du système sont plus grandes mais il apparaît qu'Intertruck a l'habitude de modifier les distances de détection voire même la localisation des capteurs du Lexguard en fonction des demandes spécifiques de leurs clients. Il était néanmoins nécessaire dans le cadre de ce test d'utiliser une distance de détection et une localisation des capteurs semblables dans toutes les entreprises afin de pouvoir tirer des conclusions générales. Nous avons choisi de laisser la

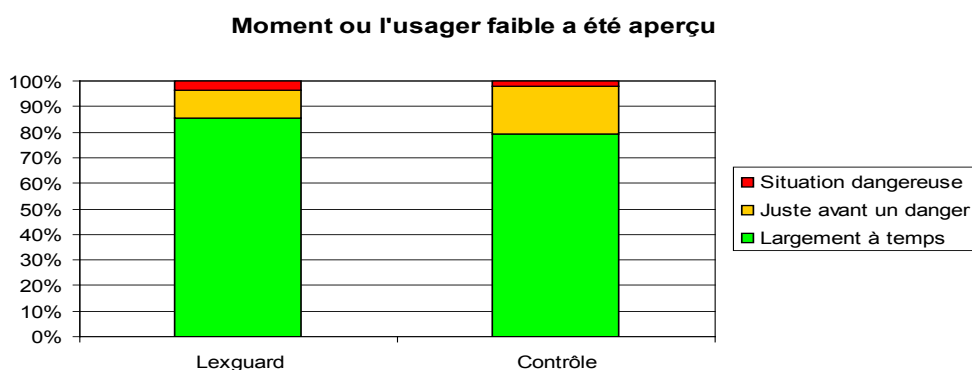
responsabilité du choix des distances de détection à Intertruck en considérant que le fabricant était le plus à même d'estimer la configuration dans laquelle leur produit donnerait les meilleurs résultats. Ces distances de détection ne sont modifiables que par l'entreprise Intertruck et par les concessionnaires partenaires, grâce à un logiciel spécifique.

Lors de la première situation angle mort rencontrée lors de chaque jour de test, il a donc été demandé aux chauffeurs de noter comment la situation s'était déroulée et quel avait été le comportement du Lexguard.

Par définition, un des critères d'efficacité d'un système anti angle mort est de pouvoir détecter rapidement les situations angle mort, surtout celles les plus critiques. Il a donc été demandé aux chauffeurs d'exprimer à quel moment dans les situations angle mort l'utilisateur faible avait été vu, quel que soit le moyen de détection employé. En comparant les chauffeurs équipés du Lexguard avec ceux du groupe de contrôle (Figure 11), on constate que la proportion de situations où l'utilisateur faible a été détecté largement à temps est légèrement plus élevée pour les chauffeurs équipés du Lexguard mais que la proportion de situations où l'utilisateur faible n'a pas été détecté avant que la situation soit dangereuse n'a pas diminué par rapport aux chauffeurs du groupe de contrôle.

FIGURE 11 :

Moment où l'utilisateur faible a été aperçu, quel que soit le mode de détection. Comparaisons des chauffeurs équipés de Lexguard avec ceux du groupe de contrôle

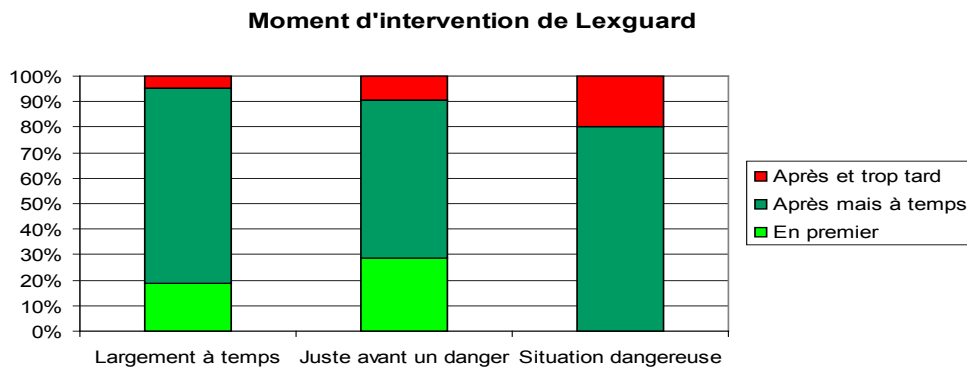


L'analyse du comportement spécifique du Lexguard par rapport aux autres moyens de détection (rétroviseurs, vue directe) a permis de montrer que ce système était le premier à signaler la présence de l'utilisateur faible dans environ 20% des situations où l'utilisateur faible a été vu largement à temps ou juste avant un danger (figure 12). En revanche, il n'a pas été utile dans les situations les plus dangereuses (il faut néanmoins signaler que seules 5 situations dangereuses ont été rapportées ce qui est peu pour tirer des conclusions). Le Lexguard est le plus souvent intervenu après que l'utilisateur faible ait été détecté par les conducteurs par d'autres moyens. Ces résultats illustrent que les chauffeurs restent attentifs malgré la présence du système. Cependant certains cas pour lesquels la seule détection par le Lexguard aurait été potentiellement dangereuse ont été rapportés. Il faut également noter que dans certaines situations, le Lexguard ne s'est pas déclenché du tout (faux négatif). Il est assez paradoxal que dans le cas de situations qui ont été jugées comme dangereuses par les chauffeurs, ces derniers ont quand même estimé dans quatre situations que le Lexguard, bien que ne les ayant pas averti du danger avant qu'ils ne le voient par d'autres moyens, est quand même intervenu à un moment qui leur aurait quand même encore permis de réagir. Logiquement, on s'attendrait à ce que toutes les interventions du Lexguard, postérieures à la vue directe ou par les rétroviseurs dans les situations dangereuses, soit jugées comme trop tardives.

D'après les résultats à cette question, le Lexguard semble intervenir souvent à bon escient lors des situations angle mort de routine mais ce qui est important est surtout que le système réagisse dans les situations dangereuses. Lorsqu'on compare le nombre de situations angle mort rencontrées avec le nombre d'accidents qui se déroulent (aucun rapporté pendant le test), on se réalise que seule une petite partie des conflits dus à l'angle mort dégénère en accident. Cela signifie que malgré l'absence de moyens de détection comme Lexguard, la plupart des situations ne deviennent pas dangereuses. L'intérêt dans l'évaluation d'un système anti angle mort est de déterminer s'il peut aider dans ces quelques situations plus critiques où la vue directe et les rétroviseurs ne suffisent pas. Les résultats à la question sur le moment d'intervention de Lexguard ne permettent pas de se faire une idée définitive de l'apport de Lexguard lors des situations les plus critiques.

FIGURE 12 :

Moment d'intervention du Lexguard par rapport aux autres moyens de détection (vue directe et rétroviseurs) en fonction du moment où l'utilisateur a été détecté

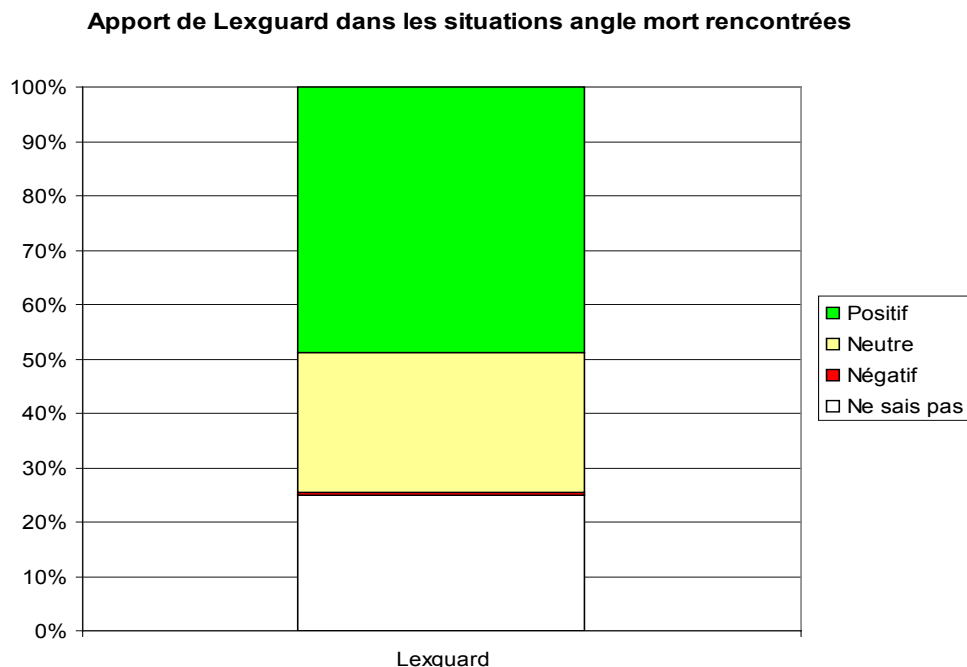


Pour chaque situation angle mort rencontrée il a été demandé aux chauffeurs d'évaluer l'effet du Lexguard. Celui-ci a été jugé positivement dans environ la moitié des situations rencontrées par les chauffeurs (Figure 13). Si l'on met ce résultat en parallèle avec le graphique précédent, on constate qu'il n'est pas nécessaire que le Lexguard soit le premier à détecter le danger pour que les chauffeurs considèrent son apport positif. Probablement certains chauffeurs ont-ils considéré que le fonctionnement correct du Lexguard pouvait être considéré comme positif même si le système n'a fait que confirmer l'observation qu'il avaient déjà faite par un autre moyen de l'utilisateur faible dans leur angle mort. L'effet n'a été jugé négativement que dans une seule situation (cas d'une alerte jugée trop tardive). Cela indique que les chauffeurs n'ont pas eu l'impression que le système Lexguard les ait mis en danger lors du test.

Les résultats provenant du carnet de route laissent à penser qu'il n'y aurait pas de contre-indication à l'implémentation du Lexguard, bien que son apport dans les situations angle mort critiques n'ait pas été établi. Le nombre de situations critiques rencontrées lors du test était faible (2% du total des situations). Ce faible échantillon rend l'évaluation de l'apport d'un système dans les situations potentielles d'accident difficile.

Il faut également noter un biais possible dans les résultats issus des carnets de route en faveur du Lexguard. En effet, il a été remarqué que les chauffeurs peu satisfaits par les systèmes avaient tendance à arrêter de remplir le carnet de route régulièrement. Ces résultats sur l'effet du système doivent donc être considérés comme une estimation optimiste vu que les chauffeurs satisfaits avaient plus tendance à répondre.

FIGURE 13 :
Façon dont l'apport du Lexguard a été jugé par les chauffeurs dans les situations angle mort

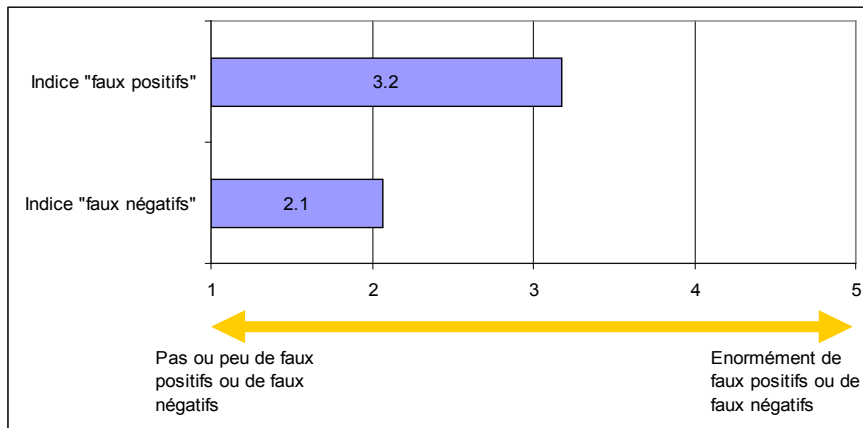


Le carnet de route n'apporte des informations que sur le comportement du système lors des situations angle mort. Ce n'est qu'une partie de la période pendant laquelle il s'agit de juger le système. En effet, celui-ci reste actif en permanence dans l'habitacle et continue d'interagir avec le chauffeur.

Un système est optimal lorsque les taux de faux négatifs (le système ne s'active pas alors qu'il aurait du signaler la présence d'un usager faible) et de faux positifs (le système s'active alors qu'il n'y a pas d'usager faible dans l'angle mort) sont faibles. Ces deux taux sont interdépendants : un système très sensible se déclenchera souvent et provoquera donc peu de faux négatifs mais beaucoup de faux positifs. Au contraire, un système au seuil de détection très élevé fera diminuer le taux de faux positifs, mais avec l'inconvénient que le taux de faux négatifs augmentera (puisque moins de situations dangereuses seront prises en compte).

Dans le questionnaire ayant suivi l'étude, il a donc été demandé à chaque chauffeur d'estimer sur une échelle de 1 à 5 (il s'agit donc d'une estimation subjective) le nombre de faux positifs et de faux négatifs. Les scores moyens obtenus sont les suivants :

FIGURE 14 :
Nombre de faux positifs et de faux négatifs rapportés par les chauffeurs concernant le Lexguard



Le nombre élevé de faux positifs rapportés par de nombreux chauffeurs est apparu comme un problème du système Lexguard pendant le test. 10 chauffeurs sur 34 (29%) ont choisi une valeur de 5 pour le nombre de faux positifs définie comme « extrêmement » élevée dans le questionnaire. Le nombre élevé de faux positif est susceptible de diminuer la confiance qu'ont les chauffeurs dans le système et d'induire une forme d'inattention en cas d'alerte réelle. En général, un nombre plus élevé de faux positifs est accepté lorsque le système a pour fonction de prévenir un danger aux conséquences graves. Dans le cadre de l'angle mort, une non-détection d'un cycliste peut conduire à un accident mortel ce qui laisserait penser qu'un certain nombre de faux positifs serait quand même acceptable. Le taux élevé de faux positifs révélé par notre étude reste cependant préoccupant.

Une des sources majeures de faux positifs rencontrés lors du test ont été des problèmes techniques. En effet, le système s'est montré extrêmement sensible aux conditions climatiques. 81% des chauffeurs ont rapporté un déclenchement intempestif du système par temps de pluie et 73% par temps de neige. Le vent fort s'est montré aussi susceptible de faire réagir le système Lexguard. Ces alertes répétées par mauvais temps ont agacé de nombreux chauffeurs à tel point que certains d'entre eux ont même arrêté de participer à l'étude. Cela a clairement influencé de manière négative l'avis global des chauffeurs et des responsables d'entreprise au sujet du système Lexguard.

L'autre source de faux positifs, n'ayant là rien à voir avec des problèmes technique, est liée au mode de détection du Lexguard. Ainsi des objets, autres que des cyclistes, tels que des poteaux ou des voitures ont également été détectés par le système.

Pour résoudre ces problèmes de faux positifs, la société Intertruck propose deux solutions. La première consiste au couplage du système Lexguard avec un module GPS afin que le dispositif ne soit actif qu'en dessous d'une certaine vitesse (par défaut 30 km/h). Ce module est intégré à chaque nouveau système Lexguard distribué par Intertruck. Cette solution permettra de supprimer les fausses alertes en situation de conduite à moyenne ou haute vitesse (au moment où des conflits dus à l'angle mort sont peu susceptibles de se produire) et de permettre aux conducteurs de ne pas être perturbé inutilement. En revanche, cet ajout ne réduit pas le taux de faux positifs lorsque le camion circule à faible vitesse, au moment où la fiabilité du système est la plus indispensable. Un chauffeur dont le camion a été équipé du module GPS au cours du test a estimé que le système était meilleur avec ce module que sans.

