

Projet Back Into The Loop Réunion Bilan



Arthur PORTRON, Christophe BOURDIN, Clément BOUGARD, Jean-Louis VERCHER
Jeudi 22 Juillet 2021



INSTITUT // // // // //
DES SCIENCES ETIENNE
DU MOUVEMENT JULES
// // // // // MAREY



STELLANTIS

fondation
MAIF pour la
recherche

Institut des Sciences du Mouvement Etienne-Jules Marey

2



INSTITUT // // // // // // // // // //
DES SCIENCES ETIENNE
DU MOUVEMENT JULES
// // // // // // // // // // MAREY

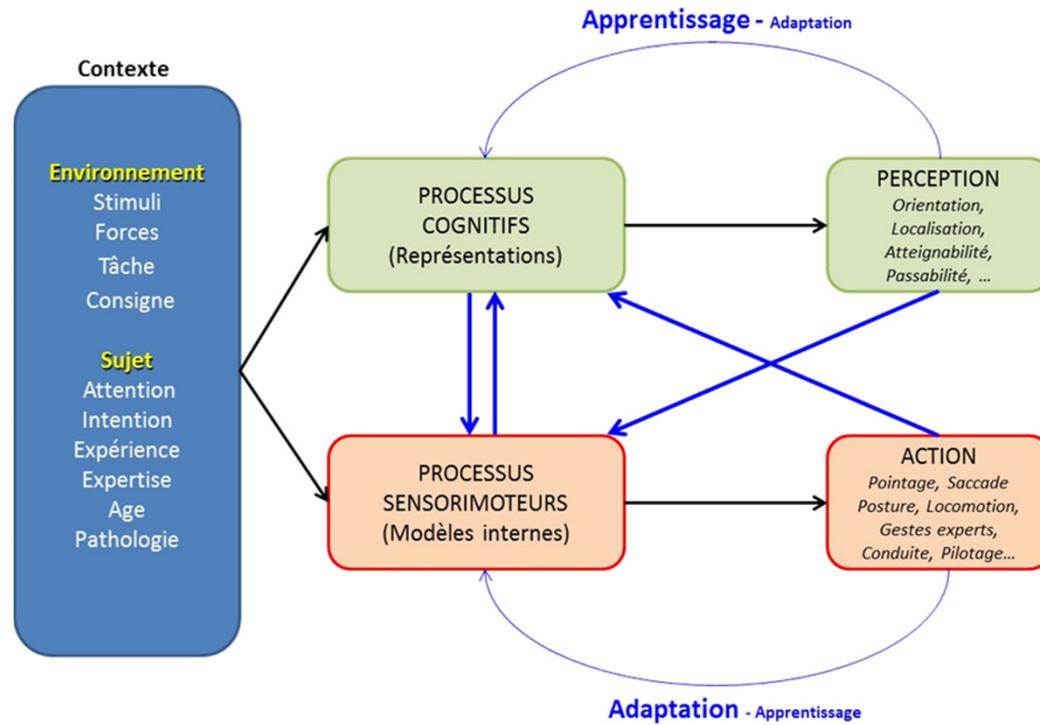


Equipe Interaction Cognition Sensorimotricité

Membres

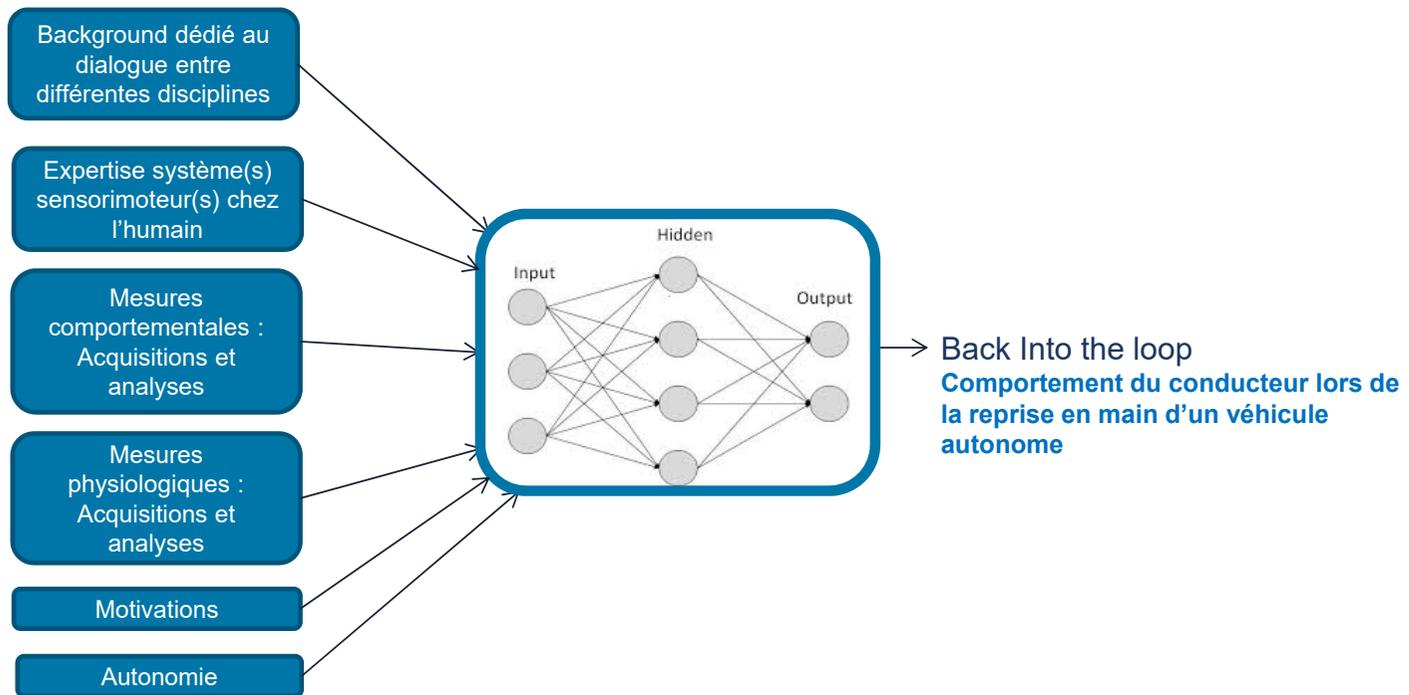
BOURDIN, C.
BRINGOUX, L.
BULOUP, F.
MILLE M.L.
PORTRON, A.
ROMAIGUERE P.
SARLEGNA F.
VERCHER J.L.

PU, PhD, HDR, AMU
PU, PhD, HDR, AMU
Ingénieur CNRS
MCF, PhD, CNU-74
post-doc, PhD, AMU
CR, PhD, CNRS-26
CR, PhD, CNRS-26
DR, PhD, HDR, CNRS-26



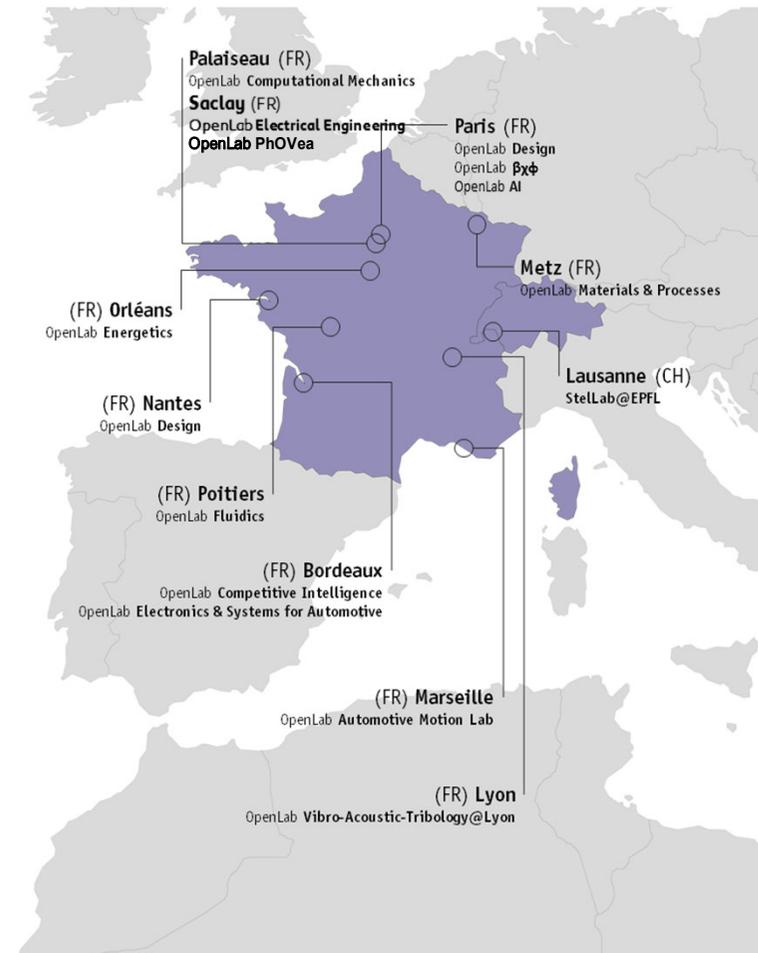
Apports au projet

4





Réseau StellLab



OpenLab Automotive Motion Lab
Aix Marseille Université, Institut des Sciences du Mouvement

