



HAL
open science

Explorer les interfaces cognitives pour véhicule autonome

Benjamin Château, Jérémy Laviolle, Hélène Unrein, Jean-Marc André

► **To cite this version:**

Benjamin Château, Jérémy Laviolle, Hélène Unrein, Jean-Marc André. Explorer les interfaces cognitives pour véhicule autonome. ERGO'IA 2021, Oct 2021, Bidart, France. hal-03365456

HAL Id: hal-03365456

<https://hal.science/hal-03365456>

Submitted on 5 Oct 2021

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.

Explorer les interfaces cognitives pour véhicule autonome.

Benjamin CHATEAU

CATIE

Talence, 33400, France

b.chateau@catie.fr**Hélène UNREIN**

Bordeaux INP

Talence, 33400, France

hunrei910e@ensc.fr**Jérémy LAVIOLE**

CATIE

Talence, 33400, France

j.laviole@catie.fr**Jean-Marc ANDRE**

Bordeaux INP

Talence, 33400, France

jean-marc.andre@ensc.fr**Résumé**

Le projet SUaaVE porte sur l'acceptation du Véhicule Autonome (VA) par le public à travers la conception itérative de fonctions novatrices. Parmi elles, une Interface Cognitive (IC) a été conçue à partir de connaissances en psychologie cognitive et de méthodes de conception centrées utilisateur. Les principes initiaux de l'IC sont basés sur le processus de représentation mentale impliqué dans la compréhension de la situation et la confiance. Un prototype d'IC a ainsi été conçu et testé pour recueillir les besoins utilisateurs et préciser les pistes de conception. Une seconde IC en a émergé et a été connectée à d'autres fonctions novatrices du VA pour en mesurer le gain d'acceptabilité, qui est un enjeu pour le développement de ces nouveaux véhicules. Ces travaux sont une démonstration méthodologique pour valoriser les Facteurs Humains en conception, et technologique pour valoriser les fruits de la recherche auprès des industries.

Mots-clés des auteurs

Représentation mentale ; Acceptabilité ; Confiance ; Conception centrée utilisateur ; Véhicule autonome.

CSS Concepts

• **Human-centered computing** ~ **Human computer interaction (HCI)** ; *Interaction design process and methods* ; User interface design.

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for third-party components of this work must be honored. For all other uses, contact the Owner/Author. Copyright is held by the owner/author. ERGO'IA 2021, October 6--8, 2021, Bidart, France. ISBN: 978-1-4503-8512-1

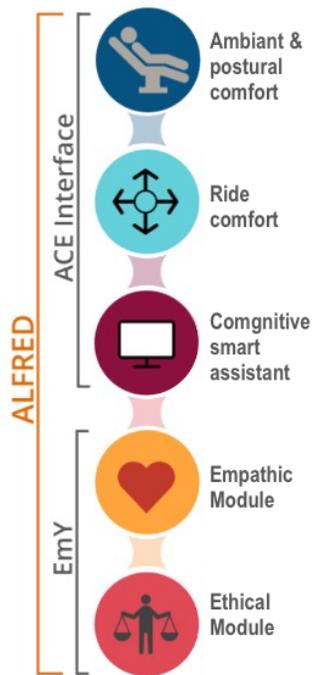


Figure 1: ALFRED, un assistant de voyage issu de 5 axes d'étude : Module Éthique, Module Empathique, Assistant Cognitive, Confort de Conduite, Confort Ambient et Postural.

- ALFRED = Automation Level Four+ Reliable Empathic Driver ;
- EmY = EMpathY unit ;
- ACE = Adaptive, Cognitive, Emotional.

Contexte du projet

Des voitures disposent déjà d'une certaine autonomie[1], mais il reste du chemin à parcourir pour convaincre la population [2] et construire une réelle transition. Pour suivre ce but, le projet européen SUaaVE (SUpporing acceptance of automated VEhicle) explore des solutions pour améliorer l'acceptabilité des VA. L'acceptabilité, souvent associée à l'intention d'usage [3][4], est un prédicteur reconnu de l'adoption des technologies [5][6]. La prédiction porte ici sur un horizon technologique où la conduite autonome sera 100% opérationnelle. Si le projet intègre encore des commandes manuelles, le focus porte uniquement sur la vie à bord lors des phases autonomes. La transition avec la conduite manuelle n'est pas abordée.

