

---

# *Interfaces humain-machine et conduite automobile : effet des interfaces multimodales sur l'orientation des ressources attentionnelles vers l'état des systèmes d'automatisation de la conduite*

**Noé Monsaingeon**

CLLE (Université de Toulouse & CNRS) & Renault1, avenue du Golf, 78084 Guyancourt  
[Noe.monsaingeon@renault.com](mailto:Noe.monsaingeon@renault.com)

**Loïc Caroux**

CLLE (Université de Toulouse & CNRS)  
5, allée Antonio Machado, 31058 Toulouse Cedex 9  
[Loic.caroux@univ-tlse2.fr](mailto:Loic.caroux@univ-tlse2.fr)

**Sabine Langlois**

Renault  
1, avenue du Golf, 78084 Guyancourt  
[sabine.langlois@renault.com](mailto:sabine.langlois@renault.com)

**Céline Lemercier**

CLLE (Université de Toulouse & CNRS)  
5, allée Antonio Machado, 31058 Toulouse Cedex 9  
[Celine.lemecier@univ-tlse2.fr](mailto:Celine.lemecier@univ-tlse2.fr)

---

## **RÉSUMÉ**

Les systèmes d'assistance de véhicules partiellement automatisés, capables de remplacer temporairement l'humain dans la tâche de conduite, peuvent rendre le contrôle du véhicule au conducteur lorsque leurs limites de fonctionnement sont atteintes. Les conducteurs doivent alors identifier l'état de fonctionnement de ces systèmes à tout moment pour éviter une confusion. Cette thèse propose d'évaluer si des interfaces exploitant les modalités sonores, haptiques et visuelles (en vision périphérique) permettent d'orienter l'attention des conducteurs sur l'état de fonctionnement des systèmes d'assistance. Au travers d'études expérimentales, la capacité des différentes interfaces à être perçues et comprises par les conducteurs est évaluée. Les interfaces jugées efficaces seront ensuite assemblées dans un cockpit multimodal, puis testées pendant des situations de reprise en main.

## **MOTS-CLÉS**

Attention, simulateur de conduite automobile, interface multimodale, confusion de mode, automatisation partielle

---

## **1 INTRODUCTION**

Depuis plusieurs années, l'inattention au volant est considérée comme la raison principale des causes d'accident de la route. Plus de 70% des accidents seraient dus à des comportements résultant de l'inattention ou de la fatigue du conducteur (Dingus et al., 2006; Lemercier et al., 2014; Victor et al., 2014; Wang et al., 1996). Dans un contexte sociétal où la priorité est d'augmenter significativement la sécurité routière, l'automatisation des véhicules apparaît comme un moyen de limiter le facteur humain



Les auteurs conservent les droits de leurs publications.

Ce(tte) œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage dans les Mêmes Conditions 4.0 International.

de la gestion de la conduite. L'insertion dans nos sociétés de véhicules totalement autonomes est estimée à l'horizon 2050.

Mais avant d'atteindre un tel niveau d'autonomisation, les véhicules partiellement automatisés, qui sont déjà disponibles sur le marché, composeront progressivement la majorité du parc automobile dans la prochaine décennie (ERTRAC; Task Force and Connectivity and Automated Driving, 2015). Il s'agit de véhicules capables de réaliser l'activité de conduite (contrôle opérationnel, contrôle tactique et contrôle stratégique; Michon, 1985) mais permettant ou nécessitant la supervision du conducteur. Ces véhicules sont souvent présentés par les constructeurs comme offrant une alternative plus sûre à la conduite manuelle, dans la mesure où ils réduisent les facteurs humains associés à la tâche de conduite. Cependant, les véhicules automatisés peuvent causer des confusions lorsque leurs interfaces ne sont pas comprises par le conducteur. La Tesla Model S, un véhicule partiellement automatisé souvent cité, a été impliquée dans plusieurs accidents de voiture ces dernières années, dont le tristement célèbre accident survenu en Floride en mai 2016. Le conducteur d'une Tesla Model S est décédé à la suite d'une collision avec un camion traversant la chaussée. Selon le rapport de la National Highway Traffic Safety Administration (2017), cet accident a été causé par une mauvaise utilisation des systèmes d'assistances par le conducteur, qui ne connaissait pas le fonctionnement des systèmes et leurs limites. Pour pallier ce problème, ces véhicules doivent informer clairement le conducteur des systèmes actifs ou inactifs afin de lui permettre de reprendre la main en cas de suspension brutale des systèmes (Carsten & Martens, 2019). C'est à l'Interface Humain-Machine (IHM) que revient le rôle de présenter les informations nécessaires et suffisantes pour informer le conducteur de l'état des systèmes automatiques de son véhicule. L'IHM est ici définie comme l'ensemble des communications explicites ou implicites échangées entre le conducteur et le véhicule (i.e., affichages visuels et/ou sonores, dynamique du véhicule d'une part, et instruments de contrôle du véhicule par le conducteur d'autre part.). Les tableaux de bord, déjà riches en informations visuelles, pourraient gagner en efficacité en étant associés à des interfaces émettant des stimulations visuelles en vision périphérique, des signaux sonores ou haptiques. L'objectif de cette thèse est d'étudier l'impact des modalités de présentation d'information concernant l'état de fonctionnement de systèmes embarqués sur le comportement visuo-attentionnel du conducteur. Parmi les modalités testées, il s'agira d'étudier l'effet d'interfaçages visuels, auditifs et haptiques sur l'identification de l'état de fonctionnement des systèmes embarqués.

