



Activités adoptées par les occupants de véhicules autonomes

Work Package	WP2
Responsable du WP, affiliation	Vincent LEDOUX, CEREMA
Livrable n°	L2.6
Version	V4
Auteur responsable du livrable	Cyrille GREBONVAL
Auteurs, affiliations	Cyrille GREBONVAL, Ifsttar ; Philippe BEILLAS, Ifsttar
Relecteurs, affiliations	Philippe PETIT, LAB Renault PSA Philippe BEILLAS, Ifsttar-LBMC, Responsable WP7
Statut du livrable	Terminé

Grébonval, C., & Beillas, P. (2019). *Livrable L2.6 : Activités adoptées par les occupants de véhicules autonomes* (WP2). Projet SURCA. 18 p.

Historique des versions

Version	Date	Auteurs	Type des changements
Version 1	17/12/2018	Cyrille GREBONVAL	
Version 2	14/03/2019	Philippe PETIT	Suggestions et commentaires dans le fichier en mode suivi des modifications
Version 3	12/04/2019	Cyrille GREBONVAL	Modifications, telles que suggérées par PhP.
Version 4	10/10/2019	Cyrille GREBONVAL Philippe BEILLAS	Version finale avec relecture globale et amélioration de la forme

Contexte

À la suite de la révolution des transports du XX^{ème} siècle, l'automobile s'est rapidement imposée comme le principal moyen de déplacement dans les agglomérations des pays occidentaux. Cependant, cette omniprésence automobile est également source de risques potentiels. En effet, les accidents de la route entraînent, dans le monde, plus de 1,35 million de décès par an environ ainsi que 20 à 50 millions de blessés [1]. D'après une étude de la *National Highway Traffic Safety Administration* [2], ces accidents sont à plus de 90% attribués à une erreur humaine, et notamment via des erreurs d'attention (inattention, distraction extérieure, ...) ou de décision (vitesse trop élevée par rapport aux conditions extérieures, non-respect des distances de sécurité...). Par ailleurs, une étude réalisée par l'*AAA Foundation for Traffic Safety* [3] relève que les américains conduisent en moyenne plus de 290 heures par an.

De nouveaux types de véhicules, autonomes, sont aujourd'hui en développement, et pourraient répondre à ces problématiques. Ces véhicules seraient capables d'analyser leur environnement afin de réagir en conséquence tout en assurant le transport et la sécurité des utilisateurs, et ce avec peu ou aucune action humaine. L'introduction et la démocratisation de ces véhicules s'effectuera probablement progressivement, et une longue période est à prévoir pour un renouvellement complet du parc automobile actuel. Cette période de cohabitation entre véhicules autonomes et véhicules standard pourrait entraîner de nombreux accidents, potentiellement différents de ceux actuellement observés. Ainsi, la sécurité des utilisateurs des véhicules autonomes reste un aspect important pour la conception et l'acceptation de ces derniers.

Par ailleurs, ces technologies devraient ainsi permettre une grande liberté d'activités aux utilisateurs, ces derniers n'étant plus focalisés sur la conduite. L'introduction de nouvelles activités nécessiterait un changement de l'intérieur du véhicule et de la position des occupants. De nombreux concepts ont été publiés à destination du grand public, comme illustrés Figure 1.

Toutefois, ces illustrations ne semblent pour l'instant que des concepts, et il n'est pas certain que des données en lien avec l'ergonomie ou la sécurité aient été utilisées pour les concevoir.

En ce qui concerne l'ergonomie, une posture est adaptée à une activité donnée, et les études actuelles se concentrent majoritairement sur les conducteurs. Des études sont ainsi menées afin de déterminer les différentes postures des automobilistes lors de la conduite notamment afin de concevoir des véhicules adaptés au plus grand nombre [4].

[1] World Health Organization, 2018, "Global status report on road safety 2018", Available on www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2018/en/

[2] National Highway Traffic Safety Administration, 2015, "Critical Reasons for Crashes Investigated in the National Motor Vehicle Crash Causation Survey", Available on <http://crashstats.nhtsa.dot.gov/Api/Public/ViewPublication/812115>

[3] Triplett T, Santos R., Rosenbloom S., and Tefft B., 2016, "American Driving Survey: 2014 – 2015", Report AAA Foundation for Traffic Safety

[4] Peng J., Xuguang W., and Lisa D., 2017, "Ranges of the Least Uncomfortable Joint Angles for Assessing Automotive Driving Posture", Applied Ergonomics



Figure 1 : Concepts de véhicules autonomes. (a, b : Concepts réalisés par ZF Friedrichshafen – c, d : Concepts réalisés par Renault)

En ce qui concerne la sécurité, l'impact de différentes positions liés à des manœuvres d'urgence juste avant un accident a aussi été étudié [5] bien qu'une seule posture soit utilisée dans la réglementation et les essais consommateurs de type Euro NCAP. Les véhicules autonomes pouvant offrir une grande liberté d'actions aux utilisateurs, dans les niveaux les plus élevés d'automatisation, de nouvelles activités (comme utiliser un ordinateur, rédiger des documents papier, se reposer, ...) pourraient émerger. Ces nouvelles activités, telles que celles illustrées dans les concepts de la Figure 1, pourraient être associées à des postures pour lesquelles les systèmes de sécurité existants, tels que les ceintures de sécurité et les airbags, n'étaient pas conçus à l'origine. Des adaptations significatives pourraient alors être nécessaires pour conserver le niveau de protection actuel. En effet, certaines études [6] relèvent d'ores et déjà que certaines positions (notamment liées à l'inclinaison du siège) pourraient s'avérer critiques pour les occupants.

Objectifs

L'objectif de ce rapport est de synthétiser les études existantes sur l'analyse des activités et postures associées des occupants dans divers moyens de transport, en mettant en avant celles qui pourraient être réalisées dans des véhicules autonomes. Cette synthèse servira de support pour la suite du projet SURCA WP7 afin de guider le choix de posture à étudier pour une analyse posturale et les simulations de choc.

[5] Matsuda T., Yamada K., Hayashi S., and Kitagawa Y., 2018, "Simulation of Occupant Posture Changes Due to Evasive Manoeuvres and Injury Predictions in Vehicle Frontal and Side Collisions", In International Research Conference on the Biomechanics of Impact, IRCOBI.

[6] Sengottu Velavan S., and Huf, A., 2018, "Development of Occupant Restraint Systems for Future Seating Positions in Fully or Semi-Autonomous Vehicles, FISITA World Automotive Congress

Synthèse bibliographique

Les occupants de véhicules hautement automatisés (Niveaux SAE 4 et 5), étant « libérés » de la conduite, pourraient être sujet à réaliser de nombreuses activités, telles que lire, converser, ou dormir. Ainsi, l'habitacle des véhicules pourraient s'adapter à ces nouvelles situations, en proposant des sièges inclinables et éventuellement rotatifs, par exemple.

Étant donné que les véhicules autonomes ne sont pas encore implantés dans nos sociétés, la détermination des activités pouvant être réalisées dans ces derniers peut apparaître par essence spéculative. Différentes approches ont été mises en œuvre dans la littérature afin de tenter de prédire les activités les plus probables :

- L'utilisation d'**études sur volontaires** et de **questionnaires en ligne** afin de recueillir les **attentes et prédictions des futurs utilisateurs de véhicules autonomes**;
- L'analyse des **activités réalisées par les occupants des moyens de transport en commun actuels**
- L'observation des **activités réalisées par les occupants de voitures actuelles**.
- Une **revue des données posturales** associées à ces activités

Ces différentes approches sont détaillées ci-après, avec les différents résultats en découlant.