À bord d'un VA il sera possible de dormir, travailler ou jouer au lieu de conduire. Or, ces usages sont source de désagréments (e.g. incompréhension de la situation, mal des transports) si certains facteurs ne sont pas pris en compte, tels que la dynamique, le confort ou la confiance... Pour anticiper ce risque, le projet explore 5 axes d'innovation présentés en Figure 1. Chacun porte sur un concept développé et affiné de manière itérative, avec des tests utilisateurs sur simulateur de conduite. L'axe présenté ici porte sur le « Smart Cognitive Assistant », autrement dit, sur une Interface Cognitive (IC). L'idée d'une IC émerge du constat que l'acceptabilité d'un système « intelligent » [7] et l'attitude des utilisateurs [8][9], sont potentiellement liées à la confiance qu'ils éprouvent. L'IC les aidera à *comprendre la situation et les actions du VA* en vue de soutenir leur confiance. Par conséquent, la notion de représentation mentale est apparue comme une clé pour traiter les principes (1) de conscience de situation, (2) de confiance et (3) de conception d'une IC.

De la représentation mentale à la conscience de situation.

La représentation mentale d'un dispositif (ex. un *taxi*) correspond à l'activation en mémoire de **concepts** liés à sa nature (*chauffeur, taximètre, jaune...*) ou au contexte d'utilisation (*emplacements réservés, gare, bagages...*). Ces concepts ont été encodés en mémoire lors d'expériences antérieures [10]. Parmi ces éléments il y a également des **schémas d'événement** [11] (ex. *la manière dont le chauffeur accueille le client et s'occupe des bagages*). Un tel schéma code en mémoire une action (but principal) décomposée en actions intermédiaires (sous-but, étapes) nécessaires à sa réalisation [12].

Il est possible d'actualiser cette représentation en utilisant le dispositif (*ici, le taxi*), mais aussi en observant un acteur grâce à un mécanisme empathique. L'observateur simule alors mentalement le point de vue et les actions de l'acteur [11]. Ceci aide l'observateur à **comprendre** et **évaluer** ce que perçoit l'acteur, ses objectifs et ses actions [12]. C'est aussi un processus important dans les dialogues, lorsque deux interlocuteurs activent et partagent des représentations sur lequel le dialogue peut s'appuyer [13].

Sur ce principe de représentation d'actions, un utilisateur de taxi peut s'appuyer sur son expérience et sur l'observation pour évaluer le chauffeur. Mais sur quoi se base l'évaluation lorsque le chauffeur ne peut pas être observé, comme à bord d'un VA ? La question peut se poser aussi dans l'autre sens : un chauffeur est capable de simuler les états mentaux de son client et d'adapter sa conduite. Ceci constitue une piste poursuivie dans le projet en explorant l'ajout au VA de capacité empathique.

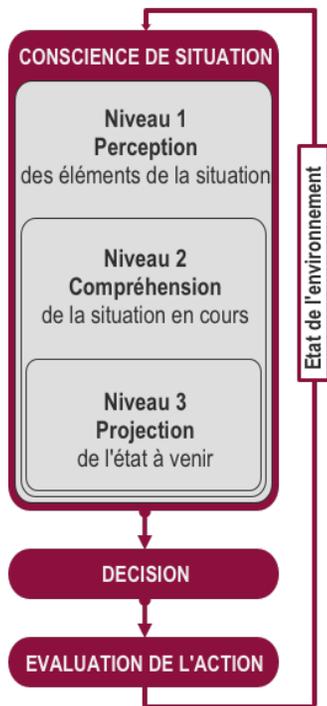


Figure 2: Modèle simplifié de la conscience de situation, à partir du modèle de Endsley [14]

L'industrie aéronautique s'appuie sur une approche appliquée de la représentation mentale : **la conscience de situation**. Le modèle d'Endsley [14] (Figure 2) décrit un processus continu dans la prise de décision et l'évaluation des actions. Ce processus est sous-tendu par 3 étapes successives : (1) perception des éléments de la situation, (2) compréhension de la situation, (3) projection du statut futur. Mais ici aussi lorsqu'il interagit avec une IA, l'utilisateur a peu d'indices pour projeter l'état futur. Cette opacité est un bon candidat pour dégrader la confiance envers les VA.