OpenLab $\beta\chi\phi$
Université Pierre et Marie Curie
Collège de France
Université de Versailles St Quentin en Yvelines

OpenLab Competitive Intelligence
Université de Bordeaux
Institut Gretha

OpenLab Computational Mechanics
Ecole Polytechnique, Laboratoire de Mécanique des Solides (LMS)
Mines ParisTech

OpenLab Design
L'école de Design de Nantes Atlantique
ENSCI
Strate Collège

OpenLab Electrical Engineering
Ecole CentraleSupélec
ENS Cachan
Université Paris Saclay
Université Pierre et Marie Curie

OpenLab Electronics & Systems for Automotive
Laboratoire IMS
Université de Bordeaux

OpenLab Energetics
Université d'Orléans, Institut Prisme

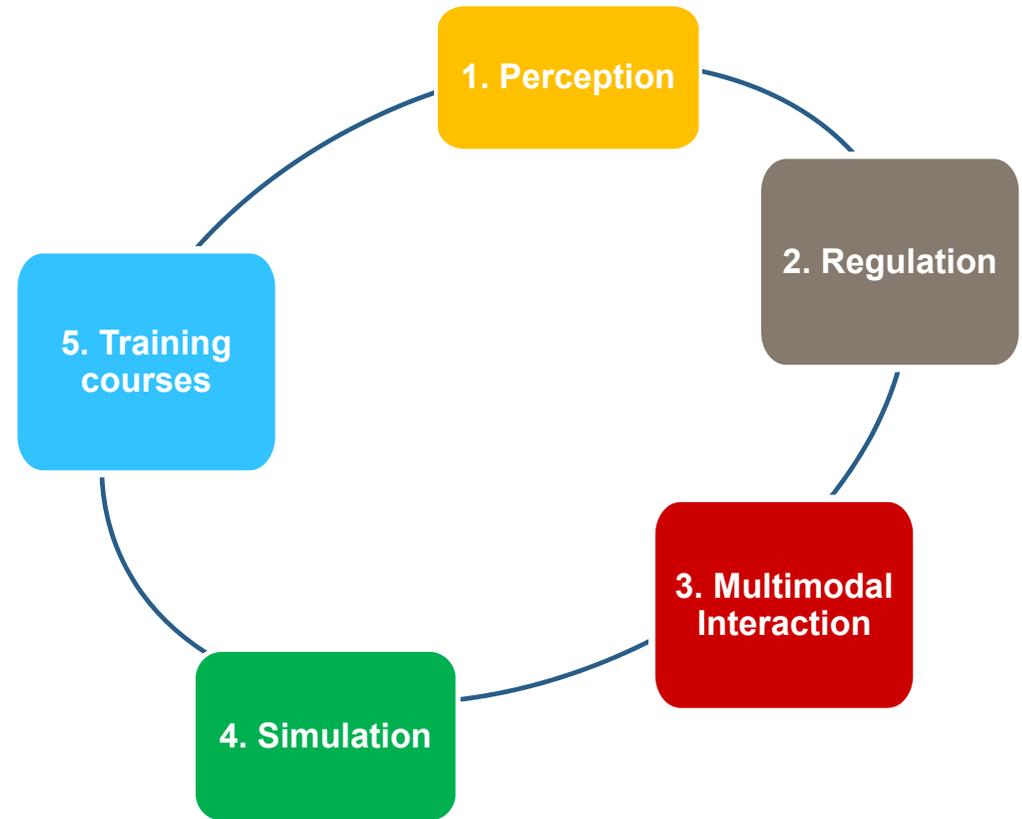
OpenLab AI
Inria (new 2018)
OpenLab Fluidics
ENSMA
Institut Pprime
Université de Poitiers

OpenLab Material & Processes
Arts et Métiers ParisTech, Centre de Metz
LETI Luxembourg
GeorgiaTech Lorraine

OpenLab PhOVEa @Paris Saclay
Université Paris Saclay (Paris Sud)

OpenLab VAT@Lyon
Ecole Centrale de Lyon
ENTPE
INSA Lyon

Structure de l'OpenLab 3.0



Axe 2: Régulation (homéostasie)

- ▶ Maintenir optimales les capacités de reprise en main (vigilance, attention, agentivité).
- ▶ Limiter la fatigue (musculaire et cognitive) lors de longs déplacements en autonomie.
- ▶ Adapter le bien-être et le confort à bord (ambiance sonore, lumineuse, odorante) aux attentes du conducteur.

Vigilance



Confort



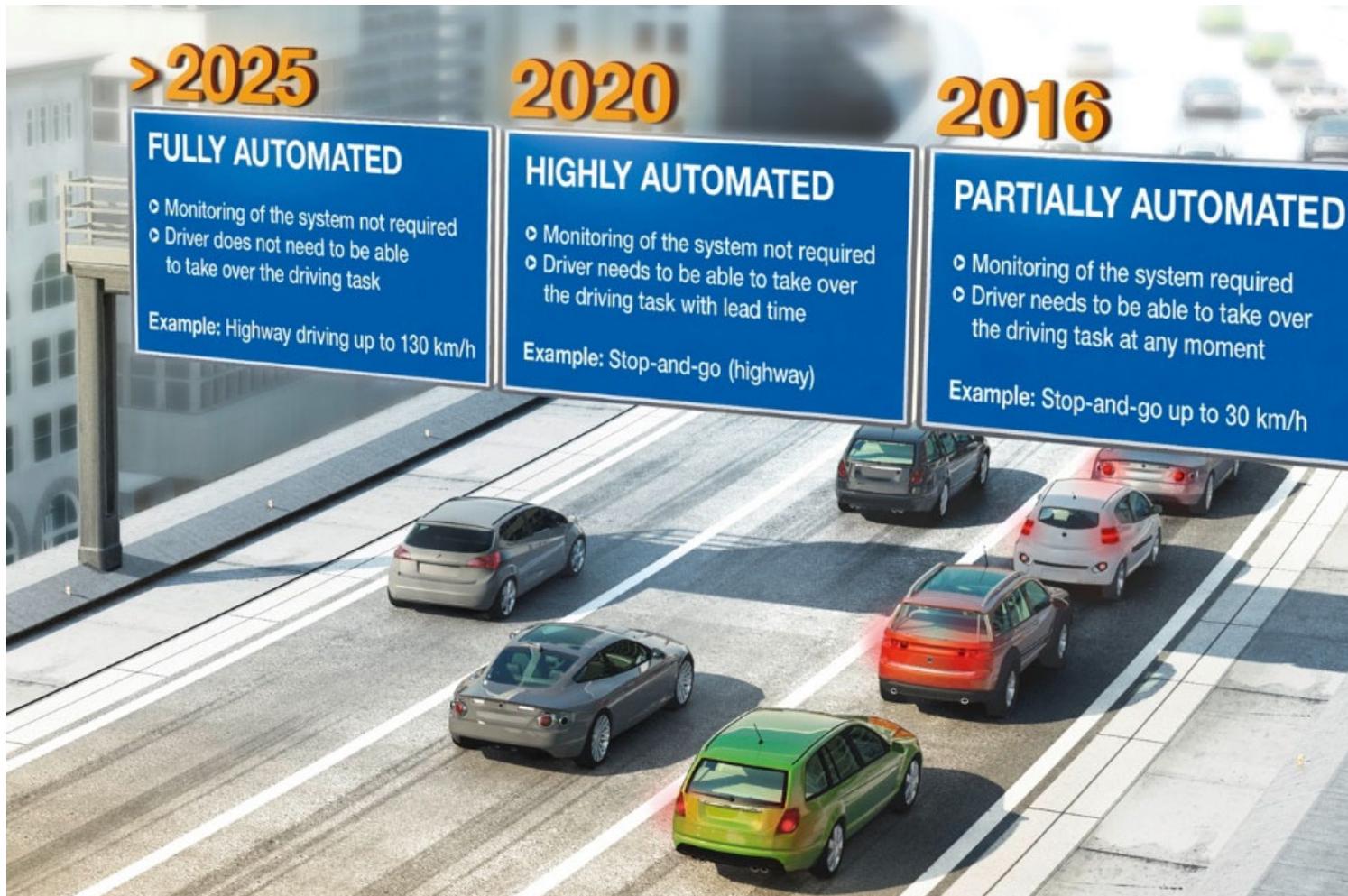
Mal des transports



Bien-être à bord



Road map (2018)