1. Attentes et prédictions des futurs utilisateurs de véhicules autonomes

A. Activités souhaitées par des volontaires

Une étude réalisée par Jorlöv et al. [7] s'est focalisée sur les nouvelles configurations pouvant être souhaitées par les occupants de véhicules autonomes. Via un environnement de véhicule simplifié, schématisé Figure 2a, il a été demandé à 52 participants de reconfigurer l'habitacle selon leurs souhaits, via la rotation des sièges. Les sujets participaient seul ou en groupe, et étaient soumis à 2 scénarios, à savoir un trajet long et un trajet court. Les configurations les plus fréquemment suggérées par les participants sont schématisées sur la Figure 2c.

Lors de trajets courts, la majorité des participants ont déclaré vouloir garder leur siège en position standard (face à la route). Tandis que pour des trajets plus longs, ces derniers ont émis le désir de réarranger l'habitacle. La configuration C (Figure 2c) fut la plus fréquemment suggérée pour des trajets longs. Par ailleurs, bien qu'étant essentiellement focalisé sur la modification d'environnement via rotation des sièges, le désir d'incliner les sièges, notamment pour se relaxer et dormir, a été évoqué de nombreuses fois par les participants, pour les 2 scénarios.

Cette étude a donc permis de mettre en lumière certaines hypothèses afin d'imaginer comment l'habitacle des véhicules autonomes pourrait évoluer. On remarque que cet environnement pourrait être dynamique et dépendant du type de trajets réalisé (courts, longs, ...). Il semblerait que l'évolution des sièges soit basée sur deux axes principaux, à savoir leur pivotement et leur inclinaison. Cependant, cette étude ne prend pas en compte l'encombrement spatial (exemple : dans la largeur du véhicule), pouvant être un des problèmes principaux limitant la réalisation de ces nouvelles configurations et l'utilisation de mobilier ordinaire limite le réalisme de la situation.

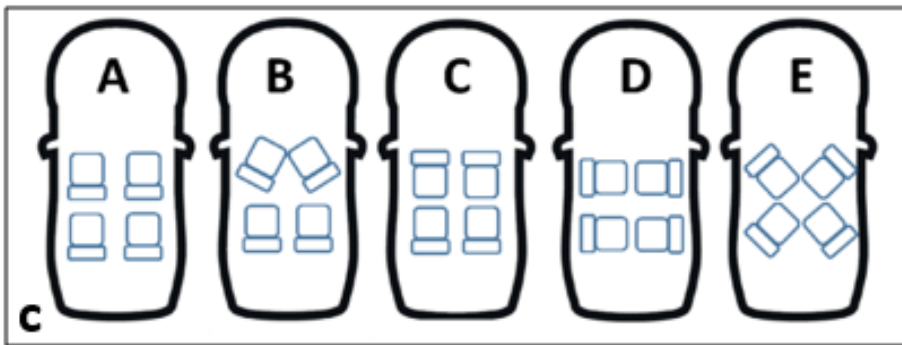
[7] Jorlöv S., Bohman K., and Larsson A., 2017, "Seating Positions and Activities in Highly Automated Cars – A Qualitative Study of Future Automated Driving Scenarios", In International Research Conference on the Biomechanics of Impact, IRCOBI.



(a) Environnement expérimental utilisé



(b) Exemple de configuration envisagée par les sujets.



(c) Principales configurations suggérées par les sujets

Figure 2 : Enquête auprès de volontaires sur leurs souhaits d'orientation de sièges dans de futurs véhicules – Jorlöv et al. [7]

B. Questionnaires en ligne

De nombreux auteurs ont réalisé des questionnaires en ligne dans le but de déterminer quelles actions les futurs utilisateurs de ces véhicules souhaiteraient réaliser dans ces derniers.

Pfleging et al. [8] ont ainsi récolté les retours de 300 participants (questionnaire en allemand). Les différents participants devaient posséder un permis de conduire. Cette étude se focalisait uniquement sur les véhicules entièrement automatisés (Niveaux SAE 4 et 5), et n'étudie pas les activités réalisées pour des niveaux d'automatisation intermédiaires (Niveau SAE 3), où une reprise de contrôle du véhicule peut être exigée.

La Figure 3 détaille les résultats obtenus à la question « Which activities would you expect to perform during highly automated driving ? ». Les participants devaient définir la fréquence pour les différentes activités listées. En additionnant les résultats *very frequently* et *frequently*, discuter avec les passagers (90.3 %), écouter la musique/radio etc. (87.7 %), et regarder l'extérieur via la fenêtre (81.7 %) sont les activités les plus citées.

[8] Pfleging B., Rang M., and Broy N., 2016, "Investigating User Needs for Non-Driving-Related Activities during Automated Driving", 15th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia

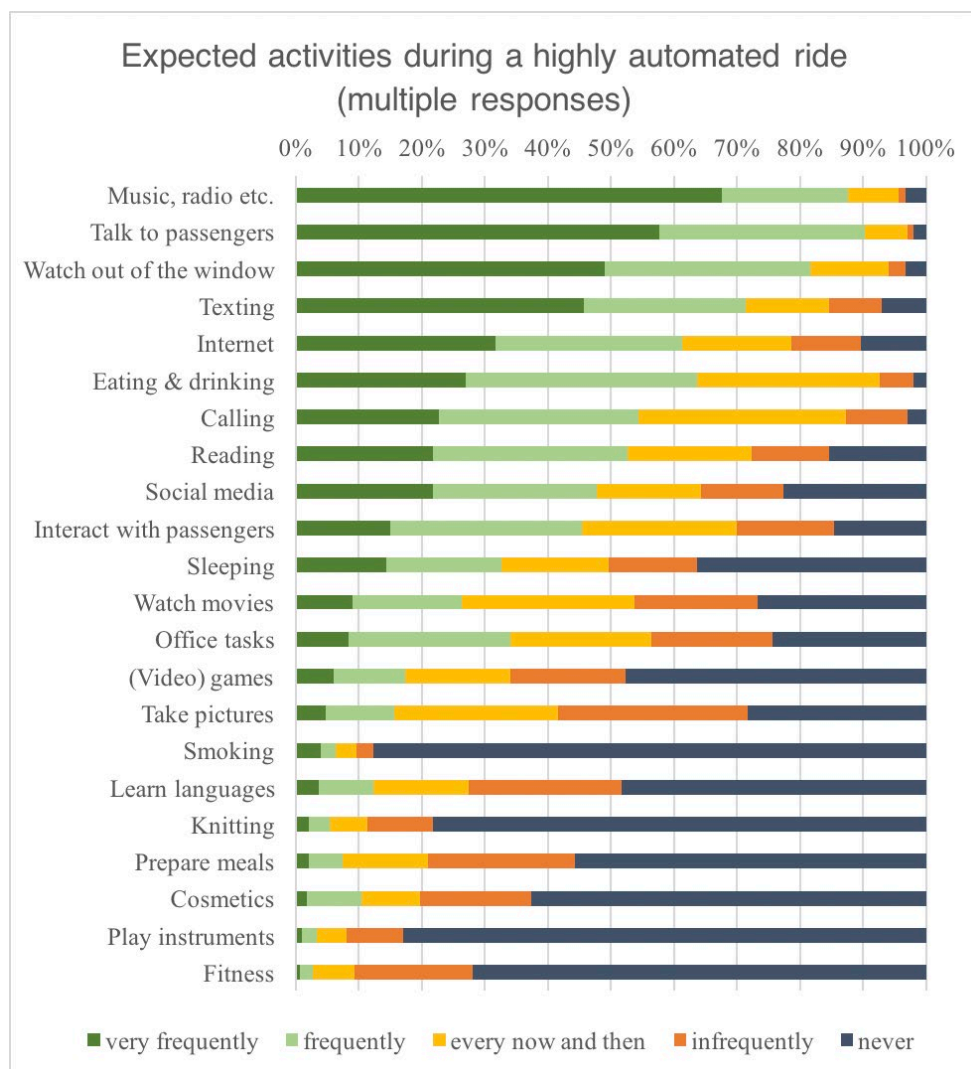


Figure 3 : Activités considérées lors d'un trajet dans un véhicule entièrement automatisé (Questionnaire en ligne) – Pfleging et al. [8]

Kyriakidis et al. [9] ont réalisé une étude, basée sur un questionnaire en ligne, afin de recueillir les inquiétudes, les souhaits et la confiance de la population envers les véhicules autonomes. Cette étude incluait différents niveaux d'automatisation, à savoir *partially*, *highly*, et *fully*. Les participants devaient indiquer s'ils étaient désireux de réaliser différentes activités listées, pour différents niveaux d'automatisation. Les réponses de près de 5 000 participants, provenant de 109 pays (40 pays avec au moins 25 participants) ont été obtenues. Les résultats obtenus, détaillés Figure 4, suggèrent que plus le niveau d'automatisation augmente, plus les participants sont enclins à réaliser des activités non liées à la conduite. Par ailleurs, indépendamment du niveau d'automatisation, les réponses *radio*, *eating*, *passengers* et *observing* sont majoritaires.

[9] Kyriakidis M., Happee R., and de Winter J.C.F., 2015, "Public Opinion on Automated Driving: Results of an International Questionnaire among 5000 Respondents", Transportation Research Part F: Traffic Psychology and

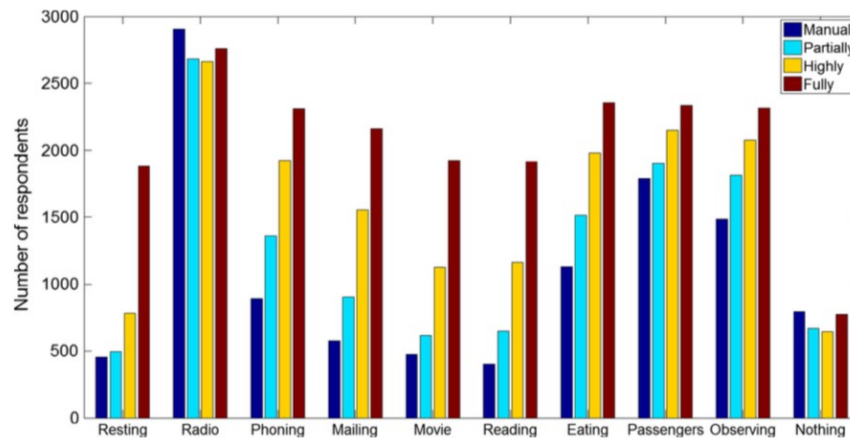


Figure 4 : Activités attendues lors d'un trajet dans un véhicule avec différents niveaux d'automatisation (Questionnaire en ligne) – Kyriakidis et al. [9]

Les études de Yang et al. [10] et Schoettle and Sivak [11], également basées sur des questionnaires en ligne, obtiennent des résultats similaires, à savoir discuter avec les passagers, écouter la musique/radio, regarder par la fenêtre, ainsi qu'utiliser des téléphones portables. Schoettle and Sivak [11] relèvent également une inquiétude des utilisateurs envers les véhicules autonomes, notamment via 33% des réponses provenant du Japon indiquant « *I would not ride in a self-driving vehicle* » à la question "If you were to ride in a completely self driving vehicle (Level 4), what do you think you would use the extra time doing instead of driving?".

2. Analyse des activités dans moyens de transport en commun

Il est également possible d'essayer d'imaginer les activités réalisées dans les futurs véhicules autonomes via l'analyse des activités effectuées actuellement dans les moyens de transport en commun. En effet, ces deux modes de transport sont comparables, notamment via la passivité des occupants sur la conduite. Par ailleurs, différentes méthodes peuvent être utilisées pour déterminer ces activités, à savoir l'observation directe des occupants, ou encore l'utilisation de questionnaire.

A. Par observations

En Novembre 2015, Pfleging et al. [8] ont réalisé une observation des passagers lors d'un trajet en métro dans Munich (Allemagne) et aux alentours. Ces observations ont été réalisées à des jours et des heures variées. Chaque passager a été assigné à une activité unique. Les résultats de ces observations sont détaillés en Figure 5. L'absence d'activité spécifique/identifiable était l'observation la plus fréquente (18.5% Aucune activité). Il est à noter que les observations étaient réalisées à des instant fixes et que les activités réalisées par les passagers peuvent varier au cours du temps. Ainsi, il se peut qu'un individu soit identifié comme ne réalisant Aucune activité au moment de l'observation sans que cela représente l'ensemble de ses habitudes globales. Par ailleurs, les autres activités les plus observées sont *read newspapers* (16.1%), *talk to passengers* (14.3%), *look out of the window* et *reading on the phone* (11.5%).

[10] Yang Y., Klinkner J., and Bengler K., 2018, "How will the driver sit in an automated vehicle? The qualitative and quantitative descriptions of non-driving postures (NDPs) when non-driving-related-tasks (NDRTs) are conducted", 20th Congress of the International Ergonomics Association (IEA 2018)

[11] Schoettle B., and Sivak M., 2014, "Public opinion about self-driving vehicles in China, India, Japan, the U.S., the U.K., and Australia", Report n° UMTRI-2014-30

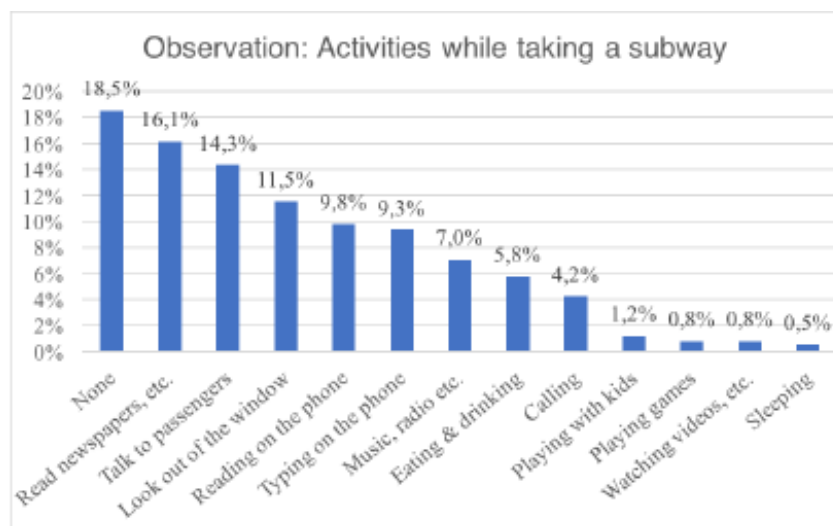


Figure 5 : Activités des passagers lors de trajets en métro (Observation) – Pflieger et al. [8]