La deuxième solution repose sur l'adaptation des zones et des distances de détection

pour réduire le taux de faux positifs. Cette modification n'influencera, à priori, pas le nombre de faux positifs dus aux conditions climatiques mais bien celui lié aux autres objets que les cyclistes. Toutefois, un affinement de la reconnaissance des types d'usagers et une diminution de la distance de détection du système pourrait conduire à une réduction des détections de cyclistes ou à des détections plus tardives et donc à une augmentation du nombre de faux négatifs. Or, si le score attribué aux faux négatifs est plus faible que celui des faux positifs, il reste non négligeable. Ce nombre de faux négatifs acceptés par les chauffeurs devrait, théoriquement, être faible. En effet, un défaut de détection d'un usager faible peu conduire à un accident aux conséquences graves.

Compte tenu des taux rapportés de faux positifs et de faux négatifs, on peut donc se demander s'il est possible de trouver un compromis acceptable au niveau de la distance de détection du Lexguard qui permette une détection systématique des situations dangereuses tout en limitant les fausses alertes. En outre, il ne suffit pas qu'une situation angle mort soit signalée par le système, il faut aussi qu'elle soit signalée à temps pour que le chauffeur puisse réagir. Or, dans le cadre des situations types d'angle mort, la distance entre le cycliste et l'angle de la cabine du camion se réduit très vite avant une probable collision. Un système ayant une aire de détection avec une distance réduite ne laisserait donc, à priori, peu ou pas le temps nécessaire au chauffeur pour réagir. En conséquence, la solution de diminuer la distance de détection pour diminuer le nombre de faux positifs semble incompatible avec une détection suffisamment précoce des cyclistes pour laisser le temps au conducteur de réagir au signal avant un accident.

Les chauffeurs ayant participé au test avec le Lexguard sont d'ailleurs très partagés à propos de la pertinence de la distance de détection qui a été utilisée lors du test (Tableau 4). Il est notamment paradoxal de voir que les chauffeurs, bien que se plaignant des faux positifs, sont plus nombreux à vouloir augmenter la distance de détection que la diminuer, même parmi ceux ayant choisi un score de 5 pour la question sur les faux positifs. La plupart (48,7 %) trouvent néanmoins la distance de détection correcte. Ce résultat augmente encore le doute sur la possibilité de trouver une distance de détection pouvant permettre au système de remplir son rôle de sécurité sans engendrer un nombre trop élevé de faux positifs.

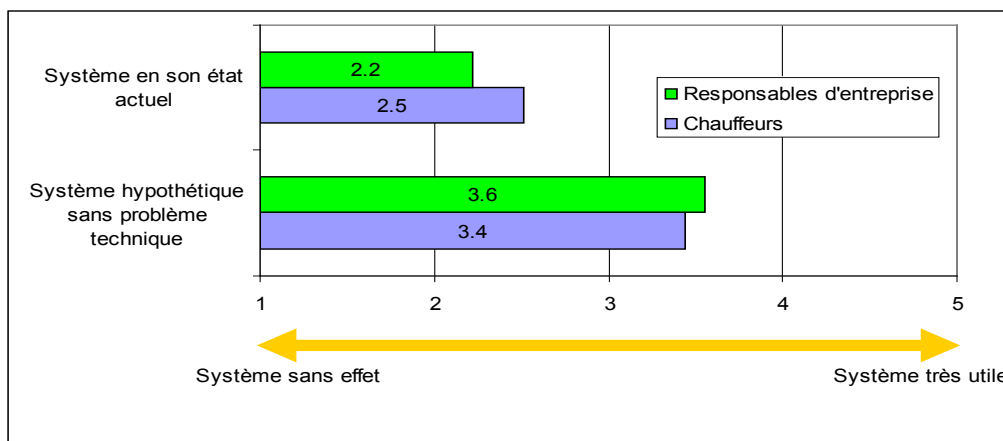
TABLEAU 4 :

Opinion concernant la distance de détection de Lexguard en fonction de la réponse à propos du taux ressenti de faux positifs

	Score pour la question sur les "faux positifs"					Pourcentage total
	1	2	3	4	5	
Trop grande	1	0	1	0	2	10.8
Correcte	3	5	5	2	2	48.7
Trop courte	1	0	1	2	4	24.3
Sans avis	1	1	1	0	2	16.2

Compte tenu de ces problèmes techniques, il a été demandé aux chauffeurs et aux responsables d'entreprises d'évaluer l'utilité du système dans sa globalité sur une échelle de un à cinq selon deux modalités. La première considère le système dans son état actuel et la seconde se base sur un système théorique ne souffrant pas des problèmes techniques signalés (figure 15).

FIGURE 15 :
Evaluation globale de l'apport du Lexguard par les camionneurs et les responsables d'entreprises

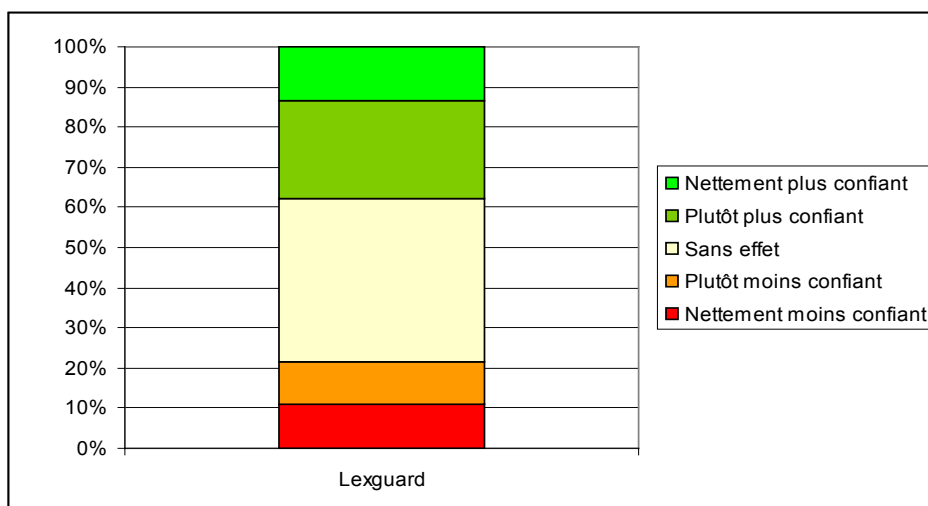


Le système testé n'a été approuvé ni par les chauffeurs ni par les chefs d'entreprises. Ils jugent qu'en l'état actuel des choses, le système n'est pas encore suffisamment au point pour être utilisé. Dans l'hypothèse où les problèmes techniques du système seraient résolus, les chauffeurs et les responsables d'entreprise ont donné une note légèrement supérieure à la moyenne sans toutefois que le principe de fonctionnement du Lexguard obtienne l'unanimité².

Il existe un lien statistique significatif entre le fait de trouver que le système crée beaucoup de faux positifs et l'attribution d'une mauvaise évaluation au dispositif. Le taux de faux négatifs a moins influencé l'évaluation. Ceci peut s'expliquer par la capacité des conducteurs à détecter les situations dangereuses sans l'aide du système ce qui fait qu'ils prêtent moins attention aux non-détections du Lexguard.

L'évaluation à posteriori a également étudié la modification induite par le système sur le comportement du conducteur. Ainsi les conducteurs devaient signaler si le système modifiait leur niveau de confiance au moment de négocier des situations avec un risque d'angle mort. Les réponses sont les suivantes :

FIGURE 16 :
Façon dont le système Lexguard modifie le niveau de confiance des conducteurs au moment d'aborder des situations avec un risque d'angle mort

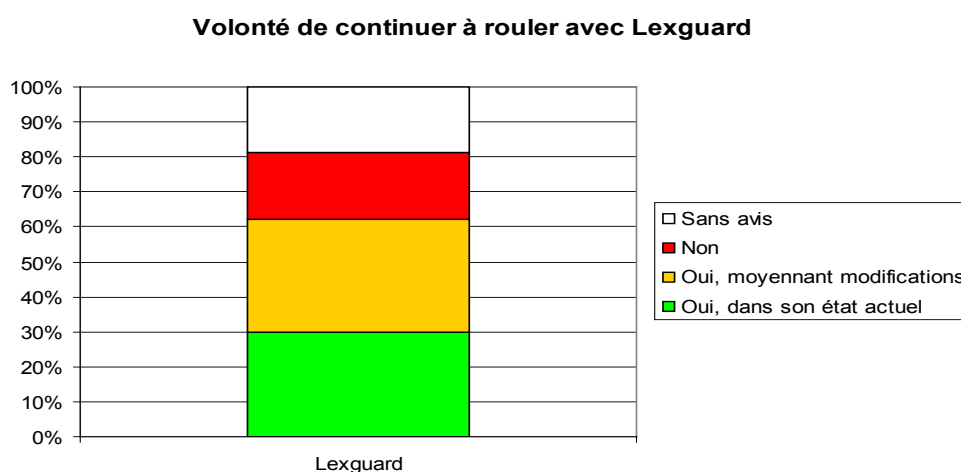


² La participation à l'étude étant sur base volontaire, on peut pourtant supposer que les entreprises ayant accepté de travailler avec le Lexguard avaient déjà un a priori plutôt positif par rapport au système avant le test.

38% des chauffeurs ont eu leur niveau de confiance amélioré par la présence du système alors que le système n'a pas eu d'influence pour 41%. En revanche, il est préoccupant de constater que 22% des chauffeurs ressentent un plus faible niveau de confiance en présence du système. Ce dernier résultat peut s'expliquer par le taux élevé de faux positifs qui tend à mettre le conducteur inutilement en alerte d'un danger potentiel.

Enfin, il a été demandé aux chauffeurs s'ils désiraient continuer à rouler avec le système (figure 17). Trois conducteurs sur dix sont suffisamment satisfaits du système au point de vouloir continuer à rouler avec et 30 autres pourcents envisageraient de le faire si le système était amélioré. 20% ne désirent pas continuer l'expérience avec Lexguard.

FIGURE 17 :
Volonté des camionneurs ayant participé au test de continuer à rouler avec le système Lexguard



Les responsables d'entreprises ont un avis assez proche de celui des chauffeurs. 56% d'entre eux veulent garder les systèmes, 22% ne souhaitent pas continuer l'utilisation du système et 22% ne se prononcent pas. Signalons que les systèmes ont été offerts aux firmes participantes et installés et qu'il n'y a donc plus de barrière financière pour les firmes décidant de garder les systèmes.

Enfin, seulement 44% des responsables ont estimé que le système pouvait s'avérer rentable contre 33% ayant l'avis opposé malgré les caractéristiques techniques du Lexguard qui ne sont pas limitées à la détection dans les angles morts mais à tous types d'obstacles autour du véhicule. Ce qui peut s'avérer être une aide à la conduite précieuse lors de manœuvres.

En conclusion, le test du système Lexguard n'a pas permis d'identifier un apport significatif du système pour éviter les situations critiques dues à l'angle mort. Les chauffeurs ont été très mitigés à propos du système et de ses limitations techniques au moment du test.

Le système testé ne peut pas être recommandé comme une solution satisfaisante contre l'angle mort en tant que tel. Il faut néanmoins tenir compte que la société Intertruck a apporté des améliorations au Lexguard depuis notre étude. Un test prenant en compte le nouveau module GPS aurait probablement reçu un meilleur accueil de la part des chauffeurs qui auraient été moins perturbés par des signaux intempestifs du Lexguard.

Toutefois, indépendamment des problèmes techniques rencontrés, une interrogation persiste. Est-il possible, avec ce type de système, de réduire le nombre de faux positifs

tout en garantissant une détection des cyclistes optimale et suffisamment à temps pour permettre aux conducteurs de réagir face à une situation dangereuse ? Les taux élevés de faux positifs et de faux négatifs rapportés lors du test nous inciteraient à répondre par la négative.

Notons que nous avons enregistré un seul cas pour lequel le chauffeur a signalé explicitement que le Lexguard lui avait sans doute évité un accident. Mais la configuration conflictuelle ne faisait pas partie des situations étudiées. En effet, il s'agissait d'une voiture évitée de justesse lors d'un changement de bande sur autoroute.

4.1.4 Lisa-2-Alert

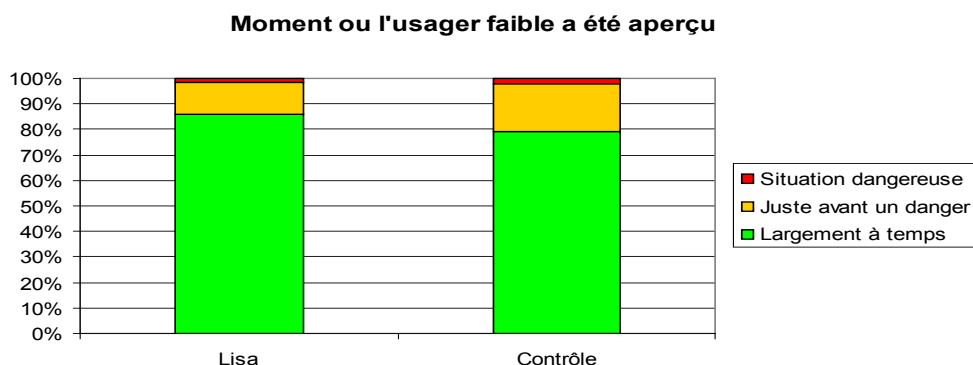
Le test du système Lisa-2-Alert par les camionneurs ne constitue qu'une partie de l'évaluation du système. Contrairement au Lexguard, le Lisa-2-Alert n'envoie pas un signal au chauffeur mais plutôt aux usagers faibles lorsque le conducteur actionne son clignoteur droit. L'avis des chauffeurs de poids-lourds ne constitue donc qu'un élément d'évaluation partiel qui sera complété par les résultats des tests réalisés auprès des cyclistes. Du point de vue du conducteur du camion, il est difficile de juger de l'efficacité de Lisa-2-Alert pour éviter les angles morts mais il est possible de vérifier si le système ne pose pas de problème d'utilisation ou de sécurité.

Le temps d'installation moyen du système Lisa rapporté par les 8 entreprises participantes était de 4h20 environ, soit légèrement supérieur à celui renseigné par le fabricant.

A l'instar de ce qui a été observé avec le système Lexguard, les conducteurs circulant dans un véhicule équipé du Lisa ont détecté les usagers faibles plus souvent « largement à temps » en comparaison avec les chauffeurs du groupe de contrôle (véhicules sans dispositif). Cependant le système Lisa n'ayant aucune interaction avec le conducteur, ce résultat ne peut s'expliquer que par un changement de comportement induit par le système sur le conducteur. Ainsi les conducteurs circulant dans des véhicules équipés du Lisa seraient plus attentifs au risque d'angle mort que les conducteurs témoins. Tout comme le Lexguard, nous constatons que le Lisa-2-Alert n'a pas distrait les conducteurs mais au contraire les a rendus plus vigilants. Néanmoins, cette influence pourrait n'être que provisoire et avoir tendance à disparaître lorsque la conduite avec le Lisa deviendrait routinière.

