

CARNET DE ROUTE DU LAVIA

Limiteur s'adaptant à la vitesse autorisée



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. Entretenant 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 3135	33 171	3 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.