

CARNET DE ROUTE DU LAVIA

Limiteur s'adaptant à la vitesse autorisée



Sommaire

Editorial.....	3
Le projet LAVIA : contexte et organisation.....	5
Présentation des quatre dimensions de l'évaluation du LAVIA : utilisabilité, utilité, acceptabilité, sécurité avec la justification des choix des dispositifs d'évaluation associés.....	11
Technologie LAVIA et recueil de données.....	19
Représentations sociales de la vitesse et du LAVIA.....	27
Pré-évaluation.....	33
Panel de conducteurs et suivi de la flotte.....	41
Acceptabilité du LAVIA.....	47
Utilisation du LAVIA et influence sur les vitesses pratiquées en vue de l'évaluation de l'utilité.....	53
Cartographie et base de données.....	61
Les effets potentiels du Limiteur s'Adaptant à la Vitesse Autorisée sur la Sécurité Routière.....	65

Editorial

Comment réduire le nombre de tués et de blessés sur la route ?

Différents leviers existent pour tendre vers une route plus sûre. On peut citer l'éducation, la formation, les mesures visant à un meilleur respect des règles, l'évolution de l'infrastructure, la sécurité passive et les aides à la conduite.

Parmi les transgressions aux règles, la vitesse excessive est un facteur important de l'accidentalité. La réduction du nombre de personnes tuées sur nos routes, depuis le déploiement des radars de contrôle-sanction automatisé, en est la meilleure illustration, s'il en fallait.

Une question cependant se pose si l'on ne souhaite pas intervenir uniquement sur le champ du contrôle-sanction : comment aider les conducteurs à maîtriser leur vitesse ?

Les systèmes de type ISA (Intelligent Speed Adaptation) qui ont fait l'objet d'évaluations dans plusieurs pays européens apparaissent comme une réponse possible à cette interrogation.

Encore faut-il, avant toute décision de déploiement, bien comprendre les apports de ces systèmes au regard de leur acceptabilité par les conducteurs, de leur influence sur les comportements de conduite et de leur impact sur la sécurité.

En France, depuis septembre 2001, à l'initiative du Ministère chargé des Transports¹, une équipe pluridisciplinaire de chercheurs, d'ingénieurs et de techniciens, s'efforce d'apporter des réponses à ces questions, à travers le projet LAVIA.

Pour cela une expérimentation unique a été conduite : une flotte de 22 véhicules équipés du Limiteur s'Adaptant à la Vitesse Autorisée et dotés de moyens de recueil de données a été testée par plus de 110 conducteurs au cours de différentes phases expérimentales.

Plus d'un millier d'interviews, plusieurs centaines de questionnaires et près de 27 millions d'enregistrements font l'objet d'analyse qualitative ou quantitative par des ergonomes, des psychologues de la conduite et des statisticiens.

Ce « CARNET DE ROUTE DU LAVIA » reprend de façon plus approfondie les différentes présentations orales du colloque « LAVIA : PREMIERS RESULTATS ET PERSPECTIVES » du 9 novembre 2006.

¹ Direction de la Sécurité et de la Circulation Routière
Direction de la Recherche et de l'Animation Scientifique et Technique

Je souhaite que le lecteur y trouve les éclairages attendus sur le LAVIA mais aussi que ce travail vienne consolider les travaux des chercheurs, à l'échelle européenne, pour une meilleure compréhension des systèmes ISA.

D'autres initiatives ont déjà été engagées ou seront nécessaires pour mieux appréhender ces systèmes dans toutes leurs dimensions (humaines, techniques, économiques et juridiques) et ainsi réunir les connaissances requises comme préalable à toute décision de déploiement.

Jacques Ehrlich
Chef du projet LAVIA
Directeur de recherche et directeur adjoint du LIVIC
(unité mixte de recherche LCPC-INRETS)

Le projet LAVIA : contexte et organisation

Jean Gérard Koenig
Président du comité de pilotage LAVIA

1 – Le contexte au lancement du projet

Au démarrage de la réflexion sur le projet LAVIA, en 1999, les progrès réalisés en France en matière de sécurité routière appelaient une relance vigoureuse puisque le nombre de tués sur les routes françaises était passé de 8 533 en 1994 à 8 437 en 1998, restant donc en quasi stagnation.

Parmi les trois grands leviers d'action classiques des pouvoirs publics (l'alcool, la vitesse, la ceinture), le sentiment existait qu'un important potentiel de progrès restait mobilisable à travers la maîtrise de la vitesse. La vitesse excessive, présente dans la moitié environ des accidents mortels, était en effet clairement identifiée comme un facteur important du nombre d'accidents et de leur gravité.

Le premier mode d'intervention à engager dans ce domaine concernait le contrôle des vitesses sur routes; il devait par la suite connaître un développement décisif à travers le CSA (contrôle sanction automatisé) décidé par les pouvoirs publics en 2002, avec la mise en place des radars automatiques.

L'autre mode d'action sur la maîtrise de la vitesse, à travers les aides à la conduite, commençait à se développer : des constructeurs (Renault) commençaient à proposer des limiteurs « manuels », actionnés par le conducteur; et par ailleurs le développement du GPS et des nouvelles technologies de l'informatique et de la communication permettait d'envisager des systèmes « intelligents » dans ce domaine. L'intelligence recherchée ici consiste à pouvoir, à tout moment, identifier la vitesse localement autorisée sur la route où se trouve le véhicule, pour en informer le conducteur ou mettre en oeuvre un limiteur actif.

2 – La préparation de l'expérimentation

En octobre 1999, la Direction de la Sécurité et de la Circulation Routière (DSCR) du ministère des transports a constitué un groupe de travail, avec les principaux partenaires concernés du réseau scientifique et technique, pour préparer l'expérimentation en France d'un limiteur de vitesse intelligent. Le projet LAVIA (Limiteur s'Adaptant à la Vitesse Autorisée) était né.

2.1 - L'état de l'art en Europe

Le groupe de travail a commencé par s'informer des démarches similaires engagées

à l'époque dans différents pays européens. Sous la dénomination ISA (Intelligent Speed Adaption), différents essais avaient été réalisés ou étaient en cours ; les membres du groupe se sont rendus sur place rencontrer les responsables de certains d'entre eux aux Pays-Bas (à Tilburg), en Grande-Bretagne (Leeds), et dans plusieurs villes suédoises.

Ces expérimentations présentaient une première exploration des options technologiques envisageables, aussi bien pour connaître les vitesses autorisées localement que pour transmettre cette information au conducteur, ou pour permettre à un limiteur actif de découpler en sécurité la pédale d'accélération .

Elles ont également permis de préciser les évaluations à effectuer, qui peuvent porter sur les attitudes, l'acceptabilité pour le constructeur, l'impact sur la sécurité, l'ergonomie de conduite.

2.2 - Fixation des objectifs du projet LAVIA

Le groupe de travail a rapidement conclu que, pour apporter une plus-value réelle aux diverses expérimentations existantes, et explorer les conditions et difficultés d'un futur déploiement des limiteurs intelligents, il convenait se placer dans un contexte aussi proche que possible de l'utilisation quotidienne, dans tous les contextes routiers courants, par des conducteurs représentatifs de la population réelle.

Cet objectif stratégique était relativement ambitieux par rapport aux expérimentations de l'époque, en général cantonnées à des zones limitées le plus souvent urbaines, et à des solutions technologiques parfois rudimentaires.

Il avait plusieurs conséquences importantes sur le cahier des charges du projet :

- ◆ la mise en place d'une zone expérimentale suffisamment vaste, représentative d'un bassin de vie quotidienne ;
- ◆ la mobilisation d'un nombre suffisant de véhicules expérimentaux, sur une durée d'expérimentation assez longue, pour bénéficier d'une population statistiquement significative de conducteurs participants à l'expérimentation;
- ◆ l'utilisation d'une technologie offrant les meilleures garanties d'ergonomie et de sécurité pour les conducteurs, même sur des routes à vitesse élevée (autoroutes), où les limiteurs actifs n'avaient pas encore été testés et où un (petit) risque pouvait exister ; la participation des constructeurs automobiles était donc très souhaitable pour assurer cette qualité ergonomique des véhicules équipés;
- ◆ la nécessité de pouvoir comparer, et donc d'intégrer à l'expérimentation, les deux grands modes de fonctionnement (informatif ou actif) des limiteurs de vitesse.

2.3 Les thèmes d'évaluation

L'expérimentation doit permettre d'éclairer les conditions d'un futur déploiement des limiteurs intelligents en traitant tous les aspects importants. Les thèmes d'évaluation retenus portent sur :

- ◆ les attitudes et représentation des conducteurs vis-à-vis de la vitesse et des limiteurs ;
- ◆ leurs comportements et les modifications induites par l'usage du limiteur ;

- ◆ l'acceptabilité du limiteur, selon le mode de fonctionnement et le contexte routier rencontré ;
- ◆ les effets prévisibles du déploiement de ces limiteurs sur la sécurité routière dans son ensemble.

3 - L'organisation de l'expérimentation

Début 2001, à la suite de l'accord donné par les constructeurs, a été constitué le Comité de Pilotage LAVIA réunissant les initiateurs et partenaires du projet. Parallèlement a également été constituée l'Equipe Projet.

Les différents aspects de l'organisation du projet ont alors pu être précisés dans le cadre de l'étude de définition en fonction des objectifs fixés.

3.1 - Le dispositif LAVIA

Le limiteur LAVIA, installé sur les véhicules expérimentaux Renault Laguna et Peugeot 307, comporte :

- ◆ un système de localisation GPS ;
- ◆ une base de données embarquée couplée à un système de navigation, permettant d'identifier la voie empruntée et la vitesse maximale autorisée ;
- ◆ un affichage visuel de la vitesse limite ;
- ◆ un limiteur de vitesse (doté d'un découplage d'urgence " kick down ").

Trois modes de fonctionnement du limiteur sont testés :

- ◆ le mode informatif (affichage de la vitesse limite, avertissement d'un dépassement) ;
- ◆ le mode actif débrayable (avec activation, si le conducteur le décide, du limiteur) ;
- ◆ le mode actif permanent ou contraint (avec activation permanente du limiteur, sauf usage du " kick down ").

3.2 - Zone couverte

La zone expérimentale est celle où le limiteur pourra être activé et où résideront les conducteurs sélectionnés. Elle est située dans l'ouest de la région parisienne, dans un secteur proche des implantations des principaux partenaires du projet.

Cette zone expérimentale s'étend sur un peu plus de 100 km² autour de Versailles et Saint Quentin en Yvelines, et recouvre une large gamme de contextes routiers (centres urbains, zones d'activités et zones résidentielles périurbaines, zones semi-rurales ou naturelles).

Le réseau routier de cette zone comporte différentes catégories de voies, depuis des rues urbaines ou résidentielles limitées à 30 km/h voire 20 km/h, jusqu'à des autoroutes à 130 km/h. Deux radars automatiques y ont été installés (sur l'autoroute A12).

Au delà de la zone expérimentale, les données de localisation, parcours et vitesse des

véhicules pourront également être enregistrées sur une zone plus vaste.

3.3- Données recueillies

Un important système de recueil de données a été mis en place, appuyé sur des enregistrements automatiques à bord des véhicules, et sur des questionnaires et entretiens passés avec les conducteurs.

3.4 - Phasage

L'expérimentation a été réalisée en deux phases :

- ◆ une phase de préévaluation, réalisée sur deux véhicules prototypes fortement instrumentés (vidéo). Les tests avec ces véhicules ont été conduits avec une douzaine de conducteurs volontaires sur un parcours préétabli, en présence de psychologues accompagnateurs ; ces tests réalisés en 2004 ont permis en particulier une première validation du dispositif LAVIA et du protocole expérimental de la phase suivante.
- ◆ une phase d'évaluation quantitative, réalisée sur l'année 2005 avec la flotte de 20 véhicules ; ceux-ci ont été utilisés en 5 vagues successives mobilisant au total une centaine de conducteurs. Les conducteurs volontaires utilisaient le véhicule expérimental en remplacement de leur véhicule habituel pendant 8 semaines, soit 2 semaines de prise en main et 2 semaines pour chacun des trois modes de fonctionnement du limiteur.

3.5 - Dispositions particulières

Des dispositions adaptées ont dû être mises en place pour faire face à différentes contraintes, prévues ou parfois inattendues. On peut citer en particulier :

- ◆ L'application des lois relatives à la protection des données personnelles (déclaration du fichier à la CNIL), et à la protection des personnes qui se prêtent à la recherche biomédicale (loi Huriet).
- ◆ L'apurement des fichiers des données sur les vitesses autorisées, qui s'est avéré plus difficile que prévu, du fait notamment des incohérences observées sur le terrain et des fréquentes évolutions enregistrées pendant l'expérimentation.
- ◆ Le suivi sur le terrain des conducteurs volontaires, et de la flotte de véhicules, à travers les « vagues » successives, ce qui a mobilisé un dispositif logistique local important.
- ◆ L'exploitation fine des données automatisées, qui appelle une réflexion approfondie, actuellement en cours, sur les modèles statistiques applicables.
- ◆ La mise en place du Contrôle Sanction Automatisé pour les contrôles de vitesse sur route en 2003, appuyée sur 1000 radars fixes et mobiles dont 2 dans la zone expérimentale, qui a obligé à revoir certains volets du projet. Elle était en effet susceptible de modifier sensiblement les attitudes des conducteurs volontaires

vis-à-vis de la vitesse et du limiteur LAVIA. Il a donc fallu prendre en compte cette évolution en repassant une partie du questionnaire sur les attitudes et représentations.

4 - Aspects institutionnels et budgétaires

4.1 - Les intervenants

Les initiateurs du projet sont les deux directions centrales (DSCR et DRAST) du ministère chargé des Transports, qui ont engagé la démarche.

Les financeurs sont les deux directions centrales précitées, auxquelles se sont joints dès la fin 2000 les constructeurs automobiles Renault et PSA Peugeot Citroën.

Les huit partenaires du projet sont les réalisateurs de l'expérimentation, choisis en fonction des expertises et contributions qui devaient être mobilisées.

Cinq de ces partenaires sont des organismes publics de recherche et d'études liés au ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement :

- ◆ le LCPC (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées), chargé du rôle de chef de projet et responsable des aspects techniques ;
- ◆ l'INRETS (Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité), chargé de la sélection des conducteurs volontaires, et responsable du plan d'expérience et de l'évaluation ;
- ◆ le CETE (Centre d'Études Techniques de l'Équipement) Méditerranée, chargé des évaluations techniques et des dispositifs de mesure embarqués ;
- ◆ le CETE du Sud-Ouest / ZELT, chargé de l'exploitation des données recueillies ;
- ◆ le Laboratoire Régional de l'Ouest Parisien (LROP), responsable du suivi sur le terrain de l'expérimentation.

Trois partenaires sont de statut privé (liés aux constructeurs automobiles) :

- ◆ PSA Peugeot-Citroën, qui a fourni un prototype et 10 véhicules équipés ;
- ◆ Renault, qui a également fourni un prototype et 10 véhicules équipés ;
- ◆ le Laboratoire d'Accidentologie et de Biomécanique (LAB) du GIE PSA-Renault, chargé d'une étude a priori de l'impact potentiel du LVA sur la sécurité routière.

Des experts (SETRA, CERTU) sont également associés au suivi des travaux.

La coordination entre ces intervenants s'effectue à deux niveaux :

- ◆ celui du Comité de Pilotage, qui réunit chaque trimestre les initiateurs et partenaires du projet, ainsi que des experts et conseillers scientifiques ;
- ◆ celui de l'Équipe Projet, animée par le chef de projet avec les chercheurs des organismes partenaires.

L'accord de partenariat, avec l'étude de définition qui lui est annexée, a été préparé sous une première forme dès l'année 2001. Même s'il n'a été signé sous sa forme

définitive qu'en 2006, il a constitué une référence utile pour la gestion du projet tout au long de son déroulement.

4.2 - Aspects budgétaires

En 2001, le coût de l'opération a été estimé à 5,075 M€ . La prise en charge de cette dépense a été répartie comme suit :

- ◆ pour la DSCR (crédits d'étude et de recherche, intervention des CETE) et la DRAST (subventions aux constructeurs au titre du programme PREDIT) : 3,991 M€ ;
- ◆ pour les constructeurs Renault et PSA Peugeot Citroën, en nature sous forme de fournitures de véhicules et de prestations du LAB : 1,084 M€.

Ce budget a été globalement respecté en euros constants.

5 - Déroulement de l'expérimentation

Les principales étapes de la réalisation du projet ont été les suivantes :

- 1999 - 2000 : Réflexion préparatoire et visite des expériences à l'étranger ;
- Novembre 2000 : Accord de participation des constructeurs
- 2001 - 2003 : Etude de définition et engagement des travaux
- Eté 2003 : Fourniture des prototypes
- 2004 : Préévaluation avec 2 prototypes
- 2005 : Expérimentation avec la flotte de 20 véhicules
- 2006 : Premiers résultats

6 - Quelques pistes de réflexion pour l'avenir

Les premiers résultats de l'expérimentation sont largement présentés par ailleurs et ne seront pas repris ici.

Ils devraient permettre d'éclairer les conditions dans lesquelles le limiteur intelligent pourrait être déployé, et de nourrir le débat qui devrait s'ouvrir sur certaines questions récurrentes que se posaient les initiateurs du projet :

- ◆ Quelle remise en ordre de la signalisation des limites de vitesse devrait accompagner un tel déploiement ?
- ◆ Quel appui pourrait apporter l'établissement d'une base de données centralisée sur les limites de vitesse ?
- ◆ Quel est le niveau de synergie entre le contrôle/sanction automatisé (ou non) et le limiteur intelligent, qui pourraient être perçus comme les deux facettes, « contrainte » et « aide », d'une politique de maîtrise de la vitesse excessive ?

Présentation des quatre dimensions de l'évaluation du LAVIA : utilisabilité, utilité, acceptabilité, sécurité avec la justification des choix des dispositifs d'évaluation associés

Sylvain Lassarre et Farida Saad (INRETS - GARIG)

I. Les dimensions de l'évaluation

L'évaluation du LAVIA porte sur quatre dimensions qui sont classiques dans l'évaluation d'un produit : l'utilisabilité, l'utilité, l'acceptabilité et la sécurité. Nous donnons les définitions de ces quatre dimensions et présentons les dispositifs d'enquêtes, de mesures et d'observations qui ont été mis en oeuvre pour les évaluer. Les résultats des évaluations correspondant à ces quatre dimensions sont développés dans les autres fiches.

- ◆ L'utilisabilité est définie selon la norme ISO 9241 comme « le degré selon lequel un produit peut être utilisé, par des utilisateurs identifiés, pour atteindre des buts définis avec efficacité, efficience et satisfaction, dans un contexte d'utilisation spécifié ». L'utilisabilité peut se mesurer par la facilité d'apprentissage et la facilité d'appropriation ainsi que la fiabilité (Nielsen, 1994), sachant que des arbitrages ont été faits entre ces critères par les concepteurs. La première question à laquelle doit répondre l'évaluation est : le système LAVIA est-il utilisable par les conducteurs dans leurs trajets automobiles quotidiens ? Il se peut que de très bons systèmes d'aide à la conduite selon les concepteurs se révèlent inutilisables ou bien d'un apprentissage ardu. L'efficacité désigne le fait que le produit permet à ses utilisateurs d'atteindre le résultat prévu, c'est-à-dire le respect des limitations de vitesse.
- ◆ L'évaluation de l'utilité est similaire à l'évaluation de l'efficacité au sens traditionnel dans le champ des transports et de la sécurité routière. Il s'agit d'évaluer la capacité du système à atteindre l'objectif défini par les concepteurs qui est de respecter les limitations de vitesse pendant la conduite d'un véhicule. Y-a-t-il adéquation entre l'objectif de respect des limitations de vitesse et l'atteinte de cet

objectif dans la pratique de la conduite avec le LAVIA ? Selon le mode du LAVIA qui va de l'informatif au contraint, l'évaluation de l'efficacité va constituer à quantifier la marge de respect atteinte par le conducteur avec l'utilisation du dispositif. L'objectif de 100% de respect ou autrement dit zéro dépassement des limitations de vitesse que le système permet effectivement d'atteindre est le maximum de l'utilité théorique. On préférera plutôt employer le taux de non respect des limitations de vitesse, qui doit passer d'un certain pourcentage du temps de conduite passé ou de kilométrage parcouru au dessus des limitations de vitesse à un taux de non respect voisin de zéro grâce au LAVIA.

- ◆ L'acceptabilité se décompose en acceptabilité pratique et acceptabilité sociale. Elle est considérée comme une intention d'usage du dispositif, c'est-à-dire comme une prédiction de la décision d'usage dans le futur. L'acceptabilité pratique est définie comme la représentation mentale du LAVIA, de son utilité et de son utilisabilité (Tricot et al., 2002). Il s'agit des perceptions par le conducteur de l'utilisabilité effective et de l'utilité pratique. L'acceptabilité sociale est la valeur intégrative du LAVIA par rapport aux représentations sociales relatives à la vitesse, à la sécurité routière et à l'usage de l'automobile. Le LAVIA est-il compatible avec le système de valeurs et de pratiques sociales en usage dans la conduite automobile ?
- ◆ La sécurité est relative à la réduction du risque d'accident matériel et corporel. Le LAVIA est censé procurer un gain de sécurité via un meilleur respect des limitations de vitesse, spécialement des accidents mortels. On produira une évaluation de l'efficacité a priori sur les accidents estimée sur la base du risque attribuable en comparant deux distributions de vitesse sans et avec l'usage du système.

II. Les dispositifs d'évaluation

L'évaluation est de nature empirique. Des conducteurs utilisent dans leurs trajets quotidiens des véhicules équipés du LAVIA, leurs comportements sont observés et leurs attitudes et représentations sont recueillies pour être analysées.

Les dispositifs ont été adaptés à chaque dimension de l'évaluation : une pré-évaluation pour l'utilisabilité sur un échantillon de 12 conducteurs volontaires, un plan expérimental pour l'utilité et l'acceptabilité a posteriori sur un échantillon de 92 conducteurs volontaires habitant la zone expérimentale et une série d'enquêtes par questionnaires pour l'acceptabilité sociale sur 1300 conducteurs résidant dans la zone expérimentale.

II.1. La pré-évaluation

L'objet de cette pré-évaluation est d'établir un premier diagnostic de l'utilisabilité et de l'acceptabilité pratique par les conducteurs de l'assistance proposée par le

système LAVIA et de fournir des recommandations méthodologiques pour la collecte et l'analyse des données de l'expérimentation sur flotte. Cette pré-évaluation consiste en une analyse approfondie de l'utilisation par les conducteurs du LAVIA « actif non débrayable ».

La méthode consiste à réaliser des tests utilisateurs à l'aide des deux véhicules prototypes (une Renault et une Peugeot à boîte de vitesse manuelle) auprès d'une douzaine de conducteurs volontaires, âgés de 23 à 56 ans (6 hommes et 6 femmes) possédant leur permis depuis plus de 5 ans et effectuant 10 000 à 30 000 kilomètres par an. Le test s'est déroulé sur un parcours de référence construit en fonctions des situations expérimentales que l'on cherchait à appréhender selon un protocole expérimental suivant :

- ◆ Un essai de conduite sans le système LAVIA (Essai 1),
- ◆ Un essai de familiarisation à la conduite avec le LAVIA (Essai 2),
- ◆ Un essai de conduite avec le LAVIA (Essai 3).