Un point de vue sur l'attribution de la confiance

La confiance envers une personne fait l'objet de nombreuses définitions [15]. Elle est souvent déterminée par " *des attentes, des suppositions ou des croyances sur la probabilité que les actions futures d'une autre personne soient bénéfiques, favorables ou du moins non préjudiciables à ses intérêts* "[16]. Ce pronostic repose sur des indices relatifs à des attributs, tels que la compétence d'une personne [17][18] ou la fiabilité d'un système [19].

On retrouve ces attributs dans le questionnaire proposé par Jian et al. [20] pour mesurer la confiance envers un système. Leur modèle distingue des facteurs de non-confiance (e.g. trompeur, peu transparent...) et des facteurs de confiance (e.g. fiable, compréhensible). Les déterminants de la confiance envers une personne et un système [15][21] sont proches, c'est le cas en particulier pour la fiabilité qui est primordiale pour les VA [19]. La fiabilité peut s'évaluer sur le long terme, ce qui introduit une notion de familiarité favorable à la confiance [22]. Dans ce cas il est possible d'attribuer un niveau de confiance envers une cible (personne,

groupe, objet ou type d'objet) à partir d'observations répétées. Cependant certaines situations n'ont pas l'appui d'expériences récurrentes pour soutenir la confiance, ce sera probablement le cas des premières IA dans les transports. Pour en comprendre l'attribution de la confiance, prenons l'exemple de l'usage d'un taxi à l'étranger. Dans ce cas il est nécessaire d'obtenir rapidement des indices sur la capacité du chauffeur à fournir le résultat souhaité. Pour ceci il est possible d'activer des schémas d'action issus d'expériences routières antérieures, ils permettent à l'utilisateur de vérifier si les actions observées sont conformes. Si c'est le cas, la confiance pourra s'instaurer. De manière analogue, l'utilisateur d'un VA pourrait bénéficier d'indices enrichissant ses représentations pour stimuler la confiance et la conscience de situation.

Principes d'une interface cognitive

Exonéré de la conduite manuelle (et des phases de transition), l'utilisateur pourra détourner son attention de la route au profit d'autres activités. Un dispositif pourrait néanmoins soutenir cognitivement l'utilisateur sur des éléments importants de la situation de conduite, notamment le contexte routier et la conduite autonome [23]. Le contexte routier envoie un flux d'informations permanent (e.g. circulation, présence de piétons, signalisation, météo, etc.) qui permet à l'utilisateur de comprendre les comportements du véhicule. La « *conduite autonome* » renvoie aux actions de conduite élaborées par le VA à partir des informations de l'environnement. Ces traitements opérés par le VA sont peu visibles par l'utilisateur étant donné leur rapidité et complexité. Toutefois il est possible de rendre visible certains « *butts* » (e.g. augmenter la vitesse, anticiper un embouteillage) et de partager des informations de la situation traitées par le



Figure 3 : première interface

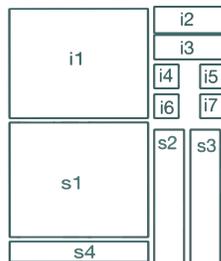


Figure 4: Correspondance des zones de l'interface :

i1=Informations contextuelle ;
i2= autonomie et distance restante ; **i3** : vitesse, accélération et décélération ; **i4** = état technique du VA ; **i5** = dynamique ; **i6**= capacité de détection de l'état du passager ; **i7** = état du passager ; **s1**= radar ; **s2**= conditions ; **s3**= signalétique ; **s4** = localisation

VA. Ces informations sont communicables de manière symbolique ou verbale via différents canaux sensoriels : visuel, sonore, haptique...