## **2 CADRE THEORIQUE**

### **2.1 Problématiques de l'automatisation partielle et solutions possibles**

Six niveaux d'automatisation ont été établis par la Society of Automotive Engineers (SAE Levels of Driving Automation, 2018). Le niveau 0 correspond à la conduite manuelle. Au niveau 1, le système prend en charge le contrôle longitudinal, ce qui signifie qu'il peut ajuster sa vitesse en fonction d'une vitesse de consigne ou maintenir la même vitesse que le véhicule qui le précède. Les véhicules de niveau 2 sont considérés comme des véhicules partiellement automatisés, car les systèmes d'assistance peuvent effectuer partiellement l'activité de conduite, contrôlant les mouvements longitudinaux et latéraux du véhicule. Le conducteur alterne entre le rôle de conducteur du véhicule et le rôle de superviseur de l'activité du système en fonction de l'état des systèmes d'assistance. A partir du niveau 3, le conducteur peut temporairement céder au système la supervision de la conduite, ce qui lui permet de vaquer à d'autres occupations (activités annexes telles que lire, regarder une vidéo, etc.). Cette thèse est centrée sur les véhicules de Niveau 2, afin de répondre à des problématiques existantes sur des véhicules commercialisés et d'améliorer l'interaction entre l'humain et ces véhicules.

Les systèmes composant le Niveau 2 nécessitent des conditions spécifiques pour fonctionner correctement (e.g., détecter deux marquages au sol pour certains véhicules). Lorsque ces conditions ne sont plus remplies, les systèmes cessent de prendre en charge le contrôle latéral du véhicule. Dans ce cas, les conducteurs doivent comprendre que les systèmes d'assistance ont été suspendus et qu'une reprise en main est nécessaire. Plusieurs suspensions surprenantes ont été rencontrées au cours d'une étude de conduite naturaliste de 6 mois dans un Tesla modèle S réalisée par Endsley (2017). Le

système d'assistance s'est arrêté inopinément dans un virage, probablement parce que l'accélération latérale était trop élevée. Cela a entraîné une reprise en main brusque pour le conducteur. Ces situations peuvent provoquer chez le conducteur une confusion sur l'état du système, appelée confusion de mode (Sarter et al., 1997).

Les confusions de mode par le conducteur sont susceptibles d'entraîner un risque d'accident et sont à proscrire. L'objectif des interfaces de véhicules d'assistance est donc de fournir au conducteur des informations pertinentes sur l'état de l'automatisation, en rendant les limites de fonctionnement du système faciles à identifier et à comprendre (Carsten & Martens, 2019). Un moyen d'éviter les confusions de mode est de favoriser chez le conducteur une bonne conscience de l'état de système d'assistance, appelée conscience des modes (Kurpiers et al., 2020). La conscience des modes est une sous-partie de la conscience de la situation, dédiée à l'état des systèmes d'assistance (Othersen, 2016). D'après le modèle de la conscience de la situation de Endsley (1995), une bonne conscience de la situation est possible lorsque 3 étapes de traitement de l'information sont atteintes. Le conducteur doit percevoir les informations concernant l'état du système, puis comprendre leur sens, et enfin être capable de projeter l'évolution de l'état du système en fonction de la situation. L'ajout de nouveaux systèmes engage le conducteur à traiter des informations supplémentaires transmises par l'interface. Or, les interfaces actuellement présentes dans les véhicules sont essentiellement visuelles. Un surplus d'information visuelle pendant une tâche principalement visuelle comme la conduite peut causer une surcharge cognitive, l'empêchant de percevoir, comprendre et projeter l'évolution des informations transmises par l'interface, résultant en une mauvaise conscience des modes (Carsten & Martens, 2019).