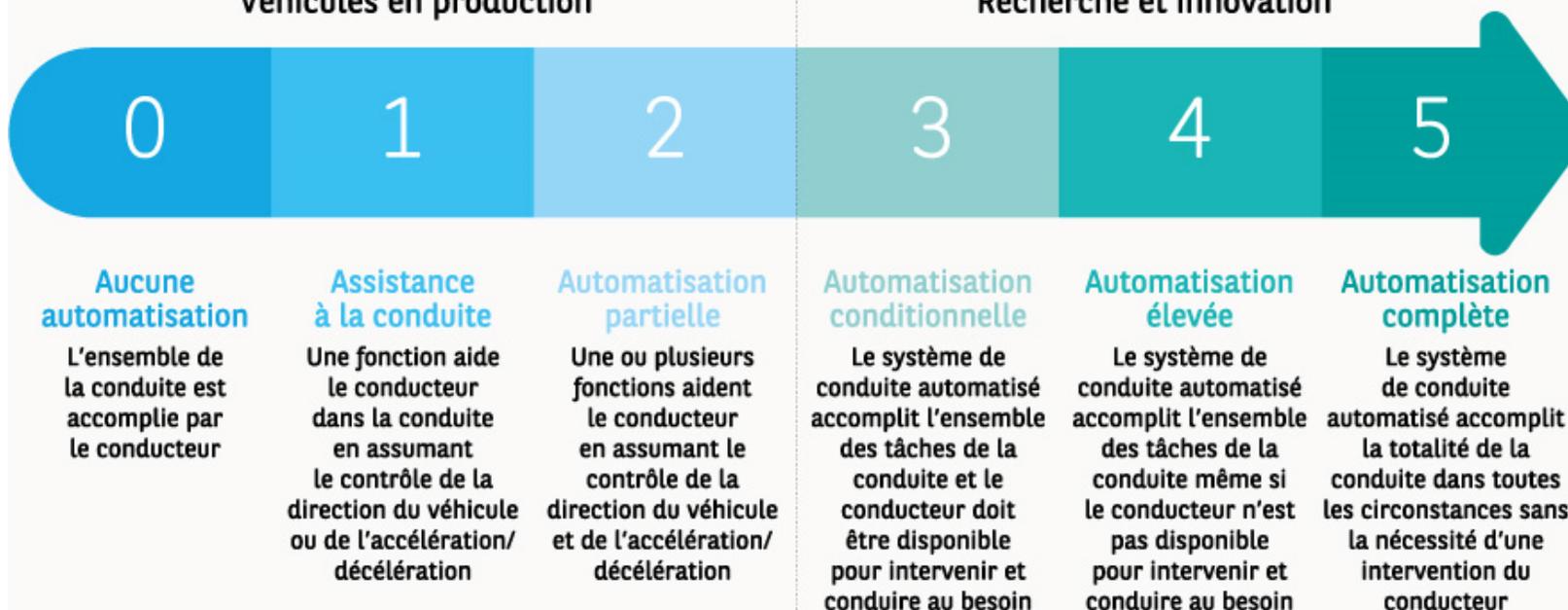
Il existe différents degrés d'automatisation: la Society of Automotive Engineers (SAE) en a défini six.



Véhicules en production



Recherche et innovation



Pourquoi faire?



Transport individuel

- **Gain de mobilité** pour les personnes invalides, sans permis, mineures
- **Gain de temps** pour le conducteur qui peut mettre son voyage à profit. Nouveaux services associés à imaginer.



Réseaux de transport urbain et périurbain

- **Plus de régularité et de flexibilité**
- **Des amplitudes horaire élargies**
- **Couverture élargie au 'dernier kilomètre'**



Services annexes (autopartage, taxis, etc.)

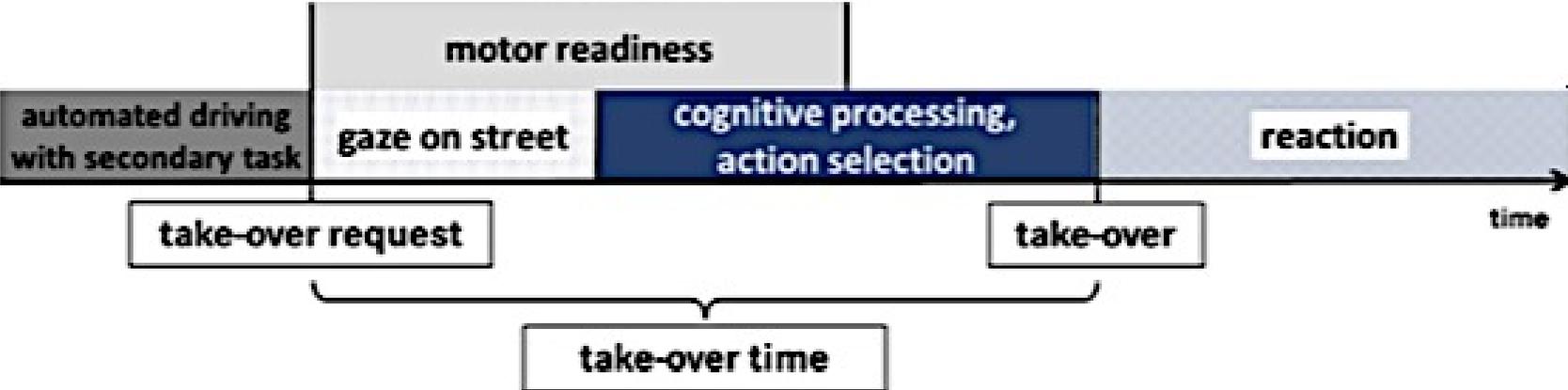
- **Meilleure disponibilité**
- **Repositionnement des véhicules** pour optimiser l'offre
- **Nouveaux services et aménagements** à bord à imaginer



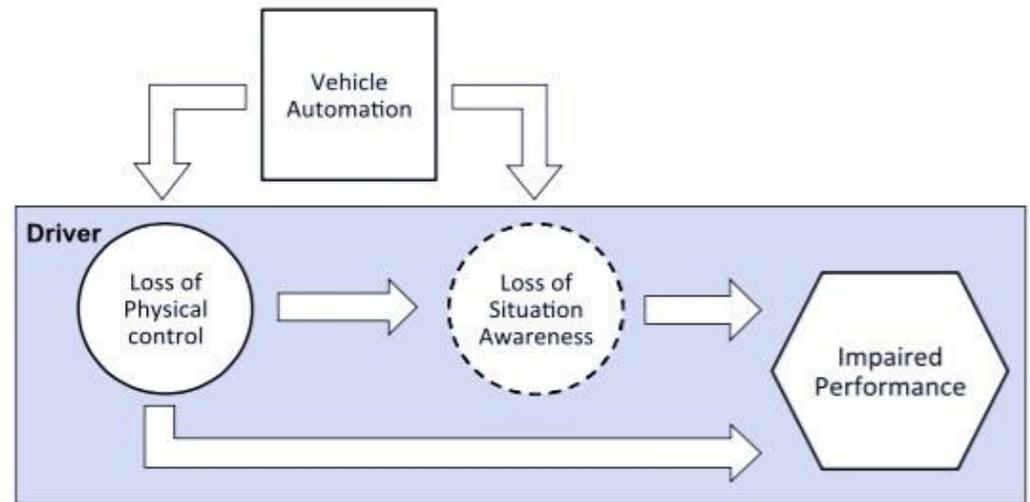
Transport marchand et spécialisé

- **Meilleurs temps de trajet**
- **Exploitation 24h/24**
- **Flexibilité du réseau** de distribution
- **Maîtrise des coûts**

Modèle théorique de la reprise en main (TOR: Take-over request)

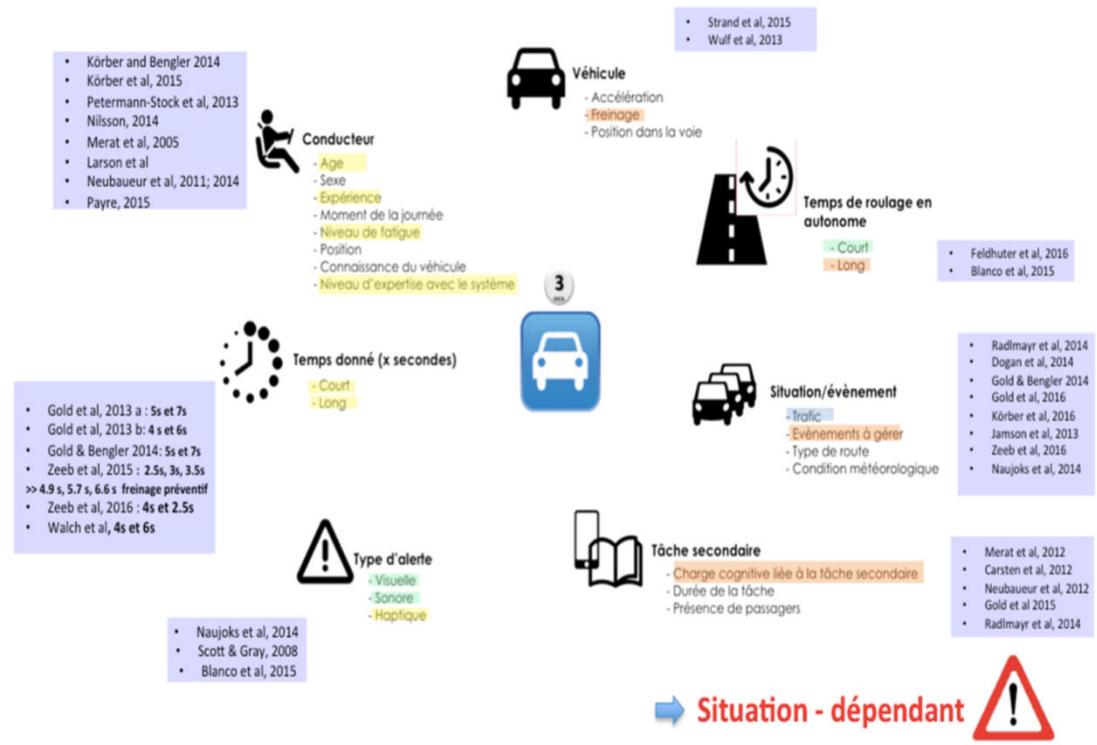


Driving the driver out of the loop



Quels facteurs impactent la qualité de reprise en main?