Pendant les nombreuses informations disponibles pourraient surcharger cognitivement l'utilisateur et ruiner sa compréhension de la situation. Pour éviter toute confusion, l'interface doit épouser un certain minimalisme [24][25] et fournir un flux d'information soutenable. Le choix des informations et des canaux sensoriels est un enjeu important pour fournir une quantité d'informations suffisante sans saturer les capacités de traitement de l'utilisateur [26]. C'est ici qu'intervient le caractère empathique de l'interface. Cette empathie (qui sera traitée dans l'itération de conception suivante) est idéalement bidirectionnelle au même titre qu'une situation de communication : l'utilisateur a besoin de comprendre comment fonctionne le VA pour être rassuré ; le VA a besoin de « comprendre » l'état de l'utilisateur pour agir de manière appropriée, comme le ferait un chauffeur (ex. ralentir si le passager semble effrayé). A mesure des avancées, les modules seront assemblés pour donner vie au concept ALFRED. Par conséquent, les fonctions empathiques et de confort n'étaient pas implémentées dans cette première phase de développement. La première version de l'IC fournissait un niveau standard d'information (cf. Figure 3) pour rassurer l'utilisateur sur les capacités du VA à analyser l'environnement et à conduire. Les informations étaient réparties en deux principales catégories : (1) *Informations sur le système* (Figure 4 : zones i2 à i7) et (2) *Informations sur le contexte routier* en partie inférieure (zones s2 à s4). Cette première IC a été connectée à un simulateur pour être testée par des utilisateurs dans des situations réalistes de conduite autonome (cf. Figure 5).

Test de la première version de l'interface

L'objectif de la première phase de test était d'identifier des pistes d'améliorations, et des ajustements de la densité d'information en fonction des besoins et états des utilisateurs. Une approche qualitative a été choisie pour obtenir des retours d'expérience de la part des utilisateurs sur les 8 thématiques suivantes :

1. Avis sur l'expérimentation, afin d'améliorer éventuellement les tests futurs et relever les impacts du protocole sur les retours d'expérience ;
2. Avis sur les véhicules autonomes, afin de caractériser les opinions sur le principe de conduite autonome et des besoins qui en découlent ;
3. Avis sur le simulateur, pour identifier la part de la simulation dans le retour d'expérience sur le VA ;
4. Description de la tablette à partir d'un visuel, afin d'identifier les difficultés de compréhension ;
5. Utilité de la tablette et des fonctions affichées ;
6. Défauts identifiés de la tablette ;
7. Formulation de besoins supplémentaires d'informations ou de fonctions ;
8. Identification des informations facultatives ou gênantes sur la tablette.

Pour ceci, les utilisateurs ont réalisé une simulation préliminaire composée de phases de conduite manuelle, (pour transposer leur expérience réelle) et de phases autonomes (pour s'habituer au système). Ensuite, ils ont réalisé 3 scénarios de conduite 100 % autonome d'environ 15 minutes chacun. 20 participants étaient équipés de l'IC, et 20 autres en étaient dépourvus. Enfin, leurs retours d'expérience étaient recueillis lors d'un entretien semi-directif orienté sur les 8 thématiques ciblées. Les participants étaient invités à verbaliser librement sur l'expérience, puis ils étaient



Figure 5 : Aperçu du simulateur de conduite ScannerStudio connecté à la première version de l'interface

orientés vers les thématiques ciblées si nécessaire. Ils étaient ensuite invités à discuter sur le visuel de l'interface pour vérifier leur bonne compréhension des fonctions et recueillir des suggestions.

En tout, 570 idées ont été recensées et répertoriées dans les 8 thématiques. Globalement les participants étaient très satisfaits de cette expérience. Ils étaient enthousiastes à l'idée de déléguer la conduite mais la question de la confiance était spontanément évoquée comme une limite pour la plupart d'entre eux. Toutefois 4 participants ont indiqué avoir confiance et sont prêts à utiliser un tel véhicule s'il est commercialisé. Les principaux résultats à retenir sont les suivants. Tout d'abord, la plupart des besoins émis par les participants dépourvus d'interface étaient présents sur l'IC. De manière intéressante, les participants qui ont vu l'IC fonctionner ont globalement bien compris les fonctions présentées, alors que les descriptions étaient plus hasardeuses chez les autres, en particulier pour les fonctions RADAR et Accéléromètre. Aussi, un excès d'information a été rapporté ainsi que le manque de signification des icônes relatives à l'état du passager et du véhicule. Enfin, des propositions pertinentes ont été recueillies pour améliorer le concept (ex. choix des couleurs, groupements des fonctions).