Le modèle des ressources multiples de Wickens (2008) permet de prédire l'allocation de ressources attentionnelles pendant des tâches effectuées simultanément en fonction de leurs caractéristiques qualitatives. Pour une même quantité d'informations, les tâches utilisant différentes modalités sensorielles en même temps (par exemple, visuelles et auditives) seront mieux exécutées que les tâches partageant une seule modalité sensorielle. En conséquence, les interfaces qui utilisent plusieurs modalités sensorielles pour communiquer devraient provoquer une meilleure répartition des ressources attentionnelles, réduisant la charge mentale. En outre, les interfaces haptiques ou sonores, faisant passer des messages simples, ont l'avantage de réduire le temps de réaction lors de reprises en main (Ho et al., 2017), alors que les interfaces visuelles ont l'avantage de permettre de faire passer des messages plus complexes à travers le texte (e.g., pour expliciter les causes de la reprise en main). D'après le modèle de Wickens (2008), le traitement des informations verbales et spatiales serait réalisé par des ressources différentes et donc effectué en parallèle. Comme le montre la méta-analyse de Zhang et al. (2019), les interfaces affichant des informations à la fois visuelles, auditives ou tactiles ont permis de réduire le temps de reprise en main de véhicules de Niveau 3, comparé à des interfaces uniquement visuelles. Ces interfaces utilisaient plusieurs canaux sensoriels pour informer le conducteur sur l'état de l'automatisation, ce qui l'aidait à comprendre l'action qu'il devait effectuer. Des interfaces similaires utilisées dans les véhicules de niveau 2 pourraient également améliorer l'interaction entre l'automatisation et le conducteur en lui permettant d'identifier l'état des systèmes d'assistance de son véhicule.

## **2.2 Objectifs et stratégie de recherche**

Sur la base du modèle à ressources multiples, d'études antérieures sur les véhicules de niveau 3 et d'études sur l'approche des limites des systèmes d'assistance (Monsaingeon et al., 2020; Wickens, 2008; Zhang et al., 2019), une IHM qui présente les limites du système automatisé en diffusant des informations sur plusieurs canaux sensoriels devrait être plus efficace qu'une IHM visuelle classique pour informer sur l'état des systèmes d'assistance. L'objectif général de cette thèse est d'évaluer l'impact des modalités de présentation d'informations concernant l'état de fonctionnement de systèmes embarqués sur le comportement visuo-attentionnel des conducteurs, la représentation qu'ils se font du système et la confiance qu'ils lui accordent. Pour répondre à cet objectif, des interfaces auditives, visuelles et haptiques ont été développées dans le cadre d'un projet collaboratif entre académiques et industriels. Chacune de ces interfaces vise à être évaluée de manière systématique et

spécifique en suivant la logique du modèle de la conscience de la situation de Endsley (1995). Les interfaces sont évaluées selon les trois étapes du traitement de l'information décrites par le modèle : perception des informations, compréhension de leur sens et projection de l'évolution de ces informations en situation de conduite. Lorsque les interfaces ont montré leur efficacité sur ces trois étapes, elles sont réunies pour former une interface complète sur simulateur. Celle-ci sera évaluée dans son ensemble durant une étude longitudinale, afin de prendre en compte l'apprentissage et la prise en main des interfaces et des systèmes par les conducteurs (Blömacher et al., 2020; Forster et al., 2019; Strand et al., 2018).