- Facteurs d'influence : complexité des scenarios



- Körber and Bengler 2014
- Körber et al, 2015
- Petermann-Stock et al, 2013
- Nilsson, 2014
- Merat et al, 2005
- Larson et al
- Neubaueur et al, 2011; 2014
- Payre, 2015

- Strand et al, 2015
- Wulf et al, 2013

- Feldhuter et al, 2016
- Blanco et al, 2015

- Gold et al, 2013 a : 5s et 7s
- Gold et al, 2013 b: 4 s et 6s
- Gold & Bengler 2014: 5s et 7s
- Zeeb et al, 2015 : 2.5s, 3s, 3.5s
- >> 4.9 s, 5.7 s, 6.6 s freinage préventif
- Zeeb et al, 2016 : 4s et 2.5s
- Walch et al, 4s et 6s

- Radlmayr et al, 2014
- Dogan et al, 2014
- Gold & Bengler 2014
- Gold et al, 2016
- Körber et al, 2016
- Jamson et al, 2013
- Zeeb et al, 2016
- Naujoks et al, 2014

- Naujoks et al, 2014
- Scott & Gray, 2008
- Blanco et al, 2015

- Merat et al, 2012
- Carsten et al, 2012
- Neubaueur et al, 2012
- Gold et al 2015
- Radlmayr et al, 2014

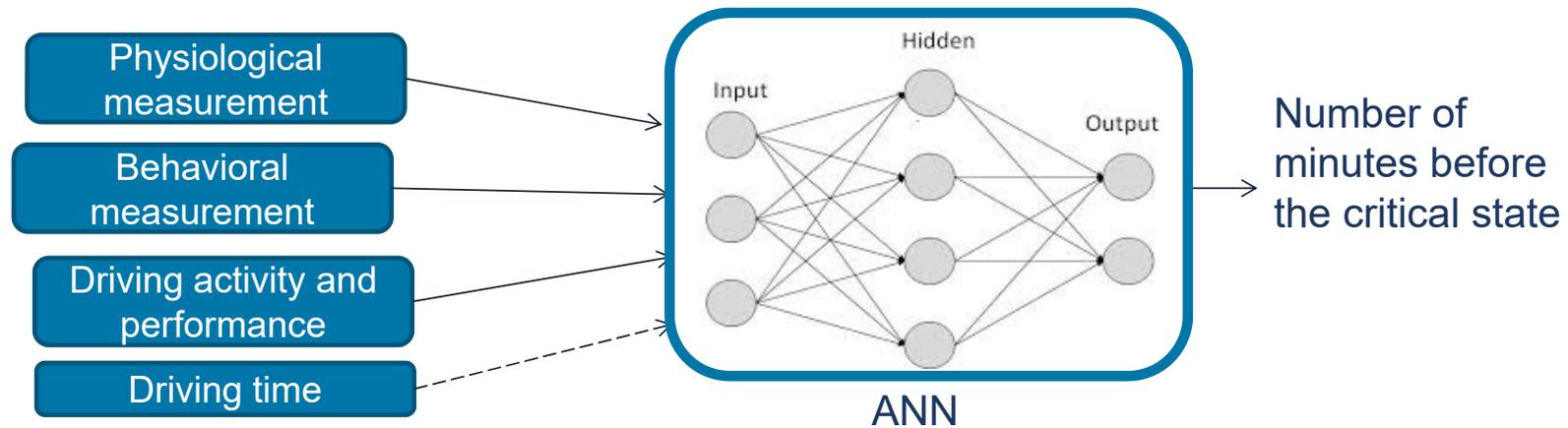
➔ Situation - dépendant



Durée d'automatisation (effective)	Etat de l'art
Moins de 5 minutes	Clark, H., & Feng, J. (2017). Age differences in the takeover of vehicle control and engagement in non-driving-related activities in simulated driving with conditional automation. <i>Accident Analysis and Prevention</i> , 106, 468–479. http://doi.org/10.1016/j.aap.2016.08.027 ## Petermeijer, S., Bazilinsky, P., Bengler, K., & de Winter, J. (2017). Take-over again: Investigating multimodal and directional TORs to get the driver back into the loop. <i>Applied Ergonomics</i> , 62, 204–215. http://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.02.023 ## Eriksson, A., & Stanton, N. A. (2017). Driving performance after self-regulated control transitions in highly automated vehicles. <i>Human factors</i> , 59(8), 1233-1248. ##
5 minutes	Feldhütter, A., Gold, C., Schneider, S., & Bengler, K. (2017). How the duration of automated driving influences take-over performance and gaze behavior. In <i>Advances in Ergonomic Design of Systems, Products and Processes</i> (pp. 309-318). Springer, Berlin, Heidelberg. ## Bourrelly, A., C. Jacobé de Naurois, Zran, A., Rampillon, F., Vercher, JL, Bourdin, C., (in progress - 2018) Long autonomous driving phase affects take-over behavior and driving performance. ##
10 minutes	Bourrelly, A., C. Jacobé de Naurois, Zran, A., Rampillon, F., Vercher, JL, Bourdin, C., (in progress - 2018) Long autonomous driving phase affects take-over behavior and driving performance. ##
15 minutes	
20 minutes	Louw, T., Markkula, G., Boer, E., Madigan, R., Carsten, O., & Merat, N. (2017). Coming back into the loop: Drivers' perceptual-motor performance in critical events after automated driving. <i>Accident Analysis and Prevention</i> , 108(September), 9–18. http://doi.org/10.1016/j.aap.2017.08.011 ## Feldhütter, A., Gold, C., Schneider, S., & Bengler, K. (2017). How the duration of automated driving influences take-over performance and gaze behavior. In <i>Advances in Ergonomic Design of Systems, Products and Processes</i> (pp. 309-318). Springer, Berlin, Heidelberg. ##
30 minutes	Ahlström, C., Anund, A., Fors, C., & Åkerstedt, T. (2018). Effects of the road environment on the development of driver sleepiness in young male drivers. <i>Accident Analysis and Prevention</i> , 112(September 2017), 127–134. http://doi.org/10.1016/j.aap.2018.01.012 ## Naujoks, F., Höfling, S., Purucker, C., & Zeeb, K. (2018). From partial and high automation to manual driving: Relationship between non-driving related tasks, drowsiness and take-over performance. <i>Accident Analysis and Prevention</i> , 121(August), 28–42. http://doi.org/10.1016/j.aap.2018.08.018 ##
40 minutes	
60 minutes	Bourrelly, A., C. Jacobé de Naurois, Zran, A., Rampillon, F., Vercher, JL, Bourdin, C., (in progress - 2018) Long autonomous driving phase affects take-over behavior and driving performance. ##
>60 minutes	

Réseaux de neurones, Big data et deep learning

Thèse de Charlotte Jacobé de Naurois (2018)



Problématiques « Back into the loop »

16

1 Questions fondamentales

Délais
Timing et Qualité

De Combien de temps
a t-on besoin?

Implication dans
seconde tâche

Impact et choix de la
seconde tâche ?

Effet du mode
d'automatation

Effet de la
supervision ?

Effet situation awareness
et cognitive workload

Impact sur le mode de
conduite?

2 Propositions de solutions :
Design des Interfaces système

- Comment présenter l'alerte?
- Modalité du signal d'alerte
 - Implémentation IHM
 - Aide réalité virtuelle

3 Evaluation ressenti :
Trust/ acceptabilité

Croyance dans le système ?