Ces essais ont été réalisés sur trois trajets expérimentaux, en présence de deux observateurs. Une trentaine de paramètres de conduite, accessibles sur le bus CAN du véhicule, ont été enregistrés toutes les 500 ms. Trois vidéo caméras enregistraient les scènes routières à l'avant et à l'arrière du véhicule et le visage du conducteur. Des microphones étaient installés sur le participant et l'observateur en vue de recueillir leurs verbalisations. Le trajet expérimental pour l'essai 3 a été conçu de manière à ce que les conducteurs circulent sur différents types de route (en zone urbaine, zone rurale et sur autoroute), présentant des niveaux de limitation de vitesse et de conditions de circulation variés. Le trajet était d'une longueur totale de 72 kilomètres, les voies en zone urbaines, les routes en zone rurale et les sections d'autoroute représentant respectivement 49 %, 39 % et 12 % du trajet total. Les limitations en vigueur le long du trajet étaient comprises entre 30 et 130 Km/h. Il faut enfin signaler la présence de deux radars automatiques sur les sections d'autoroute.

La méthodologie mise en oeuvre combine ainsi l'observation et la mesure des comportements, la description et la catégorisation des contextes situationnels (type de routes, niveau de limitation de vitesse, conditions de circulation), le recueil des verbalisations des conducteurs en situation et la réalisation d'entretiens aux différentes phases de l'étude.

II.2. Le plan expérimental

Pour évaluer l'utilité et l'acceptabilité du LAVIA, il a été adopté un plan d'expérience classique. Chaque participant à l'expérimentation conduit un véhicule (Renault ou Peugeot) pendant deux mois : quatre fois deux semaines d'affilée suivant une

succession imposée des systèmes : mode neutre, informatif, actif débrayable et actif contraint. Il n'a pas été possible de tirer au hasard les ordres de passage des systèmes après le mode neutre. Cela peut entraîner un effet d'apprentissage mais aussi faciliter la prise en main du limiteur selon une progression naturelle des contraintes imposées par le système dans la conduite. Les participants ont été recrutés sur la base du volontariat et ensuite soumis à un processus de sélection suivant des critères liés à la mobilité automobile et des critères médicaux. 92 conducteurs ont participé à l'expérimentation au lieu des 100 visés initialement. Nous avons estimé qu'une taille d'une centaine de conducteurs était un bon compromis en matière de coût/efficacité pour obtenir une variabilité suffisante mais non invalidante, c'est-à-dire contrôlée, en vue de tirer des conclusions fondées sur des analyses statistiques quantitatives. On peut qualifier l'évaluation de semi quantitative pour montrer qu'on se situe à la frontière entre une évaluation qualitative tirée d'un petit échantillon d'utilisateurs et une évaluation quantitative sur un très grand échantillon.

La zone d'expérimentation du système LAVIA est définie par un rectangle dont les coordonnées géographiques sont les suivantes :

- ◆ Coin Nord-Est : Latitude : 48° 55'; Longitude : 2° 20'
- ◆ Coin Sud-Ouest : Latitude: 48° 40' ; Longitude : 1° 50'

et se compose de deux sous-zones :

- ◆ la zone, dite "active", constituée d'un espace où le système LAVIA est actif et où les données recueillies de façon autonome ;
- ◆ la zone, dite d'observation, où le système LAVIA est inopérant mais où le système de recueil de données reste actif.

A l'extérieur de ces deux zones, ni le LAVIA, ni le système de recueil de données ne sont actifs.

C'est la zone complémentaire de la zone active à l'intérieur de la zone complète d'expérimentation. Si la zone d'expérimentation s'étend sur un large périmètre de la partie Ouest de l'Île-de-France, la zone active du système LAVIA est concentrée, quant à elle, dans le Sud-Ouest parisien. Entretien une proximité immédiate avec la capitale par les autoroutes urbaines, la plupart de cette zone s'étend sur le département des Yvelines. Sur la zone active, un relevé des limitations de vitesse a été fait et l'information codée dans une base de données géographiques dite LUT par la société Navteq. Le kilométrage total de la zone active s'élève à 1289 km. La répartition des limitations de vitesse fait une part belle au réseau limité à 50 km/h en majorité situé en milieu urbain. Les limitations de vitesse sur certains arcs ne sont pas renseignées car ils font partie d'un réseau particulier comme les voies forestières.

Vitesse de consigne (km/h)	Nombre de segments	Nombre de kilomètres	%
30	2569	104	8
40	163	9	1
45	425	20	2
50	16430	701	54
60	358	17	1
70	1471	62	5
80	213	11	1
90	1581	85	7
110	992	70	5
130	69	7	1
Autres vitesses segments non renseignés	804	33	3
	3135	171	13

Total	28210	1289
-------	-------	------

Tableau I. Distribution des segments et du kilométrage du réseau de la zone active suivant la consigne de vitesse.

II.2.1. Evaluation de l'utilité

Dans la zone expérimentale, les données sur les paramètres de conduite et de trajet du véhicule dont la vitesse sont enregistrées toutes les demi-secondes à l'aide d'un système embarqué d'acquisition, de recueil et de transmission des données monté sur le bus des 20 véhicules de la flotte expérimentale. Les données sur les états du LAVIA, les consignes de vitesse et les segments du réseau LUT sont enregistrés uniquement sur la zone active.

L'analyse de l'utilisation des systèmes repose sur une modélisation des processus temporels de changements d'état à l'aide de processus de Markov. L'interprétation se fonde sur des matrices des taux de transition entre états et des distributions des durées passées dans les états. Les statistiques sur les temps passés dans les états s'en déduisent. Par le produit du taux d'entrée dans un état, comme le kick-down par exemple, par la durée moyenne passée dans l'état, ici le kick down, on obtient la proportion moyenne de temps passée dans cet état.

Le comportement vitesse est analysé en portant attention aux états après un « nettoyage » préalable des données par l'estimation des distributions de vitesse plutôt que des moyennes. Les distributions des écarts à la vitesse consigne qui est la vitesse limite sont privilégiées pour l'évaluation des effets des limiteurs. Une analyse devra aussi porter sur les temps de parcours afin de comparer les gains en sécurité et les pertes en temps générés par le respect des limitations de vitesse.

Des contrôles de qualité sont instaurés à toutes les étapes : dès le début lors du recrutement des volontaires, surtout lors de l'expérimentation avec des possibilités d'interruption suite à diverses dérives, ensuite au niveau du recueil et de l'analyse des données puis au niveau de la modélisation par des modèles probabilistes pour

estimer les effets avec/sans systèmes compte tenu de toute la variabilité (sujet/trajet/environnement spatio-temporel).

II.2.2. Evaluation de l'acceptabilité pratique

L'objet de cette enquête est d'évaluer l'acceptabilité du LAVIA après son usage par les conducteurs pendant six semaines.

Afin de mesurer l'acceptabilité de chaque mode du LAVIA par les conducteurs, le questionnaire « acceptabilité » leur a été administré à la fin des essais de chaque mode « Informatif », « Actif débrayable » et « Actif non débrayable » (toutes les deux semaines). Ce questionnaire comporte plusieurs questions relatives aux principaux thèmes suivants :

- ◆ Avantages perçus du LAVIA tant au niveau du respect des limitations que de la conduite avec le système,
- ◆ Situations problèmes rencontrées au cours de l'essai du LAVIA,
- ◆ Confiance accordée par les conducteurs au système,
- ◆ Perception de la conduite avec le LAVIA, mesurée selon cinq dimensions (Plaisir, Sécurité, Confort, Agréable, Facilité d'utilisation),
- ◆ Utilité perçue des trois modes sur différents réseaux routiers,
- ◆ Acceptabilité proprement dite du LAVIA et améliorations ou événements pouvant faire augmenter cette acceptabilité par les conducteurs.

II.2.3. Evaluation de la sécurité

L'efficacité a priori sur les accidents est estimée sur la base du risque attribuable en comparant deux distributions de vitesse sans et avec l'usage du système qui donne le pourcentage de réduction d'accidents de différentes gravités à attendre d'un équipement à 100 % du parc de véhicules.

II.3. Les grandes enquêtes sur l'acceptabilité sociale

L'objectif de ces enquêtes par questionnaire en face à face sur des échantillons représentatifs des conducteurs de la zone expérimentale est la connaissance des attitudes et des représentations des automobilistes vis-à-vis de la vitesse et de son contrôle au moyen d'aides à la conduite telles que les limiteurs de vitesse. Plus concrètement, ces enquêtes visent à :

- ◆ fournir une description des représentations des automobilistes vis-à-vis de la vitesse et de son contrôle,
- ◆ évaluer leur degré d'acceptabilité de nouvelles aides à la conduite, et, en particulier, des limiteurs de vitesse à bord du véhicule,

- ◆ relier ces représentations et attitudes à leurs caractéristiques propres (âge, expérience de la conduite) et à leurs pratiques de mobilité,
- ◆ définir la stratégie de sélection d'un échantillon « expérimental » d'automobilistes qui conduiront le véhicule expérimental équipé d'un limiteur de vitesse dans le cadre du projet LAVIA.

III Conclusion

Les quatre dimensions de l'évaluation ont été envisagées et traitées sur le même pied d'égalité. Les informations nécessaires à chaque dimension ont été calibrées en vue d'assurer la validité scientifique de chaque démarche et, dans un futur proche, d'articuler les analyses dans une évaluation globale. Le dispositif expérimental a ainsi été élaboré et développé pour assurer la cohérence globale de l'évaluation.



Technologie LAVIA et recueil de données

Jacques Ehrlich - LIVIC (LCPC-INRETS), Michel Marchi,
Marie-Amélie Horvath, Nicolas Ditchi (CETE Méditerranée).

1 Le besoin

Il convient de rappeler ici que l'objectif du projet LAVIA est l'évaluation d'un limiteur adaptatif de vitesse du point de vue de l'acceptation par les conducteurs, de son influence sur les comportements de conduite et des bénéfices attendus en terme de réduction du nombre d'accidents, de tués et de blessés.

En revanche, le LAVIA n'est pas un projet d'évaluation d'une technologie d'implantation du système. Par conséquent technologie mise en oeuvre, ne présage en aucun cas de celle qui pourrait être retenue dans le cas d'un déploiement à grande échelle.

Les principales exigences que le système devait satisfaire sont présentées ci-dessous :

1.1 Exigences générales

1. Le système doit fournir 4 modes de fonctionnement : neutre, informatif, actif débrayable, actif non débrayable ;
2. Le conducteur est averti que le véhicule entre ou sort de la zone expérimentale par un signal sonore (bip bip).
3. Au démarrage du véhicule, un autodiagnostic des fonctions du LAVIA doit automatiquement être lancé. En cas d'échec le conducteur doit être informé par un affichage sur le tableau de bord

1.2 Exigences relatives aux limitations de vitesses

4. Dans tous les modes sauf le mode neutre, le système doit afficher sur le tableau de bord la limitation de vitesse courante, si le véhicule circule sur la zone expérimentale ;
5. En dehors de la zone expérimentale ou si le système ne possède pas l'information concernant la vitesse réglementaire en vigueur, aucune valeur n'est affichée sur le tableau de bord ;
6. Quand le véhicule passe un point où la limitation de vitesse change, la nouvelle limitation de vitesse doit être affichée moins de 20 mètres autour de ce point sur le réseau urbain et moins de 50 mètres sur les autres réseaux.

1.3 Exigences relatives aux modes informatif et actifs

7. Dans ces modes, l'affichage de la vitesse autorisée se met à clignoter si la vitesse du véhicule lui est supérieure.

1.4 Exigences relatives aux modes actifs

8. Dans le mode actif débrayable, le conducteur peut, à tout moment, mettre le système hors service à l'aide d'un bouton MARCHÉ/ARRÊT. Quand le système est hors service, il n'y a plus d'affichage de la vitesse autorisée sur le tableau de bord ; l'état MARCHÉ/ARRÊT est rappelé au conducteur par un voyant sur le tableau de bord ;
9. Dans les modes actif débrayable et actif non débrayable, si la vitesse du véhicule est supérieure ou égale à la vitesse autorisée, la pédale d'accélérateur est sans effet ;
10. Quand la position de la pédale d'accélérateur est au-delà de la vitesse autorisée et qu'une nouvelle limitation de vitesse plus élevée se présente, l'accélération du véhicule est limitée à $0,5 \text{ m/s}^2$.

1.5 Exigences relatives au « kick-down »

11. Dans les deux modes actifs, le système peut être neutralisé temporairement en pressant la pédale d'accélérateur au-delà d'un point dur ;
12. En cas de neutralisation temporaire, la réactivation se fait de façon automatique si la vitesse du véhicule passe en dessous de la vitesse autorisée.

1.6 Exigences relatives à la base de données des vitesses

13. La mise à jour de la base de données des vitesses devra se faire par un échange de CD-ROM et/ou une mise à jour de la mémoire du système, par téléchargement ;
14. Sur une voie, des limitations de vitesse différentes dans chaque sens devront être prises en compte.

1.7 Exigences spécifiques à l'expérimentation

15. Le système doit automatiquement changer de mode à des dates préprogrammées par les personnes chargées de l'exploitation des véhicules en respectant la séquence suivante : neutre, informatif, actif débrayable, actif contraint.

2 Les options technologiques

Pour obtenir à bord du véhicule la vitesse autorisée, plusieurs options technologiques étaient possibles :

- ◆ vitesse fournie par l'infrastructure par une communication entre véhicule et bord de route ;
- ◆ vitesse fournie par un système de cartographie et une base de données embarqués.

La première solution présente l'avantage de prendre en compte des limitations de

vitesse temporaires ou dynamiques telles que celles liées aux travaux, à la régulation du trafic, aux conditions météorologiques ou aux évolutions de la signalisation. La seconde solution ne permet pas de prendre en compte les limitations à caractère temporaire ou dynamique. En revanche, elle est plus simple et plus économique à mettre en oeuvre, à l'échelle d'une expérimentation sur une vingtaine de véhicules. En cas d'évolution de la signalisation, elle nécessite une mise à jour des informations embarquées. C'est donc finalement cette seconde option qui a été retenue.

3 La technologie mise en oeuvre

3.1 Principe de fonctionnement (Figure 1)

Comme indiqué précédemment, nous avons opté pour une implantation du système fondée sur une cartographie et une base de données des vitesses embarquées dont le principe de fonctionnement, illustré par la figure ci-dessous, peut-être résumé de la façon suivante :

- ◆ un récepteur GPS couplé à un gyromètre et un odomètre, permet de déterminer les coordonnées géographiques du véhicule, y compris en cas de perte momentanée des signaux émis par les satellites GPS (effet de masquage en zones urbaines ou dans des tunnels) ;
- ◆ fondé sur des techniques de map-matching, un système de navigation couplé à une carte numérique identifie le segment de route sur lequel le véhicule est en train de rouler ;

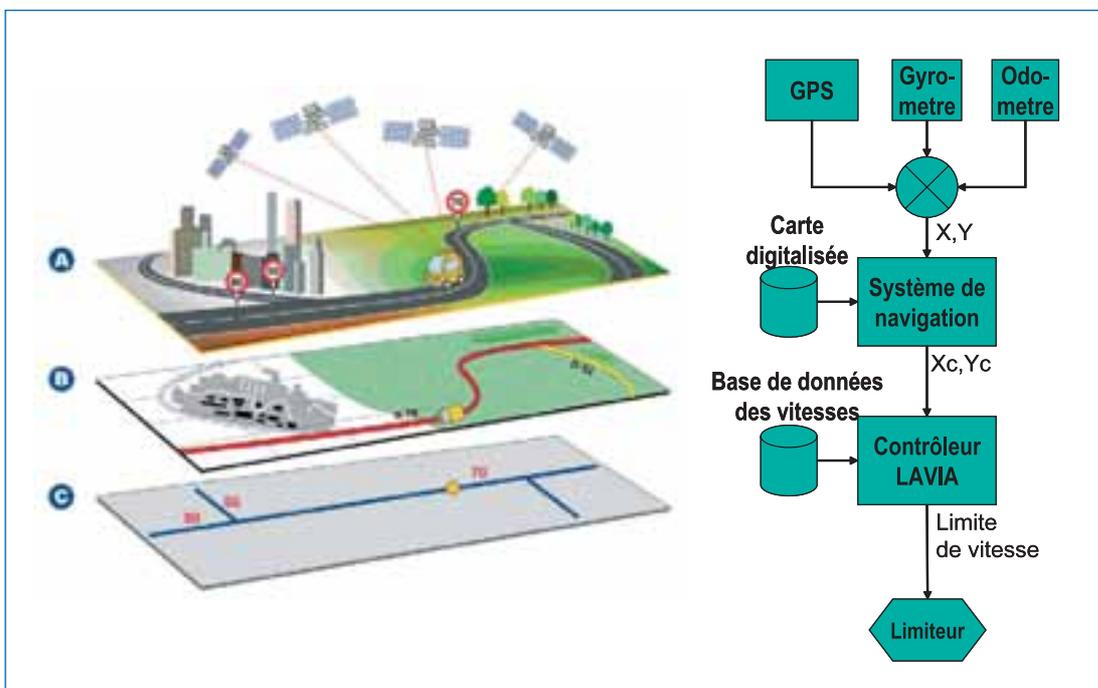


Figure 1 – Principe de fonctionnement du LAVIA

- ◆ connaissant ce segment de route, le calculateur LAVIA recherche dans sa base de données des vitesses autorisées, la limitation de vitesse en vigueur à la position courante du véhicule ;
- ◆ enfin, cette limitation est transmise au contrôle moteur pour limiter la vitesse du véhicule. Il convient de noter que le système n'ayant aucune action sur les freins, le dépassement de la vitesse autorisée est possible dans les descentes ou, temporairement, lors de transition de vitesses réglementaires dans un sens décroissant.

La Figure 2, montre les cinq principaux blocs fonctionnels du LAVIA reliés par le bus CAN du véhicule : un limiteur de vitesse standard, un système de localisation, le contrôleur LAVIA, le module d'interface homme-machine (IHM) et le système d'acquisition de données.

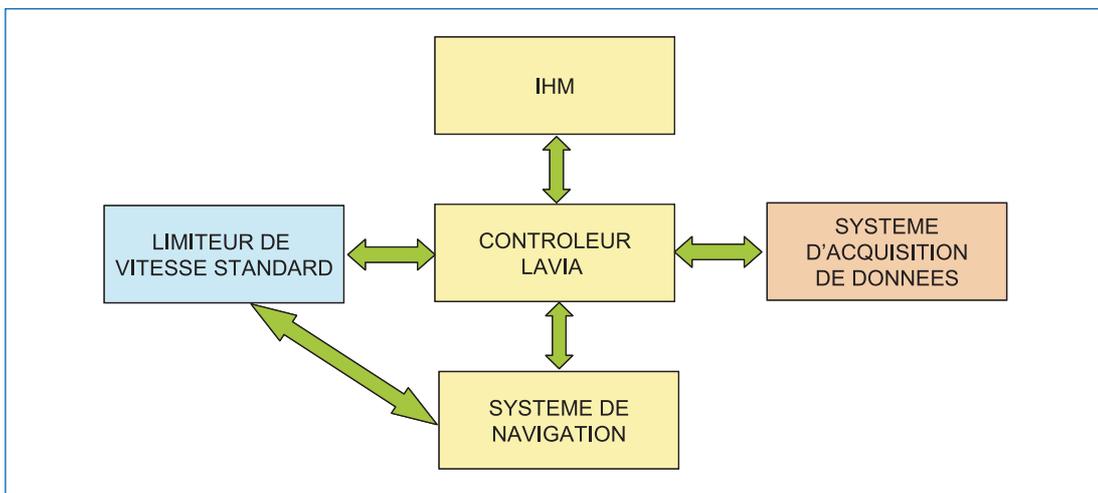


Figure 2 – Architecture fonctionnelle du LAVIA

Le limiteur de vitesse standard prend en compte la consigne délivrée par le contrôleur LAVIA et se comporte exactement de la même manière que si cette consigne venait du conducteur.

Le système de navigation effectue la fusion de données issues du GPS, de l'odomètre et du gyromètre, puis le map matching sur une carte numérique.

Le module d'IHM (interface homme-machine) regroupe un afficheur sur le tableau de bord et les boutons nécessaires pour activer/désactiver le système (dans le mode actif débrayable) etc.

Le contrôleur LAVIA acquiert les commandes du conducteur, fournit à l'IHM les informations nécessaires, transmet toutes les informations requises au système d'acquisition de données via un bus CAN spécifique et délivre au module limiteur la consigne de limitation de vitesse. La Figure 3 décrit comment cette information est obtenue. La position du véhicule sur sa voie est déterminée par le module de navigation, puis transmise au contrôleur LAVIA par le bus CAN ou VAN du véhicule. Ensuite, une heuristique recherche dans la base de données de vitesse, la LUT*, le segment de route dont la position est la plus proche et extrait la limitation de vitesse attachée à ce segment.

* LUT = Lookup table.

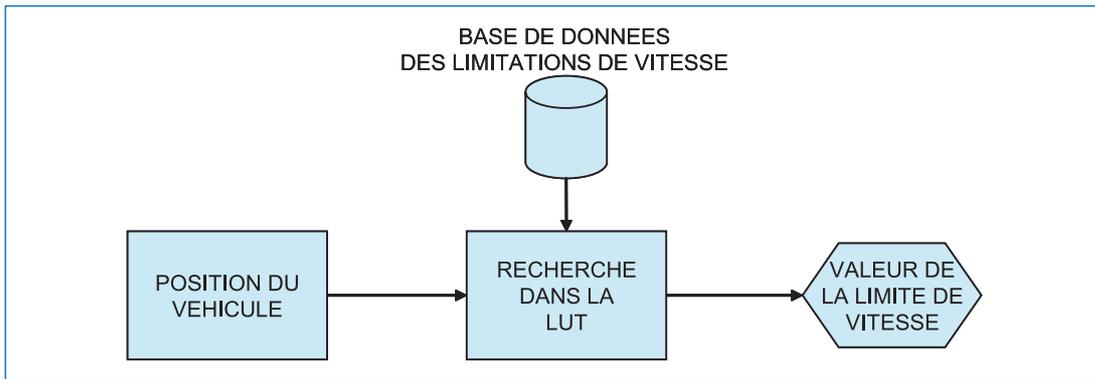


Figure 3 – Détermination de la limite de vitesse

4 Le recueil de données

L'évaluation du LAVIA repose sur l'analyse de données recueillies tout au long de l'expérimentation. Ces données proviennent d'une part d'interviews ou de questionnaires et d'autres part d'enregistrements automatiques réalisés à bord des véhicules.



Figure 4
a) Enregistreur des paramètres de conduite
b) Enregistreur vidéo

La flotte LAVIA est composée de 22 véhicules (11 Renault Laguna 2 et 11 Peugeot 307) dont deux prototypes. Les véhicules prototype avaient pour fonction d'une part de valider la technologie mise en oeuvre et d'autre part de réaliser une pré-évaluation de l'usage et de l'acceptation du LAVIA fondée sur une analyse qualitative des données et des entretiens avec les 12 conducteurs impliqués dans cette phase.

Les véhicules de la flotte ont eu pour fonction de permettre l'évaluation de l'acceptation du LAVIA, de son influence sur les comportements de conduite, sur la base d'une analyse quantitative des données.