FIGURE 18 :

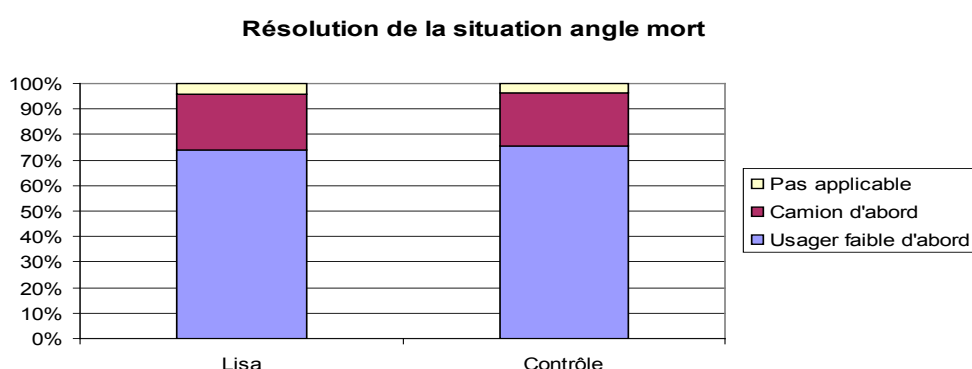
Moment où l'utilisateur faible a été aperçu, quel que soit le mode de détection. Comparaisons des chauffeurs équipés de Lisa-2-Alert avec ceux du groupe de contrôle



Une des craintes qui pourrait être formulée est que le système Lisa-2-Alert induise un faux sentiment de sécurité chez les conducteurs. Ces derniers se sentant en confiance

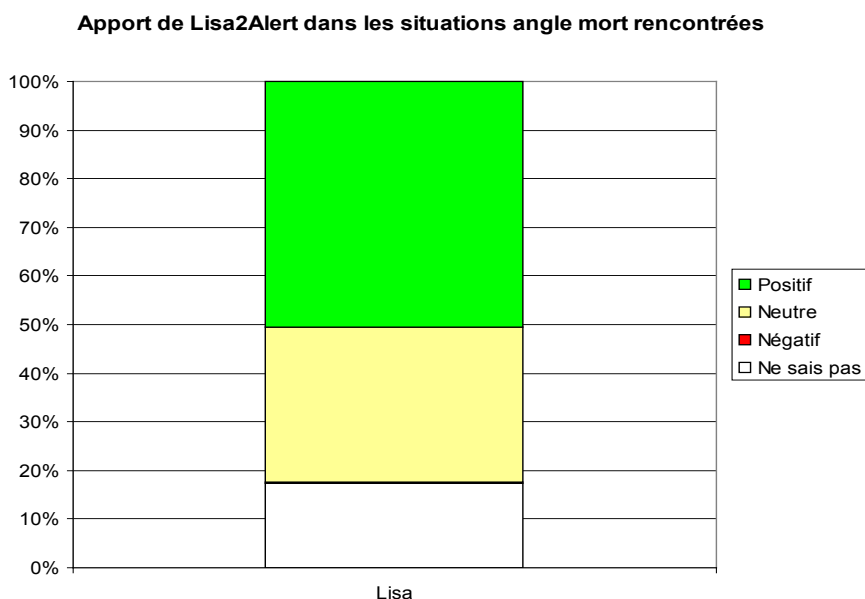
effectueraient des manœuvres plus risquées convaincus que leur intention de tourner est signalée à l'extérieur du véhicule aux usagers faibles grâce au Lisa-2-Alert. Il est donc intéressant de comparer comment les situations angle mort ont été solutionnées par les chauffeurs de Lisa-2-Alert et par ceux du groupe de contrôle. La figure 19 apporte une réponse claire : on ne distingue aucune différence significative entre les chauffeurs « Lisa-2-Alert » et les chauffeurs du groupe de contrôle. La priorité est laissée aux cyclistes dans la même proportion des cas. Si on analyse chacun des quatre types de situation angle mort séparément, on arrive également à la même constatation.

FIGURE 19 :
Résolution de la situation angle mort en fonction du type de système embarqué



Lors de chaque première situation angle mort de la journée, les chauffeurs ont été interrogés sur l'apport du Lisa-2-Alert (figure 20). Dans environ 50% des situations l'effet du Lisa-2-Alert a été considéré comme positif alors que seulement un cas d'effet négatif a été rapporté ce qui pourrait indiquer que les chauffeurs n'ont pas remarqué que le système provoquait des incompréhensions chez les cyclistes.

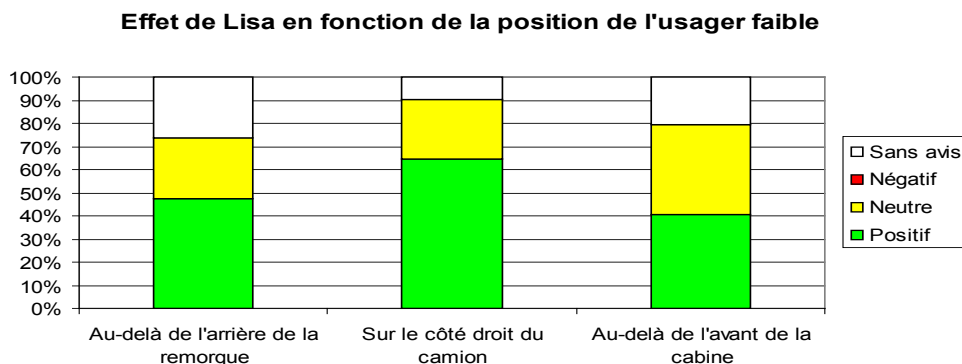
FIGURE 20 :
Façon dont l'apport du Lisa-2-Alert a été jugé par les chauffeurs dans les situations angle mort



Il est intéressant d'étudier l'effet rapporté par les camionneurs du Lisa-2-Alert en fonction de l'endroit où se trouvait l'utilisateur faible au moment de l'activation du clignoteur (figure 21). On remarque que c'est dans le cas où l'utilisateur faible se trouvait à côté du camion que l'efficacité rapportée est la plus grande. A cet endroit l'utilisateur faible bénéficie à la fois des signaux sonores et visuels du Lisa-2-Alert. Dans le cas où l'utilisateur faible est derrière le camion, l'effet « positif » n'est plus rapporté que dans un cas sur deux et seulement dans 42% des cas lorsque le cycliste est devant le camion. A ce dernier endroit, le signal visuel du Lisa-2-Alert est invisible pour le cycliste, seul reste audible le signal sonore.

FIGURE 21 :

Effet rapporté du Lisa-2-Alert en fonction de la position de l'utilisateur faible au moment où le système a été activé



Si l'on demande aux camionneurs s'ils pensent que l'utilisateur faible était conscient de leur volonté de tourner à droite (figure 22), on se heurte au problème qu'il est très souvent impossible pour ceux-ci de juger la compréhension de leur manœuvre par les cyclistes. En excluant les cas rapportés pour lesquels le chauffeur est indécis, nous n'observons aucune différence entre le groupe équipé du Lisa et le groupe contrôle (figure 23). Mais la difficulté pour le chauffeur de camion d'apercevoir l'utilisateur faible fait que nous nous gardons de conclure à l'inefficacité de Lisa-2-Alert sur base de cette réponse des chauffeurs. Lorsque le cycliste circule avec des écouteurs sur les oreilles, les chauffeurs rapportent que le système Lisa semble en général ne pas avoir été perçu. Cette situation est relativement fréquente et constitue une limite pour le système.

FIGURE 22 :

Selon le camionneur, l'utilisateur faible était-il conscient que le camion allait tourner à droite ?

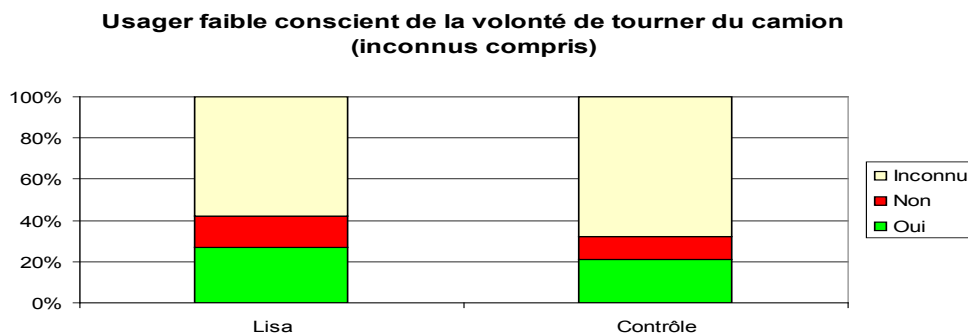
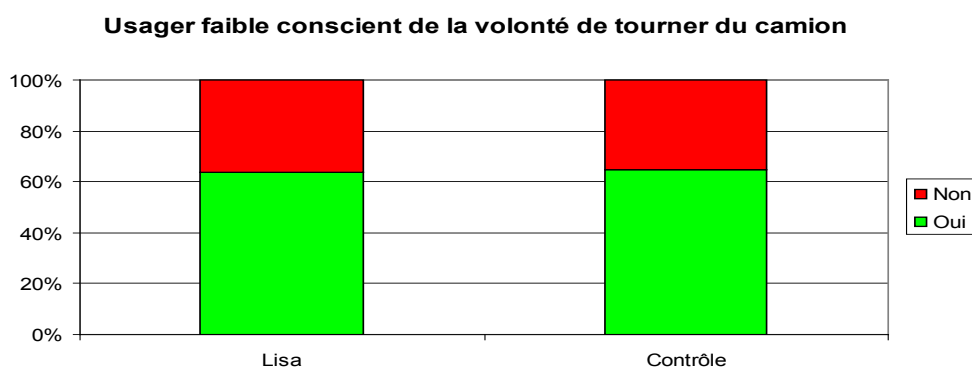


FIGURE 23 :

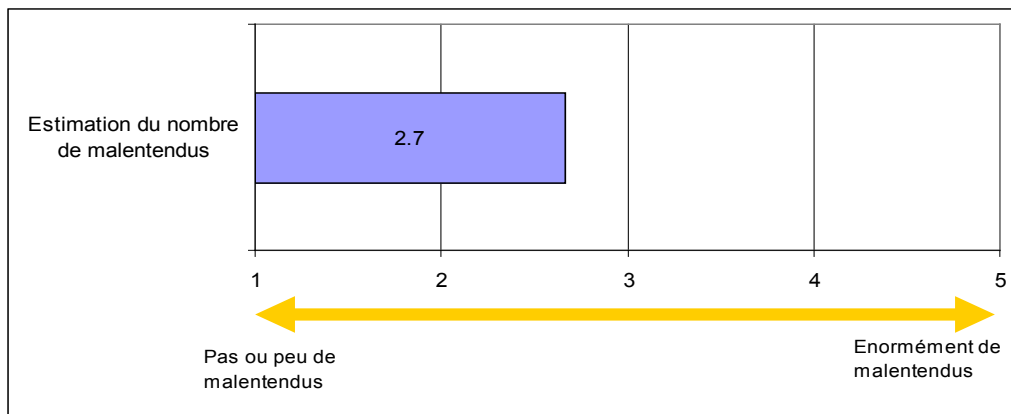
Selon le camionneur, l'usager faible était-il conscient que le camion allait tourner à droite ? (inconnus ignorés)



Comme dans le cas du Lexguard, il a été demandé, après la phase de test, aux chauffeurs et responsables d'entreprises de répondre à une série de questions nous permettant d'évaluer le système. La première consistait à noter sur une échelle de 1 à 5 (échelle subjective) le nombre de malentendus ou d'hésitations créés par le Lisa-2-Alert.

FIGURE 24 :

Estimation par les chauffeurs du nombre de malentendus causés par le système Lisa-2-Alert



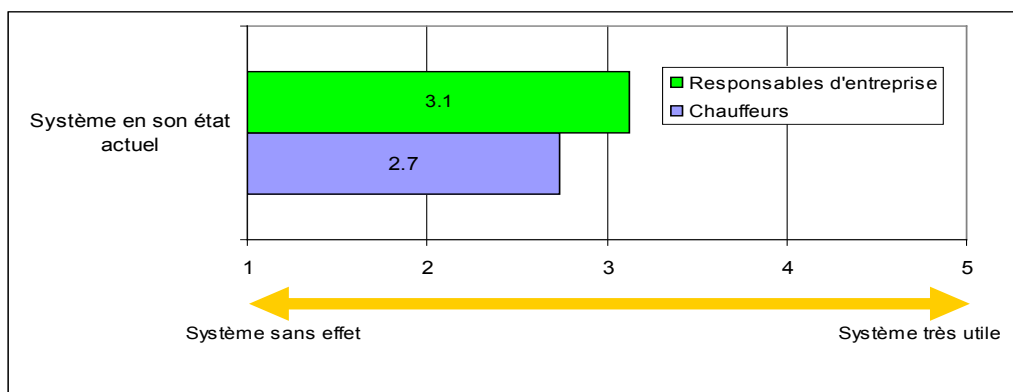
D'après les chauffeurs, le système aurait créé un nombre significatif de malentendus. Ce résultat ne correspond étonnamment pas aux situations rapportées lors de la période de test. En effet, les chauffeurs n'avaient relevé en tout et pour tout qu'une situation au cours de laquelle l'effet de Lisa-2-Alert avait été jugé négatif. On peut émettre l'hypothèse que les chauffeurs ont pu observer des situations où le signal du Lisa-2-Alert était mal compris par les cyclistes mais sans que cela soit source de danger supplémentaire. Il faut aussi noter qu'aucun chauffeur n'a indiqué le score maximum de 5 (malentendus extrêmement fréquents).

Par ailleurs, les chauffeurs ont noté sur une échelle de 1 à 5 l'utilité globale du système Lisa-2-Alert (figure 25). Très peu de soucis techniques ayant été signalés³ lors de la phase de test, il n'a été demandé qu'une évaluation du système testé sans proposition d'amélioration.

³ Pour un seul cas, il a été signalé que le bip sonore du Lisa-2-Alert se mettait aussi en route lorsque les warnings étaient enclenchés.

FIGURE 25 :

Evaluation globale de l'apport du Lisa-2-Alert par les camionneurs et les responsables d'entreprise

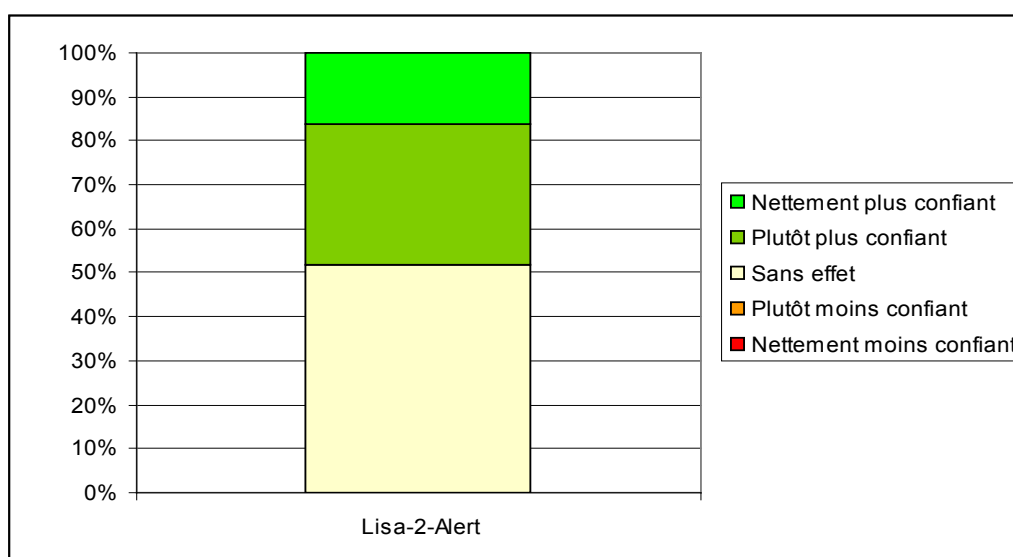


Les résultats diffèrent légèrement entre les chefs d'entreprises et les chauffeurs. Les premiers semblent plus convaincus par le système Lisa-2-Alert que par le Lexguard dans son état actuel. Les chauffeurs ne semblent pas trouver une utilité significative au système. Il est à rappeler que le système ne les aide pas directement. Il faut aussi signaler que plusieurs chauffeurs ont déploré le manque d'information des cyclistes à propos du système Lisa-2-Alert. Peut-être que si le test avait été mené après une campagne de sensibilisation sur le Lisa-2-Alert, les chauffeurs auraient été plus positifs à propos du système.