Impact de la crise sanitaire mars 2020-avril 2021



- Le confinement de mars – mai 2020 a mis un coup d'arrêt aux expérimentations sur simu qui se terminaient.
- Le site de Vélizy a été fermé (télétravail et chômage partiel) rendant impossible la phase 2 des expérimentations (sur simu dynamique).
- La relance des expérimentation à l'automne 2020 a nécessité la mise en place d'un nouveau protocole à Marseille avec mesures sanitaires strictes ainsi qu'une demande d'agrément au comité d'éthique.
- Le budget (constant) a dû être réorganisé (transfert vers la masse salariale) afin de prolonger la durée du projet.
- Le second puis le troisième confinement ont retardé l'expérimentation sur véhicule réel en route ouverte, qui a dû retrouver une place dans un planning dense d'utilisation de la facilité à Vélizy.

Budget

18

Nom	fonction	temps (h.m)	cout mensuel environné	Total	employeur
Vercher, J.-L.	DR CNRS	6	17 532,75 €	105 196,50 €	CNRS
Bourdin, C.	PU AMU	3	18 413,70 €	55 241,10 €	AMU
Pergandi, J.-M.	IR RV	2	12 913,05 €	25 826,30 €	AMU
Bougard, C.	IR	2	12 000,00 €	24 000,00 €	PSA
Sainton, P.	IE	1	5 144,25 €	5 144,25 €	CNRS

Equipement et fonctionnement (B : ~~14 540 €~~ 22 540 €):

Achat d'un serveur de calcul bi-Xeon (réseau de neurones temps-réel) : 5 540 €
 Maintenance mise à jour du logiciel du simulateur Oktal : 8 000 €
 Essais sur circuit fermé avec un véhicule autonome expérimental (1000€/jour) : 5 000 €
 Mise à disposition du véhicule et du pilote : 3 000 €
 Indemnisation des participants (sur circuit) : 1 000 €

Part demandée à la Fondation MAIF

Ressources humaines (~~124 008 €~~ 123 960 €):

~~Post-doc, 24 mois soit 24x5167 € (chargé) = 124 008 €~~
 Post-doc, 24 mois soit 24 x 4 120 € (chargé, expérience < 3 ans) = 89 880 €
 Ingénieur IA 12 mois soit 12 x 2840 € (chargé) = 34 080 €

Equipement (~~9 500 €~~ 2 075 €):

Upgrade de 3 écrans graphiques 30 » incurvés + support = 1 500 €
~~Maintenance mise à jour du logiciel du simulateur Oktal : 8 000 €~~
 Caméra GoPro Hero5 = 575 €

Fonctionnement (13 150 €):

Frais de publication OpenAccess = 3 000 €
 Missions (Marseille-Vélizy, 3 jours x 3 personnes x 5 séjours) = 9 150 €
 Petit matériel (électrodes, stockage des données, etc.) = 1 000 €

Total de la subvention (C): ~~146 658 €~~ 139 233 € - 139 185 €

Cout global du projet (A+B+C): ~~371 471,90 €~~ 381 143,15 €

Nouvelle version du budget du projet. (nov 2020):

Ressources humaines (133 508 €):

Post-doc, 28 mois et Ingénieur 12 mois (salaire chargé) = 133 508 €

Equipement (2 075€):

Logiciel pour l'importation temps réel des données BIOPAC = 1 500 €
 Caméra GoPro Hero5 = 575 €

Fonctionnement (3 650 €):

Frais de publication OpenAccess = 2 000 €
 Missions (Marseille-Vélizy, 3 jours x 3 personnes x 5 séjours) = 650 €
 Petit matériel (électrodes, stockage des données, etc.) = 1 000 €

Total de la subvention: 139 233 €

Factures acquittées sur la subvention Fondation MAIF (Equipement, fonctionnement)

Date	produit	Fournisseur	Montant HT
19/02/2019	Camera GoPro Hero 7	LDLC-PRO.COM	431,41
19/02/2019	Adaptateur carte mémoire	LDLC-PRO.COM	189,96
24/04/2019	Petit matériel (panneaux isolants simu)	Rembt ticket de caisse	215,00
13/05/2019	300 Electrodes pour Biopac	CEROM	285,00
23/10/2019	Disque dur + adaptateur	UGAP	125,19
26/02/2020	Logiciel BHAPI pour Biopac	CEROM	1 300,00
16/04/2020	4 webcams Logitech HD C920	LDLC-PRO.COM	277,43
A venir	Frais de publication Open Access		1 500,00
		TOTAL HT	4 323,56
		TOTAL TTC	5 188,27

Factures acquittées sur les budgets de l'équipe et de l'OpenLab

20

FACTURES ACQUITTEES SUR LE BUDGET OPENLAB

Date	produit	Fournisseur	Montant HT
03/09/2018	Licence SCANeR et maintenance	AVSimulation	5 060,00
13/09/2019	2 disques externes USB 4 To et 2 To	LDLC-PRO.COM	445,68
31/01/2019	Licence SCANeR véhicule autonome	AVSimulation	3 300,00
10/03/2020	100 Electrodes ECG	CEROM	70,00
20/01/2019	Mise à jour Tobii (oculomètre)	tobii	3 853,80
08/01/2019	Barrette mémoire DDR3 16 GB	LDLC-PRO.COM	156,62
		TOTAL HT	12 886,10
		TOTAL TTC	15 463,32

FACTURES ACQUITTEES SUR LE BUDGET DE L'EQUIPE (AMU et CNRS)

Date	produit	Fournisseur	Montant HT
7/09/2017	Serveur bi-Xeon Precision TOWER 7810	DELL	3 825,00
17/09/2020	3 écrans 43 pouces Hisense (simu)	LDLC-PRO.COM	1 035,32
17/09/2020	Carte graphique 4K GeForce RTX 2080	Amazon.com	770,82
22/09/2020	3 supports écran VESA	LDLC-PRO.COM	45,32
		TOTAL HT	5 676,46
		TOTAL TTC	6 811,75

Synthèse comptable

21

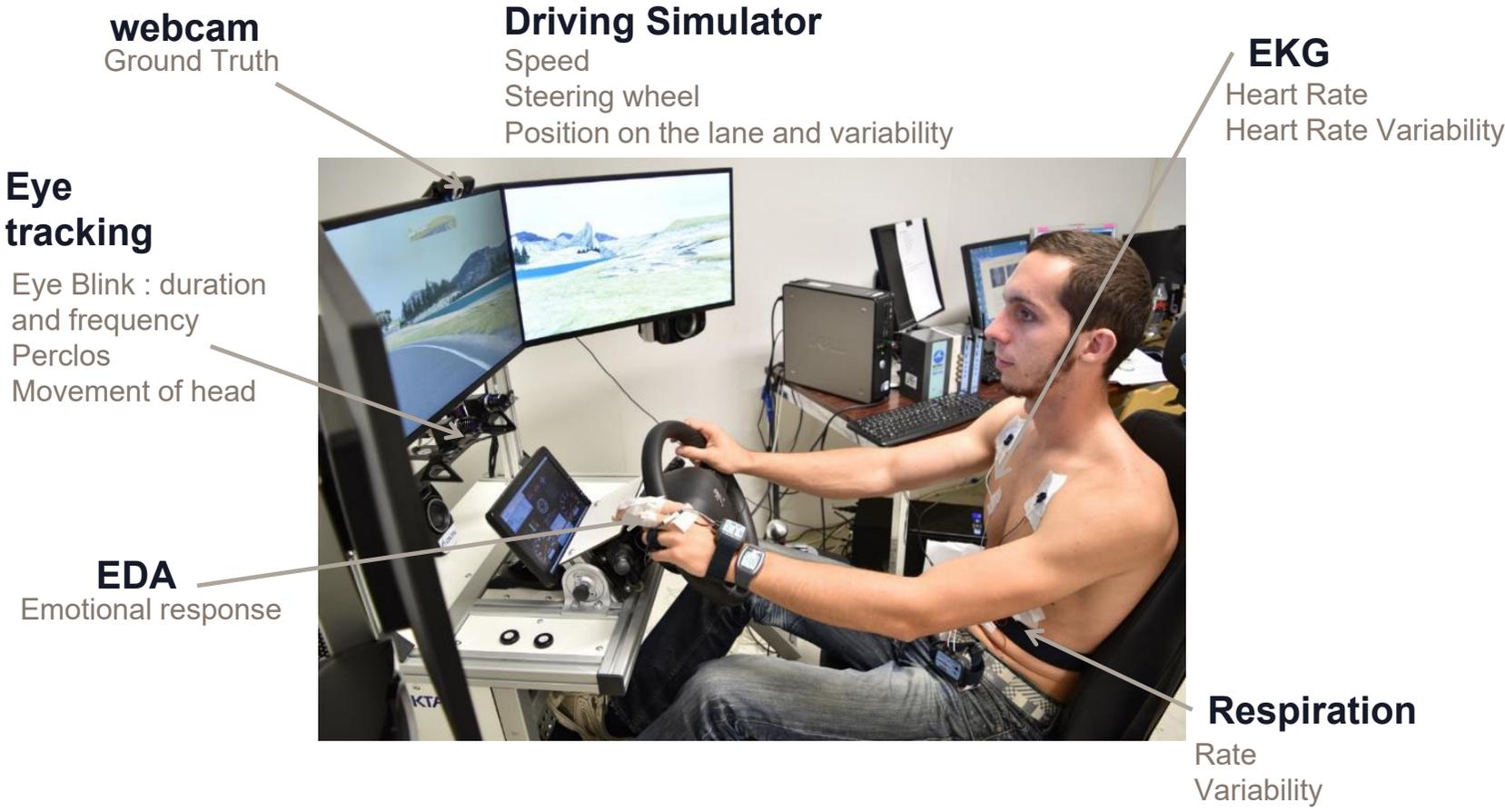
SYNTHESE – Cout total du projet : 373 587,79 €