Les 22 véhicules ont été équipés d'un boîtier de recueil de donnée des paramètres de conduite (Figure 4-a) réalisant toutes les 500 ms l'acquisition d'une trentaine de paramètres. Le système de recueil de donnée des paramètres de conduite était totalement transparent pour le conducteur. Il devenait actif dès l'ouverture des portes du véhicule, passait en mode acquisition dès la mise en marche de celui-ci et retournait en veille quelques minutes après le verrouillage des portes. Le boîtier de recueil de donnée était relié au bus CAN du véhicule par l'intermédiaire d'une passerelle. De plus et pour permettre le suivi et la maintenance du système par les équipes d'exploitation, le boîtier a été doté de capacité de communication par GSM, vers le centre d'exploitation, fondé des messages SMS contenant un compte-rendu synthétique émis à l'issue de chaque parcours.

De plus, les 2 véhicules prototypes étaient équipés d'un enregistreur vidéo et audio (Figure 4-b) relié à 3 caméras filmant de façon synchronisée, les scènes avant et arrière et le visage du conducteur ainsi que deux microphones pour l'enregistrement des conversations à l'intérieur de l'habitacle. Ces enregistrements ont été rejoués sur des ordinateurs du laboratoire au cours de séances de verbalisation avec les conducteurs ou bien pour l'analyse qualitative des données.

5 La zone expérimentale

Fonctionnellement trois zones ont été identifiées (Figure 5) :

- ◆ La zone active pour laquelle on possède une base de données décrivant les vitesses autorisées pour toutes les routes et les rues (1000 km) et où le LAVIA est opérationnel. Dans cette zone, le système de recueil embarqué de donnée est actif ;
- ◆ La zone d'observation, rectangle englobant la précédente dans laquelle on ne connaît pas les limitations de vitesse et où le LAVIA n'est pas opérationnel mais où le recueil de donnée est actif ;
- ◆ La zone neutre, située au-delà de la zone d'observation, dans laquelle, ni le LAVIA, ni le recueil de données ne sont actifs.

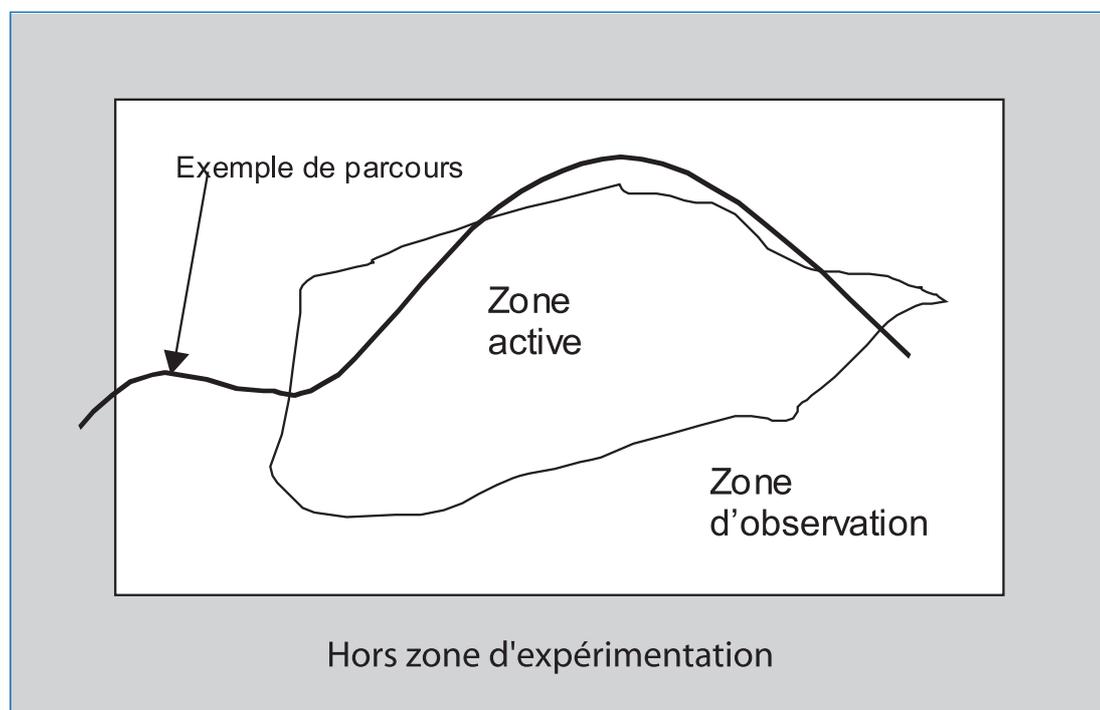


Figure 5 – Les trois zones de l'expérimentation LAVIA

Pour illustrer ce fonctionnement, examinons de la droite vers la gauche, le parcours dessiné sur la figure ci-dessus. Le véhicule démarre dans la zone d'observation ce qui donne lieu à enregistrement des données sans fonctionnement du LAVIA. Le parcours se poursuit dans la zone active ce qui active le LAVIA après avoir averti le conducteur par un bip sonore. Ensuite le véhicule sort de la zone active et effectue un parcours au nord de celle-ci, dans la zone d'observation. L'enregistrement se poursuit mais le LAVIA est inactif. Plus à l'ouest, le véhicule entre de nouveau de la zone active, ce qui réactive le LAVIA, puis quitte celle-ci pour entrer dans la zone neutre après être passé brièvement par la zone d'observation..A ce moment le trajet est considéré comme fini, le fichier en cours est fermé et l'enregistrement des données s'arrête. Il faudrait que le véhicule pénètre à nouveau dans la zone d'observation pour que l'enregistrement reprenne (un nouveau fichier de trajet serait créé).

La Figure 6 montre une carte où apparaît le contour de la zone active (ligne continue noire).

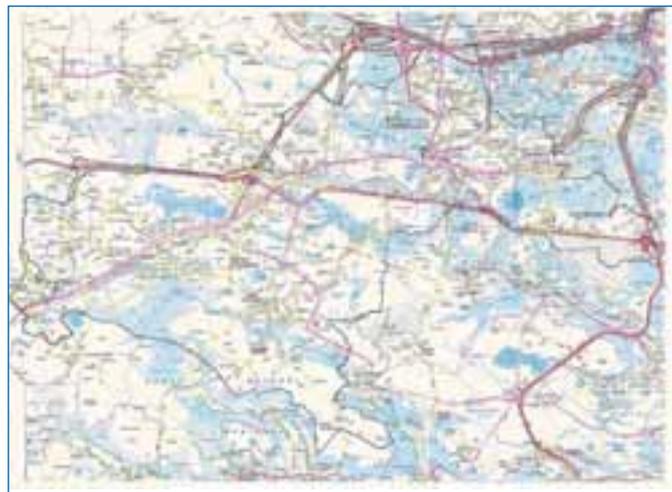


Figure 6 - Carte de la zone LAVIA

Cette zone regroupe les communes de Saint Quentin en Yvelines, Versailles, Vélizy, Le Chesnay, Viroflay, Saint-Cyr l'Ecole ainsi que certaines routes de liaison vers Paris (RN118, A12, A13).

Le boulevard circulaire de La Défense ainsi que deux itinéraires le reliant à la zone expérimentale ont également été inclus (RD321, Périphérique de la porte d'Auteuil à la porte Maillot, Av. Charles de Gaulle de la porte Maillot au boulevard circulaire).

La zone ainsi définie, contient tous les types de réseaux (urbain, périurbain, autoroutier, et rural), une large variété de limitations de vitesse (30, 45, 50, 70, 90, 110 et 130 km/h) ainsi que plusieurs zones 30 km/h.

6 Conclusion

La technologie LAVIA basée sur un système de navigation une cartographie et une base de données des vitesses réglementaires à permis de mettre en oeuvre le système pour un coût raisonnable, sur une zone expérimentale de 1000 km de routes et de rues, mais sans prendre en compte les limitations dynamiques ou temporaires. Les 22 véhicules étaient également équipés d'enregistreurs des paramètres de conduite prélevant leurs informations sur le bus CAN du véhicule et deux prototypes étaient de plus dotés d'enregistreurs vidéo. L'objectif du projet LAVIA ne portait pas sur l'évaluation de la technologie, pour laquelle la solution retenue ne présage pas de celle qui pourrait être mise en oeuvre en cas de déploiement à grande échelle.

Représentations sociales de la vitesse et du LAVIA

Jean-Claude Abric

(Laboratoire de Psychologie Sociale, Université de Provence)

Carine Pianelli (GARIG, INRETS ; Laboratoire de Psychologie Sociale, Université de Provence)

L'objectif de cette enquête était la connaissance des attitudes et des représentations des automobilistes vis-à-vis de la vitesse et du Limiteur s'Adaptant à la Vitesse Autorisée (LAVIA). Une première enquête a été réalisée de mai à juillet 2003 (enquête TRAVIA : Trajet-Vitesse des Automobilistes). Les résultats de cette étude nous ont permis d'analyser le contenu et l'organisation des représentations de la vitesse et du LAVIA et de définir une typologie de groupes de conducteurs porteurs de représentations différentes.

L'essai effectif du LAVIA ayant commencé en novembre 2004, une nouvelle enquête a été menée à nouveau de octobre 2004 à février 2005 (enquête TRAVIA2). Cette enquête avait pour but d'actualiser nos données notamment suite à la mise en place des radars automatiques et du renforcement des contrôles en matière de vitesse en octobre 2003.

Cette enquête constituait également un point de référence pour l'étude des transformations des représentations sociales déterminées par l'usage du LAVIA par les conducteurs. Les principaux résultats de l'enquête TRAVIA2 sont présentés dans ce document.

1. La théorie des représentations sociales

Cette enquête s'inscrit dans le cadre de l'approche des représentations sociales qui pose que dans les situations dans lesquelles sont impliqués les individus, il n'existerait pas de réalité objective. Chaque individu s'approprierait la réalité et s'en ferait une représentation. C'est cette représentation qui deviendrait la réalité pour les individus.

Ainsi, si l'on veut comprendre et expliquer les comportements des individus, il est indispensable de connaître leurs représentations sociales.

L'approche structurale (Abric, 1987) a mis en évidence que toute représentation est hiérarchisée et s'organise autour d'un petit nombre d'éléments appelé « noyau central » qui détermine la signification de la représentation. Ce noyau central est non négociable et très stable au cours du temps. Toute modification de ce noyau central entraîne une transformation complète de la représentation.

L'étude d'une représentation sociale consiste à repérer et analyser les éléments constituant son noyau central par l'utilisation d'outils spécifiques (Cf. Méthodologie).

2. Méthodologie

Le questionnaire élaboré pour cette enquête comprend, d'une part, des questions « classiques » (comportements, attitudes, contenu de la représentation) et, d'autre part, deux types de questions spécifiquement élaborés dans le cadre de l'approche structurale : l'évocation libre hiérarchisée (associations libres) et le questionnaire de caractérisation (choix d'éléments).

3. Participants

Cette enquête a été menée de octobre 2004 à février 2005.

La population interrogée comprend 394 personnes titulaires d'un permis de conduire B et résidant dans la zone active du LAVIA (Versailles, Viroflay, Le Chesnay, Velizy, St-Cyr-l'Ecole et les communes de la ville nouvelle de Saint-Quentin en Yvelines).

Cet échantillon est représentatif de la population vivant dans la zone d'expérimentation du LAVIA en ce qui concerne l'âge et les catégories socio-professionnelles. Il y a 50% d'hommes et 50% de femmes.

4. Principaux résultats

4.1 Les représentations sociales de la vitesse

Nous nous sommes intéressés aux représentations « positives » et « négatives » de la vitesse, représentations mises en évidence lors de l'enquête TRAVIA. Nous avons cherché à définir plus précisément les caractéristiques de chacun des groupes porteurs de représentations de la vitesse différentes.

Ainsi, nous avons divisé les conducteurs en quatre groupes selon leurs évocations relatives à la vitesse (Cf. Tableau 1).

Le groupe des « Prudents » est constitué des conducteurs pour qui : **Vitesse = Danger**. Ce groupe est majoritaire dans notre population (N=216).

Le second groupe comprend les conducteurs pour qui : **Vitesse = Danger et Plaisir**. Ce groupe est celui des « Défieurs » (N=56).

Le troisième groupe, celui des « Hédonistes », est constitué des conducteurs pour qui : **Vitesse = Plaisir**. (N=42). Le Danger n'est pas un élément central pour les conducteurs de ce groupe. Un autre élément est central pour eux : l'élément Rapidité. Cet élément qui pourrait être considéré comme un synonyme de l'objet Vitesse n'a pourtant pas la même importance pour tous les groupes de conducteurs. Cet élément pourrait renvoyer à la notion de « gain de temps ».

Enfin, le quatrième groupe est constitué des conducteurs pour qui la vitesse n'est ni un plaisir ni un danger (N=80).

Pour eux : **Vitesse = Répression, Vigilance, Gain de temps et Rapidité**. Nous avons nommé les conducteurs de ce groupe, les « pragmatiques ».

PRUDENTS	DEFIEURS	HEDONISTES	PRAGMATIQUES
Danger Accident	Danger Accident	-	-
-	Plaisir	Plaisir	-
-	-	Rapidité	Rapidité
-	-	-	Gain de temps Vigilance Répression
N=216 55% de la population	N=56 14% de la population	N=42 11% de la population	N=80 20% de la population

Tableau 1. Noyau Central des quatre représentations de la vitesse.

4.2 Les caractéristiques des quatre groupes de conducteurs

Nous nous sommes intéressés aux caractéristiques socio-démographiques des conducteurs de chacun des groupes (Cf. Tableau 2).

Le groupe des Prudents est composé en grande partie par des femmes (57%). C'est dans ce groupe qu'elles sont les plus nombreuses. L'âge moyen des conducteurs est élevé (44 ans) comparativement au groupe des « Défieurs », mais il reste plus faible que celui des Pragmatiques. Ce sont majoritairement des employés, des ouvriers et des « professions intermédiaires » (58%).

Leurs véhicules sont les moins puissants des quatre groupes (moyenne : 6,2 cv). Les Prudents sont ceux qui ont été les moins sanctionnés pour excès de vitesse (14%). Les Défieurs sont principalement des hommes jeunes (58% d'hommes, moyenne d'âge : 36 ans). Ce sont majoritairement des employés, des ouvriers et des « professions intermédiaires » (65%). 18% de ces conducteurs ont eu une contravention pour excès de vitesse.

Les Hédonistes sont essentiellement des hommes (68%) occupant des postes de chefs d'entreprise, de cadres, d'artisans ou de commerçants (55%). Leur moyenne d'âge est plus élevée que celle des « Défieurs » mais elle est plus basse que celle des « Pragmatiques ». Leurs véhicules sont les plus puissants (moyenne : 7,5 cv).

Ce sont les conducteurs qui ont eu le plus de contraventions pour excès de vitesse (26%). Enfin, les Pragmatiques sont essentiellement des hommes (56%). Ce groupe a la moyenne d'âge la plus élevée (48 ans). Ils occupent majoritairement des postes de chefs d'entreprise, de cadres, d'artisans ou de commerçants (58%). Ces conducteurs ont souvent eu des contraventions pour excès de vitesse (16%).

	PRUDENTS	DEFIEURS	HEDONISTES	PRAGMATIQUES
Effectif	55%	14%	11%	20%
Genre	57% femmes	58% hommes	68% hommes	56% hommes
Age moyen	44 ans	36 ans	40 ans	48 ans
Profession	Intermédiaires, employés, ouvriers 58%	Intermédiaires, employés, ouvriers 65%	Artisans, commerçants, chefs d'entreprises, cadres 55%	Artisans, commerçants, chefs d'entreprises, cadres 58%
Puissance véhicule	6.2	6.6	7.5	6.5
Contraventions excès de vitesse	14%	18%	26%	16%

Tableau 2. Caractéristiques des quatre groupes de conducteurs.

4.3 Les représentations sociales du LAVIA

Les Prudents présentent un noyau central de la représentation du LAVIA constitué d'éléments renvoyant aux aspects fonctionnels du LAVIA. Ainsi, pour ces conducteurs, le LAVIA est une sécurité, une tranquillité, le respect des limitations, une vigilance, une aide. On voit que pour ces conducteurs, la représentation du LAVIA est très positive.

Les Défieurs ont un noyau central composé des mêmes éléments Sécurité, Tranquillité, et Respect des limitations. L'élément Vigilance n'est pas central pour ces conducteurs. En revanche, dans leur noyau central apparaît l'élément Contrainte.

De même, les Hédonistes présentent cet élément dans leur noyau central. Un seul élément fonctionnel figure dans leur noyau central : l'élément Aide.

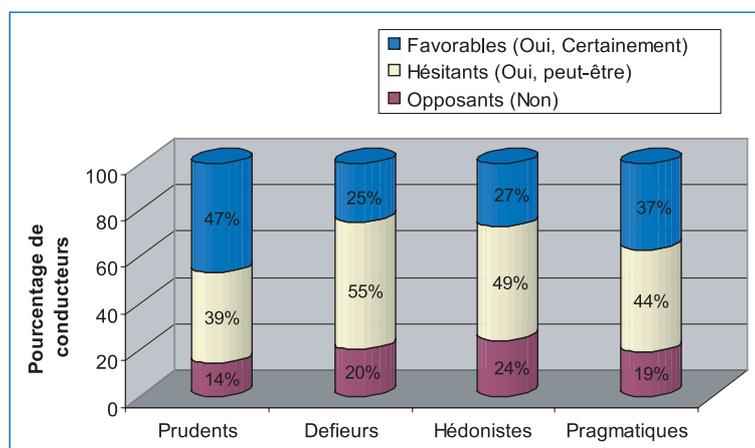
Enfin, les Pragmatiques ont un noyau central composé des éléments Sécurité, Tranquillité et Vigilance. Le Respect des limitations ne fait pas partie de leur noyau central. Les éléments renvoyant à un aspect « négatif » du limiteur se situent uniquement dans la périphérie de la représentation.

PRUDENTS	DEFIEURS	HEDONISTES	PRAGMATIQUES
Sécurité	Sécurité	-	Sécurité
Tranquillité	Tranquillité	-	Tranquillité
Respect des lim	Respect des lim	-	-
Vigilance	-	-	Vigilance
Aide	-	Aide	-
-	Contrainte	Contrainte	-

Tableau 3. Éléments du Noyau Central des représentations sociales du LAVIA.

En ce qui concerne l'acceptabilité a priori du LAVIA (Cf. Graphe 1), on observe que ce sont les Prudents qui sont les plus favorables à ce système (47%). Très peu d'entre eux y sont opposés (14%).

Les Défieurs sont les plus « hésitants » face au LAVIA (55%). Seuls 25% y sont favorables. Les Hédonistes sont les plus opposés au LAVIA (24%). Très peu d'entre eux y sont favorables (27%). Enfin, les Pragmatiques sont relativement favorables au LAVIA (37%) bien que la majorité d'entre eux reste hésitante (44%).



Graphe 1. Acceptabilité a priori du LAVIA pour chacun des groupes.

Nous nous sommes intéressés à la proportion de Prudents, de Défieus, d'Hédonistes et de Pragmatiques au sein de la population de conducteurs ayant participé à l'essai du LAVIA (N=90).

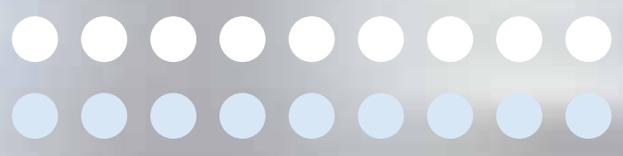
Ainsi, 62% des conducteurs de la flotte sont des Prudents, 17% sont des Défieus, 9% sont des Hédonistes et 11% des Pragmatiques.

5. Conclusions

Ces différents résultats mettent en évidence que les représentations du LAVIA et son acceptabilité sont déterminés par les représentations sociales de la vitesse.

Cependant, quelque soit le groupe, on observe qu'une grande part de conducteurs est encore hésitante vis à vis du LAVIA. Il existerait ainsi un fort potentiel d'augmentation de l'acceptabilité du LAVIA dans la population.

Abrie, J.-C. (1987). Coopération, compétition et représentations sociales, Del Val: Cousset-Fribourg.



Pré-évaluation

Farida Saad et Corinne Dionisio (INRETS-GARIG)

L'objet de cette pré-évaluation est d'établir un premier diagnostic de « l'utilisabilité » et de « l'acceptabilité » par les conducteurs de l'assistance proposée par le système LAVIA et de fournir des recommandations méthodologiques pour la collecte et l'analyse des données de l'expérimentation sur flotte.

Cette pré-évaluation consiste en une analyse approfondie de l'utilisation par les conducteurs du LAVIA « actif non débrayable ». La méthodologie mise en oeuvre et les premiers résultats de cette pré-évaluation sont brièvement présentés ci-dessous.

1. Méthode

1.1 Méthode de recueil des données

La méthodologie mise en oeuvre combine l'observation et la mesure des comportements, le recueil des verbalisations des conducteurs en situation de conduite et la réalisation d'entretiens aux différentes phases de l'étude (Saad, 1997).

1.2 Participants

Douze conducteurs expérimentés (ayant le permis de conduire depuis plus de cinq ans) ont participé à cette étude (six hommes et six femmes, âge compris entre 23 et 56 ans ; kilométrage annuel compris entre 10.000 et 30.000 Kms/an).

1.3 Trajets tests, véhicules expérimentaux et procédure

1.3.1 Les trajets tests

Les essais ont été menés en situation réelle de conduite. Trois types d'essai ont été réalisés sur trois différents trajets expérimentaux, en présence de deux observateurs :

- ◆ Un essai de conduite sans le système LAVIA (essai 1) d'une longueur de 43 kilomètres ;
- ◆ Un essai de familiarisation à la conduite avec le LAVIA (essai 2) d'une longueur de 16 kilomètres ;
- ◆ Un essai de conduite avec le LAVIA ou trajet expérimental (essai 3) d'une longueur de 72 kilomètres. Le trajet expérimental a été conçu de manière à ce que les conducteurs circulent sur différents types de route (en zone urbaine, zone rurale et sur autoroute), présentant des niveaux de limitation de vitesse et de conditions

de circulation variés. Les voies en zone urbaine, les routes en zone rurale et les sections d'autoroute représentent respectivement 49 %, 39 % et 12 % du trajet total. Les limitations en vigueur le long du trajet étaient comprises entre 30 et 130 Km/h.