Au point de vue du niveau de confiance apporté par le système, il a été jugé neutre dans la majorité des cas (52%) et positif pour 48% (figure 26). Contrairement au système Lexguard, aucun cas de diminution du niveau de confiance lié à la présence du système n'a été rapporté.

FIGURE 26 :

Façon dont le système Lisa-2-Alert modifie le niveau de confiance du conducteur au moment d'aborder les situations angle mort

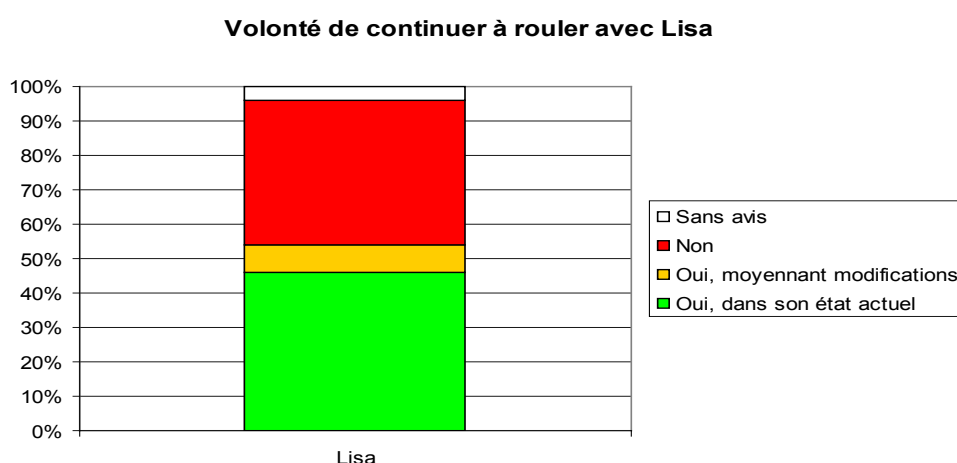


Concernant la volonté qu'ont les chauffeurs de continuer à rouler avec le système, on remarque qu'environ 50% sont favorables et 40% ne souhaitent pas poursuivre

l'utilisation (figure 27). Ce dernier résultat peut paraître surprenant car le système n'impose aucune charge supplémentaire au chauffeur, que son interaction avec celui-ci est nulle et qu'il n'a pas été identifié comme apportant une baisse du niveau de confiance.

Les responsables d'entreprise sont, quant à eux, plus positifs dans leur évaluation puisque 75% d'entre-eux désirent garder le système Lisa. Les 25% restant étant sans avis.

FIGURE 27 :
Volonté des camionneurs ayant participé au test de continuer à rouler avec le système Lisa-2-Alert



Parmi les suggestions proposées par les chauffeurs, certains auraient désiré un signal sonore émis par le système plus fort. Le cas contraire n'a pas été rencontré. Le signal sonore a également été jugé trop similaire au signal de recul des camions. Enfin, des chauffeurs ont estimé que le signal lumineux matérialisé par le clignotement des lampes latérales habituelles du camion était trop discret et ils ont suggéré des lampes supplémentaires ou des lampes d'une autre couleur afin que le signal soit plus distinctement perçu.

En conclusion, le test auprès des camionneurs a permis de confirmer que le système Lisa-2-Alert ne distrayait pas les conducteurs et n'induisait pas de changement dans leur comportement lors de manœuvres avec risque d'angle mort. La difficulté dans l'évaluation de ce système par les conducteurs est l'absence d'information directe. En effet, bien que dans certains rares cas le chauffeur a déclaré que le signal du système a été perçu et compris par les usagers faibles, il leur est en général impossible de savoir si les cyclistes ont réagi au système.

De plus, il semblerait que le Lisa peut être la source d'hésitations chez les cyclistes. Ce dernier point sera étudié et analysé dans les réponses de l'enquête auprès des cyclistes.

4.2 Etude auprès des cyclistes

4.2.1 Composition de l'échantillon

Nous avons constitué un échantillon de 125 cyclistes interrogés sur 2 sites géographiques distincts : un à Louvain et l'autre à Gand.

Les tests ayant eu lieu en semaine et en zone urbaine, la grande majorité des cyclistes rencontrés étaient des cyclistes réguliers circulant sur des parcours connus.

52,8 % des répondants étaient de sexe féminin contre 48,2% de sexe masculin.

Nous n'avons pas effectué de comptage du nombre total de cyclistes passés aux endroits de test ou du nombre de refus mais en général le taux d'acceptation de réponse au questionnaire a été bon. Environ un cycliste abordé sur deux a accepté de répondre.

La nature même de l'étude n'a pas semblé générer de refus de participation. Le test ayant été réalisé mi juin, pendant la période des examens universitaires, le manque de temps pour ce motif est la raison du refus la plus souvent évoquée. Le questionnaire ne comportant pas de question sensible, les personnes ayant accepté de participer à l'enquête n'ont pas adressé de refus de réponse à l'une ou l'autre question en particulier. Les cyclistes n'ont de plus pas semblé modifier sensiblement leur comportement quand ils apercevaient les enquêteurs.

Les jeunes cyclistes avaient une propension plus élevée à accepter de répondre. Bien qu'en général nous ayons décidé d'arrêter aléatoirement les cyclistes, lorsque plusieurs se présentaient simultanément, nous avons donc essayé d'arrêter des cyclistes plus âgés afin d'obtenir un échantillon plus représentatif de la population cycliste de l'endroit.

L'âge moyen des personnes interrogées est de 28,6 ans (identique chez les femmes et les hommes). Or les statistiques d'accidents pour la période 2005-2009 donnent un âge moyen de 49 ans pour les cyclistes tués dans les accidents angle mort. Nous devons donc tenir compte dans notre analyse de cet écart significatif avec notre échantillon. En effet, l'âge a des influences sur les capacités perceptives et physiques des cyclistes et par conséquent leur niveau de détection et de compréhension du système Lisa-2-Alert au cours du test.

Une différence de comportement dans la circulation pourrait également exister entre notre échantillon jeune et les personnes plus âgées typiquement impliquées dans les accidents angle mort. Cependant, les résultats présentés ci-après contredisent une image stéréotypée des jeunes cyclistes qui auraient une conduite plus à risque et seraient inconscients des dangers.

4.2.2 Observations par le conducteur du camion et les enquêteurs

Les enquêteurs, par leur localisation au carrefour, était dans une position privilégiée pour observer les réactions des cyclistes en présence du système Lisa-2-Alert. Le chauffeur lui-même pouvait également faire des observations via ses rétroviseurs. Vu le rôle principal des enquêteurs de faire remplir les questionnaires et du chauffeur de conduire, seules des observations qualitatives ont été faites. Le but était de voir si le système Lisa-2-Alert ne provoquait pas de comportements hésitants ou dangereux de cyclistes qui seraient surpris par le système.

Aucun des chauffeurs n'a rapporté de tels types de comportements de la part des cyclistes. Les enquêteurs ont observé plusieurs cyclistes se tournant vers le camion à l'activation du Lisa-2-Alert mais cela n'a pas provoqué de changements de direction

ou de manœuvres brusques ou paniquées de la part des cyclistes. Sur la base de cette simple observation, nous disposons d'aucun élément indiquant que le Lisa pourrait provoquer des situations dangereuses.

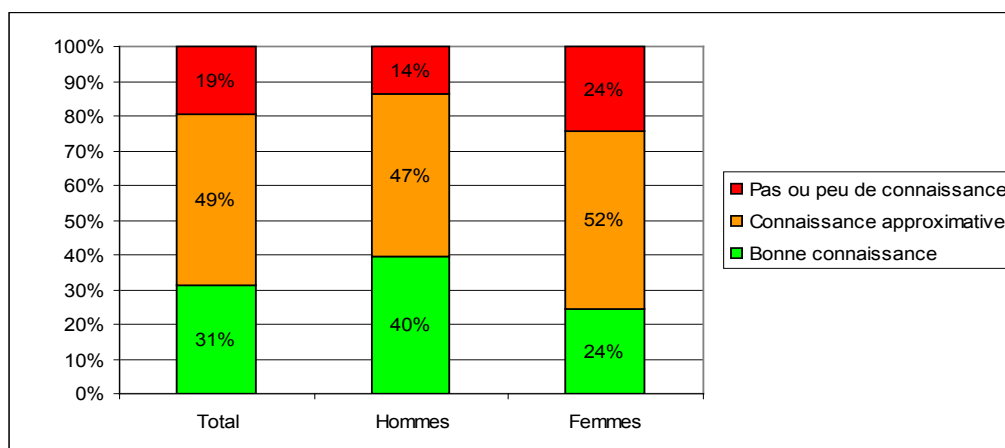
4.2.3 Questionnaire

Lors de l'interview nous avons évalué le niveau de connaissance des cyclistes concernant le problème des angles morts et leur façon de se comporter dans ce type de situation.

Ainsi, à la question concernant la connaissance des zones d'angle mort autour des camions, 31% des cyclistes interrogés ont estimé qu'ils les connaissaient bien, 49% qu'ils les connaissaient approximativement et 19% ont déclaré pas ou très peu connaître les angles morts. Il y a une différence sensible entre les hommes et les femmes, ces dernières déclarant un peu moins bien connaître les angles morts que les hommes (Figure 28). Rappelons que les cyclistes interviewés ont un profil de cyclistes routiniers et que de plus la présence de l'enquêteur pourrait les pousser à exagérer légèrement leur connaissance du problème de l'angle mort. On peut donc estimer que l'enquête donne une estimation optimiste de la connaissance des angles mort dans la population cycliste. Chez les cyclistes de plus de 55 ans, population particulièrement représentée dans les accidents angle mort, 45% ont avoué ne pas connaître les angles morts. Cependant la petite taille de notre échantillon pour les tranches d'âge âgées ne nous permet pas de conclure à une moindre connaissance du problème par les cyclistes plus âgés.

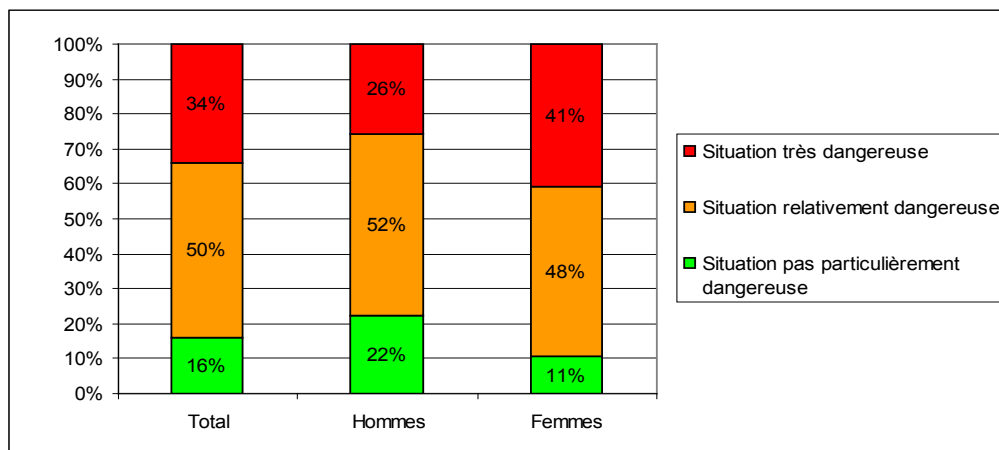
Ces résultats illustrent le besoin de sensibilisation et de communication sur la thématique de l'angle mort. De plus, si un système technique averti les cyclistes du danger de l'angle mort mais que ceux-ci ne savent pas exactement où se placer pour être en sécurité, alors l'efficacité de ce système technique sera moindre.

FIGURE 28 :
Connaissance des zones d'angle mort des camions par les cyclistes



Les cyclistes ont dû ensuite évaluer le niveau de dangerosité d'une situation type de conflit angle-mort qui leur était décrite : un cycliste circulant sur une piste cyclable et allant tout droit est confronté à un carrefour à un camion voulant tourner à droite. Un schéma de la situation était présenté aux cyclistes pour s'assurer la bonne compréhension de la situation décrite (voir annexe 3). Les résultats sont présentés à la figure 29.

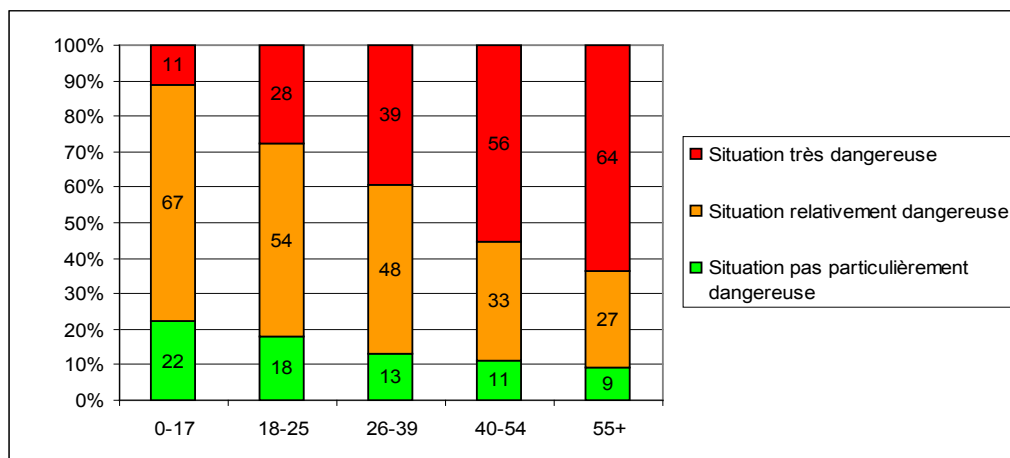
FIGURE 29 :
Dangerosité estimée d'une situation angle mort type



Les cyclistes ressentent en grande majorité la situation décrite comme dangereuse. Un tiers des cyclistes la trouvent très dangereuse et la moitié relativement dangereuse. Les femmes sont un peu plus nombreuses que les hommes à trouver les situations dangereuses. Naturellement, le fait d'être interrogés en rue par des membres de l'IBSR à propos de l'angle mort peut inciter certains cyclistes à répondre que la situation est dangereuse même s'ils ne le pensent pas vraiment. Cela peut induire une légère surestimation de la catégorie intermédiaire (« situation relativement dangereuse ») mais sans doute pas de la catégorie (« situation très dangereuse »). On peut conclure sans ambiguïté que les cyclistes sont préoccupés par les situations angle mort décrites.