Pour répondre à notre question de recherche, la stratégie de recherche suivante a été initiée :

(1) une analyse de systèmes existants à partir d'une étude sur route avec des véhicules partiellement automatisés disponibles dans le commerce afin de comparer l'effet d'une interface exclusivement visuelle et d'une interface multimodale ; (2) une revue systématique et une méta-analyse des études sur les interfaces multimodales en automobile et l'automatisation de la conduite ; (3) une expérimentation en ligne sur un indicateur innovant intégrable dans les interfaces, informant sur l'approche des limites des systèmes d'assistance ; (4) une étude expérimentale sur l'effet de l'utilisation d'interfaces sonores sur les performances d'identification des niveaux d'automatisation ;

(5) une étude expérimentale évaluant l'effet d'une interface haptique sur la qualité et le temps de reprise en main d'un véhicule de niveau 2; (6) une étude expérimentale en simulateur de conduite évaluant l'effet conjugué des interfaces testées au préalable (i.e., l'indicateur d'approche des limites des systèmes d'assistance, l'interface haptique dans le volant et l'interface sonore) sur la qualité de reprise en main du véhicule dans des situations d'urgence, les modèles mentaux du conducteur, la charge mentale et la confiance dans les systèmes d'assistance. Les étapes (1), (2), (3) ont été réalisées. La méthode et les résultats obtenus lors de ces études seront développés dans la section suivante. L'expérimentation (4) est en cours de réalisation, les résultats de l'expérimentation (5) sont en cours d'analyse, et l'expérimentation (6) est en cours de réalisation. La méthode de ces trois dernières études sera détaillée dans la section suivante.

### **3 TRAVAUX EN COURS**

#### **3.1 Étude préliminaire : étude sur route comparant une interface multimodale avec une interface visuelle classique**

Une première étude a été réalisée, qui visait à analyser les systèmes existants pendant une étude sur route avec des véhicules partiellement automatisés, disponibles dans le commerce, afin de comparer l'effet d'une interface exclusivement visuelle et d'une interface multimodale. La capacité de deux interfaces à informer le conducteur sur l'état et le fonctionnement du véhicule, en relation avec les modalités d'affichage des informations a été comparée. La première IHM, qualifiée d'IHM centrée sur l'activité de conduite, était multimodale et possédait une représentation exocentrique de la scène routière. La seconde, qualifiée d'IHM centrée sur le véhicule, affichait des informations visuelles traditionnelles. Les mouvements oculaires des conducteurs et les temps de réponse à des questions posées pendant la conduite ont été mesurés. La charge mentale et l'utilisabilité des interfaces ont été mesurées. Leurs verbalisations pendant le test ont également été transcrites et classées. Les résultats ont révélé des temps de réponse plus courts aux questions sur la vitesse pour le groupe possédant l'IHM multimodale. La durée et le nombre de fixations sur le compteur de vitesse étaient plus longs avec l'IHM centrée sur la conduite. La charge mentale causée par cette interface était plus élevée que la charge mentale causée par l'interface centrée véhicule (Monsaingeon et al., 2019). Les confusions de mode ont été verbalisées par les conducteurs des deux véhicules. L'IHM multimodale et exocentrique aidait les conducteurs à comprendre le fonctionnement du véhicule, mais était plus distrayante visuellement que l'IHM traditionnelle.

Cependant, les deux IHM ont provoqué des confusions de mode. Cette étude a mené à la conclusion que l'utilisation d'une IHM multimodale peut être bénéfique, et devrait être une priorité pour les concepteurs. Cependant, le design des interfaces doit être étudié pour réduire les confusions de

mode.

### **3.2 Revue systématique de la littérature**

Une revue systématique et une méta-analyse des études sur les interfaces multimodales en automobile et l'automatisation de la conduite ont ensuite été menées. La revue systématique de la littérature visait à identifier les méthodes d'évaluation des confusions de mode dans l'automobile et l'aviation, ainsi qu'à faire le bilan de l'effet des interfaces utilisées dans la littérature sur les confusions de mode. Celle-ci a mis en avant une pluralité des méthodes d'évaluation des confusions de mode ainsi que des types d'interfaces qui ont été utilisés. Les études le permettant ont été intégrées dans une méta-analyse afin de quantifier l'effet des interfaces multimodales sur l'identification des niveaux d'automatisation. Celle-ci a mis en avant le fait que les interfaces multimodales avaient un effet sur l'identification des niveaux d'automatisation. (Monsaingeon et al., 2021).