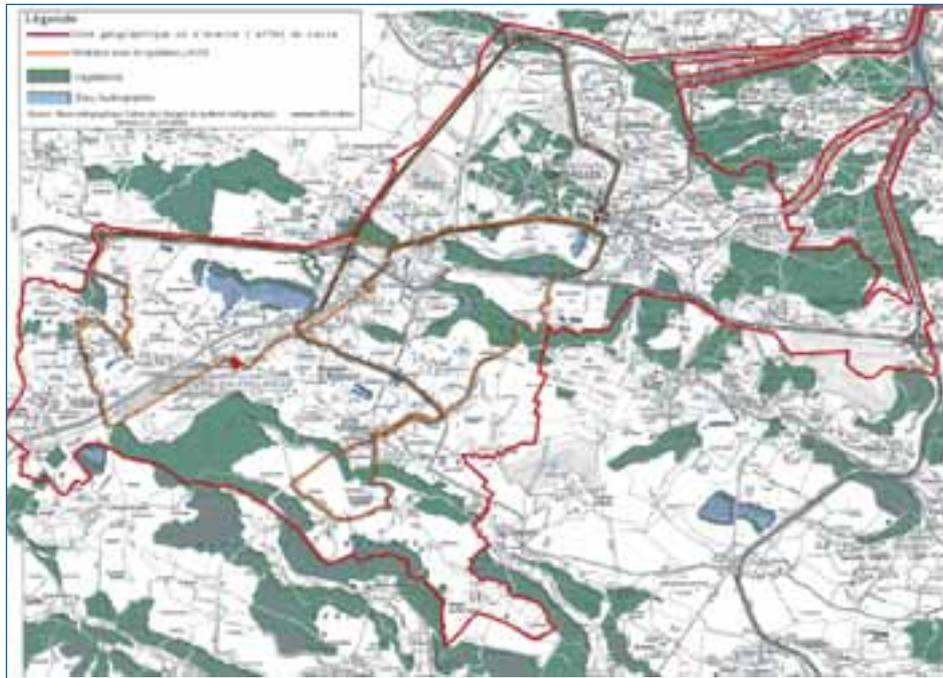


Figure 1. Itinéraire du Trajet expérimental (Essai 3)

1.3.2 Les véhicules expérimentaux

Les véhicules expérimentaux sont une Peugeot 307 et une Renault Laguna 2 avec boîte de vitesse manuelle. Une trentaine de paramètres de conduite, accessibles sur le bus CAN du véhicule, sont enregistrés toutes les 500 ms. Trois vidéo caméras enregistrent les scènes routières à l'avant et à l'arrière du véhicule et le visage du conducteur. Des microphones sont installés sur le participant et l'observateur principal en vue de recueillir leurs verbalisations au cours des trajets.

1.3.3 La procédure

La procédure générale de l'expérimentation est tout d'abord expliquée aux participants ainsi que le fonctionnement système LAVIA. À la suite de cette présentation, un premier entretien est réalisé avec les conducteurs. Le but de cet entretien est d'apprécier la compréhension du fonctionnement du LAVIA et de recueillir les opinions préalables des conducteurs quant à son intérêt et son utilité. Au cours de l'essai 1, les participants réalisent le trajet sans utiliser le LAVIA. Au cours de l'essai 2, les participants se familiarisent à l'usage du LAVIA. Un deuxième entretien est réalisé à l'issue de cette familiarisation, en vue de recueillir leurs premières remarques et réactions concernant l'utilisation du LAVIA. Enfin, l'essai de conduite avec le LAVIA est réalisé, suivi d'un troisième entretien de synthèse sur les remarques, opinions et attitudes des

conducteurs sur le système. Au cours des trois essais sur route, les conducteurs sont invités à verbaliser leurs commentaires et réactions aux différents événements routiers rencontrés au cours du trajet et à l'usage du LAVIA.

1.4 Méthode d'analyse des données

La méthode d'analyse des données recueillies en situation de conduite s'appuie sur une description fine des contextes routiers (type de routes, panneaux de limitations de vitesse en vigueur le long du trajet, profil en long et en travers de la route, interactions avec les autres usagers, ...), une description complémentaire du comportement des conducteurs (occupation des files de circulation, réalisation de manoeuvre, etc.) et par la prise en compte des verbalisations émises par les conducteurs au cours du trajet. Ces données sont ensuite synchronisées à la base de données recueillies par ordinateur (Figure 2).

Les entretiens réalisés lors des différentes phases de l'étude sont intégralement retranscrits et font l'objet d'une analyse de contenu.



Figure 2. Éléments pris en compte pour l'analyse des données recueillies en situation de conduite

2. Principaux résultats préliminaires

2.1 Analyse du comportement des conducteurs lors de la conduite avec le LAVIA

Nous présentons ici les principaux résultats de l'analyse des comportements observés lors de la conduite avec le LAVIA « actif non débrayable » sur le trajet expérimental (essai 3). Cette analyse s'appuie sur les données comportementales et verbales recueillies en situations réelles de conduite et applique la méthodologie développée à l'INRETS pour étudier les interactions des conducteurs avec de nouveaux systèmes d'assistance (Saad et al., 2003).

2.1.1 Interactions avec le LAVIA

L'objet de cette analyse est de rendre compte de la manière dont les conducteurs interagissent avec le système LAVIA au cours du trajet expérimental. Il s'agit en particulier d'apprécier la fréquence avec laquelle le LAVIA interfère avec leur conduite (vitesse pratiquée +/-3 Km/h autour de la vitesse de consigne) et la fréquence avec laquelle les conducteurs utilisent le kick-down pour dépasser la vitesse de consigne du LAVIA. Nous rappelons que le système étudié ne freine pas. Dans certains cas (latence du système consécutive à une réduction importante de la vitesse de consigne ou en descente), il peut y avoir des dépassements de la vitesse de consigne sans utilisation du Kick-down (KD). Enfin, on observe parfois des pertes de la vitesse de consigne.

Les tableaux 1 et 2 présentent les principaux résultats par types de route et sur l'ensemble du trajet. Les résultats sont exprimés en pourcentage de distance parcourue dans chaque catégorie d'analyse.

Les vitesses pratiquées le long du trajet sont majoritairement inférieures aux vitesses de consigne du LAVIA. Les situations d'interférence avec le LAVIA s'observent sur chaque type de route, mais le taux d'interférence est plus important sur les voies en zone urbaine que sur les routes en zone rurale et sur les sections autoroutières. En d'autres termes, les conducteurs ont davantage tendance à adopter une vitesse proche de la vitesse de consigne sur les voies en zone urbaine. C'est aussi en zone urbaine que le KD est le plus fréquemment utilisé.

Type de routes	Voies urbaines	Routes en zone rurale	Autoroute	Trajet
Vitesse pratiquée < vitesse de consigne	50%	65%	66%	58%
Interférence	40%	24%	25%	32%
Kick Down	6%	2%	3%	4%
Vitesse pratiquée > vitesse de consigne	4%	5%	5%	4%
Perte de la vitesse de consigne	0%	3%	1%	2%
Total	100%	100%	100%	100%

Tableau I- Interactions du conducteur avec le LAVIA selon le type de route et sur l'ensemble du trajet

	Voies urbaines	Routes en zone rurale	Autoroute	Trajet
Nombre de KD effectué	66	34	1	101
Nombre de KD/Km	0,16	0,10	0,01	0,12

Tableau 2 - Utilisation du Kick Down (KD) selon le type de route et sur l'ensemble du trajet (nombre et nombre par Km parcouru)

Enfin, on observe de grandes différences interindividuelles dans l'utilisation du KD (allant de zéro à 35 recours au KD par conducteur) et une relative dispersion de ces KD le long du trajet. Des analyses plus approfondies sont en cours pour rendre compte de ces variations.

On peut d'ores et déjà signaler que certaines zones d'infrastructure ont été identifiées comme étant particulièrement associées à la réalisation de KD. Ce sont notamment des zones d'insertion sur voie rapide ou des zones en montée (où les conducteurs préfèrent avoir la pleine maîtrise de l'accélération de leur véhicule) ; ce sont aussi des zones dans lesquelles la vitesse réglementaire leur paraît trop disjointe du contexte routier (par exemple, 2 fois 2 voies, limitée à 50 Km/h dans une zone d'activité peri-urbaine). Dans de telles situations, un grand nombre de conducteurs conteste la pertinence du niveau de vitesse réglementaire par rapport au contexte routier. L'utilisation du KD s'avère également fréquente dans des situations d'interaction avec les autres conducteurs (lors de la réalisation d'une manoeuvre de dépassement ou lorsque le conducteur perçoit une pression de la part des autres usagers, notamment en zone de transition de vitesse).

Notons, enfin que malgré la phase de familiarisation où tous les conducteurs ont utilisé à plusieurs reprises le KD (entre 4 et 18 essais de KD par conducteur), certains éprouvent encore des difficultés à l'utiliser au cours de l'essai 3 (c'est le cas notamment de deux conductrices). En conséquence, certains KD sont moins motivés par le contexte situationnel que par le souhait du conducteur de tester la possibilité de neutraliser momentanément le système.

2.1.2 Vitesses pratiquées, limitations de vitesse et type de route

Nous avons classé les vitesses pratiquées en deux grandes classes de vitesse : strictement égale ou inférieure à la vitesse réglementaire et supérieure à la vitesse réglementaire. Les résultats sont à nouveau exprimés en pourcentage de distance parcourue dans chaque catégorie d'analyse (Tableau 3).

La distance parcourue au-dessus des limitations des vitesses réglementaires est plus importante en zone urbaine qu'en zone rurale et sur autoroute.

Bien que l'on observe des différences entre conducteurs en ce qui concerne l'importance des déviations pour chaque catégorie de route, cette hiérarchie s'observe chez tous les conducteurs. En d'autres termes, les conducteurs ont davantage tendance à respecter les limitations sur route et sur autoroute qu'en zone urbaine.

Il faut souligner toutefois, que les déviations observées (Figure 3) sont le plus souvent des déviations de faible amplitude (comprises entre +1 et +5 km/h au-dessus de la limitation réglementaire).

	Voies urbaines	Routes en zone rurale	Autoroute	Trajet
Vitesse pratiquée ≤ vitesse réglementaire	74%	86%	93%	81%
Vitesse pratiquée > vitesse réglementaire	26%	14%	7%	19%
Total	100%	100%	100%	100%

Tableau 3. Distance parcourue à une vitesse inférieure ou égale et à une vitesse supérieure à la limitation de vitesse selon le type de route et le long du trajet total (pourcentage).

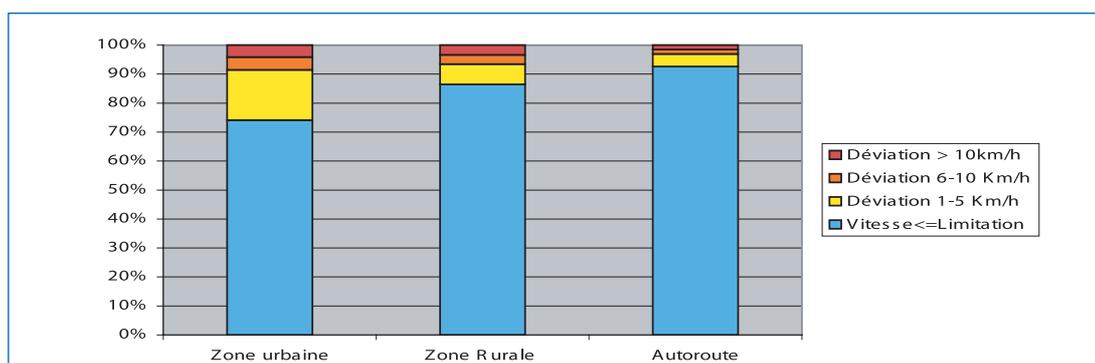


Figure 3. Distance parcourue en dessous et au-dessus des limitations de vitesse selon le type de routes.

2.2 Analyse des entretiens

Nous rendons compte ici uniquement des premiers résultats issus de l'analyse des entretiens de synthèse réalisés à la fin du trajet expérimental (essai 3), en termes de facilité d'utilisation, d'efficacité et d'utilité perçues et enfin en termes d'acceptabilité du système.

Pour la majorité des conducteurs, le LAVIA « actif non débrayable » est considéré comme facile d'utilisation et nécessitant une période d'adaptation relativement courte. Cette adaptation consiste à :

- ◆ Apprécier les fonctionnalités du système (effectivité de la limitation de la vitesse du véhicule, conformité des vitesses de consigne aux limitations réglementaires, ralentissement du véhicule lors des transitions de vitesse, etc.),
- ◆ Apprécier le mode de neutralisation temporaire au moyen du Kick Down (facilité d'usage et réactivité du véhicule lors de son utilisation),
- ◆ Et à les intégrer dans la conduite (intervenir quand le système n'assure pas la limitation de la vitesse en descente, intégrer la réactivité du véhicule lors de l'utilisation du Kick Down, etc.).

Seules deux conductrices considèrent que l'utilisation du Kick Down est trop difficile, créant un élément d'incertitude important dans leur conduite et nécessitant en conséquence une période d'adaptation relativement longue. Notons, enfin que de nombreux conducteurs préféreraient disposer d'un mode plus souple de

neutralisation du LAVIA que le Kick Down (par interrupteur, ce qui correspond en partie au LAVIA « actif débrayable ») et pouvoir ainsi activer et désactiver le système rapidement et à leur convenance.

L'intérêt majeur du LAVIA pour les conducteurs réside dans l'assurance d'une meilleure connaissance des limitations en vigueur, d'un meilleur respect des vitesses réglementaires et d'une nécessité moindre de consulter le compteur de vitesse pour assurer ce respect.

Tous les conducteurs s'accordent à reconnaître l'efficacité du système et sa fonction, dans le principe, est généralement bien acceptée (en référence notamment à l'augmentation des contrôles de vitesse). En revanche, on note une réticence de la part de la majorité des conducteurs à se conformer aux vitesses réglementaires dans certaines situations de conduite, comme les bretelles d'insertion sur voie rapide ou sur autoroute, où la contrainte réglementaire leur paraît en contradiction avec les exigences fonctionnelles de la situation de conduite. Il en est de même dans les situations dans lesquelles la vitesse réglementaire leur paraît trop disjointe du contexte routier. De la même façon, l'ajustement aux conditions de circulation et la gestion des interactions avec les autres usagers constituent des exigences critiques de la conduite auxquelles il importe de souscrire, et ce même au prix de transgression momentanée des règles formelles. La possibilité de neutraliser le système par le Kick Down (et sa facilité d'utilisation) apparaît ainsi comme une condition essentielle de l'acceptabilité du LAVIA « actif non débrayable ».

L'utilité du LAVIA « actif non débrayable » est diversement appréciée selon les conducteurs (leur type de mobilité et leur pratique habituelle en matière de respect de la réglementation) et selon le contexte routier. La majorité des conducteurs considère que le système est plus utile sur route et autoroute (situation de maintien de vitesse de longue durée, dans lesquelles il peut jouer un rôle de « garde-fou ») qu'en zone urbaine.

D'une manière plus générale, et pour la majorité des conducteurs, l'acceptabilité du LAVIA « actif non débrayable » apparaît comme une acceptabilité « conditionnelle » dans la mesure où ils l'assortissent d'un certain nombre de préalables, comme :

- ◆ La possibilité d'utiliser le système à leur convenance,
- ◆ Une facilitation de l'usage du Kick Down,
- ◆ Une meilleure adaptation des limitations de vitesse aux différents contextes routiers,
- ◆ Et une généralisation de son installation sur tous les véhicules.

3 Conclusion

L'analyse des comportements confirme l'importance du contexte situationnel (type de route, interaction avec les autres usagers) sur le respect des limitations de vitesse. Les déviations par rapport aux limitations en vigueur sont plus fréquentes en zone urbaine qu'en zone rurale et sur autoroutes. Ces résultats sont en accord avec les résultats obtenus avec un autre type de limiteur de vitesse, limiteur avec lequel les

conducteurs sélectionnent eux-mêmes la vitesse de consigne (Saad et Malaterre, 1982 ; Saad et al., 2006). Elle a également mis en évidence la grande variabilité des comportements en ce qui concerne l'utilisation du Kick Down et la diversité des variables sous-tendant le recours à la neutralisation du système.

L'analyse des entretiens confirme et précise ces résultats. Elle a permis notamment d'apprécier les dimensions de l'utilisabilité et les conditions de l'acceptabilité du LAVIA « actif non débrayable ».

Ces analyses ont contribué à la mise au point des questionnaires pour la phase d'évaluation sur flotte. Ils ont également permis d'identifier certains scénarios critiques du point de vue de l'usage du LAVIA, scénarios qui devraient faire l'objet d'investigation approfondie lors de l'exploitation des données recueillies au cours de l'évaluation sur flotte.

Panel de conducteurs et suivi de la flotte

Frédéric Legay (INRETS-GARIG) et Dominique Guichon (LROP)

La phase expérimentale s'est déroulée du lundi 08 novembre 2004 au mercredi 18 janvier 2006 avec une flotte de 20 véhicules.

Au cours de cette période, des véhicules équipés du système LAVIA ont été prêtés à des conducteurs pendant huit semaines. Cinq vagues d'une vingtaine de véhicules ont été organisées de façon successive. Cette expérimentation a nécessité la mise en place d'un processus de recrutement de volontaires et la mise en oeuvre d'une logistique performante.

La démarche suivie a permis d'atteindre nos objectifs en matière de qualité des données à recueillir.

1. Panel de conducteurs

Le processus de recrutement des conducteurs a suivi plusieurs étapes et a été soumis à différentes contraintes. Il est donc nécessaire d'en avoir une bonne représentation avant de dresser le profil du panel des conducteurs.

1.1 Critères généraux de recrutement

Les participants à la phase «flotte» du projet LAVIA ont été recrutés par l'intermédiaire des enquêtes par questionnaires Travia 1 puis Travia 2. Au terme de la première enquête, en juillet 2003, 214 individus s'étaient portés volontaires pour participer à la phase flotte.

Initialement prévu en septembre 2003, le lancement de la phase expérimentale a dû être reporté en novembre 2004. Le désengagement probable d'une partie des volontaires au cours de cette période associé à l'instauration du contrôle Sanction Automatisé en novembre 2003 rendaient indispensable la tenue d'une nouvelle enquête.

Cette enquête complémentaire, appelée Travia 2, a été réalisée d'octobre 2004 à février 2005. Elle a permis de vérifier

l'engagement des conducteurs qui s'étaient portés volontaires au cours de l'enquête TRAVIA 1 et d'en recruter de nouveaux. Elle a également été le moyen de prendre en considération d'éventuelles modifications des représentations et attitudes des individus.

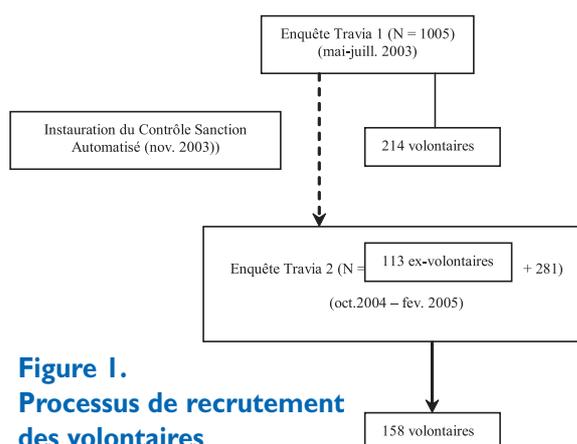


Figure 1.
Processus de recrutement
des volontaires

Face à la perte de plus de la moitié de l'échantillon de volontaires issu de l'enquête TRAVIA 1 (pour différentes raisons : refus simple d'une nouvelle participation, déménagement, changement situation professionnelle ou personnelle), l'enquête TRAVIA 2, initialement prévue auprès de 200 nouveaux conducteurs, a été étendue à une centaine d'individus supplémentaires.

La composition du panel des enquêtés a été élaborée à partir de l'utilisation de la méthode des quotas. Les variables "âge" et "C.S.P." ont été choisies comme variables de contrôle. La variable «sexe» a, quant à elle, été neutralisée afin de faciliter les comparaisons entre groupes au cours de l'analyse des données.

Recrutés au cours des enquêtes TRAVIA, les critères de recrutement appliqués ont influé sur le profil des volontaires. Les volontaires devaient résider ou avoir une activité professionnelle sur la zone LAVIA, être détenteurs du permis de conduire et disposer d'une voiture dans le ménage.

1.2 Evolution du profil des conducteurs

Processus de volontariat

L'échantillon de conducteurs a été élaboré sur le principe du volontariat. En échange de leur participation à la phase flotte, chacun des conducteurs a perçu une indemnisation forfaitaire de 250 euros. Le conducteur disposait, en outre, du libre usage du véhicule qui lui avait été confié tout au long de sa participation.

Processus de sélection

La mise en oeuvre des expérimentations réalisées sur l'homme est encadrée par la réglementation française et notamment la loi Huriet - Serusclat. Le respect des principes qui en découlent a entraîné l'exclusion d'un certain nombre de volontaires : les candidats ayant moins de deux ans de permis et étant âgés de plus de 60 ans n'ont pas été retenus.

Le volontaire devait également satisfaire à des critères d'aptitudes médicaux évalués au cours d'un entretien avec le médecin investigateur attaché à l'expérimentation.

Certains volontaires n'ont pas été en mesure de faire correspondre leurs contraintes personnelles ou professionnelles avec celles imposées par l'organisation et le bon déroulement de l'expérimentation : des contraintes de mise à disposition des véhicules ou d'utilisation pouvaient ne pas concorder avec celles de certains volontaires et par conséquent constituer un obstacle à leur participation.

1.3 Caractéristiques de l'échantillon

Les principales caractéristiques des conducteurs ayant participé à la phase expérimentale sont exposées ci-après. Ces indicateurs permettent d'en dresser le profil.

Genre et âge des conducteurs de la phase expérimentale

La répartition entre homme et femme est quasi-égale et les conducteurs appartenant à la classe la plus âgée sont les moins représentés.

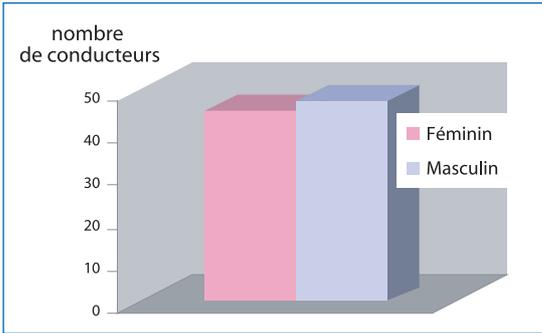


Figure 2. Répartition par genre des conducteurs

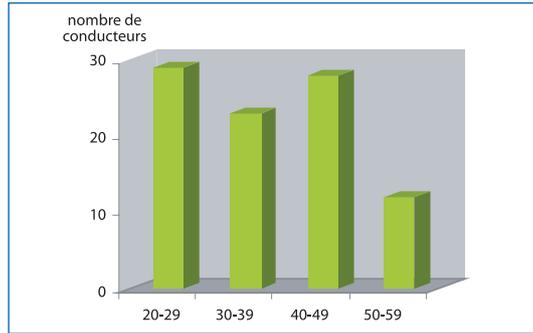


Figure 3. Répartition par tranches d'âge des conducteurs

Tranche d'âge	Genre		Total
	Féminin	Masculin	
20-29	12	17	29
30-39	11	12	23
40-49	15	13	28
50-59	7	5	12
Total	45	47	92

Tableau I. Répartition par âge et sexe des conducteurs

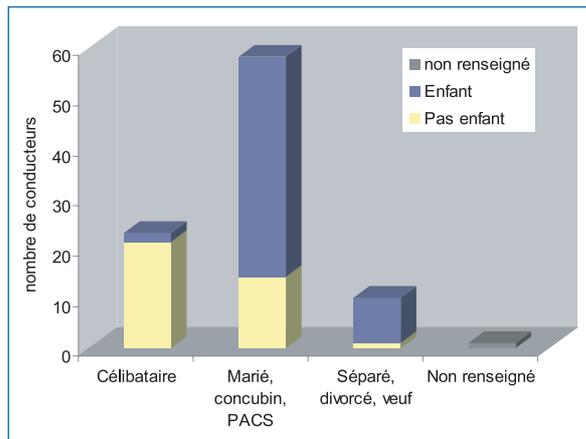


Figure 4. Situation familiale des conducteurs de la flotte

Catégories Socio-Professionnelle	Total
Artisans, Commerçants et Chefs d'entreprise	3
Cadres et professions intellectuelles supérieures	35
Employés	25
Ouvriers	1
Professions intermédiaires	18
Autres personnes sans activité professionnelle	8
Retraité	1
Non renseigné	1
Total	92

Tableau 2. L'activité des conducteurs

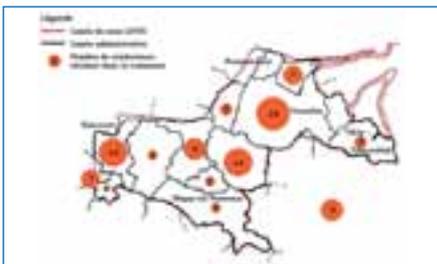


Figure 5. La répartition des conducteurs sur la zone LAVIA

L'observation des variables socio-économiques permet de conclure à une certaine diversité du panel des conducteurs ayant participé à la phase flotte. S'il reste encore à analyser les structures de mobilité, ce premier constat laisse entrevoir des possibilités de redressement réalisées sur la base du profil des personnes enquêtées au cours des enquêtes Travia.