Russel et al. [12] ont analysé les activités des passagers des bus et des trains, sur des trajets réalisés proches de Wellington (Nouvelle-Zélande). Les observations ont été réalisées sur des trajets de différentes durées, et à différentes heures. Au total, 812 observations ont été réalisées (Bus : 353 ; Train : 459). Contrairement à l'étude précédente, chaque passager a été assigné à au moins une activité. Les résultats de ces observations sont détaillés en Tableau 1. Ces résultats suggèrent que les activités réalisées par les passagers pourraient dépendre du mode de transport utilisé, notamment pour les activités Looking ahead/out window, Reading, Using Computer. Par ailleurs, les activités les plus observées sont looking ahead/out window (65.3%), reading (21.7%), headphones in (19.2%) et talking (15.4%).

Tableau 1 : Activités des passagers lors de trajets en bus et en train (Observation) – Russel et al. [12]

Activities	Bus		Train		Total	
	Number	% of Total Sample	Number	% of Total Sample	Number	% of Total Sample
Looking ahead/out window	270	76.5	260	56.6	530	65.3
Reading	44	12.5	132	28.8	176	21.7
Headphones in	60	17	96	20.9	156	19.2
Talking	48	13.6	77	16.8	125	15.4
Texting	29	8.2	46	10	75	9.2
Sleeping/eyes closed	15	4.2	57	12.4	72	8.9
Handling wallet, etc.	16	4.5	42	9.2	58	7.1
Other	15	4.2	28	6.1	43	5.3
Eating/drinking	13	3.7	25	5.4	38	4.7
Using computer	1	0.3	34	7.4	35	4.3
Writing	4	1.1	22	4.8	26	3.2
On phone	6	1.7	6	1.3	12	1.5

[12] Russell M., Price R., Signal L., Stanley J., Gerring Z., and Cumming J., 2011, "What Do Passengers Do During Travel Time? Structured Observations on Buses and Trains", Journal of Public Transportation

Hiemstra-van Mastrigt [13] a analysé les activités des passagers lors de trajets réalisés en train. Ces observations ont été réalisées en France, Belgique, Pays-Bas et Royaume-Unis sur 4 types de trains différents et sur des passagers installés en 1^{ère} et 2^{nde} classe. Au total, 786 courtes observations ont été réalisées. Dans cette étude, les activités les plus observées sont *reading, staring/sleeping, talking* et *working on laptop*, représentant au total 78% des observations (Figure 6).

Kamp et al. [14] ont étudié les activités réalisées par les passagers lors de trajets en train en Allemagne. Suite à 568 observations via des enregistrements vidéos, les activités les plus fréquentes sont *Talking/Discussing* (23.6%), *Relaxing* (23.4%), *Reading* (19.7%) et *Sleeping* (13.7%).

Au travers de ces analyses, nous pouvons constater que les activités les plus fréquentes dans ces différentes études sont globalement similaires (à savoir lire, discuter avec les passagers, utilisation du téléphone/ordinateur, dormir/se relaxer) mais avec des proportions très diverses.

B. Questionnaires et interviews

Afin d'éviter l'interprétation de l'expérimentateur lors des études basées sur l'observation et d'intégrer le ressenti de l'utilisateur, certaines études analysent les activités des passagers de transport en commun via questionnaire/interview directe des passagers.

Pfleging et al. [8] ont aussi réalisé une analyse des activités, basée sur des interviews des passagers lors d'un trajet en *suburban train* dans Munich (Allemagne). Au total, 43 participants ont été interviewés. Chaque participant a indiqué les activités qu'il réalisait habituellement lors de trajet en transport en commun parmi une liste prédéfinie, avec plusieurs réponses possibles (Figure 7). Ainsi, les activités les plus réalisées sont *Texting* (38%), *Talk to passengers* (47%), *Social Media* (42%) et *Use phone apps* (37%).

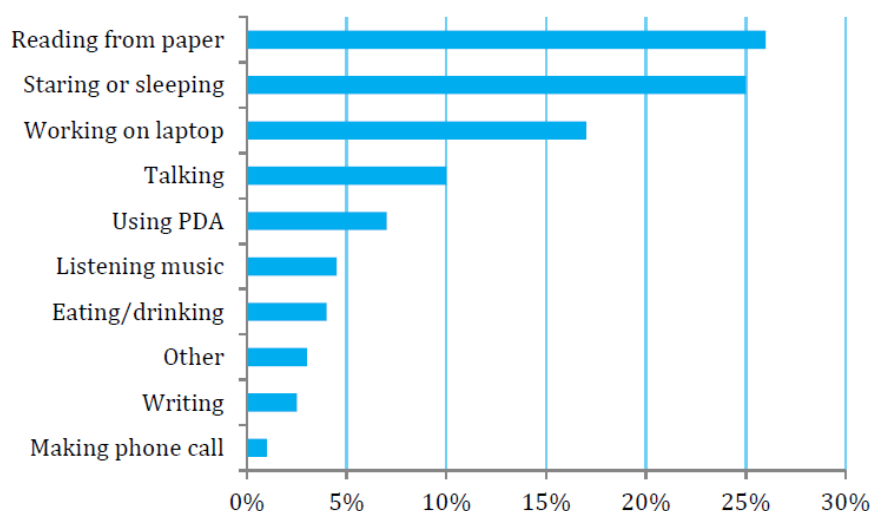


Figure 6 : Activités des passagers lors de trajets réalisés en train (Observation) – Hiemstra-van Mastrigt [13]

[13] Hiemstra-van Mastrigt, S., 2015, "Comfortable passenger seats: Recommendations for design and research", Ph.D. Thesis

[14] Kamp I., Kilincsoy Ü., and Vink P., 2011, "Chosen Postures during Specific Sitting Activities", Ergonomics

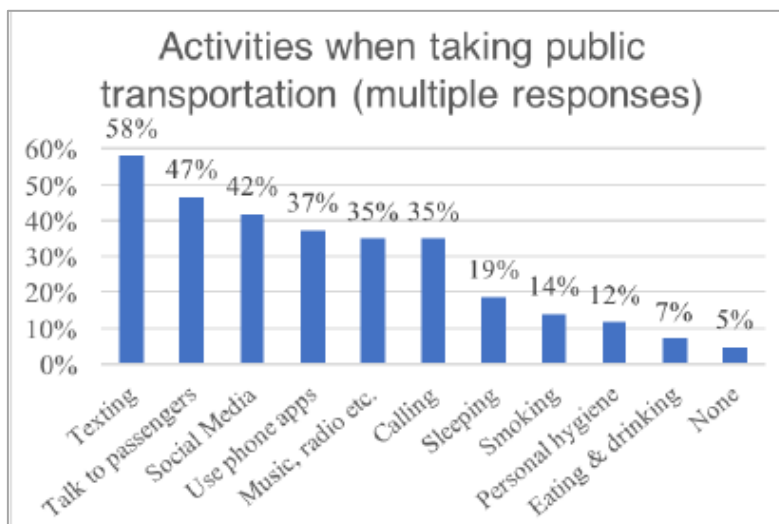


Figure 7: Activités des passagers lors de trajets en transport en commun (Questionnaire) – Pfleging et al. [8]

