

Étude comparative de véhicules semi-autonomes en conduite réelle : effet du tableau de bord sur les émotions et la charge mentale du conducteur

Noé Monsaingeon, Axelle Mouginé, Loïc Caroux, Sabine Langlois, Céline Lemercier

▶ **To cite this version:**

Noé Monsaingeon, Axelle Mouginé, Loïc Caroux, Sabine Langlois, Céline Lemercier. Étude comparative de véhicules semi-autonomes en conduite réelle : effet du tableau de bord sur les émotions et la charge mentale du conducteur. Colloque de psychologie ergonomique EPIQUE, Jul 2019, Lyon, France. hal-02094110v1

HAL Id: hal-02094110

https://univ-tlse2.hal.science/hal-02094110v1

Submitted on 6 May 2019 (v1), last revised 2 Sep 2019 (v2)

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Étude comparative de véhicules semi-autonomes en conduite réelle : effet du tableau de bord sur les émotions et la charge mentale du conducteur

Auteurs : Noé Monsaingeon[1], Axelle Mouginé[1], Loïc Caroux[1], Sabine Langlois[2], Céline Lemercier[1]
Affiliations : [1] CLLE, Université de Toulouse, CNRS, UT2J, France ; [2] Direction de la Recherche, Renault, France
Courriels : noemons@gmail.com ; axelle.mougine@hotmail.fr ; loic.caroux@univ-tlse2.fr ; sabine.langlois@renault.com ; celine.lemercier@univ-tlse2.fr

Problématique et hypothèses :

L'arrivée des voitures entièrement autonomes dans le parc automobile est estimée aux années 2050 (Smith, 2013). Avant cette automatisation totale, les véhicules seront graduellement automatisés, équipés d'aides à la conduite (ADAS) en nombre et technicité croissants. La tâche de conduite va progressivement évoluer, de même que les processus cognitifs engagés par le conducteur. Les ressources attentionnelles, aujourd'hui fortement exploitées par la conduite manuelle, seront redirigées vers d'autres activités à bord (par ex. loisirs, conversation avec les autres passagers) dans les périodes où le système prendra en charge l'activité de conduite.

La conscience qu'a le conducteur de la situation lui permet d'identifier, de comprendre et d'anticiper le comportement des autres conducteurs, de son propre véhicule ou des piétons (Endsley & Kiris, 1995). Celle-ci doit être suffisante pour lui permettre d'assurer sa sécurité et celle des autres usagers de la route. C'est aux Interfaces Humain-Machine (IHM) que revient le rôle de présenter les informations nécessaires et suffisantes pour informer le conducteur de l'état de son véhicule. La saillance, l'effort nécessaire pour accéder aux informations, ainsi que la valeur et les attentes attribuées par le conducteur à ces informations sont déterminantes dans leurs consultations (Horrey, Wickens, & Consalus, 2006). Certains véhicules, tel que la Tesla Model X, présentent des IHM innovantes, jouant sur la disposition, la saillance et le choix des informations visuelles, mais exploitent également d'autres modalités sensorielles comme le son. L'objectif de cette étude était de comparer l'impact d'une interface innovante et multimodale avec une interface classique dans des véhicules semi-autonomes sur les émotions et la charge mentale du conducteur.

Milieu d'implantation et méthode

Une analyse ergonomique a été réalisée sur 6 véhicules selon les critères de Bach et Scapin (2005) afin de sélectionner deux candidats comparables en termes d'ADAS mais suffisamment différents en termes d'IHM. La Tesla Model X a été retenue, ainsi que la Volvo XC60. Toutes deux possèdent des ADAS de maintien du véhicule dans la voie et d'adaptation automatique de la vitesse, regroupées sous le terme « Assistance au Pilotage » (AP). Vingt volontaires ont été recrutés (19 hommes) et ont conduit l'une des deux voitures. Après une période de familiarisation, les conducteurs devaient réaliser un parcours d'une quarantaine de minutes, passant par des environnements péri-urbains et des voies rapides. Ils pouvaient conduire manuellement ou à l'aide de l'AP lorsqu'ils le voulaient et que toutes les conditions de sécurité étaient réunies. Durant le trajet, 16 questions relatives à la consultation du Tableau De Bord (TDB) étaient posées. Le temps nécessaire aux participants pour répondre aux questions était mesuré, ainsi que leurs activités oculaires. Ces deux mesures ne seront pas abordées durant cette présentation. Avant et après la phase de conduite, les participants remplissaient le questionnaire de valence émotionnelle « Positive and Negative Affect Schedule » (PANAS ; Watson, Clark & Telegen, 1988). Après la conduite, un questionnaire d'utilisabilité ainsi que l'échelle de charge mentale « Raw Task Load indeX » (RTLX ; Cegarra & Morgado, 2009) étaient complétés. Enfin, les témoignages des conducteurs vis à vis des véhicules étaient également recueillis à l'aide d'entretiens semi-directifs.