2 - Attribution et suivi des véhicules

Cette étape de familiarisation du véhicule équipé du système LAVIA et d'assistance aux participants a été essentielle pour le bon déroulement de l'expérimentation et le respect des procédures en cas d'incidents.

2.1 - Attribution des véhicules LAVIA

La première étape de l'attribution des véhicules consistait à prendre contact avec les volontaires au cours d'un appel téléphonique. Le renouvellement de leur engagement était alors vérifié et leurs disponibilités étaient prises en considération.

Cette première prise de contact permettait de formaliser un rendez-vous pour la journée d'attribution du véhicule. Par la suite, un courrier de confirmation, une documentation détaillée sur le LAVIA ainsi qu'une information sur la loi Huriet Sérusclat encadrant le projet leur étaient envoyés.

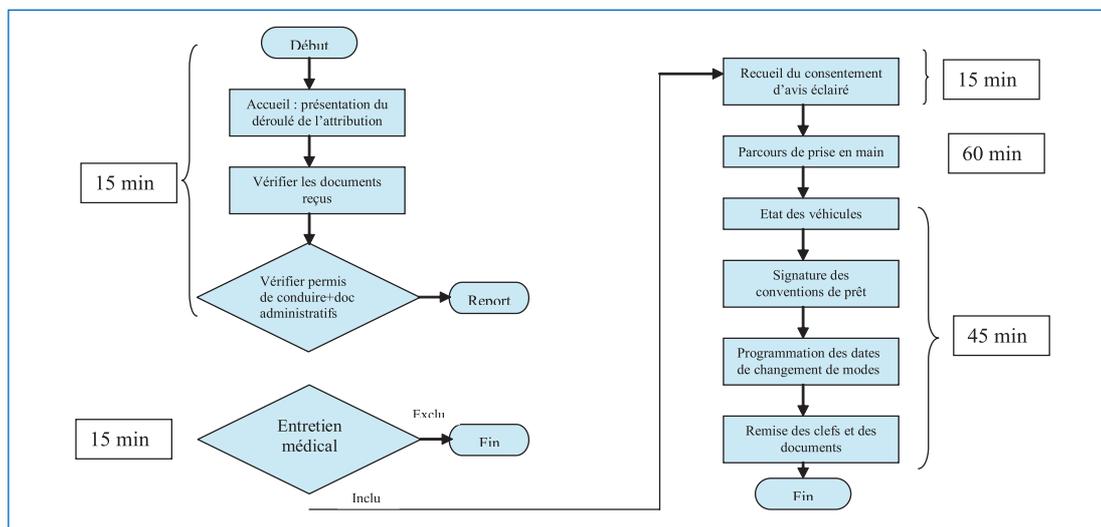


Figure 6 – Déroulement de l'attribution d'un véhicule LAVIA

L'attribution d'un véhicule LAVIA était réalisée sur une durée de 2h30 à 3h pendant lesquelles avaient lieu : un entretien médical, un parcours d'apprentissage, l'acquittement des formalités administratives (contrat de prêt, état des véhicules ...), ainsi que la programmation des dates de changement de modes pour les huit semaines d'expérimentation.



Figure 7 - Photo lors de la prise en main



Figure 8 - Photo lors de l'attribution

Au cours de cette phase, l'accent a été mis sur la procédure à suivre en cas d'accident ou d'incident. Dans tous les cas, le Laboratoire Régional de l'Ouest Parisien (LROP) devait être contacté afin de réagir au mieux et le plus efficacement à la situation.

2.2 - Suivi des véhicules

Afin de suivre de façon régulière l'ensemble de la flotte des véhicules LAVIA, un centre serveur équipé d'un boîtier externe de communication nous permettait de connaître l'état de fonctionnement des véhicules et leur utilisation.

En effet, à chaque déplacement d'un véhicule de la flotte, le système embarqué envoyait un message sous forme de SMS. L'immatriculation du véhicule, horodatage, la distance parcourue, le mode LAVIA constituaient les principales informations contenues dans ce message.



Figure 9

Photo du serveur de communication

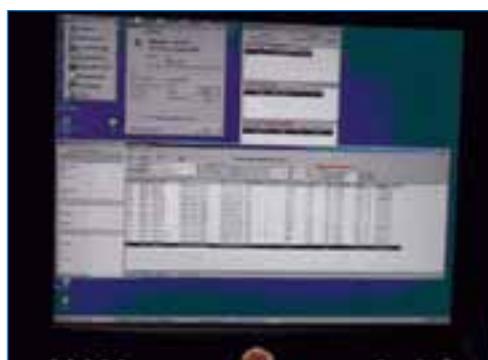


Figure 10

Photo d'écran des messages reçus

En cas d'absence prolongée de contact avec l'un des véhicules, les conducteurs étaient contactés par téléphone pour en connaître les raisons et les interventions étaient déclenchées si nécessaire.

De plus, un courrier d'avertissement était envoyé aux participants avant chaque changement de mode LAVIA (informatif, actif débrayable, actif non débrayable).

2.3 Restitution et vérification des véhicules

Pour des raisons d'organisation et pour éviter tout désagrément d'attente, un rendez-vous était pris avec le conducteur pour la restitution du véhicule LAVIA et la vérification de son état de fonctionnement.

Après déchargement des données enregistrées pendant les huit semaines, puis vérification et mise en forme de celle-ci, le LROP était chargé de les diffuser à tous les partenaires du projet.

2.4 Bilan de la phase expérimentale

Sur l'ensemble des 5 vagues, nous avons contacté 154 personnes soit une trentaine par vague. Parmi ces personnes, 92 d'entre elles ont pu participer à la phase

expérimentale du projet LAVIA, 11 ont été exclus pour des raisons médicales et 9 ont abandonné à la dernière minute (avant l'attribution du véhicule). Sur l'ensemble de l'expérimentation, les véhicules de la flotte ont parcouru un total de 192 487 kms soit un plus de 10 000 kms par véhicule sur 10 mois.

Vagues	Vague 1	Vague 2	Vague 3	Vague 4	Vague 5	Total
Kilomètres parcourus	37384	28 873	36 789	44 268	45 173	192 487

Tableau 3. Les kilomètres parcourus au cours de la phase flotte

En moyenne, il a été nécessaire d'intervenir une fois par semaine pour des problèmes d'origines diverses directement liés soit au véhicule, soit à l'enregistreur de données embarqués, soit au système LAVIA, ou bien d'incident ou d'accident inhérent aux participants. La répartition est la suivante :

Origines pannes	Vagues					Total
	Vague 1	Vague 2	Vague 3	Vague 4	Vague 5	
Véhicules	3	2	3	3	3	14
Enregistreurs de données	3	1	1	0	0	3
Système LAVIA	1	1	1	1	0	4
Incidents	3	3	3	2	2	13

Tableau 4. La répartition des pannes au cours de la phase flotte

Un des faits les plus marquants de ces interventions est sans doute un véhicule retrouvé dans le parking du participant sans ses roues et arrosé à la poudre d'extincteur



Figure 11
Vue avant du véhicule vandalisé



Figure 12
Vue arrière du véhicule vandalisé

Enfin, nous pouvons signaler que trois avis de contravention pour excès de vitesse ont été dressés, mais que les lieux des infractions constatées se trouvent hors de la zone active du LAVIA.

Acceptabilité du LAVIA

Carine Pianelli (GARIG, INRETS ; Laboratoire de Psychologie Sociale, Université de Provence) et Farida Saad (GARIG, INRETS)

L'objet de cette enquête est d'évaluer l'acceptabilité du LAVIA après son usage par les conducteurs pendant six semaines.

1. Méthode et outil

Afin de mesurer l'acceptabilité de chaque mode du LAVIA par les conducteurs, le questionnaire « acceptabilité » leur a été administré à la fin des essais de chaque mode « Informatif », « Actif débrayable » et « Actif non débrayable » (toutes les deux semaines).

Ce questionnaire comporte plusieurs questions relatives aux principaux thèmes suivants :

- ◆ Avantages perçus du LAVIA tant au niveau du respect des limitations que de la conduite avec ce système.
- ◆ Situations problèmes rencontrées au cours de l'essai du LAVIA.
- ◆ Confiance accordée par les conducteurs au système.
- ◆ Perception de la conduite avec le LAVIA, mesurée selon cinq dimensions (Plaisir, Sécurité, Confort, Agréable, Facilité d'utilisation).
- ◆ Utilité perçue des trois modes sur différents réseaux routiers.
- ◆ Acceptabilité proprement dite du LAVIA et améliorations ou événements pouvant faire augmenter cette acceptabilité par les conducteurs.

2. Participants

Ce questionnaire a été administré à l'ensemble des conducteurs ayant participé à l'essai du LAVIA (N=87) de décembre 2004 à janvier 2006.

3. Premiers Résultats

3.1 - Les avantages perçus de l'utilisation du LAVIA

Quel que soit le mode utilisé, le système LAVIA permet aux conducteurs d'avoir une meilleure connaissance des limitations de vitesse en vigueur. Il leur permet également de prendre conscience de la vitesse qu'ils pratiquent (Figure 1).

Cependant, les modes actifs auraient plus d'impact sur la conduite des conducteurs

et le respect des limitations que le mode informatif (70% des conducteurs considèrent que le LAVIA informatif leur permet de mieux respecter les limitations ; 87% pour le LAVIA actif débrayable ; 86% pour le LAVIA actif non débrayable). De même 69% des conducteurs considèrent que le LAVIA informatif leur permet d'éviter d'être en excès de vitesse par inattention alors qu'ils sont 97% avec le LAVIA débrayable et non débrayable.

L'utilisation du LAVIA induit une modification de la conduite habituelle des conducteurs et ceci d'autant plus avec les systèmes actifs (LAVIA informatif : 59% ; LAVIA débrayable et non débrayable : 70%). Ainsi, par exemple, plus de la moitié des conducteurs déclarent moins regarder les panneaux de limitation de vitesse avec le LAVIA.

D'une manière générale, les conducteurs considèrent que le LAVIA leur permet d'avoir une conduite plus tranquille et ceci d'autant plus avec les systèmes actifs (LAVIA informatif : 53% ; LAVIA débrayable : 69% ; LAVIA non débrayable : 66%).

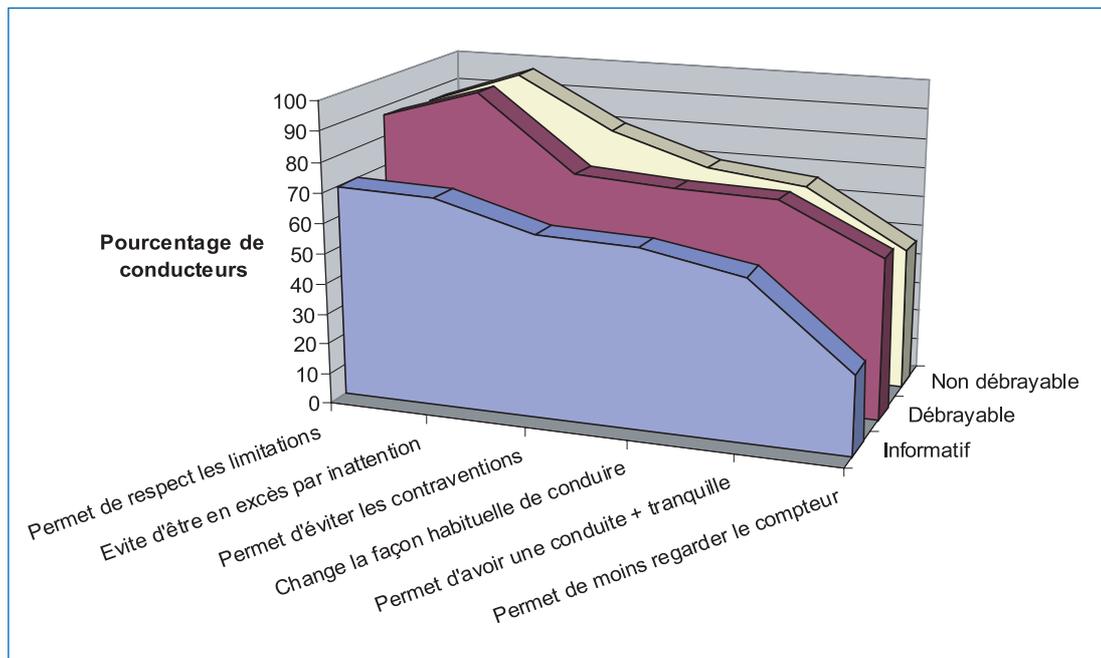


Figure 1. Les avantages perçus de l'utilisation du LAVIA.

3.2 - Les situations-problèmes rencontrées en utilisant le LAVIA

Les conducteurs rencontrent davantage de situations-problèmes avec les deux modes actifs qu'avec le mode informatif (Figure 2). Ainsi, les modes actifs favoriseraient le respect des limitations et auraient un réel impact sur la conduite des conducteurs, mais ils engendreraient davantage de difficultés dans l'insertion des conducteurs dans la circulation et la gestion de leurs interactions avec les autres usagers.

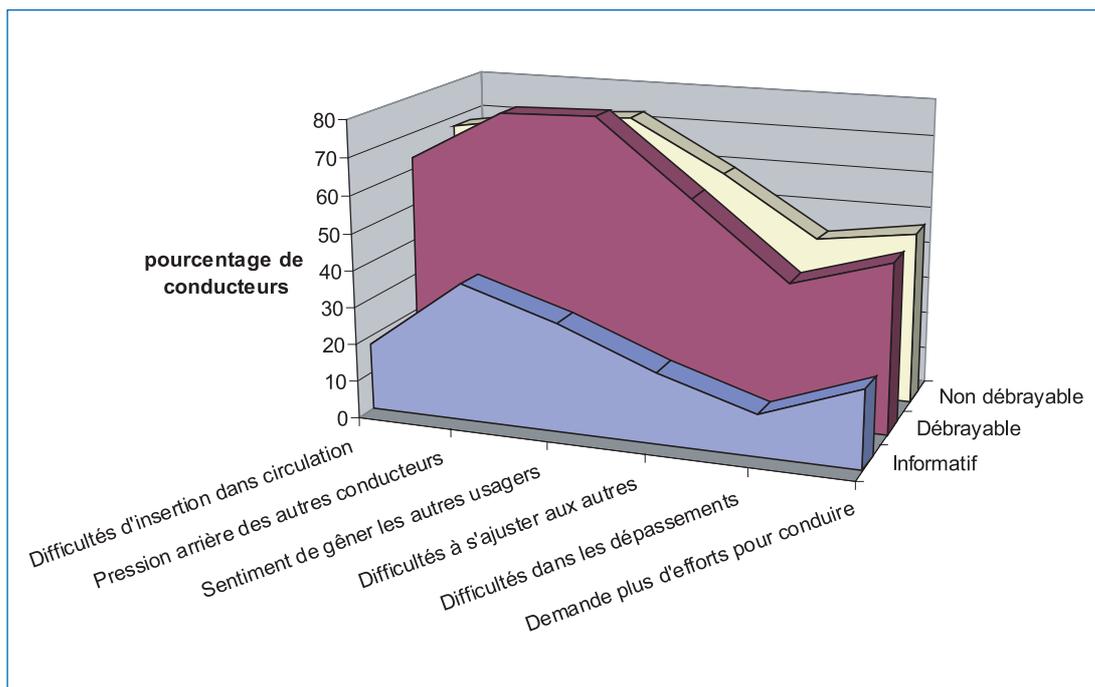


Figure 2. Situations-problèmes rencontrées en utilisant le LAVIA.

3.3 - Confiance accordée au LAVIA

Près de 90% des conducteurs déclarent se fier au système lorsqu'ils ne connaissent pas la limitation en vigueur. Cependant, seuls 51% des conducteurs déclarent se reposer complètement sur le système avec le mode informatif et ils ne sont que 38% et 37% avec les modes débrayable et non débrayable. Ainsi, la confiance accordée au système LAVIA serait une confiance « raisonnée » : plus des deux tiers des conducteurs déclarent prendre avec précaution les informations données par le système et préfèrent valider eux-mêmes leur pertinence. Ceci est d'autant plus vrai pour les modes actifs. Ainsi, alors qu'avec le LAVIA Informatif, 75% des conducteurs considèrent que le système indique toujours les bonnes limitations, ils ne sont plus que 60% avec le mode débrayable et 48% avec le mode non débrayable. Le feedback direct que les conducteurs reçoivent avec les systèmes actifs leur permettrait de prendre conscience des écarts possibles entre la limitation réglementaire et la vitesse de consigne du LAVIA.

3.4 - Perception de la conduite avec le LAVIA

La conduite avec le LAVIA Informatif est perçue plus favorablement par les conducteurs que la conduite avec les modes actifs (figure 3). Cette conduite a été évaluée sur cinq dimensions : Plaisir, Sécurité, Confort, Agréable, Facilité d'utilisation. Il n'y a pas de différence significative entre les deux modes actifs sur ces cinq dimensions.

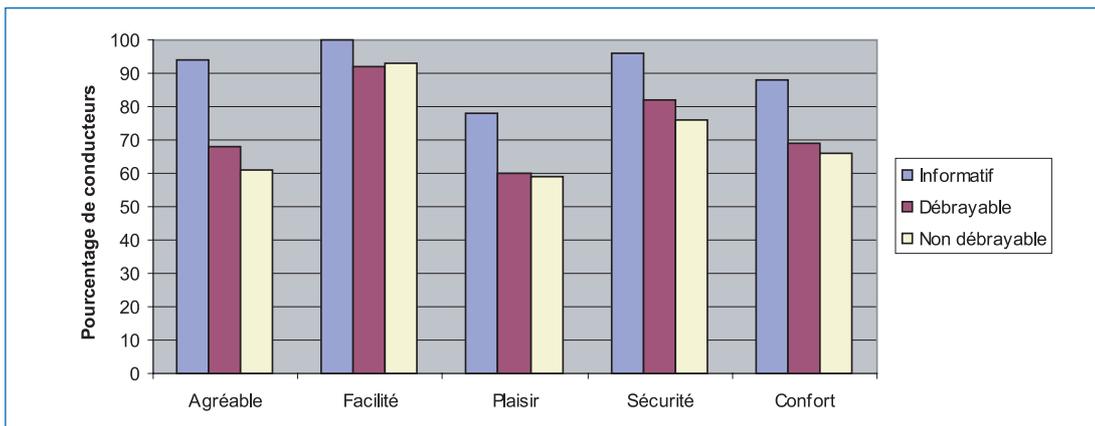


Figure 3. Perception de la conduite avec le LAVIA.

3.5 - Utilité perçue du LAVIA selon le réseau routier

L'utilité perçue des différents modes apparaît fonction des contextes routiers (Figure 4). En ville, le mode non débrayable est perçu comme le moins utile. Il n'y a pas de différence entre les modes Informatif et Débrayable. Sur route, il n'y a aucune différence significative entre les trois modes. Enfin, sur autoroute, le mode débrayable est considéré comme le plus utile alors que le mode informatif est perçu comme le moins utile.

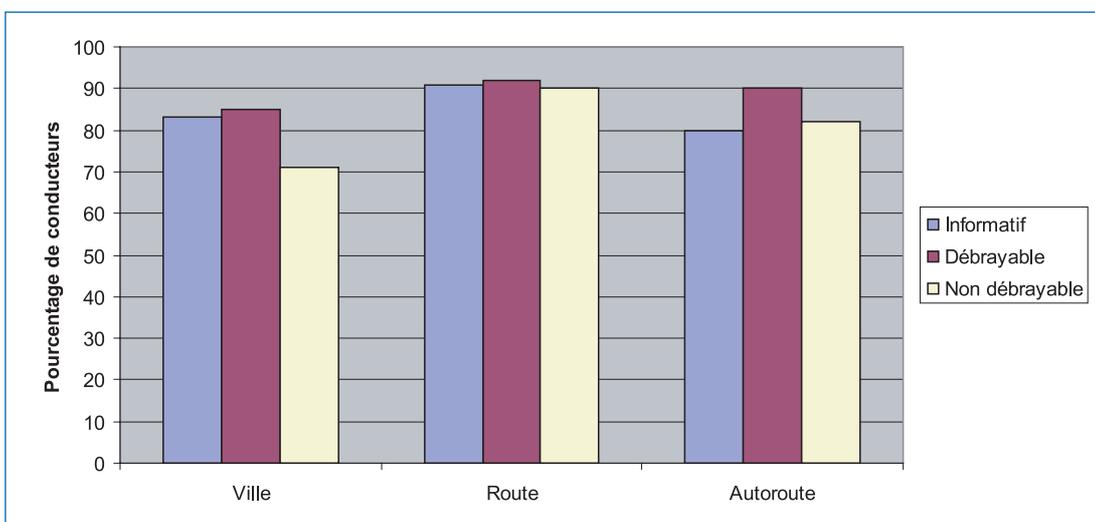


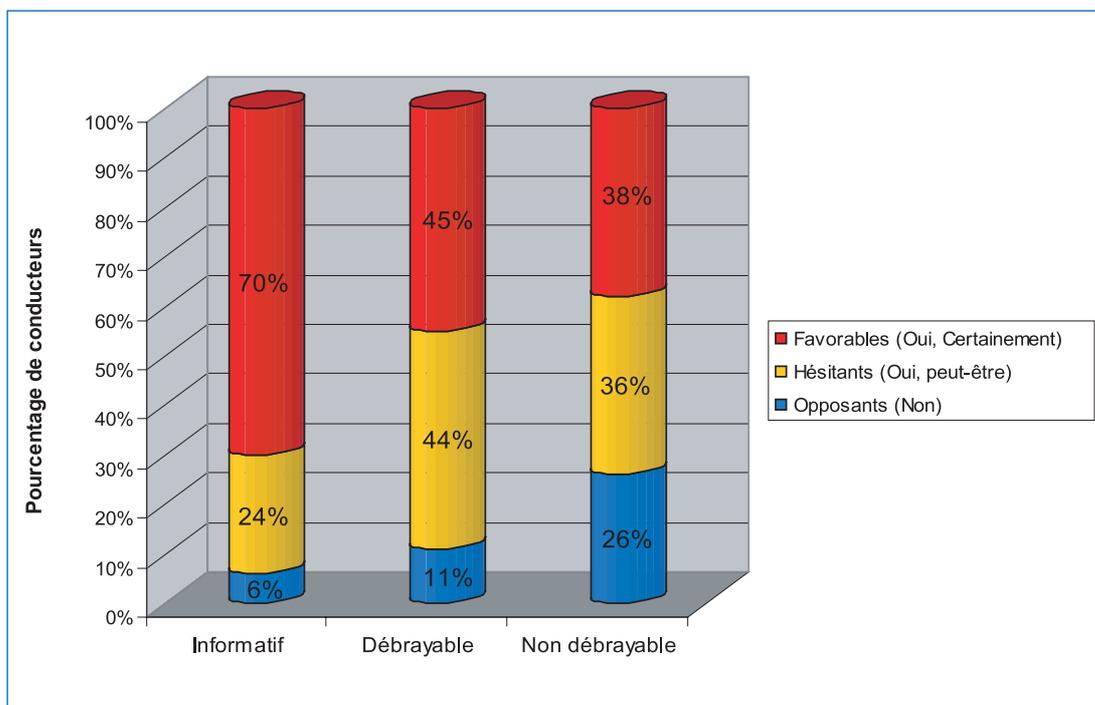
Figure 4. Utilité perçue du LAVIA selon le réseau routier.