Lyons et al. [15] ont réalisé une étude des activités des passagers lors de trajets en train via questionnaire. Ces questionnaires, distribués dans diverses gares de Grande-Bretagne, ont permis de récolter les réponses de 26 221 passagers. Ceci a permis une analyse des activités réalisées par les passagers en fonction de leur temps de trajets. Les résultats sont détaillés en Figure 8. Il est dès lors possible de constater que la durée du trajet influe fortement sur l'activité réalisée (window gazing : 29% pour trajet <1/4 hr ; 17% pour trajet >3hr). Par ailleurs, les activités les plus fréquentes sont reading for leisure, window gazing/people watching et working/studying.

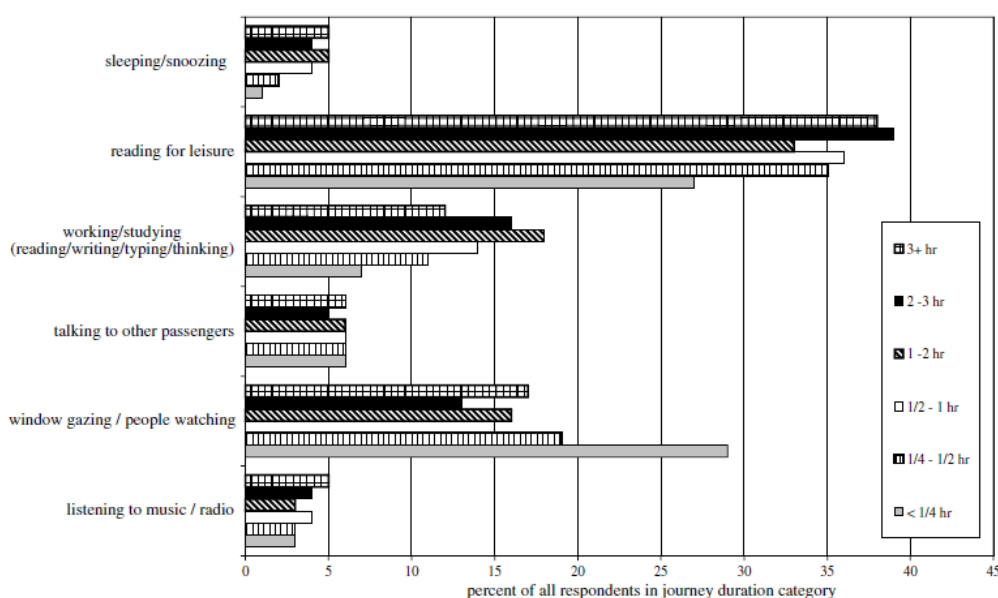


Figure 8 : Activités des passagers lors de trajets en train (Questionnaire) – Lyons et al. [15]

[15] Lyons G., Jain J., and Holley D., 2007, "The Use of Travel Time by Rail Passengers in Great Britain", Transportation Research Part A: Policy and Practice

1. Analyse des activités dans les véhicules actuels

Différents articles se sont intéressés aux activités autres que la conduite dans les véhicules actuels à travers des études de données d'accident ainsi que des observations des occupants pendant la conduite.

Pour ce qui est des données d'accident, les véhicules actuels, leurs sièges et leurs systèmes de sécurité sont principalement basés sur la position standard de conduite. Or, dans les automobiles actuelles, certains occupants se trouvent dans des postures différentes de cette position standard, comme par exemple des passagers légèrement inclinés ou pivotés. Une étude, réalisée par McMurry et al. [16] en 2017, s'intéresse notamment à ces positions non standard, faisant partie des positions définies comme Out-of-position (OOP). Basés sur les données de NASS-CDS (*National Automotive Sampling System - Crashworthiness Data System*), ils ont relevé que 0.2% des occupants étudiés avaient une position inclinée lors d'accident. Une fréquence similaire a été observée pour la position pivotée. Ces positions OOP sont le plus fréquemment observées chez les passagers avant.

Pour les observations des occupants et notamment par les conducteurs, des études dites *naturalistiques* ont été réalisées. Ces études, via un système embarqué, permettent l'enregistrement vidéo de l'intérieur et de l'extérieur du véhicule lors de situations de conduite habituelles afin d'être analysées par la suite.

En 2006, une étude [17], sponsorisée par la *National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA)* et le *Virginia Department of Transportation (VDOT)*, a été réalisée aux Etats-Unis afin d'étudier les comportements de conducteurs lors des trajets quotidiens via analyse *naturalistique*. Cette étude, nommée "*100-Car Naturalistic Driving Study*", a analysé 100 véhicules et 241 conducteurs, pendant 13 mois de collection de données. Les analyses se sont essentiellement focalisées sur des scénarios à risque (*classés en 3 catégories : Crashes, Near Crashes, Incidents*).

Neale et al. [18] ont résumé les principaux résultats obtenus. La Figure 9 détaille les activités non liées à la conduite réalisées par le conducteur au moment d'un scénario à risque. Les activités les plus fréquemment effectuées sont liées à des appareils sans fils (majoritairement les téléphones portables), et à des passagers (majoritairement des conversations).

Une *Naturalistic Driving Study* a également été réalisée pour le *Second Strategic Highway Research Program (SHRP2)*, en 2012, dans le but d'évaluer l'impact des performances et du comportement du conducteur sur la sécurité automobile. Cette étude a analysé, sur autoroute, avec plus de 2.600 participants et 1.891 véhicules aux États-Unis. Les analyses se sont aussi focalisées sur des scénarii à risque.

[16] McMurry T.L., Poplin G.S., Shaw G., and Panzer M.B., 2018, "Crash Safety Concerns for Out-of-Position Occupant Postures: A Look toward Safety in Highly Automated Vehicles", Traffic Injury Prevention

[17] Dingus T.A., Klauer S.G., Neale V.L., Petersen A., Lee S. E., Sudweeks J., Perez M. A., Hankey J., Ramsey D., Gupta S., Bucher C., Doerzaph Z. R., and Jermeland, J., 2006, "The 100-car naturalistic driving study, Phase II - results of the 100-car field experiment", NHTSA Report n° DOT HS 810 593

[18] Neale V., Klauer S., Dingus T., Sudweeks J., and Goodman M., 2005, "An Overview of the 100-Car Naturalistic Study and Findings", 19th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles

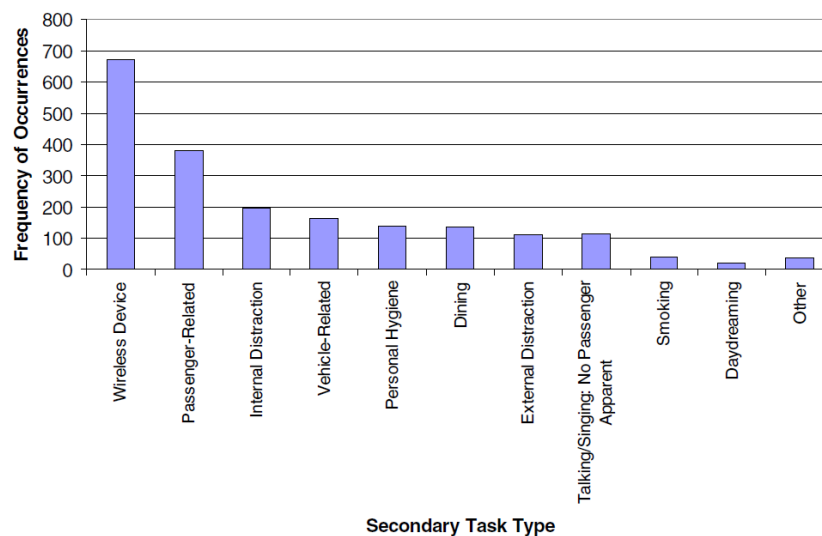


Figure 9 : Activités réalisées par les conducteurs de véhicules actuels (Naturalistic study) – Neale et al. [18]

À partir de ces données, Kirsch [19] a étudié l'influence des distractions du conducteur sur le risque d'incidents automobiles. Divers types de distraction, détaillés en **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** ont été identifiés. Ces résultats indiquent que les activités principales sont liées au téléphone portable ($n=3.858$), aux passagers ($n=5.328$) ainsi qu'à la radio/musique ($n=3.513$ via chant/danse). Ces analyses révèlent également que la réalisation de ces activités est dépendante des conditions météorologiques, en effet, par temps de brouillard la probabilité de réaliser une de ces actions est diminuée de 42%, tandis que par temps ensoleillé elle est augmentée de 32%.

D'autres auteurs se sont intéressés aux activités réalisées par les occupants de véhicules actuels en général (études non focalisées sur les conducteurs contrairement aux Naturalistic Studies). Ces études se basent généralement sur des questionnaires en ligne, et ont pour but d'évaluer les différences entre les activités réalisées dans les automobiles actuelles et celles pouvant être effectuées dans les futurs véhicules autonomes.

Yang et al. [10] ont analysé les activités non liées à la conduite (Non Driving Related Tasks, NDRTs), ainsi que les postures qui pourraient y être associées dans les futurs véhicules autonomes. Via un questionnaire en ligne, les participants ($n=122$) ont identifié les activités qu'ils pourraient réaliser dans un véhicule autonome parmi une liste de 21 NDRTs, ainsi que les activités réalisées dans les véhicules actuels. Les résultats sont détaillés en Figure 10. Ainsi, sur les 21 NDRTs listées, on observe que 13 activités sont significativement plus sujettes à être réalisées dans un véhicule autonome qu'actuel (playing video games, watching movies, sleeping, ...). Par ailleurs, les NDRTs les plus fréquemment réalisées dans un véhicule actuel, d'après cette étude, sont Talking to the passenger on the front seat ; Talking to the passenger on the back seat ; Listening to music, radio, audiobook ; Looking at landscape ; Watching the traffic.

Erreur ! Source du renvoi introuvable.

[19] Kirsch T.J., 2018, "An analysis of the crash risk and likelihood of engaging in a distraction while driving using naturalistic, time-series data", Ph.D. Thesis

Des résultats similaires ont été obtenus dans l'étude de Pfleging et al. [8], également basée sur un questionnaire en ligne détaillant les activités réalisées en tant que passager dans un véhicule actuel.

L'utilisation de questionnaires pour identifier les activités des occupants de véhicules actuels permet d'éliminer le biais de l'interprétation de l'observateur, mais en contrepartie, seule la perception des participants est recueillie.

Suite à l'analyse de ces différentes études se focalisant sur l'analyse des activités réalisées dans les véhicules actuels, on observe que les résultats obtenus sont globalement similaires (*bien que certaines études se focalisent sur les activités des conducteurs, alors que d'autres se focalisent sur les passagers*). Les activités principalement identifiées sont : utilisation du téléphone portable (appel, message, applications diverses), discussion avec un autre occupant du véhicule, écoute de la musique/radio et tâches associées, observation de l'extérieur du véhicule.

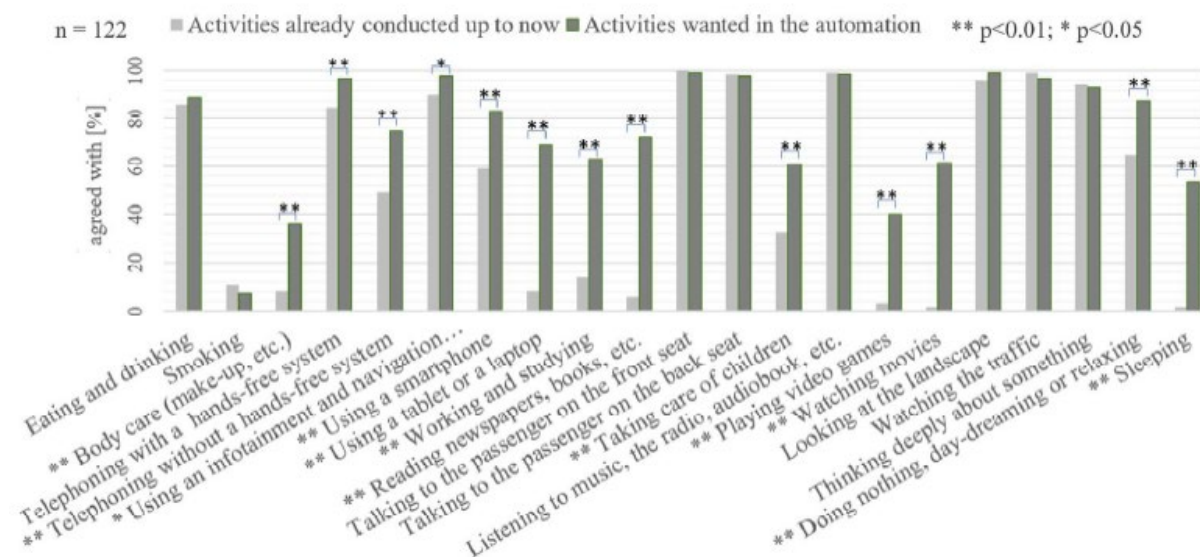


Figure 10: Activités envisagées par les occupants de véhicules actuels et autonomes (Questionnaire en ligne) – Yang et al. [10]

2. Analyse des postures

Si la plupart des études sont focalisées sur l'analyse des activités, certaines ont également réalisé une analyse posturale complémentaire.

Kamp et al. [14] et Hiemstra-van Mastrigt [13] ont couplé une analyse posturale qualitative à leurs études des activités des passagers de train. Réalisées en environnement réel et sans implication des participants, les observations sont exclusivement qualitatives et basées sur des classes de positions. La Figure 11 schématise les trois postures les plus fréquemment observées par Kamp et al. [14], lors de trajets en train. Ces différentes postures pouvaient être associées à diverses activités (dormir, lire, utilisation d'un ordinateur, ...). Le Tableau 2 schématise les huit postures les plus fréquemment observées pour les activités Lire, Dormir, Converser et Utilisation d'un ordinateur, lors de l'étude de Hiemstra-van Mastrigt [13]. Les résultats montrent qu'une activité peut être associée à plusieurs postures, et que les activités influencent fortement la posture adoptée.