### **3.3 Indicateur d'approche des limites**

Afin de réduire les confusions de mode, une approche étudiée dans la littérature consistait à indiquer la fiabilité des systèmes d'assistance aux conducteurs (Beller et al., 2013; Helldin et al., 2013). Une expérimentation en ligne sur un indicateur visuel innovant intégrable dans le tableau de bord, informant sur l'approche des limites des systèmes d'assistance a eu lieu. Au travers d'une méthode projective, l'expérience en ligne visait à étudier l'effet qu'avait la présentation d'un indicateur d'approche des limites sur la décision des participants à suspendre les systèmes d'assistance lors de situations dont la gravité variait. Les résultats ont mis en avant la pertinence de cet indicateur pour aider les participants à juger si l'utilisation des systèmes d'assistance était appropriée à la situation (Monsaingeon et al., 2020). Découlant de cette étude, un travail de design pour définir la forme de cet indicateur d'approche des limites a été réalisé puis évalué lors d'une expérience en ligne. L'indicateur était diffusé en haut du tableau de bord, de manière à être visible en vision périphérique. Les résultats de cette étude mettent en avant une influence de l'indicateur sur le comportement des participants (Monsaingeon, et al., 2021). Le design de l'indicateur a été amélioré suite aux résultats de cette expérimentation, puis a été intégré au simulateur.

### **3.4 Feedbacks auditifs**

Un type d'interface jugé pertinent suite à la revue de littérature était les interfaces auditives. Dans le cadre du projet industriel dans lequel s'inscrit cette thèse, des feedback sonores visant à informer des transitions d'un niveau d'automatisation à un autre ont été développés. Une étude expérimentale sur l'effet de l'utilisation d'interfaces sonores sur les performances d'identification des niveaux d'automatisation a débuté et est en cours de réalisation. Celle-ci se déroule en 3 étapes, suivant une méthode basée sur la logique du modèle de la conscience de la situation de Endsley (1995). La première, réalisée en avril 2020, a consisté à tester la perception de feedbacks sonores. Elle a permis de montrer une capacité des participants à correctement distinguer les feedbacks entre eux. La deuxième étape vise à évaluer la compréhension des feedbacks sonores par les participants. La troisième étape vise à évaluer l'efficacité des feedbacks sonores à informer de l'état de systèmes d'assistance lors d'une double tâche proche de la conduite (Monsaingeon, et al., 2021a).

### **3.5 Feedbacks haptiques**

Un second type d'interface jugé pertinent suite à la revue de littérature sont les interfaces haptiques. Au travers de vibrations et de changement de rigidité dans le volant lors des transitions du niveau 2 vers la conduite manuelle, les conducteurs devraient expérimenter moins de confusions de modes. Une étude expérimentale en simulateur évaluant l'effet d'une interface haptique sur la qualité et le temps de reprise en main d'un véhicule de niveau 2 est en cours de réalisation. Une première partie de l'expérience vise à vérifier que les conducteurs sont capables de percevoir des changements de rigidités dans le volant. La seconde partie de l'expérience consiste à évaluer l'efficacité des changements de rigidité de volant et de vibrations à améliorer les reprises en main lors de mise

en pause des systèmes. Le temps de reprise en main, ainsi que l'utilisabilité et la charge mentale causée par cette interface sont évalués. Les résultats mettent en avant un effet de la rigidité du volant et une interaction entre la rigidité et la présence de vibration dans le volant sur le temps de reprise en main. En ligne droite, la reprise en main est plus rapide lorsqu'une vibration est présente et que le volant est souple. Un volant souple et des vibrations lors des transitions seront donc intégrés au simulateur.