Conception de la seconde version de l'interface

Le design de la nouvelle IC devait relever le défi de suivre les pistes d'amélioration identifiées tout en intégrant de nouvelles fonctions relatives aux autres modules développés dans le projet. L'architecture technique (informatique) et les principales fonctions (radar, accéléromètre) ont été préservées et améliorées. Par exemple le radar initial était « discret »

(affichage des éléments dans des cases) tandis que le nouveau est « continu » (affichage sur une carte routière). Le niveau d'information a été ajusté en fonction des besoins formulés par les utilisateurs. Ils ont indiqué par exemple vouloir être rassurés sur la capacité du VA à identifier la signalisation, plus qu'être informés eux-mêmes de la signalisation. Initialement, 8 items pouvaient être affichés simultanément durant 30 secondes ; désormais seul le dernier panneau est affiché quelques secondes, puis il est remplacé par un nouveau ou par la limitation de vitesse par défaut. Enfin, pour alléger la densité visuelle, certains éléments ont été représentés de manière plus subtile. C'est le cas par exemple du type de route qui est désormais intégré derrière l'avatar (qui a été ajouté pour indiquer le mode de conduite autonome ou manuel).

D'autres éléments ont eu un impact important sur la refonte de l'IC. Tout d'abord certains participants avaient mentionné un manque d'attrait pour l'IC à cause de son positionnement trop bas. Pour pallier ce défaut, la nouvelle IC recouvre une partie du bas de l'écran du simulateur. Pour limiter l'obstruction visuelle, elle a été dessinée horizontalement. Une autre stratégie pour inciter l'utilisateur à utiliser l'IC est d'ajouter une dimension sonore. Basés sur le module empathique, les indices sonores légers sont émis lorsque l'utilisateur n'est attentif ni à la route, ni à l'interface. Ces indices porteront principalement sur la localisation des autres usagers de la route et sur les manœuvres d'urgence.

La nouvelle version de l'IC intégrera aussi des paramètres liés aux modules de confort. Une zone de commandes avec un système d'onglets thématiques (à droite sur la Figure 6) a été conçue pour intégrer ces fonctions et ainsi que des éléments de dialogue

textuels, redondant à un système vocal. Cette zone remplace des éléments peu fonctionnels ou mal compris de l'IC initiale, notamment les informations sur le véhicule et sur l'utilisateur.

La nouvelle IC sera l'objet d'un pré-test en vue de vérifier tout d'abord son fonctionnement en situation de simulation, de valider certains choix de conception (e.g. la présence d'un avatar) et d'identifier d'éventuels défauts d'utilisabilité. L'interface sera ensuite traduite et connectée à l'ensemble des modules pour être soumise à une évaluation en 4 langues (anglais, français, espagnol et italien).



Figure 6 : Aperçu de la nouvelle version de l'interface en cours d'implémentation. Sur le radar : le cube bleu-turquoise représente le VA ; les bandes bleues-claires représentent les trottoirs.

Conclusion et perspectives

L'approche de conception itérative a été choisie pour améliorer l'acceptabilité [27] et la confiance du dispositif. Le processus a débuté avec la conception d'un prototype basique basé sur des prérequis de la représentation mentale. Ce prototype a été testé pour

recueillir des besoins précis des utilisateurs et identifier des pistes d'amélioration de l'interface actuelle. Celle-ci sera à nouveau testée et affinée en vue d'une démonstration à l'issue du projet. L'état de ces travaux présente un double intérêt pour l'industrie. Il permet tout d'abord de fournir une démonstration de ce qu'est une approche de conception itérative centrée utilisateur. Cette approche consiste à développer un concept approximatif et de l'affiner progressivement à partir des retours utilisateurs. Ceci limite le risque, rencontré avec une approche classique (ex. cycle en V), d'investir dans la conception de solutions qui ne trouvent pas leurs usages ou leur public. Autrement dit, l'approche itérative optimise la réponse aux besoins des utilisateurs, en particulier pour explorer et développer des concepts très novateurs ou des technologies de rupture. Son bénéfice serait cependant moins marqué pour concevoir des produits dont les technologies et les usages sont déjà bien connus.