3.6 - Acceptabilité du LAVIA dans le véhicule personnel des conducteurs

Le LAVIA informatif est le mode le plus accepté par les conducteurs (Figure 5) : 70% des conducteurs ayant essayé le LAVIA informatif l'accepteraient « certainement » dans leur véhicule et seuls 6% ne l'accepteraient pas.

En ce qui concerne le LAVIA actif débrayable, près de la moitié des conducteurs (45%) y est favorable alors que l'autre moitié (44%) reste encore hésitante. 11% des conducteurs y sont opposés.

Le LAVIA non débrayable est le mode le moins accepté par les conducteurs : seuls 38% l'accepteraient certainement alors que 26% des conducteurs ne l'accepteraient pas.



Graphe 5. Acceptabilité du LAVIA par les conducteurs.

Nous nous sommes intéressés aux poids des différentes variables dans l'explication de l'acceptabilité du LAVIA par les conducteurs. Les résultats indiquent que quel que soit le mode considéré, quasiment aucune variable sociodémographique (genre, âge, catégorie socioprofessionnelle) n'a d'effet sur l'acceptabilité du LAVIA par les conducteurs.

En revanche, l'acceptabilité du LAVIA semble déterminée par son utilité perçue, par la perception que les conducteurs ont de la conduite avec ce système et par la maîtrise qu'ils pensent avoir de leur véhicule avec ce système. Ainsi, pour chaque mode du LAVIA, plus les conducteurs se situent positivement sur ces dimensions, plus ils accepteraient le LAVIA dans leur véhicule.

3.7 - Éléments susceptibles d'augmenter l'acceptabilité du LAVIA

Nous avons demandé aux conducteurs quels changements pourraient faire augmenter leur acceptabilité du LAVIA (Figure 6). Les propositions choisies apparaissent comme des solutions aux principales situations problèmes rencontrées par les conducteurs.

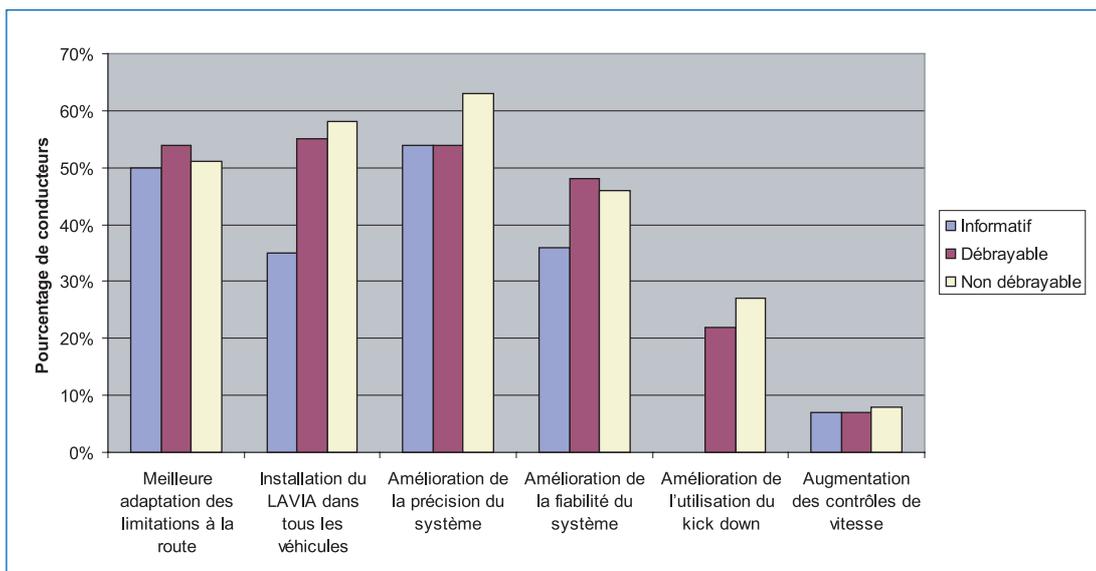


Figure 6. Propositions qui pourraient faire augmenter l'acceptabilité du LAVIA.

4. Conclusions

Les premiers résultats de cette étude mettent en évidence la préférence des conducteurs pour le mode informatif. C'est le mode le plus accepté par les conducteurs. Cependant, les modes actifs débrayable et non débrayable sont perçus comme plus efficaces que le mode informatif. Ces modes permettent en effet, plus qu'avec le mode informatif, de respecter les limitations et d'éviter d'être en excès de vitesse par inattention. Ce sont aussi ces modes qui ont le plus d'impact sur la conduite habituelle des conducteurs.

Néanmoins, ce sont également avec ces modes actifs que les conducteurs rencontrent le plus de situations-problèmes. D'après eux, l'utilisation de ces modes entraînerait en effet des difficultés dans leur insertion dans le trafic et dans la gestion de leurs interactions avec les autres usagers (gêne pour les autres conducteurs, difficulté à les dépasser, pression arrière de leur part). L'usage de ces modes nécessiterait globalement plus d'efforts de la part des conducteurs. Ces modes actifs seraient cependant plus acceptés par les conducteurs s'ils étaient installés dans tous les véhicules et si les limitations de vitesse étaient plus adaptées à la route. De la même façon, des améliorations dans la précision et la fiabilité du système et dans l'utilisation du Kick-down pourraient contribuer à une meilleure acceptabilité des modes actifs.

Utilisation du LAVIA et influence sur les vitesses pratiquées en vue de l'évaluation de l'utilité

Sylvain Lassarre (INRETS-GARIG),
Sébastien Romon (ZELT, CETE du Sud-Ouest)

En terme d'utilité, il s'agit d'évaluer la capacité du système à atteindre l'objectif défini par les concepteurs qui est de respecter les limitations de vitesse pendant la conduite d'un véhicule. Y-a-t-il adéquation entre l'objectif de respect des limitations de vitesse et l'atteinte de cet objectif dans la pratique de la conduite avec le LAVIA ? Selon le mode du LAVIA qui va de l'informatif au contraint, l'évaluation de l'efficacité va consister à quantifier la marge de respect atteinte par le conducteur en rapport l'utilisation qu'il fait du dispositif.

1. Les données sur l'utilisation et le comportement vitesse à l'issue de l'expérimentation

Le nombre théorique de jours pendant lesquels les véhicules ont circulé en cinq vagues de 8 semaines entre novembre 2004 et janvier 2006 est de 79 en mode neutre (on inclut une prise en main de deux jours), de 70 jours en mode informatif et actif débrayable (exactement 5 fois deux semaines) et de 73 jours en mode actif contraint (le jour de retour a été comptabilisé pour 3 vagues). Certains jours n'ont pas pu être circulés à cause d'indisponibilité du conducteur ou du véhicule et ont été repérés par un carnet de bord. Les différences en termes de nombres et types de jour (Jour ouvrable/week-end) circulés peut induire de légères distorsions lors des comparaisons entres systèmes.

Les trajets retenus¹ pour l'analyse des données représentent 15 911 trajets soit environ 177 trajets par véhicule, soit 3 par jour, d'une durée moyenne de 14 minutes et d'une longueur moyenne de 8,3 kilomètres. Nous avons deux groupes de conducteurs : l'un majoritaire (deux tiers de l'échantillon), ayant parcouru en moyenne 1000 kilomètres et l'autre minoritaire ayant parcouru 2000 kilomètres en deux mois par une utilisation plus fréquente du véhicule pour des motifs domicile-travail ou professionnel².

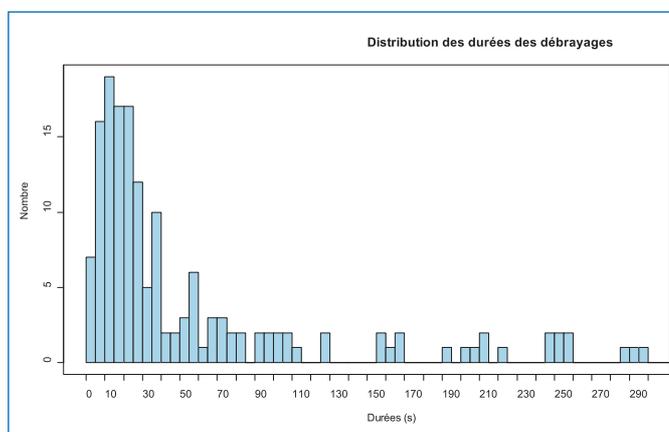
- 1 Il s'agit des trajets dont au moins une partie a été effectuée dans la zone de recueil de données. Le kilométrage correspond à la partie du trajet effectuée sur cette zone de recueil. Les trajets dont la durée moyenne est inférieure à 2 minutes et trente secondes ou dont la distance est inférieure à 500 mètres n'ont pas été comptabilisés. Ils représentent environ 10% de l'ensemble des trajets.
- 2 Un seul gros rouleur a parcouru 4200 kilomètres en deux mois.

II. Analyse de l'utilisation des systèmes LAVIA

L'analyse statistique de l'utilisation des systèmes recourt à un formalisme semi-markovien de changement d'états au cours du temps. Une liste des états a été établie avec les règles sous-jacentes de changement d'état. Les états sont relatifs aux modes des systèmes, à l'activité des systèmes (in/out=débrayé), à la situation de conduite en zone LAVIA, à l'état de marche/panne du système, à la présence d'une vitesse de consigne renseignée, à l'utilisation du kick-down. Un processus homogène semi-markovien est décrit par une matrice de probabilités de transition entre états et par des distributions conditionnelles de séjour dans un état connaissant le suivant. Le temps de séjour total dans un état est égal à la composition de ces fréquences de passage d'un état quelconque à cet état par les durées moyennes de séjour dans l'état. Nous prendrons comme champ les trajets situés dans la zone LAVIA. 73 % des enregistrements, donc du temps, les conducteurs sont dans la zone LAVIA active (soit 19 504 394 demi-secondes).

Le taux de fiabilité du système est de 99,7 % estimé sur les cinq vagues. Nous excluons de l'analyse environ 70 000 enregistrements erronés. Remarquons qu'il peut se passer d'autres dysfonctionnements que les arrêts du système repérés par lui, comme les pertes de GPS qui occasionne d'abord une absence de « mapmatching » avec pour conséquence qu'aucune vitesse de consigne n'est donnée, et souvent ensuite un recalage sur une mauvaise section de route entraînant une vitesse consigne fausse. Ces erreurs ne peuvent être identifiées que par une analyse spatiale des trajectoires. L'absence de « mapmatching » arrive dans 6,2% du temps dans la zone active LAVIA, ce qui est loin d'être négligeable.

Quand le système est en mode actif débrayable ou contraint, nous allons étudier les usages soit du débrayage du système dans le cas du mode actif débrayable, soit du kickdown dans chacun des deux modes actifs débrayable et contraint. En mode actif débrayable, le conducteur débraye le système dans 6,8 % du temps en moyenne. La dispersion de l'usage du débrayage est importante. 47 % des conducteurs n'active le débrayage que moins de 1% du temps. 5% des conducteurs débrayent le système plus de 30% du temps. Le recours au débrayage est loin d'être systématique. 53 % des débrayages sont transitoires et 47 % définitifs (le conducteur laisse désactivé le système jusqu'à la fin de son trajet). La médiane des durées des débrayages transitoires (une fois exclus les débrayages pour une distance inférieure à 50 m.) est de 32 secondes (Figure 1). Il reste à déterminer dans son usage des



raisons liées au conducteur (tendance à privilégier la vitesse), des raisons liés à l'infrastructure (limitations de vitesse inadaptées) ou à des conditions de circulation spécifiques.

Figure 1. Distribution des durées de débrayage transitoire.

Le nombre total de kickdown est de 4354 en mode débrayable et 5812 en mode contraint soit un taux respectif de 5 et 6,7 kickdowns à l'heure. Là encore on observe une grande dispersion entre les conducteurs quant à l'usage du kickdown. On repère un petit groupe de conducteurs (moins de 15 %) n'hésitant pas à y recourir que le système soit débrayable ou contraint. Les autres utilisations du kick down semblent plus liées à des conditions de conduite ou de trafic particulières. La durée médiane des kick-down est de 16 secondes avec une longue queue de distribution (Figure 2).

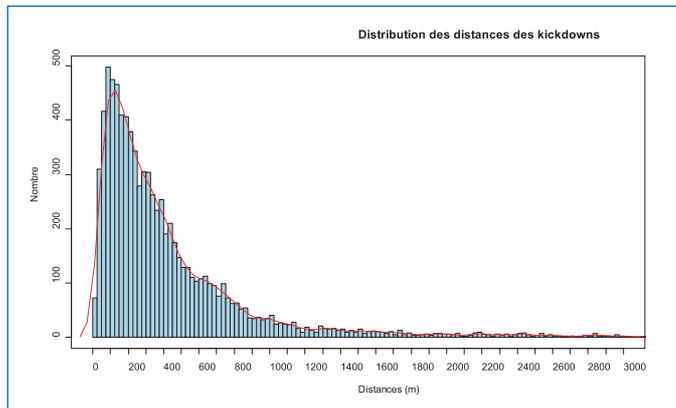


Figure 2. Distribution des durées de kick-down.

Le pourcentage de temps d'utilisation du kickdown varie de 0 à 29% selon les conducteurs. Le pourcentage moyen est de 3,9 % en mode débrayable et de 5,3 % en mode contraint. Le pourcentage plus élevé en mode contraint s'explique en partie par la non disponibilité du débrayage qui est utilisé 6,8 % du temps en moyenne. Le kickdown n'est pas un substitut puisqu'il ne comble pas l'usage du débrayage. Il est plutôt complémentaire, son usage intervenant dans différentes conditions qu'il faudra identifier. Il est observé une croissance du pourcentage de temps d'utilisation du kickdown de la première à la quatrième semaine d'expérimentation des systèmes actifs comme sous l'effet d'une acclimatation à son usage de 4,2% à 6,1 % pour les conducteurs n'ayant débrayé le système que moins de 1% du temps. Les trajets s'effectuent en très grande majorité en milieu urbain en identifiant approximativement milieu urbain avec une vitesse limite à 50 km/h (Tableau I).

Vitesse de consigne	Nombre d'enregistrements	%
10 km/h	21 907	0.1%
15 km/h	40 399	0.2%
20 km/h	75 266	0.4%
30 km/h	1 163 528	6.0%
40 km/h	128 368	0.7%
45 km/h	91 599	0.5%
50 km/h	10 617 745	54.4%
60 km/h	484 012	2.5%
70 km/h	1 130 532	5.8%
80 km/h	288 879	1.5%
90 km/h	1 368 398	7.0%
110 km/h	2 321 833	11.9%
130 km/h	286 346	1.5%
Absence de consigne	282 780	1.4%
Absence de mapmatching	1 202 764	6.2%

Tableau I. Répartition du temps sur la zone LAVIA en fonction des limitations de vitesse.

III. Analyse du dépassement des limitations de vitesse

Intéressons nous maintenant au dépassement de la vitesse de consigne avec pour champ : état LAVIA = marche, en zone LAVIA et avec une vitesse de consigne supérieure ou égale à 30 km/h.

% de temps où le conducteur dépasse la vitesse de consigne				
Vitesse de consigne	Mode			
	Neutre	Informatif	Débrayable	Contraint
30 km/h	29.2%	25.0%	22.1%	23.9%
40 km/h	35.4%	33.6%	28.2%	30.7%
45 km/h	32.3%	34.3%	23.2%	23.0%
50 km/h	12.9%	12.5%	10.5%	11.1%
60 km/h	29.1%	28.9%	23.6%	23.3%
70 km/h	28.3%	25.4%	14.9%	17.7%
80 km/h	34.5%	25.7%	23.9%	24.3%
90 km/h	19.9%	15.7%	12.7%	13.3%
110 km/h	13.5%	8.8%	5.7%	6.3%
130 km/h	4.8%	3.6%	4.8%	4.1%
Ensemble	16.5%	14.8%	11.9%	12.5%

Tableau 2. Pourcentage de temps de dépassement de la vitesse limite selon les modes du système et les limites de vitesse.

Le passage du mode neutre au mode informatif permet une réduction de 1.7 points du pourcentage de temps où il y a dépassement de la vitesse de consigne. La réduction est de l'ordre de 4 points, entre les modes actifs (débrayable et contraint) et le mode neutre. La baisse opère plus sur les sections à limite de vitesse conventionnelle : 30, 50, 90, 110 et 130, que sur les sections à limite de vitesse de transition : 40, 45, 60, 70 et 80.

Moyenne en km/h des dépassements de vitesse				
Vitesse de consigne	Mode			
	Neutre	Informatif	Débrayable	Contraint
30 km/h	10.9	10.2	9.0	10.0
40 km/h	10.8	10.3	9.3	10.0
45 km/h	8.6	8.8	6.4	6.3
50 km/h	11.3	10.7	8.8	9.5
60 km/h	13.3	12.3	12.3	12.0
70 km/h	11.1	10.1	9.3	10.6
80 km/h	10.1	8.4	8.9	9.2
90 km/h	10.6	8.7	8.3	8.4
110 km/h	7.9	6.6	6.8	6.2
130 km/h	6.7	6.8	3.8	3.2
Ensemble	10.8	10.0	8.8	9.4

Tableau 3. Ecart en km/h à la vitesse limite lorsqu'il y a dépassement selon les modes et les limites de vitesse.

Le passage du mode neutre au mode informatif se traduit par une réduction de 0.8 km/h, soit 7 %, de la moyenne des dépassements de la vitesse de consigne. Le passage du mode neutre au mode débrayable se traduit par une réduction de 2 km/h, soit 23 %, de la moyenne des dépassements de la vitesse de consigne. Le passage du mode neutre au mode actif contraint se traduit par une réduction d'environ 1.4 km/h, soit 13 %, de la moyenne des dépassements de la vitesse de consigne. En terme de réduction de dépassement des limites de vitesse, le mode débrayable s'avère le plus efficace: 28 % de réduction du temps passé au dessus des limites de vitesse et 23 % de réduction des vitesses supérieures aux limites de vitesse. Ces gains moyens sont tirés par le réseau limité à 50 km/h qui est dominant en termes de temps de parcours pour l'expérimentation. L'analyse par limites de vitesse est plus riche. Les plus fortes réductions des dépassements se font plus sur les réseaux interurbain et autoroutier.

Ces indicateurs ont été estimés à partir des distributions temporelles de vitesse pour les trajets avec comme champ : état LAVIA = marche, en zone LAVIA et avec une vitesse de consigne supérieure ou égale à 30 km/h, la consigne de vitesse est valide. La proportion de temps passé au dessus de la vitesse limite est égale à l'aire sous la courbe de distribution située à droite de la limitation de vitesse. En fait nous représentons la distribution tronquée à gauche de 10 km/h à 80 km/h afin d'éliminer les vitesses nulles et très basses en fonction de la limite de vitesse du réseau.

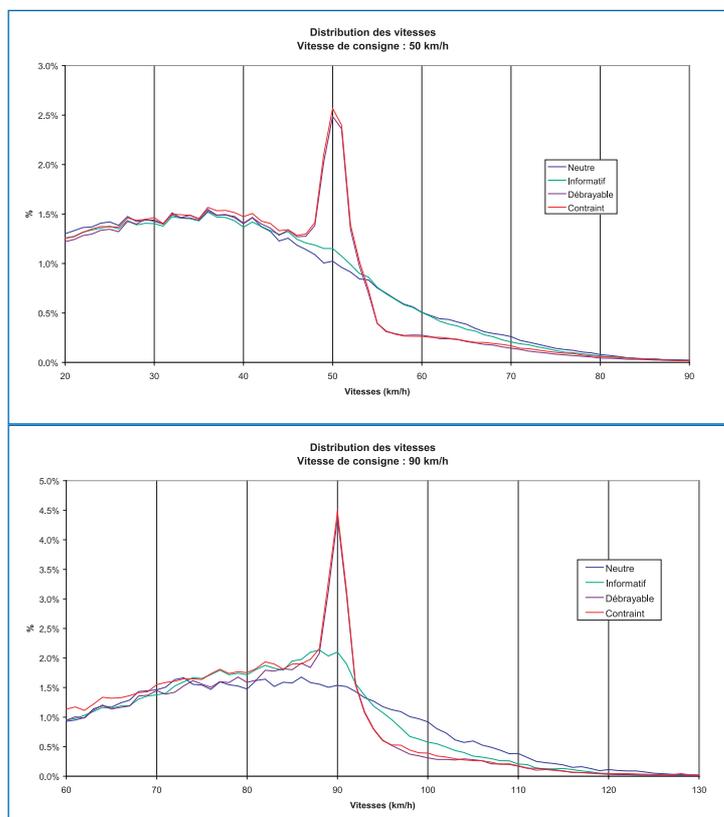


Figure 3. Distributions de vitesse tronquées selon les quatre modes pour deux limites de vitesse 50 et 90 km/h (en temps).

Le système informatif est plus efficace pour le réseau limité à 90 km/h, il n'est pas opérant sur le réseau limité à 50 km/h (Figure 3). Sur les réseaux limités à 50 km/h et à 90 km/h, l'effet des deux modes actif débrayable et contraint est similaire. On a une condensation des vitesses autour de la vitesse limite avec un écrêtement des vitesses hautes (supérieures à 55 ou 95 km/h). Seuls subsistent principalement des dépassements suite à un kickdown (Figure 4).

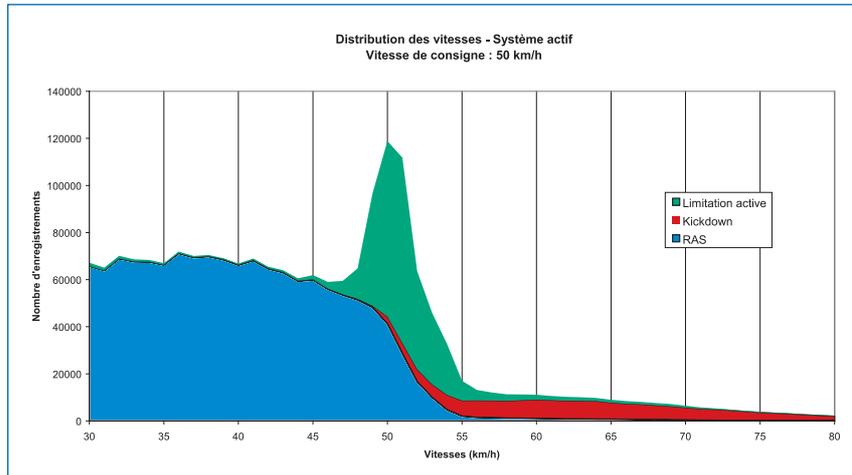


Figure 4. Distribution du temps selon les vitesses et les usages du système pour une limite à 50 km/h et les modes actifs.