Crédits FONDATION MAIF	139 256,95 € (139 233,00 €)	100,02%
• Matériel	5 188,27 (5075,00)	102,23%
• Déplacements	425,68 (650,00)	65,49%
• Ressources humaines	133 643,00 (133 508,00)	100,10%
Crédits OpenLab (ProtisValor + PSA)	40 713,46 €	
• Matériel	15 463,32	
• Ressources humaines	25 250,14	
Crédits ISM	193 617,38 €	
• Matériel	6 811,75	
• Ressources humaines	186 805,63	

Plan

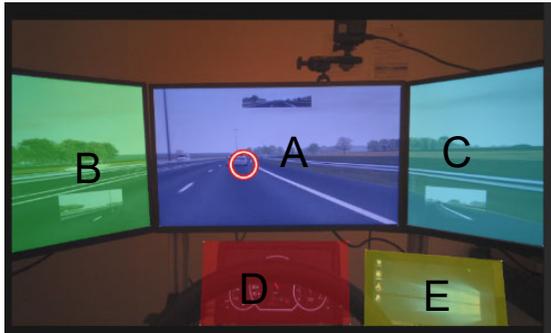
- A. Expérience 1 : Etude de l'influence de la **DUREE** sur la performance de reprise en main dans un scénario de conduite autonome de Level 3.
- B. Expérience 2 : Monitoring du conducteur basé sur des mesures physiologiques en temps réel et influence d'un état précoce de somnolence sur la capacité de reprise en main dans un scénario de conduite autonome de Level 2.
- C. Etude de cas : Roulage en conditions réelles
- D. Synthèse des résultats
- E. Conclusion générale

Simulateur statique (Marseille)



Methode et Design : Les outils de mesures: Variables physiologiques et Oculométriques

24



Découpage en aires d'intérêts



Ex Heatmap 1 minute avant l'apparition du TOR



Ex Heatmap 1 minute après l'apparition du TOR

- Le **signal oculométrique** général
 - Types de mouvements oculaires : Fixations, saccades, clignements
 - Fréquences et durées en fonction des phases d'intérêts.
 - Aires d'intérêts en fonction des phases de conduites :
 - Découpage en 3 aires d'intérêts centrales :
 - A. Vue conduite (A + B+ C)
 - D. Panneau de bord
 - E. Device dédié à la tâche secondaire.



Methode et Design : Les outils de mesures: Variables physiologiques et Oculométriques

Variables physiologiques : EDA, PPG, ECG, Activité Respiratoire

- Activité Respiratoire
- Réponse électrodermale – EDA/PPG
- Rythme Cardiaque – ECG

Ces mesures prises séparément, et groupées sont des marqueurs forts de l'apparition de la somnolence, et d'un changement d'état de la vigilance. (Chowdhury et al., 2018)



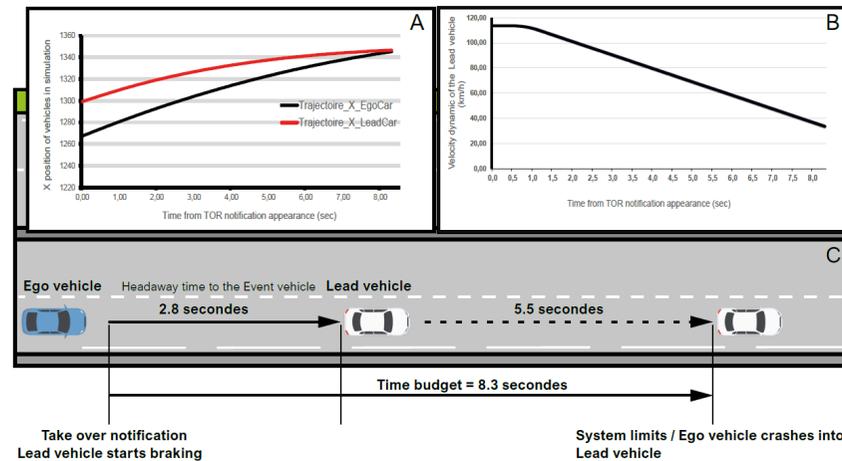
Etude 1 : Effet de la DUREE sur le retour dans la boucle de contrôle.

Méthodologie

- ▶ 52 Sujets
- ▶ Répartis en 4 groupes de durée
 - ▶ C05 (n=13), C15 (n=13), C45 (n=13) et C60 (n=13) minutes.
 - ▶ Chaque sujet réalise deux séquences de la durée à laquelle il est associé.

Dynamique de l'événement

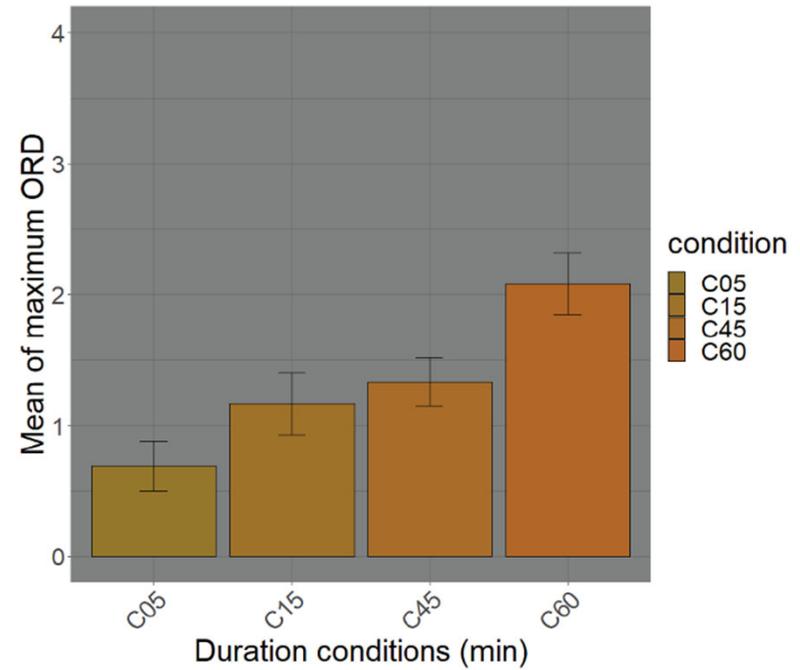
Temps disponible avant collision : 8,3 secondes



Etude 1 : Effet de la DUREE sur le retour dans la boucle de contrôle.

EN MOYENNE

Apparition de la somnolence augmente avec la durée

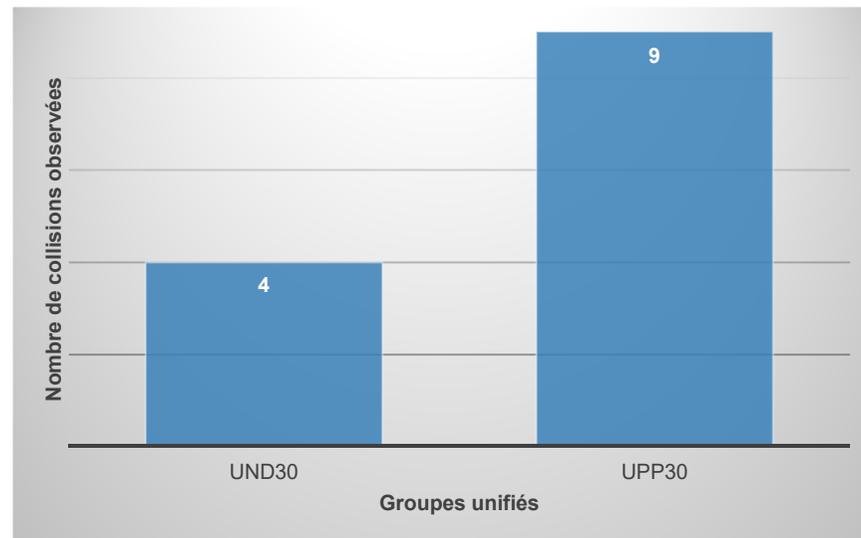


Etude 1 : Effet de la DUREE sur le retour dans la boucle de contrôle.