Le second intérêt de ce projet est de mettre en perspective des techniques issues de la recherche au profit de l'industrie automobile. Ici, les connaissances en psychologie cognitive appliquée à l'IC, mais aussi les fonctions empathiques ou de confort adaptatif, laissent entrevoir de nouvelles aires d'innovation et préparent le terrain de leur implantation dans les futurs véhicules. La mise en œuvre de ces techniques a nécessité de lever de nombreux verrous techniques (qui ne sont pas mentionnés ici). Ceci éclaire notamment la nécessité pour les équipementiers de valoriser des normes de communications entre les dispositifs connectés (ex. OpenDrive [28]) plutôt que de développer des technologies fermées, coûteuses et pas toujours pérennes. Le projet implique aussi d'explorer des solutions de traitement des données liées aux

dispositifs d'interaction homme-machine, et d'identifier des domaines à faire progresser, tels que l'analyse des émotions ou l'utilisation de systèmes eyetracking (oculométrie) embarqués. Enfin les solutions explorées sont l'opportunité d'une rencontre internationale précieuse entre des institutions publiques, des petites entreprises, des industries et laboratoires de recherche universitaires, pour apprendre à se connaître, à coopérer et valoriser leurs activités respectives.

Pour terminer, ce travail a été l'occasion de relever certaines perspectives de recherche à approfondir pour progresser dans ce type d'étude. Tout d'abord le lien supposé entre technophilie et acceptabilité des technologie : nous avons noté que certains utilisateurs très technophiles semblaient méfiants envers les VA, alors que des utilisateurs peu technophiles étaient déjà en confiance. Cet effet pourrait être expliqué par une plus grande sensibilité des technophiles à des indices d'imperfection, tout comme le sont les ergonomes vis-à-vis de l'utilisabilité par exemple. Ensuite, l'expérimentation a permis de constater que les utilisateurs qui ont vu l'interface fonctionner étaient bien plus éloquents pour la décrire que ceux qui n'ont vu que les représentations imprimées durant l'entretien. Aussi, lorsqu'ils ont vu l'interface fonctionner, les utilisateurs ont décrit plus précisément les fonctions opérationnelles que les fonctions statiques (ex. zone i4, i5, i6 et i7). Ceci souligne l'intérêt de la simulation virtuelle pour tester des prototypes, et aussi la prudence à adopter lorsqu'on teste des fonctions non opérationnelles.

Références

- [1] 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. <https://doi.org/10.1177/1555343417695197>
- [2] Bel., M., Coeugnet, S. et Watteau, P. (2019). Monographie : *Acceptabilité du véhicule autonome*. Manuscrit livré par Vedecom le 25 mars 2019 à la Direction Générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer (DGITM).
- [3] Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13, 319–339.
- [4] Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. Boston : Academic Press.
- [5] Davis, F. D., & Venkatesh, V. (1996). A critical assessment of potential measurement biases in the technology acceptance model : Three experiments. *International Journal of Human-Computer Studies*, 45(1), 19–45.
- [6] Venkatesh, V., Thong, J. Y. L., & Xu, X. (2012). Consumer acceptance and use of information technology : Extending the unified theory of acceptance and use of technology. *MIS Quarterly*, 36, 157-178.
- [7] Hegner, S. M., Beldad, A. D., and Brunswick, G. J. (2019). In Automatic We Trust: Investigating the Impact of Trust, Control, Personality Characteristics, and Extrinsic and Intrinsic Motivations on the Acceptance of Autonomous Vehicles. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 1-12. <https://doi.org/10.1080/10447318.2019.1572353>
- [8] Politis, I., Langdon, P., Bradley, M., Skrypchuk, L., Mouzakitis, A., and Clarkson, P. J. (2018). Designing Autonomy in Cars: A Survey and Two Focus Groups on Driving Habits of an Inclusive User Group, and Group Attitudes Towards Autonomous Cars. In G. Di Bucchianico and P. F.