Cependant, ces études étant réalisées lors de trajets en train, c.a.d. avec des sièges différents de ceux actuellement utilisés pour l'automobile, il se peut que les positions adoptées ou possibles soient

différentes. Les sièges des futurs véhicules autonomes seront peut-être plus proches de ceux présents dans les autres moyens de transport (avion, trains, ...) mais ils devront toutefois intégrer les considérations de protection.

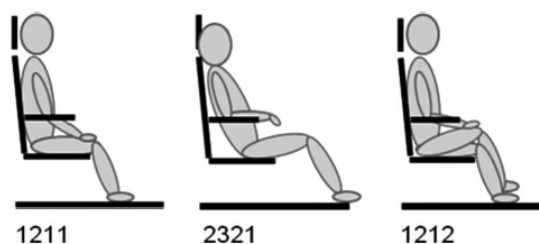


Figure 11 : Postures les plus fréquemment observées lors de trajets en train – Kamp et al. [14]

Tableau 2 : Postures les plus fréquemment observées – Hiemstra-van Mastrigt [13]

Number	Body part position	Schematic representation	Number	Body part position	Schematic representation
1	Head upright Trunk backwards Full seat contact		5	Head forward Trunk backwards Full seat contact	
2	Head upright Trunk upright Full seat contact		6	Head sideward Trunk upright Full seat contact	
3	Head forward Trunk upright Full seat contact		7	Head sideward Trunk slumped Middle and front seat contact	
4	Head sideward Trunk backwards Full seat contact		8	Head sideward Trunk upright, rotated Full seat contact	

Yang et al. [10] ont également réalisé une analyse posturale complémentaire. Basée sur un questionnaire en ligne, cette étude a permis d'identifier des activités d'intérêt pour les futurs véhicules, puis les a utilisées comme entrée pour une analyse posturale dans un environnement automobile reconstruit. Les activités étudiées sont : lire, utiliser une tablette/ordinateur, regarder un film, dormir, travailler/étudier, jouer aux jeux-vidéos. La Figure 12A schématise les différents angles anatomiques étudiés. Cette approche permet de décrire quantitativement les nouvelles postures adoptées. Toutefois, elle reste dans un environnement représentatif d'un véhicule actuel et la taille de l'échantillon (n=15 participants) ne garantit pas que les résultats soient représentatifs. Les résultats (Figure 12B) révèlent des différences posturales pour les différentes activités, notamment « Sleeping » réalisé dans un siège plus incliné.

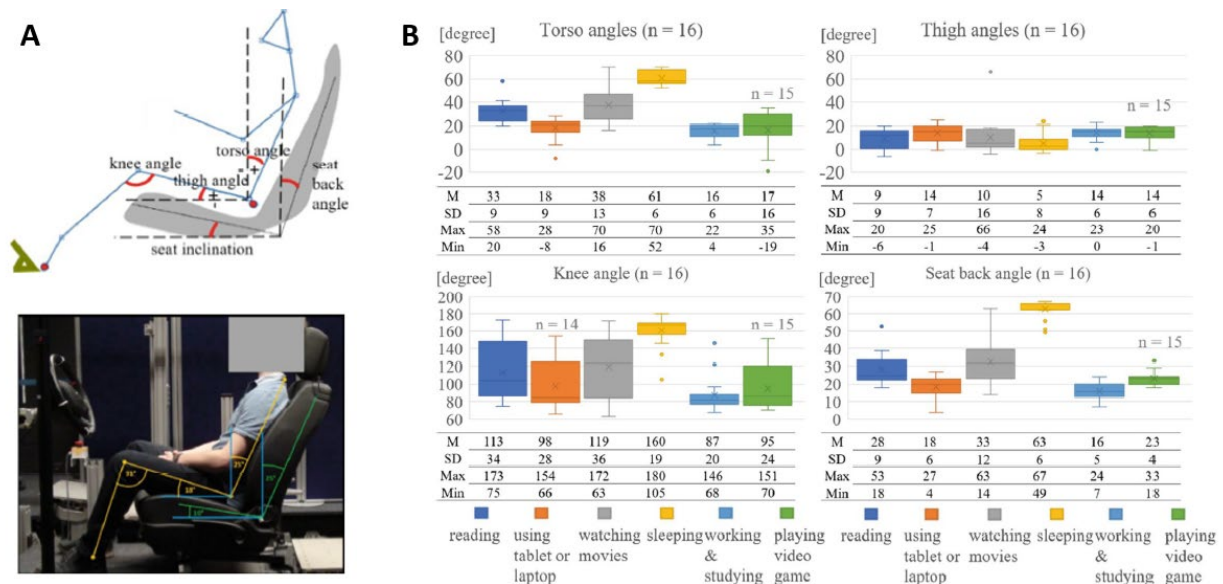


Figure 12 : Etude posturale (A : Paramètres étudiés ; B : Angles anatomiques obtenus) - Yang et al. [10]

DISCUSSION

L'analyse des différentes études passées en revue a permis de mettre en évidence les activités envisagées par les occupants des futurs véhicules autonomes en examinant les attentes de la population vis-à-vis de ces véhicules et les activités réalisées dans divers modes de transport actuels (bus, train, automobile, ...). Si les méthodologies diffèrent grandement, les résultats des différentes études, résumés Tableau 4, sont cohérents.

Au vu des activités détaillées dans le Tableau 4, on peut émettre l'hypothèse que certaines d'entre elles n'engendreraient que peu de modifications posturales. Par exemple, l'activité *Listen to music/radio*, pourrait avoir très peu d'effet sur la posture d'occupants. Par contre, pour d'autres activités pourraient engendrer des modifications posturales significatives. Par exemple, lors de la réalisation de l'activité *Window gazing*, les occupants pivotent leur tête en direction de la fenêtre, ce qui pourrait modifier l'interaction avec l'airbag en cas d'accident.

Par ailleurs, les différentes méthodologies détaillées dans ce rapport comportent toutes des limitations.

Par exemple, si l'utilisation de questionnaire pour déterminer les activités envisagées dans les véhicules autonomes permet d'obtenir un grand nombre de réponses, ces réponses se basent sur l'idée que se font les participants des futurs véhicules. En effet les véhicules autonomes se sont pas actuellement en circulation, et les activités futures pourraient dépendre fortement de la confiance de l'utilisateur envers le système et du niveau de confort. Il est en effet plausible que si un utilisateur de véhicule autonome n'a que peu confiance, il sera peu enclin à effectuer une activité qui le prive de tout contrôle sur le véhicule. Il sera alors plus susceptible de réaliser une activité telle qu'observer le paysage, permettant une surveillance humaine du système. De plus, ces études prospectives basées sur des questionnaires imposent généralement une liste d'activités prédéfinies parmi lesquelles

Les études naturalistiques analysées sont essentiellement focalisées sur les activités du conducteur. Ces activités sont des tâches secondaires (l'activité primaire étant la conduite), qui pourraient évoluer en devenant des tâches primaires dans un véhicule autonome. Par exemple, l'utilisation à une main d'un téléphone portable pourrait se transformer en utilisation à deux mains d'une tablette. Les résultats obtenus dans les études naturalistiques se basent sur des données issues de situations d'incidents. Il est, dès lors, raisonnable de se demander si les activités identifiées dans ces situations particulières sont représentatives.