28

EN MOYENNE

On reporte plus de
crashes pour les longues
durées que pour les
faibles durées (Und30 = C05+C15
; Upp30 = C45+C60)

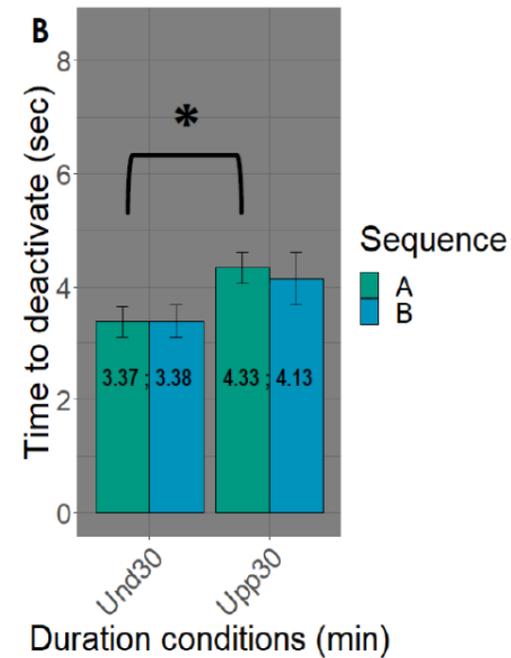


Etude 1 : Effet de la DUREE sur le retour dans la boucle de contrôle.

29

EN MOYENNE

Des temps de réaction qui augmentent avec des durées de délégation plus importantes.

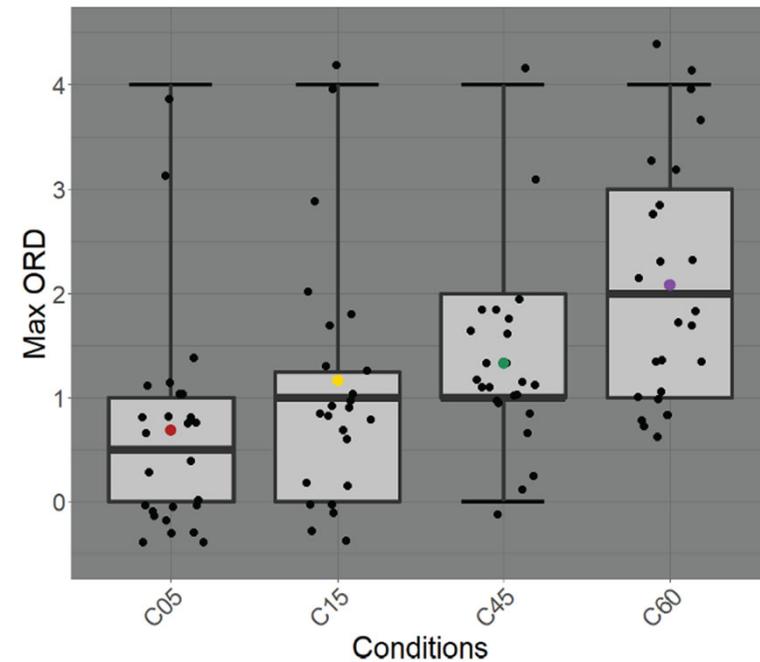


Etude 1 : Effet de la DUREE sur le retour dans la boucle de contrôle.

30

Cas Individuel

Variabilité importante de la somnolence et de la mesure de performance.



Etude 1 : Conclusions sur les effets de la DUREE

31

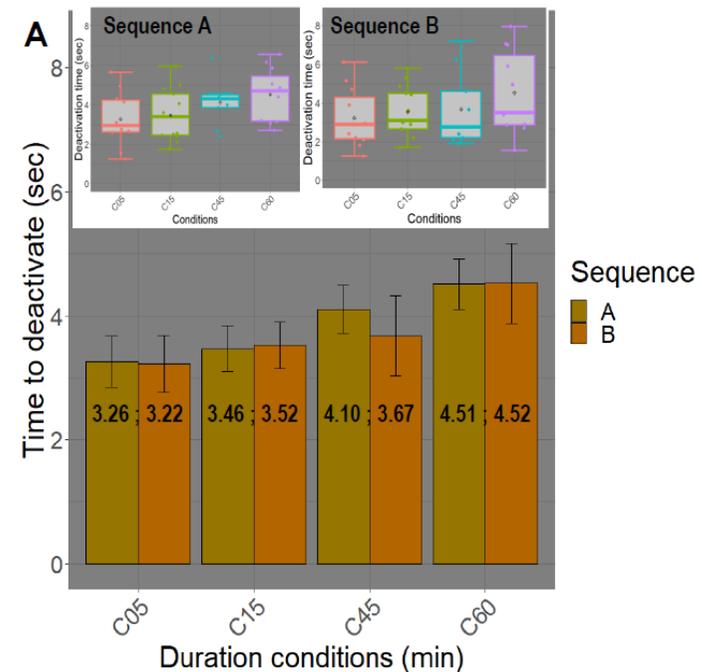
1. La qualité de reprise en main dépend :
 1. *plus des individus a priori que de la durée.*
 2. *Du niveau attentionnel des conducteurs sur l'environnement de conduite.*
2. Si la probabilité d'occurrence d'un processus à risque comme la somnolence augmente bien avec la durée alors ***cette probabilité augmente aussi pour d'autres processus attentionnels comme la dérive attentionnelle, le « mind-wandering », le « mind-blanking » etc ...***

Etude 1 : Effet de la SEQUENCE sur le retour dans la boucle de contrôle.

32

EN MOYENNE

Le nombre de collisions et les temps de réaction restent stable d'une séquence à l'autre.

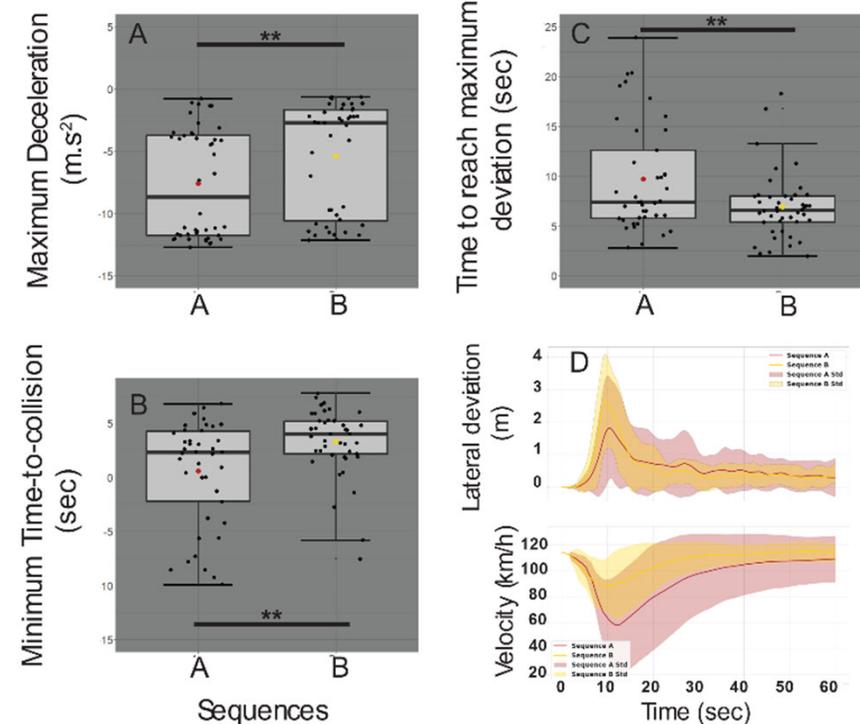


Etude 1 : Effet de la SEQUENCE sur le retour dans la boucle de contrôle.

33

EN MOYENNE

La performance de reprise en main est **nettement améliorée** d'une séquence à l'autre, sur tous les aspects du contrôle.



Etude 1 : Effet de la SEQUENCE sur le retour dans la boucle de contrôle.