Une analyse de l'évaluation du niveau de dangerosité de la scène décrite par tranches d'âge montre que plus les cyclistes sont âgés, plus ils estiment la situation dangereuse (figure 30).

FIGURE 30 :
Dangerosité estimée d'une situation angle mort type en fonction de l'âge

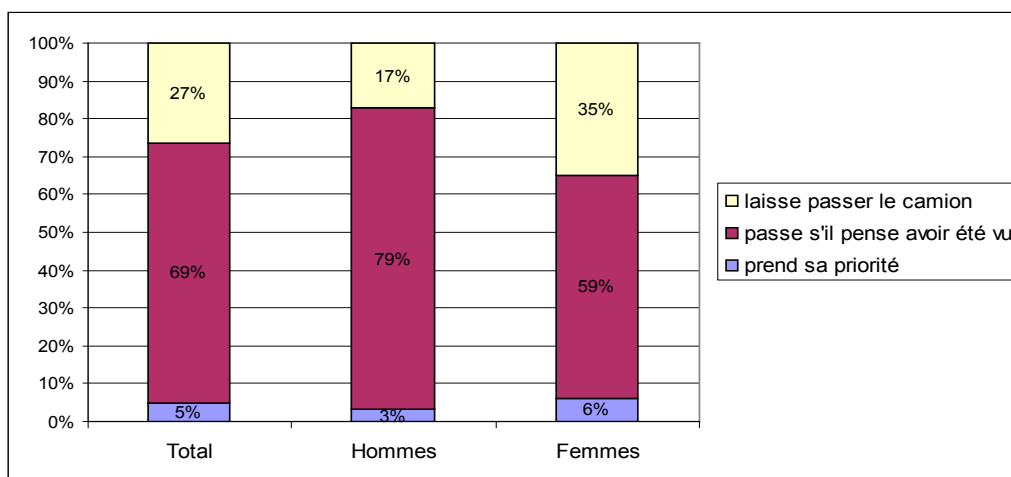


Sur la base du schéma utilisé pour la question précédente, les cyclistes ont dû décrire leur comportement dans la situation angle mort décrite. 5% des cyclistes déclarent prendre leur priorité, 69% passent seulement s'ils pensent avoir été vus par le conducteur du camion et 27% déclarent toujours laisser passer le camion (figure

31). L'analyse des usagers faibles par genre montrent que la proportion des femmes à laisser passer le camion en premier est deux fois plus importante que celle des hommes (35% versus 17%).

Ce résultat ne signifie pas que les cyclistes adoptent toujours un comportement préventif dans leur mode de conduite. En effet, on a pu observer lors des enquêtes des comportements parfois beaucoup plus téméraires que ceux avoués lors de l'interview. D'autre part, ce n'est pas parce que le cycliste pense avoir été vu par le camionneur que c'est effectivement le cas. On a en effet vu à la première question de l'enquête que la connaissance par les cyclistes des zones d'angle mort des camions était imparfaite. Un certain nombre de cyclistes surestiment certainement la capacité des chauffeurs à les avoir aperçus et sont, par conséquent, inconscients du danger potentiel. Mais aucun lien statistique n'a pu être établi entre la connaissance des zones d'angle mort et le comportement adopté et/ou déclaré dans les situations angle mort.

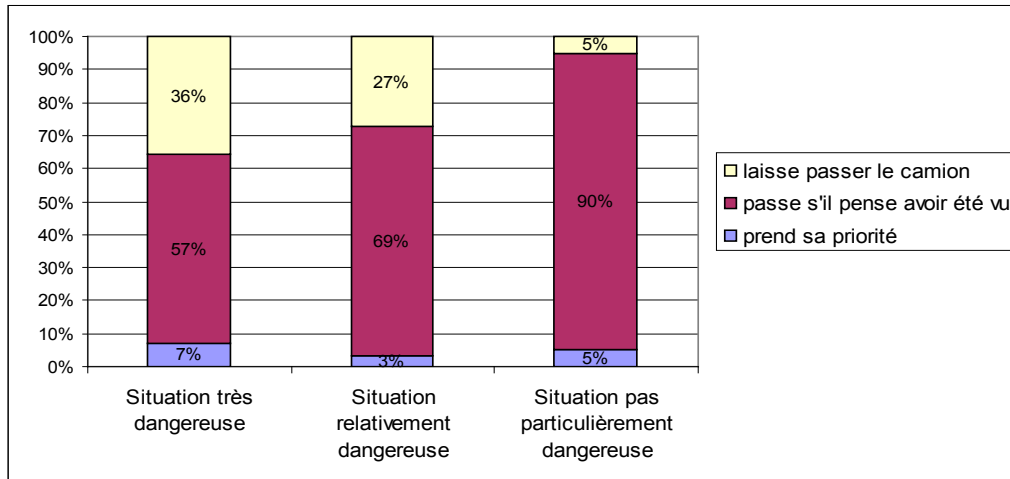
FIGURE 31 :
Comportement habituel des cyclistes dans les situations angle mort



L'analyse croisée entre le niveau d'évaluation de la dangerosité de la situation et le comportement du cycliste a permis de confirmer une situation de cause à effet entre ces deux modalités (figure 32). Ainsi les personnes les plus sensibles à la dangerosité de la situation adoptent le comportement le plus conservateur (laisser passer le camion en toutes circonstances). Toutefois, même les cyclistes ne trouvant pas la situation particulièrement dangereuse ne prennent pas pour autant leur priorité de manière systématique.

FIGURE 32 :

Comportement habituel des cyclistes dans les situations angle mort en fonction de leur niveau d'évaluation de la dangerosité



Enfin, nous avons demandé aux cyclistes s'ils avaient été déjà personnellement surpris par un camion tournant à droite alors qu'ils ne s'y attendaient pas. Un tiers des participants signalaient avoir été confrontés à ce type de conflit (34,2%).

Nous pouvons conclure que les problèmes liés à l'angle mort préoccupent de manière générale les cyclistes et qu'une majorité d'entre eux est consciente du danger. Cependant, ils ne savent pas comment se comporter exactement pour solutionner ces situations accidentogènes.

L'évaluation du système Lisa-2-Alert portait sur la détection et la compréhension des signaux par les cyclistes, l'éventuelle modification de comportement chez ces derniers et enfin son utilité.

Le tableau 5 indique pour chaque type de signal (sonore ou visuel) la proportion de cyclistes l'ayant détecté lorsque le camion a activé son clignoteur droit. C'est la composante sonore du système qui a été la mieux perçue avec 74,4% contre 12,2% pour la composante visuelle.

Parmi les cyclistes qui n'ont pas perçu le signal sonore, certains portaient des écouteurs mais il s'agit d'une minorité de ceux n'ayant pas entendu. A part une personne âgée avouant des difficultés auditives, aucune autre raison particulière n'a été mise en évidence pour expliquer le fait que certains n'ont pas perçu le signal pourtant clairement audible. Sans doute il y a-t-il certains cas où le signal a été perçu inconsciemment mais les cyclistes n'y ont simplement pas fait attention. Bien que la question ne fût pas posée, une personne a estimé que le signal n'était pas assez fort.

Le clignotement des lampes latérales du camion est passé pratiquement inaperçu avec 87,8% de non détection. Il faut dire que les lampes latérales du camion utilisées pour le test étaient petites et que donc des résultats différents auraient peut-être été atteints avec d'autres modèles de camion. Par ailleurs, il est très difficile de dire, même pour les conducteurs du camion eux-mêmes qu'elles sont les lampes qui clignotent ou pas dans la situation normale sans système Lisa-2-Alert. Il est possible que certains cyclistes aient bien aperçu le clignotement des lampes latérales du camion mais sans le signaler à l'enquêteur car ils considéraient que c'était l'état de fonctionnement normal de ces lampes. Toutes les personnes ayant aperçu les lampes latérales ont aussi entendu le signal sonore.

La principale valeur ajoutée du système Lisa-2-Alert semble donc être le signal sonore

alors que le clignotement des lampes latérales du camion est plus anecdotique. Notons que les tests ont été réalisés de jour et dans des conditions de luminosité très bonnes (temps beau et lumineux). Les lampes sont plus susceptibles d'aider lorsque les conditions sont dégradées avec une visibilité plus réduite.

TABLEAU 5 :
Perception des signaux émis par le système Lisa-2-Alert par les cyclistes

	Oui	Non
Signal sonore entendu	74,4%	25,6%
Clignotement lampes latérales du camion aperçu	12,2%	87,8%

Entendre le signal est une chose mais le plus important est de comprendre la signification de ce signal. Seulement 28,6 % des répondants ont confirmé qu'ils avaient bien compris que le signal sonore du Lisa-2-Alert servait à les avertir de la manœuvre de tourne à droite du camion.

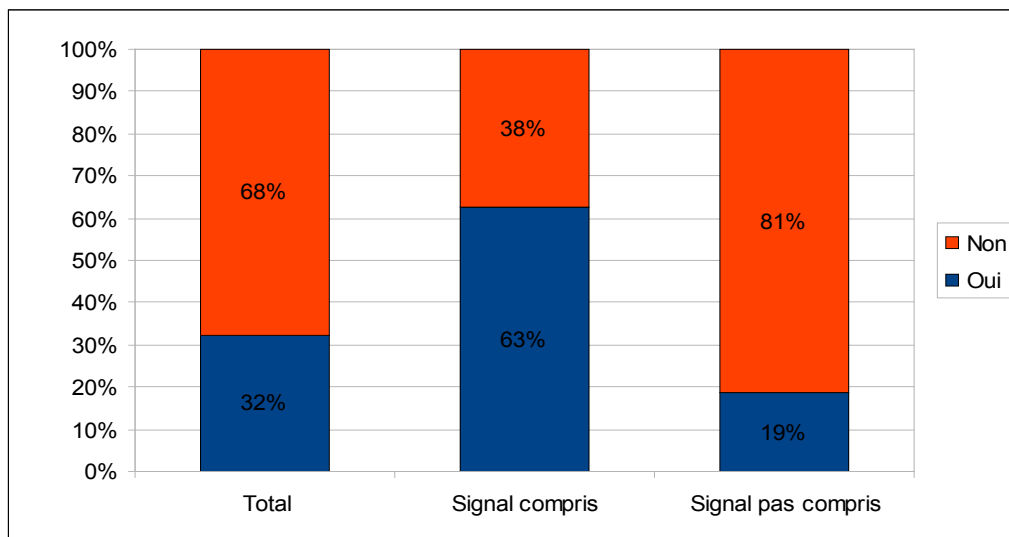
On peut classer les causes d'incompréhension en deux catégories :

- il y a ceux qui ont compris que le signal était une forme d'alerte et provenait du camion mais sans pouvoir lui donner une signification précise. Certains cyclistes ont cru qu'il y avait une panne ou un mauvais fonctionnement du camion. Le signal a aussi été interprété, dans quelques cas, comme un signal de recul ;
- Il y a ceux, moins nombreux, qui n'ont pas compris que le signal venait du camion. Deux répondants ont par exemple cru que le signal était émis par les feux de circulation.

Au total, si on tient compte des personnes n'ayant pas entendu le signal et celles l'ayant mal interprété, le signal a joué son rôle pour seulement 18,6% des cyclistes interrogés.

La figure 33 illustre l'influence des signaux dans la modification du comportement des cyclistes. Un tiers des répondants déclare que c'est effectivement le cas. Mais il est plus pertinent de scinder l'analyse en fonction du niveau de compréhension des signaux par les cyclistes. Ainsi, 63% des personnes déclarant avoir compris le signal ont modifié leur comportement contre 19% de ceux n'ayant pas compris les signaux. Toutefois, il faut rester prudent dans l'interprétation de ces chiffres car seuls 8 personnes ont réellement compris les alertes émises par le Lisa-2-Alert. De plus, une modification de comportement ne signifie pas nécessairement un comportement plus attentiste par rapport au camion. Ainsi, deux des répondants ont déclaré avoir essayé d'être plus réactifs au feu vert pour passer avant que le camion ne tourne à droite. Les autres modifications de comportement rapportées concernent une plus grande attention visuelle au camion. Dans le cas où le signal n'a pas été compris, les rares cyclistes ayant modifié leur comportement déclarent également une plus grande attention visuelle pour le camion.

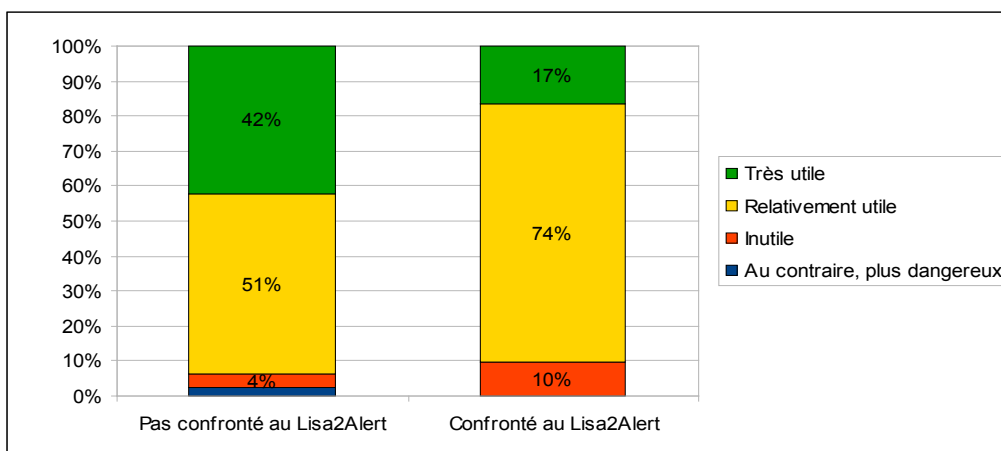
FIGURE 33 :
Modification du comportement suite à la perception du signal de Lisa-2-Alert



Enfin, les cyclistes (confrontés ou non au système) ont dû se prononcer sur l'utilité du système Lisa-2-Alert ou équivalent pour prévenir des situations d'angle mort (Figure 34). Ainsi plus de 90% des cyclistes jugent ce dispositif utile. Ce sont les cyclistes non confrontés au système qui sont les plus enthousiastes par rapport à l'apport potentiel de celui-ci, 42% estimant qu'il serait très utile contre 17% des cyclistes confrontés. Ceci peut s'expliquer par l'écart qu'il existe entre un modèle théorique et le fonctionnement réel de Lisa-2-Alert.

Malgré le manque de compréhension de la signification du signal de Lisa-2-Alert, très peu (10%) rejettent totalement le système. Plusieurs répondants ont déclaré que le système pouvait être utile seulement si on communiquait mieux, en amont, sur sa signification.

FIGURE 34 :
Évaluation de l'utilité potentielle de Lisa-2-Alert pour réduire le danger des situations angle mort



La conclusion de cette enquête auprès des cyclistes est qu'il y a bien une préoccupation à propos des situations angle mort considérées comme dangereuses par une majorité

de cyclistes. Ainsi de très nombreux cyclistes gagneraient à être mieux informés sur les zones d'angle mort des camions et de la façon de réagir dans les situations problématiques.