Un autre indicateur est obtenu en considérant le 85^{ème} centile de la distribution des vitesses et sa différence avec les vitesses de consigne. Le 85^{ème} centile est la vitesse qui est dépassée 15 % du temps par les conducteurs. L'effet des modes sur le 85^{ème} centile est très contrasté selon les limitations de vitesse. Il est peu sensible pour le réseau urbain limité à 30 km/h, bien marqué pour le réseau interurbain limité à 90 km/h avec une hiérarchie des effets (Figure 5).

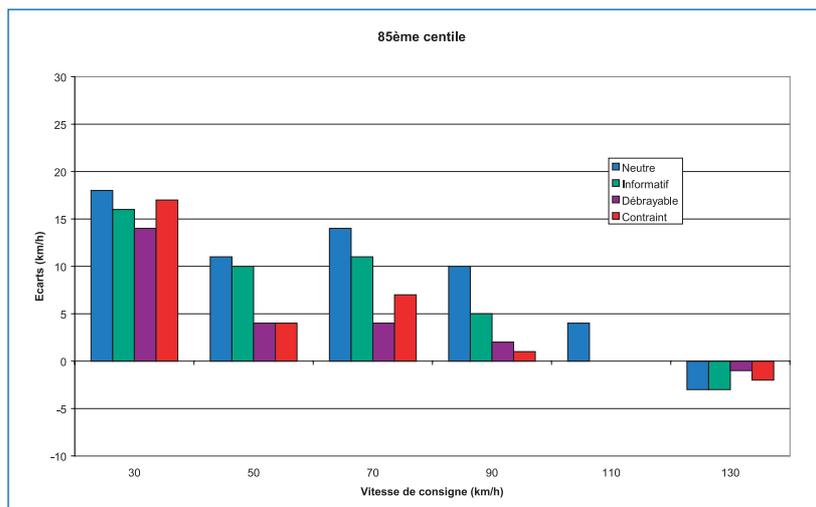


Figure 5. Ecart du 85^{ème} percentile à la vitesse de consigne selon les vitesses de consigne et les modes.

La distribution des vitesses en distance selon les réseaux sert à estimer les gains en sécurité (Figure 6).

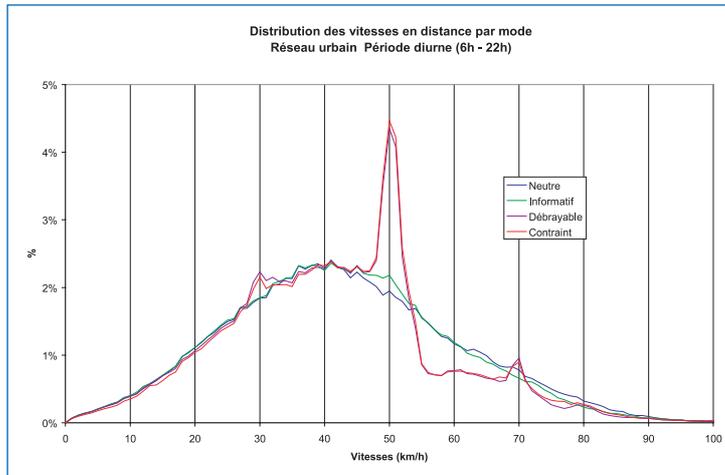


Figure 6. Distributions de vitesse les quatre modes pour le réseau urbain (en distance).

Des analyses par profil de vitesse peuvent être menés sur des portions de réseau comme l'autoroute A12 dans le sens Paris- Province afin d'étudier les modifications de comportement induits par le système comme par exemple ici les transitions entre les limites de vitesse (Figure 7).

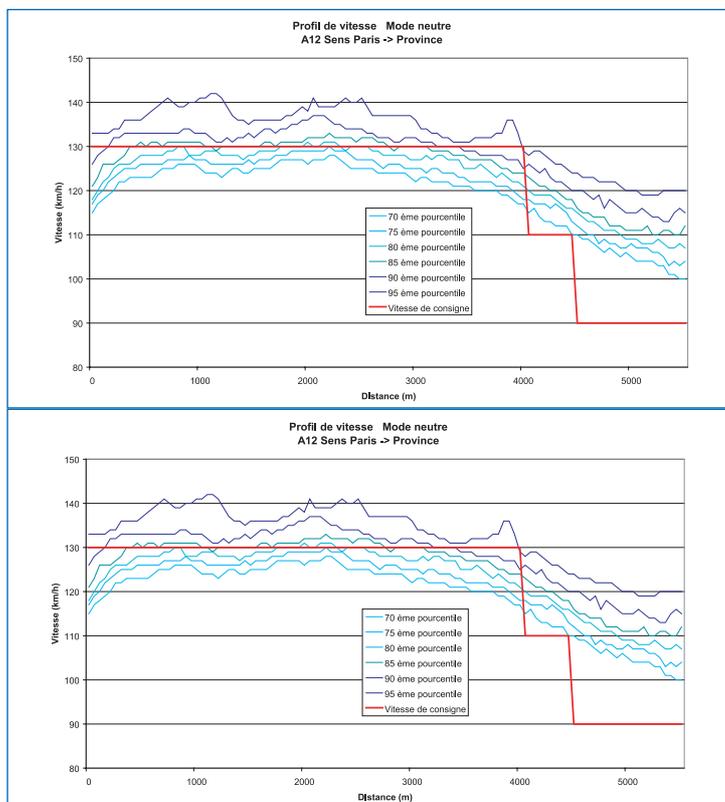


Figure 7. Profil de vitesse en percentiles sur l'A12 en mode neutre et contraint.

A partir de ces distributions temporelles de vitesse, il nous reste à quantifier les gains moyens et leur distribution en terme de vitesse générés par la modification des comportements induite par chacun des trois modes des systèmes.

IV. Conclusion

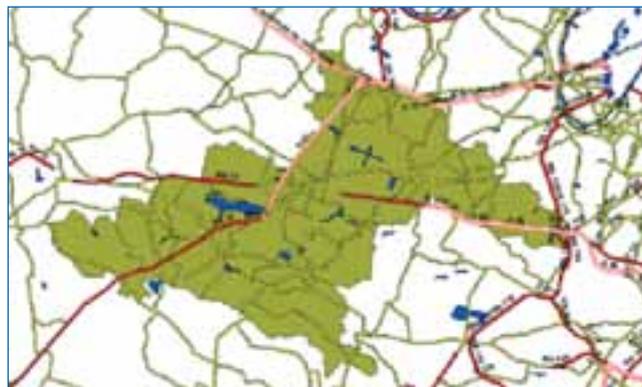
Sur la base de l'analyse exploratoire actuelle, on peut conclure que pour les vitesses inférieures ou égales à 30 km/h, lors du passage du mode neutre aux trois modes informatif, les gains sont quasi-inexistants. Pour une limite à 50 km/h, le mode informatif n'est pas opérant alors qu'un gain se manifeste pour les deux autres modes avec un avantage au mode débrayable. Comme les conducteurs passent plus de 50 % du temps de conduite sur ce réseau, les mêmes types de résultats sont obtenus pour l'ensemble des réseaux. Par contre, pour les autres vitesses de consigne supérieures à 50 km/h, les gains deviennent significatifs en mode informatif puisque les courbes du mode informatif sont nettement au-dessus des courbes du mode neutre. Les gains en mode actif débrayable et contraint sont quasiment identiques. A 90 km/h, la baisse de la moyenne des dépassements de la vitesse limite est de 2,3 km/h en mode débrayable et 2,2 km/h en mode contraint. Les gains observés sont d'autant plus importants que la vitesse de consigne est élevée. Les moindres gains en mode contraint peuvent s'expliquer par un usage plus important des kick-downs et par le fait que les débrayages ont plutôt lieu sur le réseau urbain.

Cartographie et base de données

Dominique Guichon, Didier Dominois, Christian Leverger (LROP)

1 - Choix et définition de la zone active du limiteur

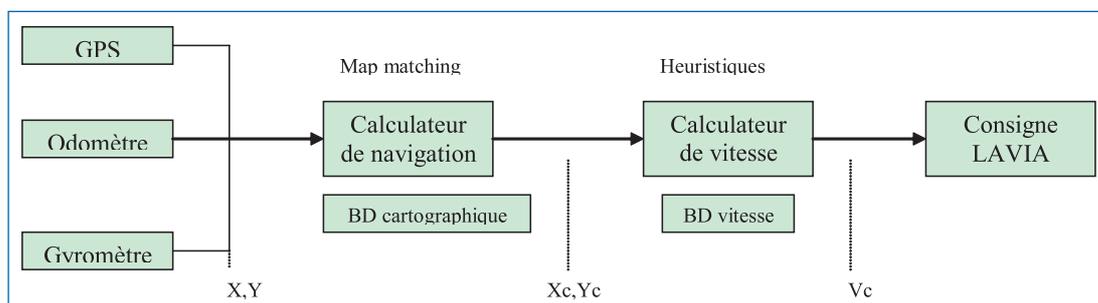
La zone active, cartographiée par la société NAVTEQ, s'étend en partie sur les départements des Yvelines et des Hauts de Seine, dans les communes de Saint Quentin en Yvelines, Versailles, Le Chesnay, Vélizy, Viroflay et quelques prolongements jusqu'à La Défense. L'étendue de ce territoire permet d'avoir une grande variété de situation de conduite, de typologie de routes, des limitations de vitesse de 30km/h au 130km/h, des parcours complets de la part des participants.



Zone ou le limiteur de vitesse est actif

2 - Principe et fonctionnement du système de cartographie

La détermination de la vitesse réglementaire s'effectue de la façon suivante :



Les données de positionnement (X,Y) issues des capteurs (GPS, odomètre et gyromètre) du véhicule sont transmises au calculateur de navigation afin de reporter cette position dans la base de données cartographique. Cette technique est appelé le « map matching ».

Cette position reportée (Xc,Yc) permet, de sélectionner le numéro d'arc sur lequel

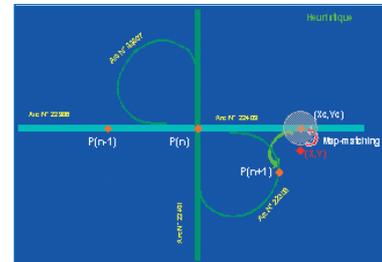
se trouve le véhicule et par conséquent la consigne vitesse (BD vitesse) correspondante à envoyer au limiteur.

2.1 Traitement des heuristiques

Le schéma ci-contre illustre un cas d'erreur de détermination de la position du véhicule. Il s'agit du cas fréquent d'un échangeur dont les positions successives du véhicules sont connues et représentées par $P(n-1)$, $P(n)$ et $P(n+1)$.

Si le GPS positionne le véhicule en (X,Y) hors du graphe, le map matching recherche l'arc le plus proche et attribue ainsi une position estimée (X_c, Y_c) .

La fonction heuristique, qui intègre le changement de direction du véhicule, corrige alors cette position estimée en $P(n+1)$ et affecte la consigne vitesse correspondante.



3 - Validation de la zone active

Dans le cadre du projet LAVIA, le Laboratoire Régional de l'Ouest Parisien (LROP) a été amené d'une part à vérifier le bon fonctionnement des éléments embarqués (base de données des vitesses, limiteur, positionnement GPS, communication avec le recueil de données ...) et d'autre part à identifier les types d'anomalies, leurs origines techniques afin de mieux en assurer la correction et le complément.

Cette zone géographique à vérifier et le temps consacré pour cette validation étant relativement contraint (~3mois), l'équipe du LROP a défini et réalisé des itinéraires de test.

L'ensemble des parcours de tests représentent un linéaire de 500 kms dont ~50 kms en agglomération ; Tous les grands axes (autoroutes, routes nationales et départementales les plus importantes) ainsi que les principaux échangeurs ont été vérifiés.

Les tests ont été effectués en utilisant les 2 véhicules prototypes (Renault et Peugeot) équipés d'un matériel spécifique d'enregistrement développé par le CETE¹ Méditerranée.

Différents types d'erreurs ont pu être recensés, notamment :

- ◆ Des défauts de localisation liés à un mauvais fonctionnement du GPS ou autres capteurs proprioceptifs.
- ◆ Des erreurs de map-matching.
- ◆ Des erreurs de la fonction « heuristiques » entraînant une mauvaise sélection d'arcs dans la base de données des vitesses (cf ci-dessous).
- ◆ Des erreurs d'attributs de vitesse.

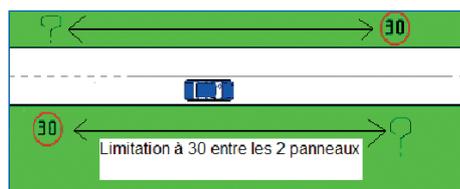
¹ Centre d'Etudes Techniques de l'Équipement

4 - Enseignements de la validation de la cartographie

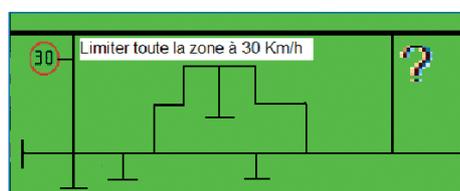
A la suite des relevés effectués pour la réalisation de la base cartographique, la société NAVTEQ a identifié une trentaine de situations particulières.

Dans certains cas, à cause de l'absence de signalisation, d'une mauvaise visibilité des panneaux, des panneaux non homologués etc., il a fallu a dû décider, de façon arbitraire, de la limitation à appliquer. Quelques exemples typiques :

Le schéma ci-contre illustre une limitation de vitesse dans les 2 sens de circulation (ex. : proximité d'une école) sans panneau de fin de limitation. Dans ce cas, nous avons proposé de limiter la vitesse à 30 km/h entre les 2 panneaux de sens opposé.



Ce deuxième cas de figure concerne les zones pavillonnaires assez nombreuses dans la zone active du LAVIA. Il manque régulièrement des panneaux d'interdiction ou de fin d'interdiction. Toute la zone, lorsqu'elle était bien délimitée, a donc été limitée à la même vitesse.



Certaines bretelles d'insertion, souvent limitées à des vitesses bien inférieures aux vitesses de la voie principale, ne permettent pas une manœuvre en sécurité tout en respectant la limitation lorsque le trafic est relativement dense.

En effet, lors de l'attribution des véhicules de la flotte, sur une des bretelles d'insertion de la RN 12 du parcours de familiarisation, le kick down, qui permet de neutraliser temporairement la limitation, était systématiquement utilisé.



Bretelle à 70 km/h pour une insertion dans une voie à 110 m/h

A tout moment le système LAVIA a besoin de connaître la vitesse réglementaire du lieu où il se trouve, il n'y a ni anticipation, ni interprétation de sa part. C'est pourquoi, si l'on souhaite développer ce genre d'aide à la conduite, une réflexion doit être menée en amont afin de garantir une signalisation routière répondant à des critères précis tels que la lisibilité, la cohérence, l'uniformité, la visibilité...

La signalisation routière doit avant tout être adaptée et crédible pour être respectée.

5 - Perspectives et déploiement : le projet BALI

Ce qui a été effectué pour le projet LAVIA concernant les limitations de vitesse est révélateur du chemin à parcourir entre la signalisation actuelle avec une interprétation du conducteur et un système automatique d'aide à la conduite.

Plusieurs projets sont aujourd'hui à l'étude afin de répertorier l'implantation des panneaux de limitations de vitesse sur les différents réseaux routiers français (autoroutes, routes nationales et départementales, voies communales). Ils visent à établir une carte des vitesses, à prendre en compte régulièrement les changements des limites de vitesse, et à fournir ces informations aux conducteurs par l'intermédiaire de systèmes embarqués, en fonction de leur localisation (obtenue par GPS).



Pour créer une telle base des limites de vitesse, il serait un peu rapide de résumer cela à un simple relevé des panneaux sur le terrain car, comme nous l'avons vu, le système a besoin d'information fiable, cohérente et adaptée à l'endroit où il se trouve.

Ce travail des relevés de limitations de vitesse sur le terrain est indispensable et nécessaire à la création de la base de données mais pas suffisant pour en faire un outil adapté et exploité par les usagers. Une réflexion et une attention particulière doit être poursuivie pour l'attribution et la mise en place des limitations. De même, les arrêtés doivent être publiés sous une forme utilisable par les éditeurs de cartes. Dans cette réflexion, tous les acteurs concernés doivent y être associés, notamment les représentants des collectivités territoriales, les industriels et les services de l'Etat, afin de définir le rôle et les responsabilités de chacun des intervenants dans la mise en place, le déploiement et la gestion d'une telle base de données.

En préalable à un déploiement national, afin de valider la faisabilité technico-économique d'une base de données des limitations de vitesse (collecte, exploitation et diffusion des données), il est proposé, dans le cadre du projet BALI, une expérimentation impliquant les différents gestionnaires de routes sur le département des Yvelines.

Cette expérimentation consistera à organiser et à mettre en oeuvre le dispositif opérationnel, à l'échelle du département pendant une année. Celle-ci permettra de simuler en vraie grandeur :

- ◆ la collecte et la transcription dans SIG (système d'information géographique) par le gestionnaire local,
- ◆ la vérification et l'intégration dans la base de données des limites de vitesse,
- ◆ la mise à disposition de cette B.D. pour le développement de services aux usagers.

Le déploiement de ces dispositifs nécessite de disposer d'informations géolocalisées et à jour sur le réseau routier avec un niveau de fiabilité maîtrisée.

Les effets potentiels du Limiteur s'Adaptant à la Vitesse Autorisée sur la Sécurité Routière

Yves Page, Richard Driscoll, Sylvain Lassarre
9 Novembre 2006



Le projet LAVIA a pour objectif l'étude de l'acceptabilité par les conducteurs du limiteur s'adaptant à la vitesse autorisée (LAVIA) et de son influence sur les comportements de conduite.

Le LAVIA est un dispositif qui rend inefficace la pédale d'accélérateur au-delà d'un certain seuil ; ce seuil est adapté à tout instant à la vitesse limite du lieu où se trouve le véhicule. Toutefois, en cas d'urgence, il est prévu une neutralisation du système par un appui fort sur la pédale d'accélérateur au-delà d'un certain seuil (Kick Down).

Une flotte de 22 véhicules équipés du LAVIA et d'un système de recueil de données a été constituée et les véhicules ont été confiés à 100 ménages pendant 8 semaines chacun, au cours de l'année 2005 principalement. Le comportement des conducteurs et leur acceptation du système sont analysés à travers des entretiens, des questionnaires, des observations et les données recueillies sur les véhicules de manière manuelle ou automatique au cours de l'expérimentation.

Un des objectifs annexes au projet est de mesurer l'efficacité potentielle du LAVIA

(déclinée selon ces trois modes de fonctionnement, informatif, actif débrayable, actif contraint en comparaison d'un mode neutre sans LAVIA), l'efficacité potentielle étant entendue ici comme le nombre de blessés graves évitables et de vies *sauvables* si l'ensemble des voitures de tourisme était un jour équipé d'un tel système.

Le Laboratoire d'Accidentologie, de Biomécanique, et d'études du comportement humain PSA Peugeot Citroën - Renault (LAB) est responsable de cette étude d'efficacité, en coordination avec le Centre Européen d'Etudes de Sécurité et d'Analyse des Risques (CEESAR) et l'Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité (INRETS).

Le travail s'est déroulé en deux étapes. Tout d'abord, nous avons effectué une revue bibliographique sur la relation entre la vitesse des véhicules et la sécurité routière. Nous avons également étudié et commenté l'ensemble des estimations d'efficacité réalisées à l'occasion des expériences du type LAVIA à l'étranger (Royaume-Uni, Suède, Pays-Bas, Danemark principalement). Ce travail a déjà donné lieu à un rapport. La deuxième étape a consisté à établir une méthode de calcul de l'efficacité attendue du LAVIA, prenant notamment en compte les données de vitesse enregistrées dans les véhicules à l'occasion de l'expérimentation LAVIA.

1. Revue de la littérature

Les premières recherches ont montré que les vitesses faibles et élevées, de même que les fortes variations par rapport aux vitesses moyennes augmentent les risques d'accident. Même si aujourd'hui ces conclusions sont encore valables pour les vitesses élevées, elles ont été revues en ce qui concerne les faibles vitesses sans être pour cela invalidées. Il semblerait que celles-ci étaient basées sur des situations d'encombrements ou d'intersections et non pas des situations de vitesse libre. Cependant, les écarts à la moyenne de vitesse restent un facteur de risque valide. Un écart à la moyenne plus faible implique des vitesses extrêmes plus rares et par conséquent un trafic plus fluide.

Les vitesses réglementaires ont été instaurées et/ou abaissées dans de nombreux pays afin de prévenir les risques d'accident liés aux vitesses excessives. Ces mesures ont eu un impact sur les vitesses de circulation, et sur le nombre des accidents, mais les recherches ont montré que la réduction de la vitesse moyenne est grossièrement d'un quart de la réduction de la vitesse réglementaire.

Plusieurs modèles empiriques et/ou théoriques ont été proposés qui traduisent directement l'impact d'une diminution de la vitesse moyenne pratiquée sur les taux d'accidents avec dommages corporels ou mortels. Le modèle le plus connu est celui de G. Nilsson (1981), récemment revu et confirmé par Elvik et al (2004), (Tableau 1).

Le modèle s'écrit de la manière suivante :

Gravité des accidents ou des blessures	Meilleure estimation du c	Intervalle de confiance 95 %	Exemple de 10 % (% baisse)
Mortalité	4,5	(4,1 - 4,9)	37,8
Usagers de la route gravement blessés	3,0	(2,2 - 3,8)	27,1
Usagers de la route légèrement blessés	1,5	(1,0 - 2,0)	14,6
Toutes blessures des usagers de la route (gravité non indiquée)	2,7	(0,9 - 4,5)	24,8
Accidents mortels	3,6	(2,4 - 4,8)	31,6
Accidents avec blessés graves	2,4	(1,1 - 3,7)	22,3
Accidents avec blessés légers	1,2	(0,1 - 2,3)	11,9
Accidents tout type de blessures (gravité non précisée)	2,0	(1,3 - 2,7)	19,0
Uniquement dommages matériels	1,0	(0,2 - 1,8)	10,0

Tableau I. Valeurs exponentielles des accidents et blessures suite à un changement de vitesse, Elvik et al. (2004).

Cet ensemble de modèles est connu sous le nom de modèle exponentiel. La diminution du taux d'accidents sur un site ou un ensemble de sites est proportionnelle à l'exponentielle de la réduction des vitesses. La valeur de l'exponentielle croît avec la gravité des accidents. Le paramètre c peut aussi être considéré comme une élasticité entre la vitesse et l'indicateur de sécurité routière considéré : une diminution de 1% de la vitesse entraîne une diminution de c% de l'indicateur.

Parallèlement, des reconstitutions approfondies d'accidents ont été réalisées pour simuler les réductions potentielles des risques pour les cas d'accidents où les véhicules impliqués roulaient au dessus de la vitesse réglementaire avant la situation d'accident. Ces réductions soulignent le potentiel des systèmes de gestion de la vitesse.