### 3.6 Test de l'IHM multimodale

Finale­ment, une étude expérimentale en simulateur de conduite évaluant l'effet conjugué des interfaces testées au préalable (i.e., l'indicateur d'approche des limites des systèmes d'assistance, l'interface haptique dans le volant et l'interface sonore) sur la qualité de reprise en main du véhicule dans des situations d'urgence, les modèles mentaux du conducteur, la charge mentale et la confiance dans les systèmes d'assistance sera réalisée. L'expérimentation visera à évaluer l'effet d'une interface multimodale sur l'identification des niveaux d'automatisation. Les situations simulées sont basées sur des situations réelles dans lesquelles les systèmes d'assistance peuvent se suspendre de manière inattendue (appuyé par l'expertise des personnes en charge du développement des ADAS et le manuel de la Renault Clio 5 2019<sup>1</sup>). Les participants se verront attribuer soit une interface de référence uniquement visuelle, soit l'interface expérimentale multimodale. L'interface de référence est uniquement visuelle et inspirée des interfaces actuellement présentes dans les véhicules Renault. L'interface multimodale possède, en plus de cette même interface visuelle, un indicateur d'approche des limites des systèmes d'assistance, visible en vision para-fovéale, ainsi que des feedbacks auditifs et haptiques au moment des transitions. Afin de prendre en compte la familiarisation de l'interface et des systèmes d'assistance par les participants, trois sessions d'utilisation du simulateur, réparties sur trois semaines consécutives, auront lieu. Durant ces sessions, les participants utiliseront des systèmes d'assistance de niveau 2. Des événements (e.g., virage serré, approche d'un véhicule lent, route sans marquage, zone de brouillard) amèneront les systèmes à se déconnecter et les conducteurs devront reprendre en main le contrôle du véhicule. La qualité des réponses des participants ainsi que leur temps de réaction permettront de déterminer s'ils font face à des confusions de mode (Janssen et al., 2019). Leur comportement visuo-attentionnel sera mesuré avec un oculomètre. Les participants seront soumis à des questionnaires sur la confiance dans les systèmes d'assistance, la charge mentale puis à un entretien d'explicitation afin de retracer l'usage des différentes interfaces. Nous émettons l'hypothèse qu'une interface multimodale permet de réduire les confusions de mode, d'améliorer la confiance dans le système automatisé, et de réduire la charge mentale.

## 4 CONCLUSION

Cette thèse, articulant 6 opérations scientifiques complémentaires, a pour objectif d'évaluer l'impact des modalités de présentation d'information concernant l'état de fonctionnement de systèmes embarqués sur le comportement visuo-attentionnel du conducteur. Dans son ensemble, ce projet de thèse apporte des résultats originaux sur le phénomène de confusion de mode dans l'automobile, peu documenté à ce jour, et les moyens pour le parer. Il contribue à ce titre au développement des connaissances sur l'interaction de l'humain avec les systèmes d'assistance embarqués, favorisant leur meilleure adaptabilité aux besoins et contraintes du conducteur. À terme, les résultats des études de cette thèse contribueront au développement d'interfaces qui permettent d'exploiter de manière optimale les ressources attentionnelles du conducteur.

<sup>1</sup> See <https://fr.e-guide.renault.com/fra/Clio-5/Assistant-Autoroute-et-Trafic>, retrieved le 20/01/2021