En plus de cette sensibilisation, les cyclistes sont ouverts à un système technique qui pourrait les aider. Le principe du Lisa-2-Alert est assez bien accepté par les cyclistes mais le fonctionnement en pratique s'est avéré peu concluant car la signification et la compréhension des signaux ne sont pas explicites. Une campagne de communication serait donc indispensable si on désirait promouvoir l'installation de systèmes du type Lisa-2-Alert sur les camions.

Un autre enseignement de l'enquête est que le signal de Lisa-2-Alert ne provoque pas de réactions dangereuses ou paniquées des cyclistes. En général, les cyclistes n'ayant pas compris le signal se contentent de continuer à se comporter comme si de rien n'était.



5

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Au cours de cette étude, deux systèmes anti angle mort, le Lexguard et le Lisa-2-Alert, ont été testés. L'objectif n'était pas de les mettre en concurrence l'un contre l'autre, d'autant plus que ces deux systèmes accomplissent des actions différentes (avertissement du conducteur dans le cas du Lexguard et de l'usager faible dans le cas du Lisa-2-Alert) qui pourraient s'avérer complémentaires. Nous avons plutôt voulu analyser chaque système indépendamment en se demandant s'il était fiable et susceptible d'aider à la réduction du nombre d'accidents dus à l'angle mort des camions.

Les tests effectués avec le système Lexguard ont été perturbés par les fausses alertes émises par le système, notamment lorsque les conditions climatiques étaient mauvaises (pluie ou neige). Une évolution technique du système par rapport à la version testée est susceptible de réduire partiellement ce nombre élevé d'alertes parasites en réduisant la période d'activité du système aux moments où le camion roule à plus faible vitesse. Cela n'affectera néanmoins pas les faux positifs signalés lorsque le camion roule à faible vitesse, à un moment où le risque d'accident angle mort est le plus élevé et où la détection doit être la meilleure possible.

De plus, les plus récentes études sur les accidents angle mort mettent en évidence la nécessité de prévenir le chauffeur assez tôt (avant que le chauffeur ait braqué vers la droite) afin qu'il ait encore un temps raisonnable pour pouvoir réagir au signal émis par le système. Il semble techniquement difficile de définir les zones de détection du Lexguard de façon à ce qu'une détection anticipée fiable des situations d'angle mort potentiellement dangereuses soit compatible avec un nombre bas de fausses alertes.

En résumé, le système Lexguard doit encore être amélioré pour ne détecter que les situations potentiellement dangereuses. Dans son état actuel, nous n'avons pas pu prouver la plus-value du système pour éviter les accidents angle mort. Bien que nous n'ayons heureusement pas rencontré de situation d'accident au cours du test pratique, le fait que le système ne soit pas assez fiable en utilisation « de routine » est de nature à ce que les chauffeurs n'aient pas confiance dans le système lorsque celui-ci avertira d'un danger réel.

Le système Lexguard est conforme aux réglementations techniques en vigueur et peut donc être actuellement utilisé légalement en Belgique. Nous ne voyons pas de raison de s'opposer au fait que des firmes voudraient utiliser ce système de leur propre initiative vu que Lexguard ne provoque pas de danger supplémentaire. Mais étant donné l'effet non prouvé du système sur les accidents angle mort et le fonctionnement actuel encore perfectible du Lexguard, nous ne recommandons pas de prendre des initiatives à court terme pour favoriser l'équipement des camions belges avec le Lexguard.

L'enquête menée auprès des cyclistes a révélé un intérêt certain pour le principe du système Lisa-2-Alert. Les cyclistes, généralement préoccupés par les problèmes d'angle mort, ont en général estimé que l'apport de Lisa-2-Alert pour leur sécurité pourrait être réel. Néanmoins, le test a montré que les cyclistes confrontés au système ne percevaient pas toujours le signal (le système est par exemple peu efficace pour avertir les cyclistes circulant avec des écouteurs sur les oreilles) et comprenaient en général mal de quoi il s'agissait. Toutefois, le signal de Lisa-2-Alert n'a pas provoqué de réactions dangereuses ou paniquées des cyclistes ce qui était aussi une crainte par rapport à ce genre de système. En général, les cyclistes n'ayant pas compris le signal se contentent de continuer à se comporter comme si de rien n'était.

De plus, les craintes issues de la littérature sur une dégradation de la conduite des chauffeurs équipés de systèmes du type Lisa-2-Alert n'ont pas été vérifiées. En effet, le dispositif n'a pas provoqué de faux sentiment de sécurité chez les chauffeurs et ceux-ci n'ont pas adopté une conduite plus à risque sous prétexte que le camion était équipé d'un système prévenant les usagers faibles de leur intention de tourner à droite. Les conducteurs ont cédé les priorités dans les mêmes proportions pour un chauffeur avec

système Lisa-2-Alert que pour un chauffeur d'un camion sans système embarqué. De plus, le système n'a pas provoqué de problème d'attention au niveau des chauffeurs. Il faut cependant admettre que leur participation au test a sans doute poussé les chauffeurs à redoubler d'attention à propos de l'angle mort et que l'absence de faux sentiment de sécurité devrait être confirmée dans le temps, quand les chauffeurs équipés de Lisa-2-Alert seront revenus dans une certaine routine de conduite.

L'utilisation du système Lisa-2-Alert n'est actuellement pas légale en Belgique à cause de la présence de l'avertisseur sonore et du clignotement des lampes latérales. Au point de vue strict de la sécurité routière, l'IBSR ne voit pas d'objection à ce que le système soit autorisé vu qu'il ne crée pas de danger supplémentaire. Néanmoins, vu le taux d'incompréhension du système par les cyclistes, nous ne nous attendons pas à ce que l'installation de systèmes Lisa-2-Alert sur des camions améliore la sécurité routière si l'introduction du système n'est pas accompagnée d'efforts considérables de communication et de sensibilisation sur l'angle mort et le système Lisa-2-Alert. Non seulement la communication devrait expliquer la signification des alertes émises par Lisa-2-Alert mais surtout expliquer aux cyclistes comment ils sont sensés réagir à ces alertes. Un code de conduite clair doit être édicté pour les cyclistes afin qu'il n'y ait pas de confusion entre le message du Lisa-2-Alert et le code de la route. En effet, dans le cadre des situations angle mort, le cycliste a souvent la priorité mais il n'est parfois pas bon de la prendre pour des raisons de sécurité. La communication doit aussi être faite à l'attention des camionneurs afin d'être sûr que ces derniers restent conscients de leurs responsabilités dans le cadre des situations d'angle mort. Enfin, il faut que Lisa-2-Alert ne soit vu que comme un moyen d'aide supplémentaire pour les cyclistes ne les dispensant pas d'avoir un comportement proactif en toutes circonstances. L'absence d'alerte de la part d'un camion ne signifiera pas qu'il ne va pas tourner à droite mais le plus souvent simplement qu'il n'est pas équipé de Lisa-2-Alert.

Le fait que seulement deux systèmes différents aient été testés ne signifie pas que tous les autres systèmes existants n'ont aucun potentiel pour lutter contre les accidents liés à l'angle mort. Plusieurs systèmes n'étaient pas encore suffisamment développés au moment de notre étude pour pouvoir être intégrés et testés. Avec Lexguard et Lisa-2-Alert, nous avons cependant évalué des représentants des deux grandes familles de systèmes anti angle mort et un certain nombre des considérations émises dans cette étude sont valables dans le cas d'autres systèmes anti angle mort.

Enfin rappelons que les systèmes techniques anti angle mort ne sont qu'une des solutions possibles pour lutter contre les accidents angle mort des camions. Dans le cadre d'une politique efficace de lutte contre ces accidents, les solutions techniques doivent être couplées à des actions en matière d'éducation et d'infrastructure. Ce n'était cependant pas l'objet de cette étude d'étudier l'ensemble des solutions possibles au problème.



6

RÉFÉRENCES

- Akkermans, L. (2009). « Moyens techniques pour la prévention des accidents dus aux angles morts des camions. Etude de Littérature », IBSR, Bruxelles.
- Buck Consultants International (2003). « Evaluatie en praktijkproef DEARTRUCK: Test rapport systemen. ». Rapport in opdracht van Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Goederenvervoer. BCI, Nijmegen:
- Connekt. (2010) « Dode hoek Detectie- en Signalerings-Systemen (DDSS). Onderzoek naar de werking en de mogelijkheden ». Connekt, Delft.
- Dodd, M. (2009) « Follow up study to the heavy goods vehicle blind spot modelling and reconstruction trial ». TRL published report PPR403, Transport Research Laboratory, Wokingham.
- Doumen, M.J.A. (2010) « Literatuurstudie naar kwantitatieve criteria voor false positives en false negatives en reactietijden ». SWOV, Leidschendam.
- Fietzersbond (2006). « Preventiegids voor fietsers. 10 Preventietips voor de woonwerkfietser ». Fietsverbond, Berchem.
- Flannagan, M.J. & Sivak, M. (2003). « Framing effects on distance perception in rear-vision displays. » In SAE Special Publication, SP-1787: lighting technology. USA, Warrendale, pp 33-40.
- Herdewyn, B., Sloomans, F., Dupont, E., Martensen, H. & Silverans, P. (2010). « Belgian Accident Research Team. Pilotproject multidisciplinair diepteonderzoek van ongevallen met vrachtwagens in Oost- en West-Vlaanderen », IBSR, Observatoire pour la sécurité routière, Bruxelles.
- Hoedemaeker, M., Doumen, M., De Goede, M., Hogema, J., Brouwer, R. & Wennemers, A. (2010). « Modelopzet voor Dodehoek Detectie en Signalerings Systemen (DDSS) », TNO-rapport, TNO, Soesterberg.
- Martensen, H. (2009). « Rapport thématique Accidents de camion. ». IBSR, Observatoire pour la sécurité routière, Bruxelles.
- Martensen, H. & Nuytens, N. (2009). « Rapport thématique cyclistes ». IBSR, Observatoire pour la sécurité routière, Bruxelles.
- Niewöhner, W. & Berg, F.A. (2004). « Endangerment of pedestrians and bicyclist at intersections by right turning trucks ». Paper Number 05-0344. DEKRA Automobil GmbH, Stuttgart
- Schoon, C.C. (2006). « Problematiek rechtsafslaannde vrachtauto's ». Rapport R-2006-2. SWOV, Leidschendam.
- Schoon C.C., Doumen M.J.A & de Bruin D. (2008). « De toedracht van dodehoekongevallen en maatregelen voor de korte en lange termijn ». Rapport R-2008-11A. SWOV, Leidschendam.



ANNEXES

7.1 Annexe 1 – Carnets de route

Carnet de route – Système LEXGUARD

Le présent carnet de route est destiné à être rempli par les conducteurs de camions pendant la phase pratique de l'étude sur efficacité des systèmes anti angles-morts. Le document concerne les conducteurs dont le camion est équipé par le système LEXGUARD. Ce carnet est constitué de deux volets.

Le premier volet, constitué de questions générales sur le conducteur, ses habitudes de conduite et son camion est à remplir 1 seule fois au début de l'étude

Le deuxième volet est constitué de fiches à remplir quotidiennement. Y seront décrites en détail la première situation liée à l'angle mort rencontrée dans la journée (voir la description des situations à la page 2) ainsi que le nombre total de situations rencontrées.

1. Questionnaire général

- à remplir une fois en préalable de la période pratique de test –

1) Quel est la marque et le modèle du camion utilisé pour le test ?

.....

2) En plus des rétroviseurs légaux et du système LEXGUARD, le camion est-il équipé d'autres dispositifs additionnels visant à aider la perception du conducteurs (autres miroirs, caméras, ...) ? Si oui, décrire ces systèmes.

.....

.....

.....

3) Quel est l'expérience de conduite du conducteur en termes d'années de possession du permis de conduire poids-lourd ? Années

4) Quel est le type de déplacements habituellement effectués (en ville, sur autoroute, en zone industrielle, en zone rurale, mixtes) ?

.....

.....

5) Quelle est la zone géographique habituelle de déplacement du camion ? (exp : Bruxelles et périphérie proche, province de Liège, ...)

.....

6) Le conducteurs effectue-t-il généralement des déplacements routiniers (souvent les mêmes trajets, routes bien connues du conducteur) ou pas (fréquemment des trajets inédits, routes inconnues) ?

.....

7) Quel est l'horaire de travail type du conducteur ? (Nombre d'heures par jour, semaine, mois, la longueur des périodes de conduite et leur répartition diurne-nocturne ?

.....

.....

2. Carnet de route quotidien

Cette page décrit les 4 situations type qui doivent être enregistrées dans le carnet de route chaque jour. Les situations sont numérotées de 1 à 4. Ce chiffre est à reporter à la rubrique « identifiant de la situation » incluses sur chaque fiche quotidienne.

Situation 1	Situation 2
Le camion s'arrête à un feu ou un stop et marque son intention de tourner à droite (via son clignoteur). Un (des) cycliste(s) ou conducteur(s) de mobylette se trouve(nt) ou vien(nen)t se placer à droite du camion sur une piste cyclable.	Le camion s'arrête à un feu ou un stop et marque son intention de tourner à droite (via son clignoteur). Un (des) cycliste(s) ou conducteur(s) de mobylette se trouve(nt) ou vien(nen)t se placer à droite du camion hors piste cyclable.
Situation 3	Situation 4
Un usager vulnérable se trouve sur la droite du camion au moment où ce camion veut quitter un rond-point	Un usager vulnérable se trouve sur la droite du camion circulant à vitesse non-nulle au moment où ce dernier veut tourner à droite dans un carrefour autre qu'un rond-point.

Date :	Temps de conduite (HH :MM) :
Éléments du système Lexguard en fonctionnement	☐ Seulement cabine/tracteur ☐ Complet (Cabine et remorque)

A remplir seulement pour la première situation type rencontré dans la journée.

Identifiant de la situation :	numéro
Heure à laquelle la situation a été rencontrée	
Avez-vous finalement négocié votre tournant à droite avant ou après que l'usager vulnérable soit passé à votre droite ?	☐ Avant ☐ Après ☐ Pas applicable
Quel qu'en soit le moyen (LEXGUARD ou moyens classiques), Vous êtes-vous rendu(e) compte de la présence de l'usager vulnérable :	☐ Largement à temps pour pouvoir anticiper son comportement ☐ Juste à temps pour éviter une situation critique ☐ Trop tard (génération d'une situation critique ou dangereuse)
Quel signal le plus élevé Lexguard a-t-il émis ?	☐ Niveau 1 (lampe verte) ☐ Niveau 2 (lampe verte et signal sonore) ☐ Niveau 3 (lampe rouge et signal sonore plus important) ☐ Aucun (ne pas répondre aux questions suivantes)

Le signal LEXGUARD a-t-il été émis avant ou après que vous ayez aperçu l'usager vulnérable par un autre moyen (observation directe, miroirs, caméra)	☐ Avant ☐ Après mais à un moment vous aurait permis de réagir ☐ Après et trop tardivement pour être utile (la situation aurait été très dangereuse si vous ne vous étiez fié qu'à Lexguard)
De manière générale, pensez vous que Lexguard a permis de diminuer le danger de la situation	☐ Oui, l'effet a été positif ☐ Non, l'effet a été neutre ☐ Au contraire, cela a rendu la situation plus dangereuse ☐ Sans avis
Remarques éventuelles	

A remplir en fin de journée : Nombre total de situations rencontrées au cours de la journée (somme des situations 1 à 4). Donner un ordre de grandeur même si le nombre exact n'a pas pu être retenu.