Ces systèmes peuvent être regroupés en 3 catégories¹ en fonction du niveau d'intervention du système :

- ◆ Système à caractère de conseil et d'information avec affichage visuel de la vitesse réglementaire.
- ◆ Système à caractère de conseil et d'avertissement avec affichage de la vitesse réglementaire et dispositif d'avertissement lors d'un dépassement de vitesse.
- ◆ Système à caractère obligatoire avec application de la vitesse réglementaire par un contrôle de la pédale d'accélérateur.

Il existe également des limiteurs de vitesse manuels ou variables. C'est le conducteur lui-même qui choisit la vitesse à laquelle il souhaite être limité. Elle peut ne pas correspondre à la limitation en vigueur sur le site circulé. Ce type de système est actuellement proposé en standard ou en option sur un certain nombre de véhicules, notamment les véhicules français.

Pour les systèmes se basant sur la réglementation en vigueur, l'information relative à la

¹ Une quatrième catégorie pourrait être intégrée : Recording System. Les vitesses de conduite des personnes sont enregistrées et comparées avec les vitesses maximales autorisées. Bien que ce système n'intervienne directement dans le choix de la vitesse de conduite, les données sont rentrées et peuvent être analysées a posteriori. Les conducteurs reçoivent des retours périodiques sur leur comportement par rapport à la vitesse, ce qui peut ensuite avoir un effet à un niveau stratégique, influençant leur comportement à l'égard de la vitesse. Ce type de système est actuellement testé en Finlande, sous le nom de Speedaudit.

vitesse peut être soit fixe, une vitesse maximale étant réglée à la vitesse réglementaire, soit variable en fonction des sites routiers (un virage dangereux par exemple), soit dynamique prenant en compte l'infrastructure routière et/ou les conditions météo.

Les avantages sécuritaires de ces systèmes sont généralement estimés sur la base de relations statistiques entre les risques d'accident et la vitesse de déplacement, telles la relation de Nilsson. Les diminutions de vitesse estimées liées à l'utilisation du système proviennent d'essais sur le terrain ou d'expériences de simulation. Ces données alimentent ensuite la relation statistique afin d'estimer la baisse des risques d'accidents. L'étendue de la réduction est liée directement au type de système et au type d'information choisi, ainsi que l'illustrent les nombreux tests in situ et études de simulation. Par exemple, en 2000, les chercheurs britanniques de l'Université de Leeds ont estimé, à partir des relations statistiques entre vitesse et sécurité, l'efficacité attendue d'un certain nombre de systèmes (tableau 2).

Selon le tableau 2, les meilleures estimations de la réduction du nombre d'accidents mortels varient entre 18% avec un système de limitation de vitesse de type fixe informatif à 59 % avec un système de type obligatoire dynamique.

Type de Système	Type de Limitation de Vitesse	Meilleure estimation de la réduction des <i>accidents avec dommages corporels</i>	Meilleure estimation de la réduction des <i>accidents graves et mortels</i>	Meilleure estimation de la réduction des <i>accidents mortels</i>
Informatif	Fixe	10 %	14 %	18 %
	Variable	10 %	14 %	19 %
	Dynamique	13 %	18 %	24 %
Sélection par le conducteur	Fixe	10 %	15 %	19 %
	Variable	11 %	16 %	20 %
	Dynamique	18 %	26 %	32 %
Obligatoire	Fixe	20 %	29 %	37 %
	Variable	22 %	31 %	39 %
	Dynamique	36 %	48 %	59 %

Tableau 2 : Meilleures estimations des taux d'accidents évités par type de système et par gravité, ESVC, Université de Leeds, 2000

2. Estimation des effets potentiels sécuritaires d'un système de type LAVIA

Dans la présente étude, le calcul de l'efficacité potentielle des systèmes LAVIA se base exclusivement sur une simulation. Il s'agit de construire le monde que l'on observerait si toutes les voitures de tourisme étaient équipées du système alors que ce monde n'est pas observable. Nous proposons une simulation en 4 étapes.

2.1. Première étape : courbe de risque lésionnel en fonction de la violence du choc

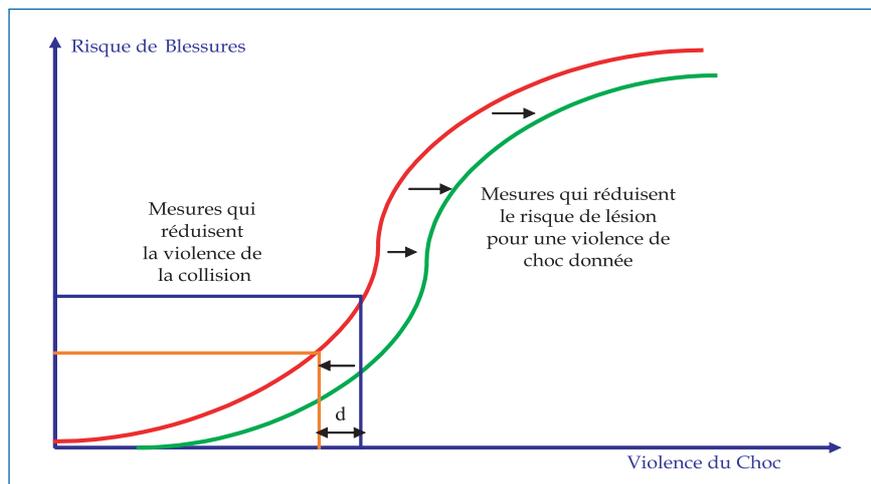
Le graphique I présente la relation existante entre un indicateur de la violence d'un

choc automobile (par exemple, le Delta V, l'EES, ou la vitesse de rapprochement) et le risque de blessures (par exemple le risque de subir des lésions d'un certain niveau de gravité, de MAIS 3 et + ou MAIS 6, l' AIS étant une échelle de gravité des blessures par région corporelle, allant de 0, indemne, à 6, tué, le M (Maximum) signifiant le niveau d' AIS le plus élevé pour l'ensemble des régions corporelles).

Cette courbe est obtenue de manière empirique, pour les voitures de tourisme impliquées dans les accidents corporels, pour les chocs frontaux et pour les chocs latéraux à partir des investigations menées sur le terrain par les accidentologues du LAB et du CEESAR. Les chocs frontaux représentent environ 50 % des chocs automobiles mortels (60 % pour les chocs ayant entraîné des blessés graves). Les chocs latéraux représentent 30 % des chocs mortels en automobile et 20 % des blessés graves. Notre simulation pourra ainsi concerner 80 % de la sinistralité automobile.

Un système de sécurité peut soit diminuer le risque de lésion à une même vitesse (translation de la courbe rouge vers la courbe verte), c'est le cas par exemple de la ceinture de sécurité, soit diminuer la violence du choc et ainsi offrir une meilleure protection simplement parce qu'il réduit la vitesse d'impact, et donc le risque de blessure (déplacement sur une même courbe). Le LAVIA est un système de la seconde catégorie.

L'évaluation de l'efficacité d'un mode LAVIA consiste par conséquent à identifier les distributions des violences de choc que l'on observerait si tous les véhicules étaient équipés du mode LAVIA considéré, puis de calculer pour chaque classe de violence de chaque distribution, le risque associé. La soustraction des risques moyens pour chaque mode LAVIA comparativement au mode neutre donnera ainsi l'efficacité de chaque mode.



Graphique I. relation entre la violence d'un choc automobile et le risque de blessure

Le tableau 3 est un exemple d'école, pédagogique, qui explique comment est calculé le gain de sécurité. La colonne 1 représente les classes de EES (Equivalent Energy Speed, qui est un indicateur de violence du choc), la colonne 2 le risque de blessure

MAIS 3+ pour chaque classe d'EES et les 4 dernières colonnes la distribution des EES que l'on observerait si tous les véhicules étaient équipés d'un LAVIA d'un mode particulier. Nous verrons dans l'étape 2, comment on obtient réellement ces dernières distributions. La dernière ligne représente le risque moyen qui est la somme du produit du risque et de la fréquence d'une classe de vitesse pour chaque mode.

Classes de EES (km/h)	Risque de blessure MAIS 3+	Distribution des vitesses			
		Neutre (sans LAVIA)	Mode Informatif	Mode Débrayable	Mode Contraint
0-20	10 %	10 %	10 %	20 %	20 %
20-30	20%	20%	20%	20%	30%
30-40	30%	30%	30%	30%	30%
40-50	50 %	20 %	20 %	20 %	10 %
50-60	70 %	10 %	10 %	10 %	10 %
60-70	90 %	5 %	10 %	0 %	0 %
70 et +	100 %	5 %	0 %	0%	0 %
Risque Moyen		40,5 %	40 %	32 %	29 %

Tableau 3. Simulation de calcul de l'efficacité

Ainsi, si le risque lésionnel était de 40,5 % pour le mode neutre, il serait de 29 % pour le mode contraint. L'efficacité serait ainsi égale à $(40,5-29)/40,5=28\%$! Dans ce cas d'école, le mode contraint aurait une efficacité de 28 % dans la prévention du risque de lésions graves.

2.2. Deuxième étape : relation entre la violence du choc et la vitesse de roulage des véhicules impliqués dans les accidents corporels ou les accidents mortels que l'on observerait si les véhicules étaient tous équipés du LAVIA (pour chaque mode LAVIA)

Le problème ici est que nous avons pour l'instant besoin des distributions d'EES en choc frontal et choc latéral pour chaque mode LAVIA, ce que en fait nous ne connaissons pas. Nous ne connaissons que la distribution des EES en choc frontal et choc latéral observée aujourd'hui, alors que le LAVIA n'est pas disponible, et ce dans trois pays : la France, l'Allemagne et le Royaume Uni, grâce encore une fois aux investigations approfondies des accidentologues de terrain. Il faut donc estimer les distributions d'EES que nous observerions si tous les véhicules étaient équipés de LAVIA, et ce pour chacun des modes LAVIA.

Pour cela nous construisons une correspondance entre une classe de vitesse de circulation avant accident corporel et la distribution des EES en choc frontal et la distribution des EES en choc latéral. Cette correspondance empirique n'a pas encore de traduction algébrique (travail en cours). Elle s'exprime simplement par le tableau 4, et est issue des études détaillées d'accident menées par le LAB en France et par l'Université de Hanovre et l'Université de Dresde en Allemagne.

Vitesse de circulation / EES	0-20	20-30	30-40	40-50	50 et +	Total
0-20	X ₁ %	X ₂ %	X ₃ %	X ₄ %	X ₅ %	100 %
20-30	Y ₁ %	Y ₂ %	Y ₃ %	Y ₄ %	Y ₅ %	100 %
30-40	Z ₁ %	Z ₂ %	Z ₃ %	Z ₄ %	Z ₅ %	100%
40-50	T ₁ %	T ₂ %	T ₃ %	T ₄ %	T ₅ %	100%
50-60	U ₁ %	U ₂ %	U ₃ %	U ₄ %	U ₅ %	100%
60-70	V ₁ %	V ₂ %	V ₃ %	V ₄ %	V ₅ %	100%
70 et +	X ₁ %	X ₂ %	X ₃ %	X ₄ %	X ₅ %	100%

Tableau 4. Correspondances entre EES et vitesses de circulation avant accident

2.3. Troisième étape : comment calculer la distribution des vitesses de roulage des véhicules impliqués dans les accidents à partir de la distribution de la vitesse de roulage observée dans l'expérimentation LAVIA (pour chaque mode LAVIA)

Autre problème : nous savons désormais faire la correspondance entre la distribution des EES et la distribution des vitesses de circulation avant accident corporel sur deux types de choc. Mais nous n'avons pour l'instant que déplacé le problème. Comment obtenons nous la distribution des vitesses de circulation avant accident pour chaque mode LAVIA ?

Il faut alors utiliser un théorème célèbre en statistique, le théorème de Bayes. Il s'exprime selon la formule (1) :

$$P(V_i / A) = \frac{P(A / V_i) * P(V_i)}{P(A)} \quad (1)$$

Avec :

- ◆ P(V_i/A) : probabilité que le véhicule ait une vitesse de circulation avant choc de V_i. L'ensemble des P(V_i/A) fournit la distribution des vitesses de circulation avant freinage suivi d'un choc.
- ◆ P(A/V_i) : probabilité d'être impliqué dans un accident corporel pour une vitesse de circulation V_i.
- ◆ P(A) : probabilité d'être impliqué dans un accident corporel.

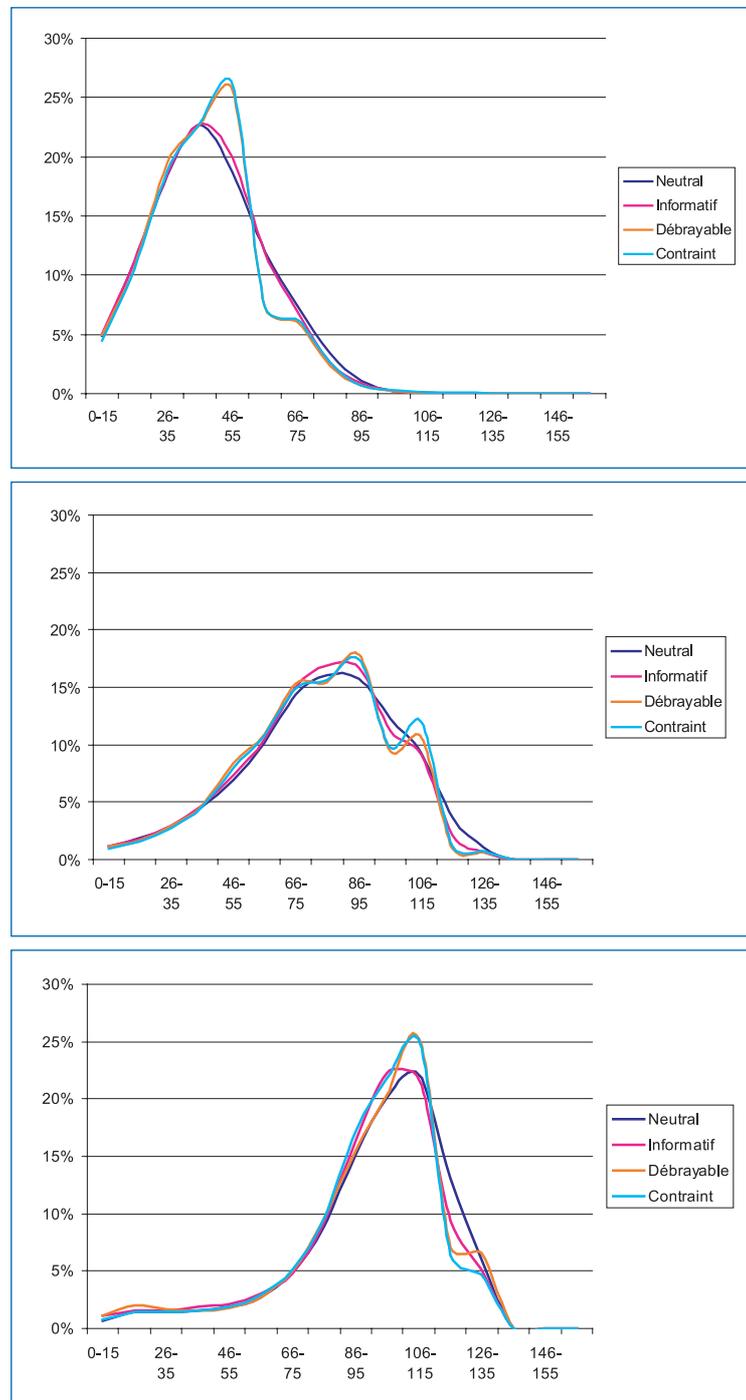
On montre que cette relation est égale à :

$$P(V_i / A) = \frac{P(A / V_i) * P(V_i)}{P(A)} \quad (2)$$

où RR_{i-ref} est le risque relatif d'accident corporel de toutes gravités, pour une vitesse V_i, comparé à une vitesse de référence (que l'on choisit arbitrairement). Ce RR_{i-ref} s'obtient facilement avec la formule de Nilsson, mise à jour par Elvik et al.

2 Nous tenons à remercier Sébastien Romon (ZELT) pour nous avoir fourni les distributions de vitesse par mode LAVIA et par type de réseau.

Autrement dit, la probabilité d'être à la vitesse V_i avant le choc ($P(V_i)/A$) dépend de la probabilité d'être à la vitesse V_i en circulation ($P(V_i)$). Cette dernière probabilité est connue par l'enregistrement des vitesses pratiquées par les sujets lors de l'expérimentation LAVIA. Elle est connue pour chaque mode LAVIA pour 3 types de réseau circulé (urbain, inter-urbain, autoroute), cf. graphiques 2 !



Graphiques 2.
Distribution des distances parcourues à telle vitesse en milieu urbain - interurbain - et autoroutier en fonction des modes LAVIA

2.4. Calcul

1. Nous pouvons donc :
 - ◆ pour chaque mode LAVIA,
 - ◆ pour chaque réseau routier : urbain, interurbain, autoroutier,disposer des distributions des vitesses enregistrées au cours de l'expérimentation.
2. A partir de ces distributions et du théorème de Bayes, estimer les distributions des vitesses de circulation pour les voitures impliquées dans un accident corporel, avant un choc frontal ou un choc latéral.
3. A partir des distributions estimées des vitesses de circulation des voitures impliquées dans un accident corporel, avant un choc frontal ou un choc latéral, estimer les distributions des EES pour ces chocs.
4. Multiplier les distributions par les risques lésionnels pour deux niveaux de gravité : les accidents graves (MAIS 3+) et les accidents mortels (MAIS 6).
5. Calculer l'efficacité pour ces deux niveaux de gravité.

3. Résultats

Le tableau 5 présente les résultats des calculs d'efficacité par mode LAVIA et type de réseau routier. Le mode sans LAVIA (neutre) est systématiquement pris comme référence.

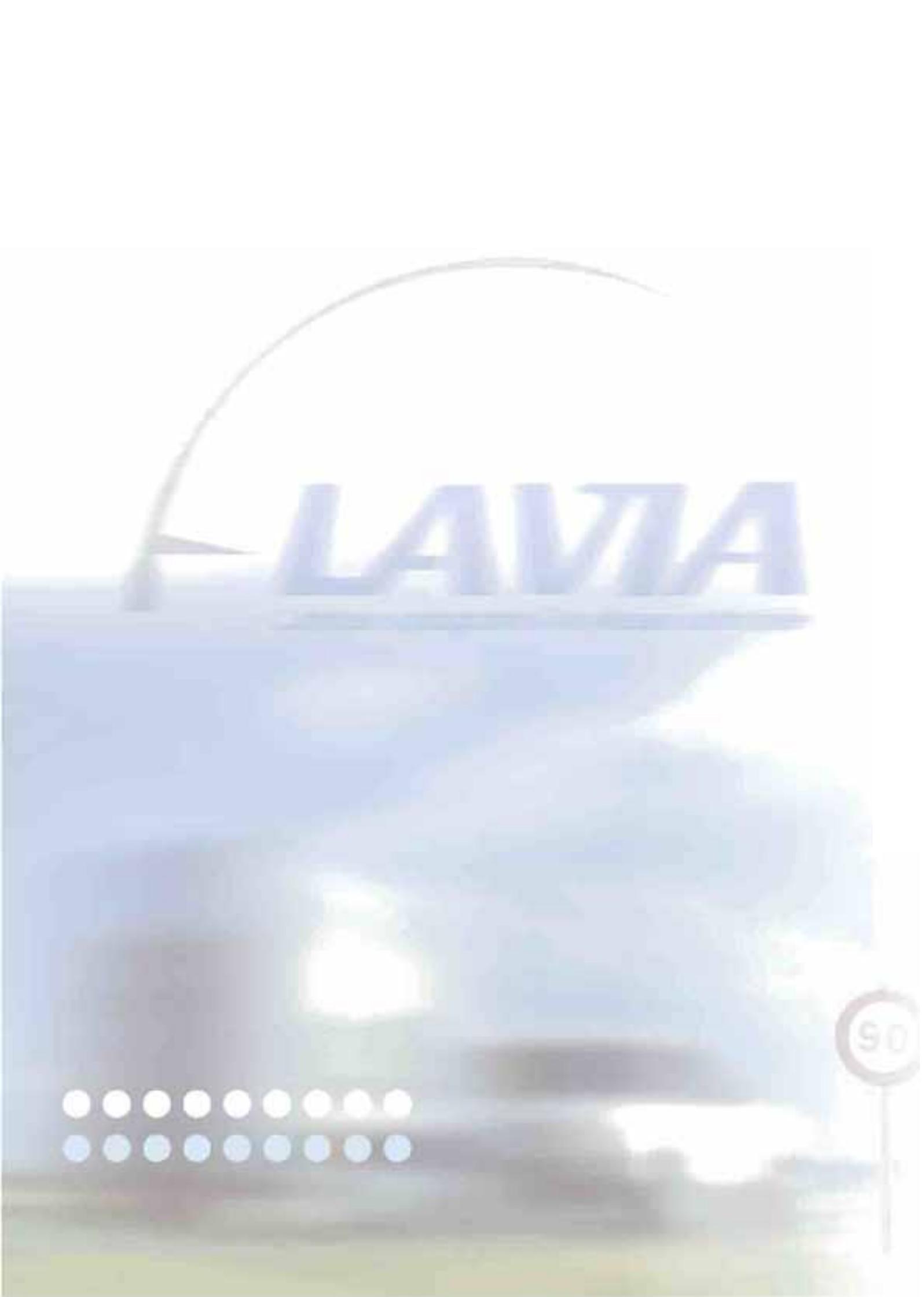
Ainsi, une efficacité de 5% signifie que 5 % des blessés graves (ou des tués sur la route) pourraient être sauvés si tous les véhicules particuliers étaient équipés du LAVIA du mode considéré sur le réseau considéré (la référence étant, pour chaque réseau et chaque type de choc, le mode dit neutre).

Ces estimations ne sont valables que pour les accidents impliquant des voitures dans lesquels les occupants sont blessés dans un choc frontal ou latéral, c'est-à-dire 40 % des blessés graves et 50 % des tués. Les effets sur les autres types d'utilisateurs seront étudiés ultérieurement.

Type de réseau	Mode LAVIA	Choc frontal		Choc latéral	
		MAIS 3+	MAIS 6	MAIS 3+	MAIS 6
Urbain	Neutre	Référence	Référence	Référence	Référence
	Informatif	4 %	4 %	3 %	4 %
	Débrayable	11 %	14 %	1 %	3 %
	Contraint	9 %	11 %	0 %	nd
Interurbain	Neutre	Référence	Référence	Référence	Référence
	Informatif	2 %	5 %	0 %	7 %
	Débrayable	3 %	8 %	9 %	17 %
	Contraint	2 %	8 %	8 %	6 %
Autoroute	Neutre	Référence	Référence	Référence	Référence
	Informatif	3 %	7 %	nd	4 %
	Débrayable	6 %	13 %	5 %	16 %
	Contraint	5 %	13 %	4 %	16 %

Tableau 5. Efficacité du LAVIA dans la prévention des blessures graves et mortelles (MAIS 3+) et des blessures mortelles (MAIS 6), par mode LAVIA et type de réseau

La précision de ces estimations (intervalles de confiance) ne peut pas être calculée tant que la relation entre l'EES et les vitesses de circulation avant accident n'est pas modélisée (en cours d'étude). Les estimations de l'efficacité des modes LAVIA pour les chocs latéraux, parfois faibles ou élevées, sont en cours d'explication.



LAVITA

50