## 5 BIBLIOGRAPHIE

- Beller, J., Heesen, M., & Vollrath, M. (2013). Improving the Driver–Automation Interaction: An Approach Using Automation Uncertainty. *Human Factors*, 12.
- Blömacher, K., Nöcker, G., & Huff, M. (2020). The evolution of mental models in relation to initial information while driving automated. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 68, 198–217.
- Carsten, O., & Martens, M. H. (2019). How can humans understand their automated cars? HMI principles, problems and solutions. *Cognition, Technology & Work*, 21(1), 3–20.
- Dingus, T. A., Neale, V. L., Klauer, S. G., Petersen, A. D., & Carroll, R. J. (2006). The development of a naturalistic data collection system to perform critical incident analysis: An investigation of safety and fatigue issues in long-haul trucking. *Accident Analysis & Prevention*, 38(6), 1127–1136.
- Endsley, M. R. (1995). Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. *Human Factors*, 37(1), 32–64.
- Endsley, M. R. (2017). Autonomous Driving Systems: A Preliminary Naturalistic Study of the Tesla Model S. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 11(3), 225–238.
- ERTAC (2015). Participants: [http://www.ertrac.org/uploads/documentsearch/id38/ERTAC\\_Automated-Driving-2015.pdf](http://www.ertrac.org/uploads/documentsearch/id38/ERTAC_Automated-Driving-2015.pdf)
- Forster, Y., Hergeth, S., Naujoks, F., Krems, J., & Keinath, A. (2019). User Education in Automated Driving: Owner’s Manual and Interactive Tutorial Support Mental Model Formation and Human–Automation Interaction. *Information*, 10(4), 143.
- Helldin, T., Falkman, G., Riveiro, M., & Davidsson, S. (2013). *Presenting system uncertainty in automotive UIs for supporting trust calibration in autonomous driving*. Proceedings of the 5th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications - AutomotiveUI '13, 210–217.
- Janssen, C. P., Boyle, L. N., Kun, A. L., Ju, W., & Chuang, L. L. (2019). A hidden markov framework to capture human–machine interaction in automated vehicles. *International Journal of Human–Computer Interaction*, 35(11), 947–955.
- Kurpiers, C., Biebl, B., Mejia Hernandez, J., & Raisch, F. (2020). Mode Awareness and Automated Driving—What Is It and How Can It Be Measured? *Information*, 11(5), 277.
- Lemercier, C., Pêcher, C., Berthié, G., Valéry, B., Vidal, V., Paubel, P.-V., Cour, M., Fort, A., Galéra, C., Gabaude, C., Lagarde, E., & Maury, B. (2014). Inattention behind the wheel: How factual internal thoughts impact attentional control while driving. *Safety Science*, 62, 279–285.
- Michon, J. A. (1985). A Critical View of Driver Behavior Models: What Do We Know, What Should We Do? In L. Evans & R. C. Schwing (Eds.), *Human Behavior and Traffic Safety* (pp. 485–524). Springer US.
- Monsaingeon, N., Carli, Y., Caroux, L., Langlois, S., & Lemercier, C. (2021, July). *Indicating the limits of partially automated vehicles with drivers’ peripheral vision*. 12th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics - AHFE 2021.
- Monsaingeon, N., Caroux, L., Langlois, S., Hurgobin, Y., & Lemercier, C. (2020). Driver compliance with automation reliability information regarding hazardous environmental circumstances. *Le travail humain*, 83(4), 343–360.
- Monsaingeon, N., Caroux, L., Langlois, S., & Lemercier, C. (2021a, June). *Auditory feedbacks for automated driving: An evaluation method*. 21st Triennial Congress of International Ergonomics Association - IEA 2021.
- Monsaingeon, N., Caroux, L., Langlois, S., & Lemercier, C. (2021b, October). *A systematic review of mode awareness measurements for automated driving*. 7th International Conference on Driver Distraction and Inattention - DDI 2021.
- Monsaingeon, N., Mouginié, A., Caroux, L., Langlois, S., & Lemercier, C. (2019, July). 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.

- <https://hal-univ-tlse2.archives-ouvertes.fr/hal-02094110>
- National Highway Traffic Safety Administration. (2017). ODI Resume. Available at <https://static.nhtsa.gov/odi/inv/2016/INCLA-PE16007-7876.PDF>
- Othersen, I. (2016). Vom Fahrer zum Denker und Teilzeitlenker. In Einflussfaktoren und Gestaltungsmerkmale nutzerorientierter Interaktionskonzepte für die Überwachungsaufgabe des Fahrers im teilautomatisierten Modus. Springer.
- Sarter, N. B., Woods, D. D., & Billings, C. E. (1997). AUTOMATION SURPRISES. *Handbook of Human Factors and Ergonomics*, 2, 25.
- SAE Levels of Driving Automation. (2018). /blog/2013/12/sae-levels-drivingautomation
- Strand, N., Stave, C., & Ihlström, J. (2018). *A case-study on drivers' mental model of partial driving automation*. 25th ITS World Congress, Copenhagen, Denmark, 17-21 September 2018.
- Victor, T., Strategic Highway Research Program Safety Focus Area, *Transportation Research Board, & National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine*. (2014). Analysis of Naturalistic Driving Study Data: Safer Glances, Driver Inattention, and Crash Risk. Transportation Research Board.
- Wang, J.-S., Knipling, R. R., & Goodman, M. J. (1996). The role of driver inattention in crashes: New statistics from the 1995 Crashworthiness Data System: (533322008-001) [Data set]. American Psychological Association.
- Wickens, C. D. (2008). Multiple Resources and Mental Workload. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 50(3), 449–55.
- Zhang, B., de Winter, J., Varotto, S., Happee, R., & Martens, M. (2019). Determinants of take-over time from automated driving: A meta-analysis of 129 studies. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 64, 285–307.