- Kercher (Eds.), *Advances in Design for Inclusion* (Vol. 587, 161-173). Springer
- [9] Wintersberger, P., Frison, A.-K., Rieger, A., & Sawitzky, T. von. (2019). Fostering User Acceptance and Trust in Fully Automated Vehicles: Evaluating the Potential of Augmented Reality. *PRESENCE: Virtual and Augmented Reality*, 27(1), 46–62. https://doi.org/10.1162/pres_a_00320
- [10] Iachini, T., Borghi, A. M., & Senese, V. P. (2008). Categorization and sensorimotor interaction with objects. *Brain and Cognition*, 67, 31–43.
- [11] Hard, B., Recchia, G., & Tversky, B. (2011). The shape of action. *Journal of Experimental Psychology: General*, 140, 586–604. <http://dx.doi.org/10.1037/a0024310>
- [12] Zacks, J., & Tversky, B. (2001). Event structure in perception and conception. *Psychological Bulletin*, 127, 3–21.
- [13] Knutsen, D., & Le Bigot, L. (2015). The influence of reference acceptance and reuse on conversational memory traces. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 41(2), 574–585. <https://doi.org/10.1037/xlm0000036>
- [14] Endsley, M. R., & Jones, D. G. (2012). *Designing for situation awareness: an approach to user-centered design (Second Edition)*. London: Taylor & Francis.
- [15] Rajaonah B. (2006). *Rôle de la confiance de l'opérateur dans son interaction avec une machine autonome sur la coopération homme-machine*. Thèse de doctorat de l'Université Paris 8. 27 février 2006. 234.
- [16] Robinson, S.L. (1996). Trust and breach of the psychological contract. *Administrative Science Quarterly*, 41, 574–599.
- [17] Degenne, A. (s. d.). *Types d'interactions, formes de confiance et relations*. 30.
- [18] Karsenty, L. (2015). Comment maintenir des relations de confiance et construire du sens face à une crise ? *Le travail humain*, 78(2), 141. <https://doi.org/10.3917/th.782.0141>
- [19] Payre, W., Cestac, J., & Delhomme, P. (2014). Intention to use a fully automated car : Attitudes and a priori acceptability. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 27, 252–263. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2014.04.009>
- [20] Jian, J.-Y., Bisantz, A. M., Drury, C. G. (2000). Foundations for an empirically determined scale of trust in automated systems. *International Journal of Cognitive Ergonomics*, 4(1), 53–71. https://doi.org/10.1207/S15327566IJCE0401_04.
- [21] Hegner, S. M., Beldad, A. D., & Brunswick, G. J. (2019). In Automatic We Trust : Investigating the Impact of Trust, Control, Personality Characteristics, and Extrinsic and Intrinsic Motivations on the Acceptance of Autonomous Vehicles. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 1–12. <https://doi.org/10.1080/10447318.2019.1572353>
- [22] Rajaonah, B. (2000). *Rôle de la confiance de l'opérateur dans son interaction avec une machine autonome sur la coopération humain-machine*. Thèse de doctorat de Psychologie Cognitive. Université Paris 8.
- [23] Bengler, K., Rettenmaier, M., Fritz, N., & Feierle, A. (2020). From HMI to HMIs: Towards an HMI Framework for Automated Driving. *Information*, 11(2), 61. <https://doi.org/10.3390/info11020061>
- [24] Bastien, J. M. C., & Scapin, D. L. (1993). Ergonomic criteria for the evaluation of human-computer interfaces. *Rapport technique, INRIA*, (0156).
- [25] Maeda, J. (2006). *The Laws of Simplicity*. Cambridge, MA: MIT Press

- [26] Wickens, C. (2002). Multiple resources and performance prediction. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 3, 159-177.
- [27] Lallemand, C., & Gronier, G. (2018). *Méthodes de design Ux: 30 méthodes fondamentales pour concevoir des expériences optimales*. Paris: Eyrolles.
- [28] Association for Standardization of Automation and Measuring Systems (2021). *ASAMA Open Drive*. ASAMA, Standards. Retrieved from <https://www.asam.net/standards/detail/opendriv/>