Parmi ces situations, combien définiriez-vous comme critiques. Par « critiques » nous entendons toutes les situations où un stress accru a été généré (Depuis le simple fait qu'un des usagers - camionneur ou usager faible - a été surpris par le comportement de l'autre jusqu'au cas extrême de l'accident).

Carnet de route – Système LISA-2-ALERT

Le présent carnet de route est destiné à être rempli par les conducteurs de camions pendant la phase pratique de l'étude sur efficacité des systèmes anti angles-morts. Le document concerne les conducteurs dont le camion est équipé par le système LISA-2-ALERT. Ce carnet est constitué de deux volets.

Le premier volet, constitué de questions générales sur le conducteur, ses habitudes de conduite et son camion est à remplir 1 seule fois au début de l'étude

Le deuxième volet est constitué de fiches à remplir quotidiennement. Y seront décrites en détail la première situation liée à l'angle mort rencontrée dans la journée (voir la description des situations à la page 2) ainsi que le nombre total de situations rencontrées.

1. Questionnaire général

- à remplir une fois en préalable de la période pratique de test –

1) Quel est la marque et le modèle du camion utilisé pour le test ?

2) En plus des rétroviseurs légaux, le camion est-il équipé d'autres dispositifs additionnels visant à aider la perception du conducteurs (autres miroirs, caméras, ...) ? Si oui, décrire ces systèmes.

3) Quel est l'expérience de conduite du conducteur en termes d'années de possession du permis de conduire poids-lourd ? Années

4) Quel est le type de déplacements habituellement effectués (en ville, sur autoroute, en zone industrielle, en zone rurale, mixtes) ?

5) Quelle est la zone géographique habituelle de déplacement du camion ? (exp : Bruxelles et périphérie proche, province de Liège, ...)

6) Le conducteurs effectue-t-il généralement des déplacements routiniers (souvent les mêmes trajets, routes bien connues du conducteur) ou pas (fréquemment des trajets inédits, routes inconnues) ?

7) Quel est l'horaire de travail type du conducteur ? (Nombre d'heures par jour, semaine, mois, la longueur des périodes de conduite et leur répartition diurne-nocturne ?

2. Carnet de route quotidien

Cette page décrit les 4 situations type qui doivent être enregistrées dans le carnet de route chaque jour. Les situations sont numérotées de 1 à 4. Ce chiffre est à reporter à la rubrique « identifiant de la situation » incluses sur chaque fiche quotidienne.

Situation 1	Situation 2
Le camion s'arrête à un feu ou un stop et marque son intention de tourner à droite (via son clignoteur). Un (des) cycliste(s) ou conducteur(s) de mobylette se trouve(nt) ou vien(nen)t se placer à droite du camion sur une piste cyclable.	Le camion s'arrête à un feu ou un stop et marque son intention de tourner à droite (via son clignoteur). Un (des) cycliste(s) ou conducteur(s) de mobylette se trouve(nt) ou vien(nen)t se placer à droite du camion hors piste cyclable.
Situation 3	Situation 4
Un usager vulnérable se trouve sur la droite du camion au moment où ce camion veut quitter un rond-point	Un usager vulnérable se trouve sur la droite du camion circulant à vitesse non-nulle au moment où ce dernier veut tourner à droite dans un carrefour autre qu'un rond-point.

Date :	Temps de conduite (HH :MM) :
Éléments du système LISA en fonctionnement	☐ Seulement cabine/tracteur ☐ Complet (Cabine et remorque)

A remplir seulement pour la première situation type rencontré dans la journée.

Identifiant de la situation :	numéro
Heure à laquelle la situation a été rencontrée	
Avez-vous finalement négocié votre tournant à droite avant ou après que l'usager vulnérable soit passé à votre droite ?	☐ Avant ☐ Après ☐ Pas applicable
Vous êtes-vous rendu(e) compte de la présence de l'usager vulnérable :	☐ Largement à temps pour pouvoir anticiper son comportement ☐ Juste à temps pour éviter une situation critique ☐ Trop tard (génération d'une situation critique ou dangereuse)
Le système LISA s'est-il bien mis en route	☐ Oui ☐ Non (ne pas répondre aux questions suivantes)

Où se trouvait l'utilisateur vulnérable au moment où vous avez activé votre clignoteur (et donc le système LISA)

- ☐ Au-delà de la limite arrière de la remorque
- ☐ Sur le côté droit de la remorque ou de la cabine
- ☐ Au-delà de la limite avant de la cabine
- ☐ Ailleurs
- ☐ Ne sait pas

Après activation de LISA, le comportement de l'utilisateur vulnérable indiquait-il qu'il était conscient de votre volonté de tourner à droite ?

- ☐ Oui
- ☐ Non
- ☐ Ne sais pas – N'ai pas pu l'observer

De manière générale, pensez-vous que LISA a permis de diminuer le danger de la situation

- ☐ Oui, l'effet a été positif
- ☐ Non, l'effet a été neutre
- ☐ Au contraire, cela a rendu la situation plus dangereuse
- ☐ Sans avis

Remarques éventuelles

A remplir en fin de journée : Nombre total de situations rencontrées au cours de la journée (somme des situations 1 à 4). Donner un ordre de grandeur même si le nombre exact n'a pas pu être retenu.

Parmi ces situations, combien définiriez-vous comme critique. Par « critiques » nous entendons toutes les situations où un stress accru a été généré (Depuis le simple fait qu'un des usagers - camionneur ou usager faible - a été surpris par le comportement de l'autre jusqu'au cas extrême de l'accident).

Carnet de route – Groupe de contrôle

Le présent carnet de route est destiné à être rempli par les conducteurs de camions pendant la phase pratique de l'étude sur efficacité des systèmes anti angles-morts. Le document concerne les conducteurs faisant partie du groupe de contrôle (dont le camion n'est pas équipé par un système anti angle-morts). Ce carnet est constitué de deux volets.

Le premier volet, constitué de questions générales sur le conducteur, ses habitudes de conduite et son camion est à remplir 1 seule fois au début de l'étude

Le deuxième volet est constitué de fiches à remplir quotidiennement. Y seront décrites en détail la première situation liée à l'angle mort rencontrée dans la journée (voir la description des situations à la page 2) ainsi que le nombre total de situations rencontrées.

1. Questionnaire général

- à remplir une fois en préalable de la période pratique de test –

1) Quel est la marque et le modèle du camion utilisé pour le test ?

.....

2) En plus des rétroviseurs légaux, le camion est-il équipé d'autres dispositifs additionnels visant à aider la perception du conducteurs (autres miroirs, caméras,) ? Si oui, décrire ces systèmes.

.....

.....

.....

3) Quel est l'expérience de conduite du conducteur en termes d'années de possession du permis de conduire poids-lourd ? Années

4) Quel est le type de déplacements habituellement effectués (en ville, sur autoroute, en zone industrielle, en zone rurale, mixtes) ?

.....

.....

5) Quelle est la zone géographique habituelle de déplacement du camion ? (exp : Bruxelles et périphérie proche, province de Liège, ...)

.....

6) Le conducteurs effectue-t-il généralement des déplacements routiniers (souvent les mêmes trajets, routes bien connues du conducteur) ou pas (fréquemment des trajets inédits, routes inconnues) ?

.....

7) Quel est l'horaire de travail type du conducteur ? (Nombre d'heures par jour, semaine, mois, la longueur des périodes de conduite et leur répartition diurne-nocturne ?

.....

.....

2. Carnet de route quotidien

Cette page décrit les 4 situations type qui doivent être enregistrées dans le carnet de route chaque jour. Les situations sont numérotées de 1 à 4. Ce chiffre est à reporter à la rubrique « identifiant de la situation » incluses sur chaque fiche quotidienne.

Situation 1	Situation 2
Le camion s'arrête à un feu ou un stop et marque son intention de tourner à droite (via son clignoteur). Un (des) cycliste(s) ou conducteur(s) de mobylette se trouve(nt) ou vien(nen)t se placer à droite du camion sur une piste cyclable.	Le camion s'arrête à un feu ou un stop et marque son intention de tourner à droite (via son clignoteur). Un (des) cycliste(s) ou conducteur(s) de mobylette se trouve(nt) ou vien(nen)t se placer à droite du camion hors piste cyclable.
Situation 3	Situation 4
Un usager vulnérable se trouve sur la droite du camion au moment où ce camion veut quitter un rond-point	Un usager vulnérable se trouve sur la droite du camion circulant à vitesse non-nulle au moment où ce dernier veut tourner à droite dans un carrefour autre qu'un rond-point.

Date :	Temps de conduite (HH :MM) :
--------	------------------------------

A remplir seulement pour la première situation type rencontré dans la journée.

Identifiant de la situation :	numéro
Heure à laquelle la situation a été rencontrée	
Avez-vous finalement négocié votre tournant à droite avant ou après que l'usager vulnérable soit passé à votre droite ?	☐ Avant ☐ Après ☐ Pas applicable
Vous êtes-vous rendu(e) compte de la présence de l'usager vulnérable :	☐ Largement à temps pour pouvoir anticiper son comportement ☐ Juste à temps pour éviter une situation critique ☐ Trop tard (génération d'une situation critique ou dangereuse)
Le comportement de l'usager vulnérable indiquait-il qu'il était conscient de votre volonté de tourner à droite ?	☐ Oui ☐ Non ☐ Ne sais pas – N'ai pas pu l'observer
Remarques éventuelles	

A remplir en fin de journée : Nombre total de situations rencontrées au cours de la journée (somme des situations 1 à 4). Donner un ordre de grandeur même si le nombre exact n'a pas pu être retenu.

Parmi ces situations, combien définiriez-vous comme critiques. Par « critiques » nous entendons toutes les situations où un stress accru a été généré (Depuis le simple fait qu'un des usagers - camionneur ou usager faible - a été surpris par le comportement de l'autre jusqu'au cas extrême de l'accident).

7.2 Annexe 2 – Questionnaires remplis après l'étude

Questionnaire final entreprise Lexguard

A remplir par le coordinateur de l'étude au sein de l'entreprise participante.

Q1 : Quel a été le temps moyen d'installation d'un système Lexguard sur les camions de votre entreprise ?

.....

Q2 : Les fabricants de Lexguard ont procédé en cours d'étude à plusieurs interventions pour modifier les caractéristiques techniques du système dans certaines entreprises. Certaines de ces interventions ont été effectuées sans que l'IBSR soit tenu au courant. Pour pouvoir en tenir compte dans l'interprétation des résultats de l'étude, pourriez-vous décrire ci-dessous les interventions qui ont été réalisées au niveau de votre entreprise ?

.....

.....

Q3 : Quelle est selon vous l'utilité du système dans son état actuel pour combattre le phénomène des accidents angles morts ? Indiquez un nombre sur une échelle de 1 à 5 (1= sans effet → 5 = très utile) ou « sans avis »

Q4 : Que pensez-vous du principe du système ? En d'autres termes, dans l'hypothèse où les problèmes techniques du système seraient résolus⁴, quelle serait selon vous son utilité pour combattre le phénomène des accidents angles morts ? Indiquez un nombre sur une échelle de 1 à 5 (1= sans effet → 5 = très utile) ou « sans avis ».

Q5 : Avez-vous décidé de garder Lexguard sur vos camions ?

- Oui ☐
- Non ☐
- Ne sait pas encore

Q6 : Sachant qu'un système Lexguard coûte à l'heure actuelle environ 800€, pensez-vous que ce coût peut être compensé par les économies en termes d'accidents évités par le système ?

- Oui ☐
- Non ☐
- Ne sait pas ☐

Q7 : Décrivez vos suggestions éventuelles pour améliorer le système Lexguard :

.....

.....

Q8 : Listez ici les autres remarques que vous désireriez ajouter par rapport au système technique ou à la problématique de l'angle mort en général.

.....

.....

Merci pour votre participation !

⁴ Cela veut dire principalement l'élimination des clignotements intempestifs en cas de mauvais temps. Par contre, il resterait toujours des faux positifs (dus à la présence d'objets autres que des usagers de la route dans la zone de détection des capteurs Lexguard) ou des faux négatifs (dus au passage des usagers de la route trop loin par rapport à la distance de détection de Lexguard)

Questionnaire final chauffeur Lexguard

A remplir par tous les chauffeurs ayant participé à l'étude avec un camion équipé du système Lexguard

Q1 : Avez-vous rencontré les problèmes techniques suivants au cours du test ? (cochez les problèmes rencontrés)

- Clignotement ou signal sonore intempestif par temps de pluie ☐
- Clignotement ou signal sonore intempestif par temps de neige ☐
- Clignotement ou signal sonore intempestif par beau temps ☐
- Panne du système ☐
- Autre (décrivez) :

Q2 : Estimez le nombre de FAUX POSITIFS (= le système fonctionne alors qu'il n'y a en réalité personne dans votre angle mort). Indiquez un nombre sur une échelle de 1 à 5 (1 = pas ou peu de faux positifs → 5 = énormément de faux positifs) ou « sans avis »

Q3 : Estimez le nombre de FAUX NEGATIFS (= le système ne fonctionne pas alors qu'il aurait du signaler la présence de quelqu'un dans votre angle mort). Indiquez un nombre sur une échelle de 1 à 5 (1 = pas ou peu de faux négatifs → 5 = énormément de faux négatifs) ou « sans avis »

Q4 : Le système avec lequel vous avez roulé avait une distance de détection de 1 mètre. Cela signifie que tous les objets (humains, poteaux, ...) situés à une distance inférieure à un mètre de votre camion étaient détectés et que les objets à plus d'un mètre n'étaient pas détectés. Selon vous, cette distance de détection de 1 m est (cochez la case de votre choix)

- Trop grande ☐
- Correcte ☐
- Trop courte ☐
- Sans avis ☐

Q5 : En général, la présence du système Lexguard vous a-t-elle permis d'aborder les tournants et les autres situations où un angle mort est possible de façon plus confiante que si vous n'aviez pas de système?

- Oui, de façon nettement plus confiante ☐
- Oui de façon plutôt plus confiante ☐
- Pas d'effet positif ou négatif ☐
- Non, de façon plutôt moins confiante ☐
- Non de façon nettement moins confiante ☐

Q6 : Quelle est selon vous l'utilité du système dans son état actuel pour combattre le phénomène des accidents angles morts ? Indiquez un nombre sur une échelle de 1 à 5 (1 = sans effet → 5 = très utile) ou « sans avis »

Q7 : Dans l'hypothèse où les problèmes techniques du système étaient résolus⁵, quelle serait selon vous son utilité pour combattre le phénomène des accidents angles morts ? Indiquez un nombre sur une échelle de 1 à 5 (1= sans effet →→ 5 = très utile) ou « sans avis »

Q8 : A titre personnel, avez-vous envie de continuer à rouler avec le système Lexguard ?

- Oui, même dans son état actuel ☐
- Oui mais seulement moyennant des adaptations (à décrire à la Q9) ☐
- Indifférent, sans avis ☐
- Non ☐

Q9 : Décrivez vos suggestions éventuelles pour améliorer le système Lexguard :

.....

.....