Résultats

L'analyse ergonomique des TDB met en avant le fait qu'aucune des deux voitures ne prend en compte l'expertise du conducteur quant à l'utilisation d'AP. Bien que la Tesla guide moins bien les utilisateurs de son TDB à cause d'informations textuelles présentées trop furtivement, elle informe clairement le conducteur si la fonction d'AP est activable ou non. La Volvo est discrète quant aux conséquences des actions du conducteur, contrairement à la Tesla qui propose des feed-back sonores, haptiques et visuelles. L'analyse des réponses au questionnaire PANAS a révélé une absence d'effet du véhicule sur les émotions positives comme négatives ressenties pendant la période de test. Cependant, les analyses item par item montrent un effet tendanciel du véhicule sur les réponses à l'item « Effrayant ». La Tesla serait jugée comme provoquant sensiblement plus d'émotions négatives de "peur" que la Volvo. Le facteur moment de la passation a également été étudié (avant vs. après utilisation du véhicule). Les résultats révèlent un effet principal du moment sur l'item « Perturbé », suggérant que les participants terminent le test avec plus d'émotions négatives de type "confusion", quel que soit le véhicule testé. Aucun effet d'interaction n'a été constaté entre les facteurs moment et véhicule. Concernant les évaluations au questionnaire d'utilisabilité, les deux véhicules sont jugés comme acceptables et ne diffèrent pas significativement. La charge mentale, représentée par le score total du RTLX, ne diffère pas significativement entre les deux voitures testées. Une analyse de chaque dimension composant l'échelle met en lumière le fait que la Tesla a une exigence physique significativement plus importante que la Volvo.

Discussion

Les réponses au PANAS montrent que l'utilisation des deux véhicules a provoqué chez les conducteurs des émotions négatives de l'ordre de la confusion. L'analyse ergonomique des TDB révèle que les deux véhicules ne prennent pas en compte l'expérience des conducteurs quant à l'utilisation d'AP, ce qui pourrait expliquer cet état de confusion. Ensuite, les résultats du PANAS tendant à présenter la Tesla comme provoquant plus d'émotions négatives liées à la peur que la Volvo. L'IHM de la Tesla mise sur plusieurs modalités sensorielles et un affichage atypique, alors que la Volvo mise sur un affichage traditionnel. Le caractère inhabituel de l'affichage de la Tesla peut avoir un rôle dans ces émotions négatives, les utilisateurs devant chercher les informations. Une exploration des temps de réponses aux questions posées en roulage devrait permettre de savoir dans quelle mesure l'accès aux informations diffère entre les deux véhicules. L'exigence physique, rapportée comme plus élevée chez les utilisateurs de la Tesla, peut également être expliquée par l'affichage. La Volvo possède un affichage de la vitesse tête haute, ce qui n'est pas le cas de la Tesla. Les utilisateurs de la Tesla peuvent donc être amenés à faire plus de mouvements oculaires vers le TDB pour rester informé de leur vitesse et de l'état d'activation des systèmes. Les techniques d'oculométrie apporteraient des données complémentaires permettant d'évaluer la consultation du TDB. De telles données permettraient d'évaluer les IHM les plus efficaces et sécurisées. Aussi, un facteur important à prendre en compte pour les prochaines études est la familiarisation avec le véhicule et avec l'AP. Un certain apprentissage est sans doute nécessaire pour arriver à utiliser au mieux l'interface proposée par la Tesla. En somme, cette étude exploratoire constitue une porte d'entrée pour l'étude des facteurs humains en conduite semi-autonome dans un environnement naturel. Elle met l'accent sur l'impact que peuvent avoir les TDB non conventionnelles sur les émotions et la charge mentale du conducteur.

Références

Bach, C., & Scapin, D. L. (2005). *Critères Ergonomiques pour les Interactions Homme-Environnements Virtuels: définitions, justifications et exemples* (Doctoral dissertation, INRIA).

Cegarra, J., & Morgado, N. (2009, September). Étude des propriétés de la version francophone du NASATLX. In *Communication présentée à la cinquième édition du colloque de psychologie ergonomique (Epique)* (pp. 28-30).

Endsley, M. R., & Kiris, E. O. (1995). The out-of-the-loop performance problem and level of control in automation. *Human factors*, *37*(2), 381-394.

Horrey, W. J., Wickens, C. D., & Consalus, K. P. (2006). Modeling drivers' visual attention allocation while interacting with in-vehicle technologies. Journal of Experimental Psychology: Applied, 12, 67–78. https://doi.org/10.1037/1076-898x.12.2.67

Smith, B. W. (2013). SAE levels of driving automation. *Center for Internet and Society. Stanford Law School. http://cyberlaw. stanford. edu/blog/2013/12/sae-levels-drivingautomation*.

Watson, D., Clark, L. A., & Tellegen, A. (1988). Development and validation of brief measures of positive and negative affect: the PANAS scales. *Journal of personality and social psychology*, *54*(6), 1063.