Enfin, les études qui se sont aussi intéressées à l'analyse qualitative/quantitative des postures ont toutes utilisées des environnements actuels soit de transports en commun soit de voiture actuelle. Il est possible que les futurs sièges soient différents pour permettre de nouvelles activités (ex : dormir confortablement) tout en combinant des impératifs de sécurité. Ainsi, les fonctionnalités recherchées pourraient être comparables à celles des sièges d'avions long courrier desquels ceux des futurs véhicules autonomes pourraient s'inspirer en intégrant les besoins de sécurité. Les résultats posturaux restent relativement globaux. Un raffinement de la définition de la posture serait souhaitable pour les études de sécurité. Par exemple, bien qu'elle puisse affecter le risque de sous-marinage, la position du bassin n'est pas définie dans les résultats de la littérature

Tableau 4 : Activités réalisées par les passagers, classées par méthodologie utilisée

Méthodologie	Etudes réalisées	Activités identifiées
Activités véhicules autonomes via questionnaire en ligne	Pfleging et al. [8]; Kyriakidis et al. [9]; Yang et al. [10]; Schoettle et Sivak [11]	<i>Music/radio ; Talking to passengers ; Looking outside ; Using cellphone (texting, calling) ; Eating ; Reading ; Relaxing</i>
Activités transports en commun actuels via observation	Pfleging et al. [8]; Russell et al. [12]; Hiemstra-van Mastrigt [13]; Kamp et al. [14]	<i>Looking ahead/out ; Reading ; Talking to passengers ; Using phone (texting, reading) ; Music/radio ; Work on laptop (+ Aucune)</i>
Activités transports en commun actuels via questionnaire/interview	Pfleging et al. [8]; Lyons et al. [15]	<i>Using cellphone (texting, phone apps, calling) ; Talking to passengers ; Reading ; Window gazing ; Working/Studying ; Music/Radio</i>
Activité véhicules actuels via Naturalistic Study	Dingus et al. [17]; Neale et al. [18]; Kirsch [19]	<i>Interacting with passenger ; Using cellphone (calling, holding, texting, browsing) ; Dancing/Singing ; Looking outside</i>
Activité véhicules actuels via questionnaire	Pfleging et al. [8]; Yang et al. [10]	<i>Talking to passengers ; Looking outside ; Radio/music ; Using smartphone (texting, internet) ; Eating ; Relaxing ; Reading</i>

CONCLUSIONS

Ce rapport propose une revue des différentes approches pouvant être utilisées pour identifier des activités pertinentes pour les futurs véhicules autonomes. Les résultats fournissent des listes d'activités plausibles mais peu d'indications quantifiées quant aux postures associées. Il semble maintenant nécessaire de mieux définir ces postures qui sont important pour l'évaluation des risques.

De plus, ces résultats doivent être considérés en fonction du niveau d'automatisation des véhicules. Ainsi, un véhicule de niveau 3, partiellement autonome et pouvant nécessiter une reprise en main du conducteur à tout moment, ne peut être autorisé que des activités peu distrayantes et n'engendrant que de faibles modifications de la position. Par exemple, un occupant de véhicule de niveau 3 pourrait être autorisé à lire, ou pivoter légèrement son siège afin de discuter avec un passager, tandis que dormir serait prohibé car trop limitant pour la reprise en main. On peut supposer que les activités autorisées pour un niveau d'automatisation donné, le seront également pour les niveaux supérieurs. La Figure 12 représente de manière schématique les postures et activités issues de la revue de la littérature, et considère leur possible compatibilité avec chaque niveau d'automatisation. De futures études sur la posture pourraient utiliser une telle grille par niveau d'automatisation.

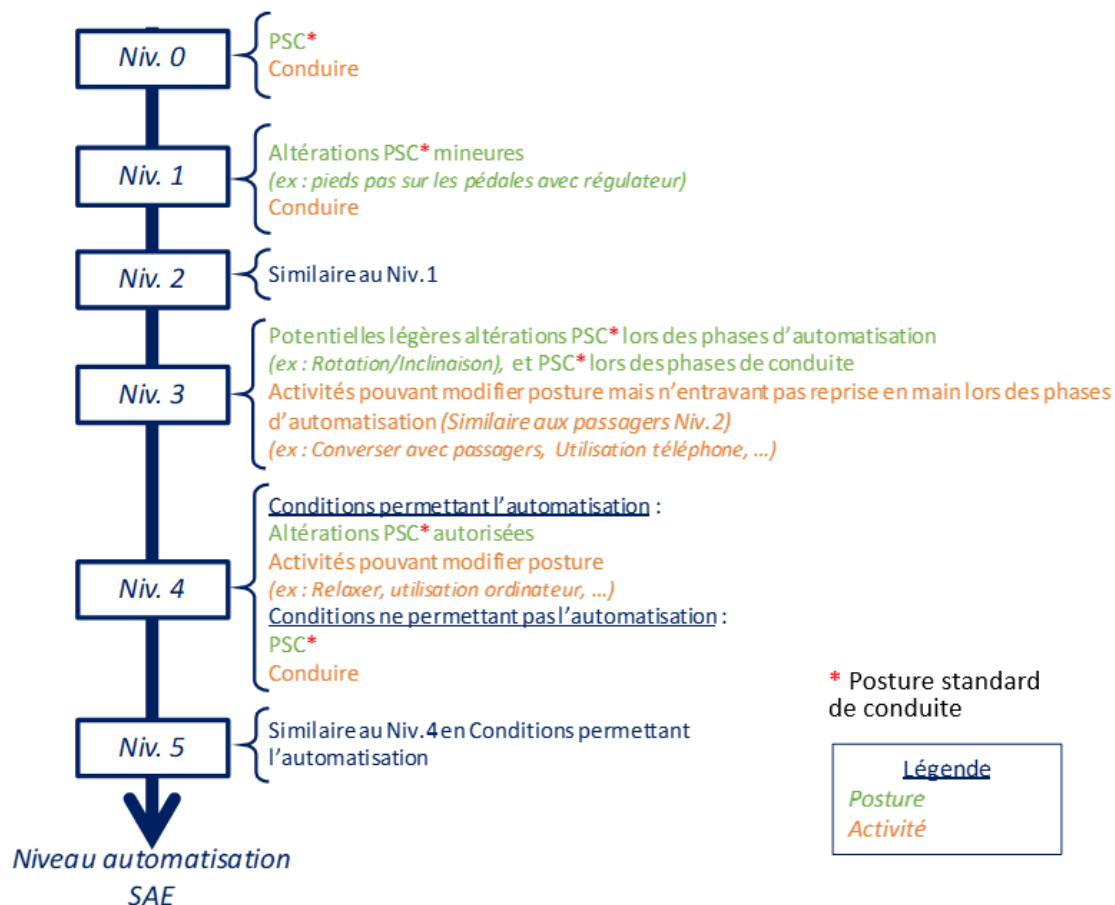


Figure 12 : Schéma des postures/activités pouvant être recommandées pour chaque niveau d'automatisation