Q10 : Pour élargir le débat, quel votre point de vue personnel sur l'utilité des différentes mesures ci-dessous pour lutter contre les accidents dus à l'angle mort ? Pour chacune, indiquez un nombre entre 1 et 5 (1 = inutile →→ 5 = extrêmement utile) ou « sans avis »

- | | |
|---|----------------------|
| ☐ Développement de systèmes techniques anti angle mort (par exemple Lexguard, Lisa-2-Alert, cameras, ...) | <input type="text"/> |
| ☐ Éducation des camionneurs au problème de l'angle mort | <input type="text"/> |
| ☐ Éducation des usagers faibles au problème de l'angle mort | <input type="text"/> |
| ☐ Mieux faire respecter les règles actuelles (règles de priorité, clignoteurs, éclairage cyclistes, place des usagers sur la chaussée) | <input type="text"/> |
| ☐ Instauration de nouvelles règles (priorité, éclairage,) | <input type="text"/> |
| ☐ Adaptation de l'infrastructure routière (par exemple pour limiter des endroits de conflit possible entre les camions et les usagers faibles) | <input type="text"/> |
| ☐ Autre (décrivez) : | |

Merci pour votre participation !

⁵ Cela veut dire principalement l'élimination des clignotements intempestifs en cas de mauvais temps. Par contre, il resterait toujours des faux positifs (dus à la présence d'objets autres que des usagers de la route dans la zone de détection des capteurs Lexguard) ou des faux négatifs (dus au passage des usagers de la route trop loin par rapport à la distance de détection de Lexguard)

Questionnaire final entreprise LISA-2-ALERT

A remplir par le coordinateur de l'étude au sein de l'entreprise participante.

Q1 : Quel a été le temps moyen d'installation d'un système Lisa-2-Alert sur les camions de votre entreprise ?

.....

Q2 : Les fabricants de Lisa ont-ils procédé à des interventions techniques en cours d'étude sur les systèmes installés sur les camions ? Si oui, pourriez-vous décrire ci-dessous les interventions qui ont été réalisées au niveau de votre entreprise ?

- Non
- Oui

.....

Q3 : Quelle est selon vous l'utilité du système dans son état actuel pour combattre le phénomène des accidents angles morts ? Indiquez un nombre sur une échelle de 1 à 5 (1= sans effet →→ 5 = très utile) ou « sans avis »

Q4 : Avez-vous décidé de garder LISA sur vos camions ?

- Oui ☐
- Non ☐
- Ne sait pas encore ☐

Q5 : Sachant qu'un système LISA coûte à l'heure actuelle environ 400€, pensez-vous que ce coût peut être compensé par les économies en termes d'accidents évités par le système ?

- Oui ☐
- Non ☐
- Ne sait pas ☐

Q6 : Décrivez vos suggestions éventuelles pour améliorer le système LISA :

.....

.....

.....

Q7 : Listez ici les autres remarques que vous désireriez ajouter par rapport au système technique ou à la problématique de l'angle mort en général.

.....

Merci pour votre participation !

Questionnaire final chauffeur LISA-2-ALERT

A remplir par tous les chauffeurs ayant participé à l'étude avec un camion équipé du système Lisa-2-Alert

Q1 : Avez-vous rencontré des problèmes techniques avec le système ? (si oui, décrivez)

- Non ☐
- Oui ☐

Q2 : Le signal de LISA peut aider à avertir les usagers faibles mais il peut aussi créer des malentendus et des hésitations de l'utilisateur faible en étant mal compris. Avez-vous souvent rencontré ce problème ? Indiquez un nombre sur une échelle de 1 à 5 (1= pas de malentendus ou d'hésitations →→ 5 = malentendus ou hésitations extrêmement fréquentes) ou « sans avis »

Q3 : La présence du système LISA vous a-t-elle permis d'aborder les tournants et les autres situations où un angle mort est possible de façon plus confiante que si vous n'aviez pas de système ?

- Oui, de façon nettement plus confiante ☐
- Oui de façon plutôt plus confiante ☐
- Pas d'effet positif ou négatif ☐
- Non, de façon plutôt moins confiante ☐
- Non de façon nettement moins confiante ☐

Q4 : Quelle est selon vous l'utilité du système dans son état actuel pour combattre le phénomène des accidents angles morts ? Indiquez un nombre sur une échelle de 1 à 5 (1= sans effet →→ 5 = très utile) ou « sans avis »

Q5 : A titre personnel, avez-vous envie de continuer à rouler avec le système LISA ?

- Oui, même dans son état actuel ☐
- Oui mais seulement moyennant des adaptations (à décrire à la Q6) ☐
- Indifférent, sans avis ☐
- Non ☐

Q6 : Décrivez vos suggestions éventuelles pour améliorer le système LISA :

Q7 : Pour élargir le débat, quel votre point de vue personnel sur l'utilité des différentes mesures ci-dessous pour lutter contre les accidents dus à l'angle mort ? Pour chacune, indiquez un nombre entre 1 et 5 (1 = inutile →→ 5 = extrêmement utile) ou « sans avis ».

☐ Développement de systèmes techniques anti angle mort (par exemple Lexguard, Lisa-2-Alert, cameras, ...)	
☐ Éducation des camionneurs au problème de l'angle mort	
☐ Éducation des usagers faibles au problème de l'angle mort	
☐ Mieux faire respecter les règles actuelles (règles de priorité, clignoteurs, éclairage cyclistes, place des usagers sur la chaussée)	
☐ Instauration de nouvelles règles (priorité, éclairage,)	
☐ Adaptation de l'infrastructure routière (par exemple pour limiter des endroits de conflit possible entre les camions et les usagers faibles)	
☐ Autre (décrivez) :	

Merci pour votre participation !

7.3 Annexe 3 – Questionnaire de l'enquête cycliste

1/ Denkt u dat u de dodehoekzones rond de vrachtwagen kent, dit wil dus zeggen de zones waar de vrachtwagenbestuurder u niet of bijna niet ziet?

- ☐ Ja, u bent hiervan goed op de hoogte
- ☐ U kent ze bij benadering, maar niet echt nauwkeurig.
- ☐ U kent ze niet goed of helemaal niet

2/ Hoe gedraagt u zich doorgaans in de volgende situatie (het schema tonen): U fietst op het fietspad rechts van de vrachtwagen. U wilt rechtdoor fietsen terwijl de vrachtwagen rechts wil afslaan.

- ☐ U neemt altijd uw voorrang
- ☐ U neemt enkel uw voorrang als u denkt dat de vrachtwagenbestuurder u heeft gezien
- ☐ U laat de vrachtwagen steeds voorgaan
- ☐ Andere (beschrijf)

3/ Vindt u dit soort situaties gevaarlijk voor uzelf?

- ☐ Zeer gevaarlijk
- ☐ Redelijk gevaarlijk
- ☐ Niet erg gevaarlijk

4/ Werd u al eens verrast door een vrachtwagen die rechts afsloeg terwijl u niet opgemerkt had dat hij dat manoeuvre zou uitvoeren?

- ☐ Ja
- ☐ Neen

- Enkel voor de fietsers die in aanraking kwamen met Lisa
- 5/ U kwam zopas in aanraking met een vrachtwagen die uitgerust is met een systeem dat in deze situaties zou moeten helpen. Hebt u iets opgemerkt?
(laat de respondent vrij antwoorden, maar kruis het daartoe voorziene vakje aan als de volgende dingen vermeld worden : geluidssignaal, knipperen van de lichten aan de zijkant van de vrachtwagen)
- ☐ Ja ☐ Geluidssignaal
☐ Knipperen van de lichten aan de zijkant van de vrachtwagen
☐ Andere
- ☐ Neen
- 6/ Het systeem is bedoeld om de fietsers te waarschuwen dat de vrachtwagen rechts wil afslaan. Was dit voor u duidelijk? ☐ Ja ☐ Neen
- 7/ Als dit niet duidelijk was, hoe hebt u dan het signaal geïnterpreteerd? (vrij antwoorden)
- 8/ Heeft dit signaal u ertoe aangezet om u anders te gedragen dan gewoonlijk? Zo ja, op welke manier? ☐ Neen ☐ Ja
-
- 9/ Denkt u dat dit systeem nuttig kan zijn om in het gevaar voor fietsers te verminderen?
- ☐ Zeer nuttig ☐ Redelijk nuttig
☐ Nutteloos ☐ Integendeel, het zou het nog gevaarlijker kunnen maken.

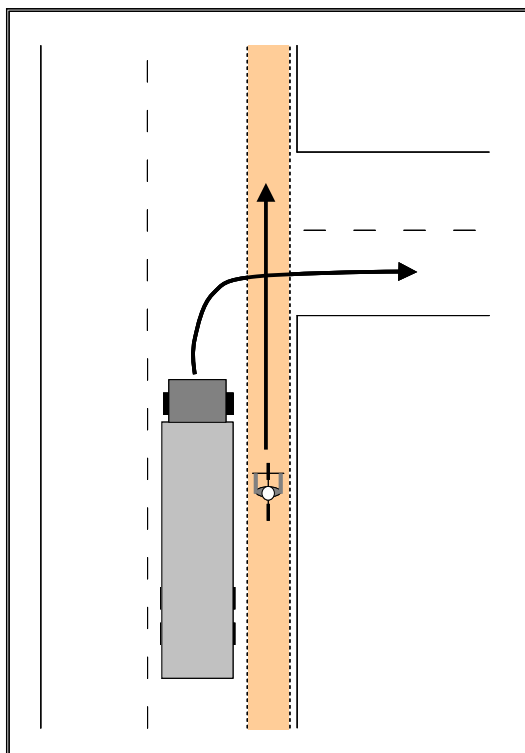
Enkel voor de fietsers die
NIET in aanraking kwamen
met Lisa

- 10/ Wij testen momenteel een systeem, dat bedoeld is om fietsers te waarschuwen als de vrachtwagen naar rechts wil afslaan, en dit door een geluidssignaal en het knipperen van de lichten aan de zijkant. Denkt u dat dit nuttig kan zijn om het gevaar voor fietsers te verminderen?
- ☐ Zeer nuttig ☐ Redelijk nuttig
☐ Nutteloos ☐ Integendeel, het zou het nog gevaarlijker kunnen maken.

Geslacht ☐ man
☐ vrouw

leeftijd :

Houder van een rijbewijs B ? ☐ ja
☐ Neen



TABLEAUX ET FIGURES

FIGURES

FIGURE 1 :	Représentation schématique de l'emplacement des angles morts d'un camion (graphique extrait de Touring Explorer, mars 2009, sur base d'une maquette de l'IBSR).....	9
FIGURE 2 :	Pourcentage de cyclistes victimes d'accidents liés à l'angle mort et d'autres accidents liés au type de piste cyclable (graphique issu de Martensen et Nuytens, 2009). Chiffres 2003-2007 données pondérées.....	12
FIGURE 3 :	Disposition des rétroviseurs sur l'angle avant droit d'un camion (infographie IBSR)	16
FIGURE 4 :	Camion équipé de capteurs Lexguard sur le coin avant droit de la cabine et sur le flanc droit.....	27
FIGURE 5 :	Positionnement du système Lisa-2-Alert sur le camion test	28
FIGURE 6 :	Fréquence relative des différents types de situations angle mort rencontrées	33
FIGURE 7 :	Résolution de la situation angle mort en fonction du type de situation	34
FIGURE 8 :	Compréhension par le cycliste de la manœuvre de tourne à droite du camion selon l'avis du chauffeur	34
FIGURE 9 :	Compréhension par le cycliste de la manœuvre de tourne à droite du camion selon l'avis du chauffeur et en fonction du type de situation (inconnus exclus).....	35
FIGURE 10 :	Fréquence relative des différents types de situation angle mort en fonction du système embarqué sur le camion.....	36
FIGURE 11 :	Moment où l'usager faible a été aperçu, quel que soit le mode de détection. Comparaisons des chauffeurs équipés de Lexguard avec ceux du groupe de contrôle.....	37
FIGURE 12 :	Moment d'intervention du Lexguard par rapport aux autres moyens de détection (vue directe et rétroviseurs) en fonction du moment où l'usager faible a été détecté.....	38
FIGURE 13 :	Façon dont l'apport du Lexguard a été jugé par les chauffeurs dans les situations angle mort	39
FIGURE 14 :	Nombre de faux positifs et de faux négatifs rapportés par les chauffeurs concernant le Lexguard.....	40
FIGURE 15 :	Evaluation globale de l'apport du Lexguard par les camionneurs et les responsables d'entreprises	42
FIGURE 16 :	Façon dont le système Lexguard modifie le niveau de confiance des conducteurs au moment d'aborder des situations avec un risque d'angle mort.....	42
FIGURE 17 :	Volonté des camionneurs ayant participé au test de continuer à rouler avec le système Lexguard.....	43
FIGURE 18 :	Moment où l'usager faible a été aperçu, quel que soit le mode de détection. Comparaisons des chauffeurs équipés de Lisa-2-Alert avec ceux du groupe de contrôle.....	44
FIGURE 19 :	Résolution de la situation angle mort en fonction du type de système embarqué...	45

FIGURE 20 :	Façon dont l'apport du Lisa-2-Alert a été jugé par les chauffeurs dans les situations angle mort.....	45
FIGURE 21 :	Effet rapporté du Lisa-2-Alert en fonction de la position de l'utilisateur faible au moment où le système a été activé	46
FIGURE 22 :	Selon le camionneur, l'utilisateur faible était-il conscient que le camion allait tourner à droite ?	46
FIGURE 23 :	Selon le camionneur, l'utilisateur faible était-il conscient que le camion allait tourner à droite ? (inconnus ignorés)	47
FIGURE 24 :	Estimation par les chauffeurs du nombre de malentendus causés par le système Lisa-2-Alert	47
FIGURE 25 :	Evaluation globale de l'apport du Lisa-2-Alert par les camionneurs et les responsables d'entreprise	48
FIGURE 26 :	Façon dont le système Lisa-2-Alert modifie le niveau de confiance du conducteur au moment d'aborder les situations angle mort	48
FIGURE 27 :	Volonté des camionneurs ayant participé au test de continuer à rouler avec le système Lisa-2-Alert	49
FIGURE 28 :	Connaissance des zones d'angle mort des camions par les cyclistes.....	51
FIGURE 29 :	Dangerosité estimée d'une situation angle mort type.....	52
FIGURE 30 :	Dangerosité estimée d'une situation angle mort type en fonction de l'âge	52
FIGURE 31 :	Comportement habituel des cyclistes dans les situations angle mort.....	53
FIGURE 32 :	Comportement habituel des cyclistes dans les situations angle mort en fonction de leur niveau d'évaluation de la dangerosité	54
FIGURE 33 :	Modification du comportement suite à la perception du signal de Lisa-2-Alert	56
FIGURE 34 :	Évaluation de l'utilité potentielle de Lisa-2-Alert pour réduire le danger des situations angle mort	56

TABLEAUX

TABEAU 1 :	Nombre de victimes d'accident angle mort	11
TABEAU 2 :	Victimes cyclistes angle mort dans les accidents vélo-camion, selon la région	12
TABEAU 3 :	Nombre de systèmes testés en fonction du type de camion.....	32
TABEAU 4 :	Opinion concernant la distance de détection de Lexguard en fonction de la réponse à propos du taux ressenti de faux positifs	41
TABEAU 5 :	Perception des signaux émis par le système Lisa-2-Alert par les cyclistes.....	55