34

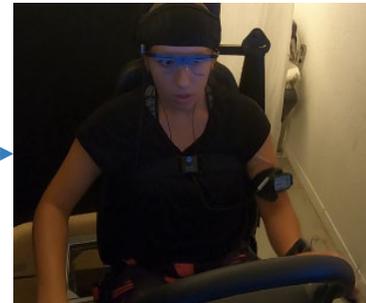
Cas Individuel

Aucun sujet ne s'est crashé deux fois, mais les raisons des collisions sont variables

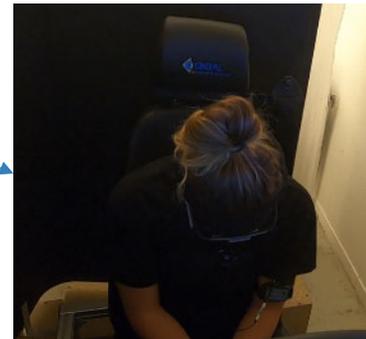
Absence de détection



Surprise



Somnolence

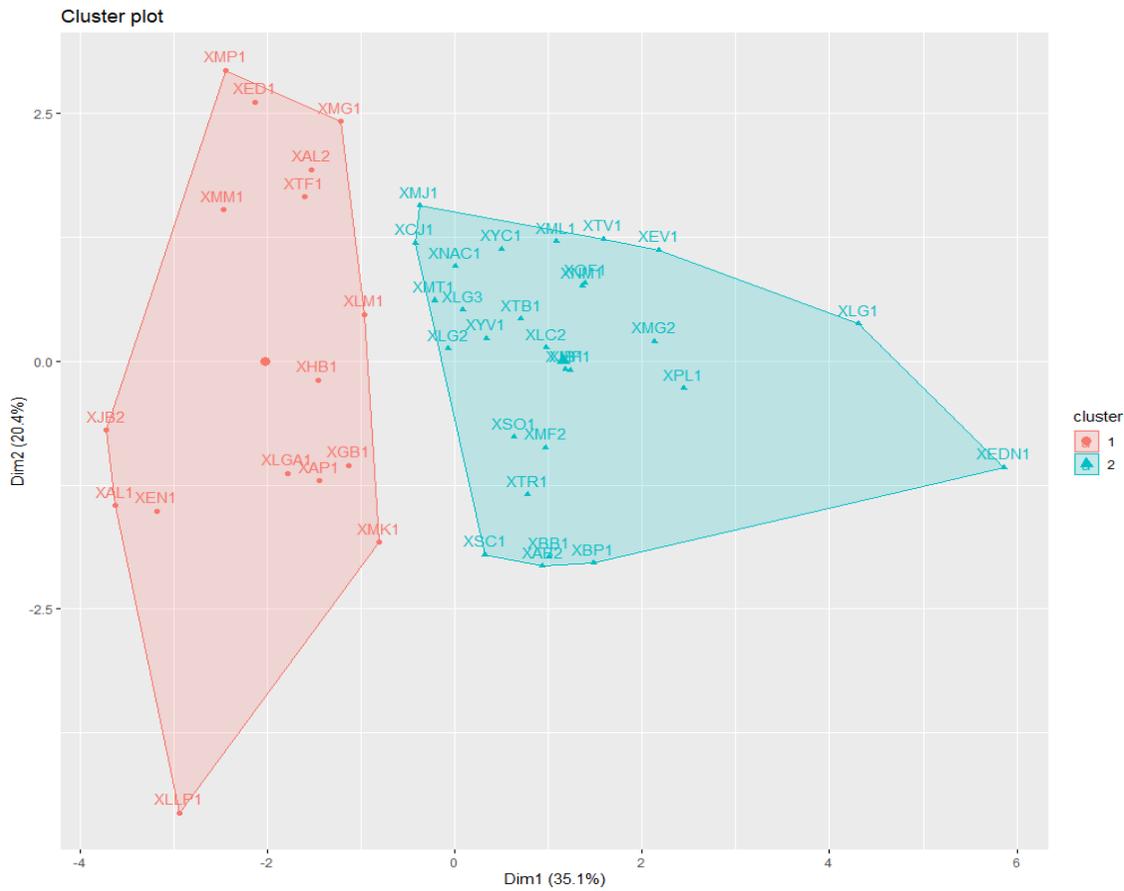


Etude 1 : Conclusion sur les effets de la SEQUENCE

35

1. La qualité de reprise en main *est rapidement améliorée par la répétition d'un scénario*
2. L'adaptation/apprentissage qui émerge de la répétition non supervisée *n'est pas forcément une contre mesure efficace à l'augmentation du risque (nombre de collision stable dans les deux séquences en moyenne).*

Etude 1 : Classification des stratégies oculomotrices



SEQUENCE A

Cluster | fixation_nb | fixation_meanD | saccade_nb | saccade_meanD | Pupil_G_variance | Pupil_D_variance

1 **119.37500** **322.7910** **127.62500** **71.40680** **0.1741282**
0.1661939

2 **95.46429** **582.6958** **92.60714** **68.51639** **0.1235706**
0.1280749

dur_tot_fixation | AOI_DE | AOI_MV | AOI_DB | eyesnotfound_perc

1 38.06356 **36.928** **53.807** 2.53340 15.886164

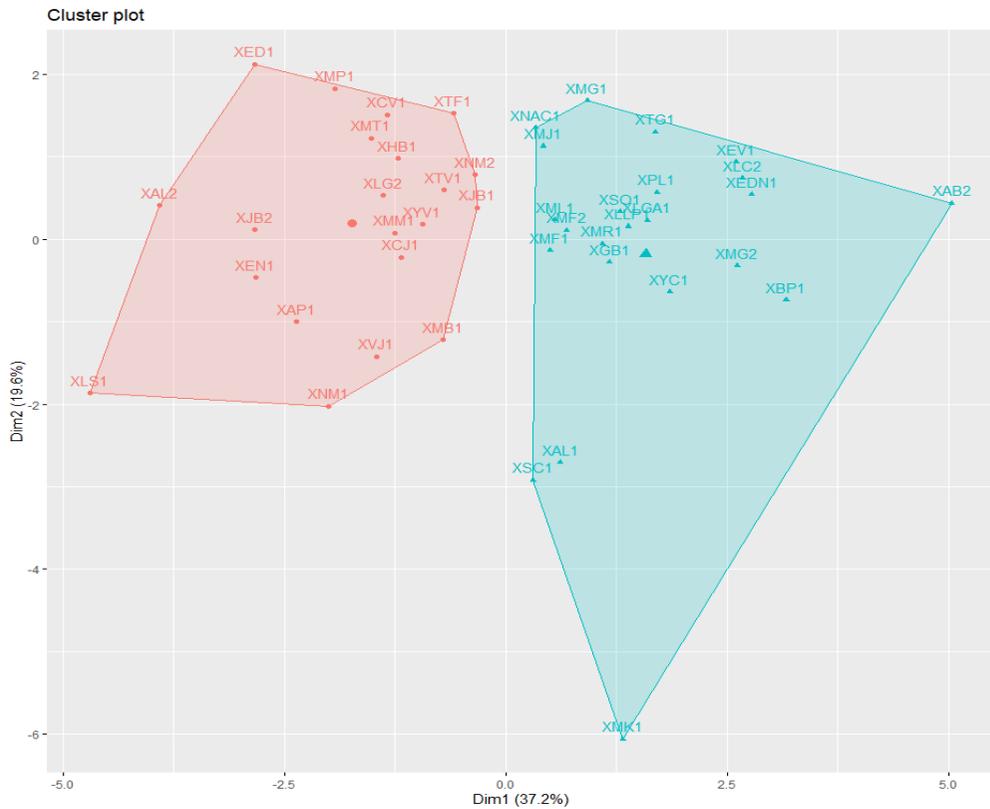
2 48.24718 **6.625** **89.167** 0.69682 5.767106

Cluster 1 = 16

Cluster 2 : 28



Etude 1 : Classification des stratégies oculomotrices



cluster	fixation_nb	fixation_meanD	saccade_nb	saccade_meanD	Pupil_G_variance	Pupil_D_variance
1	123.19048	337.43	125.28	71.38	0.1107	0.1169
2	87.73913	628.59	73.17	64.76	0.1805	0.1637

cluster	dur_tot_fixation	AOI_DE	AOI_MV	AOI_DB	eyesnotfound_perc
1	41.31300	27.116640	67.01695	0.3233	10.074
2	51.87235	6.177486	89.79892	1.1438	4.497

Cluster 1 = 21 ; **Cluster 2 : 23**

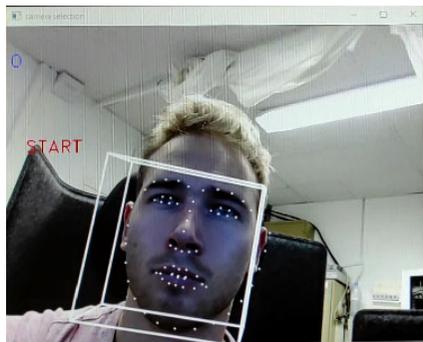
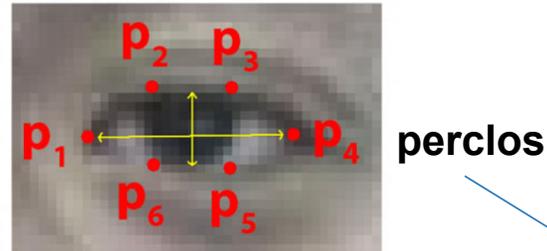
Etude 1 : Conclusion

38

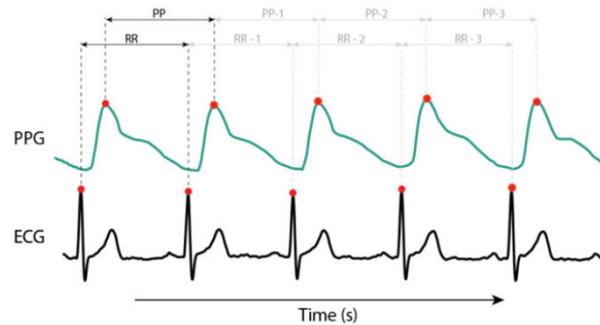
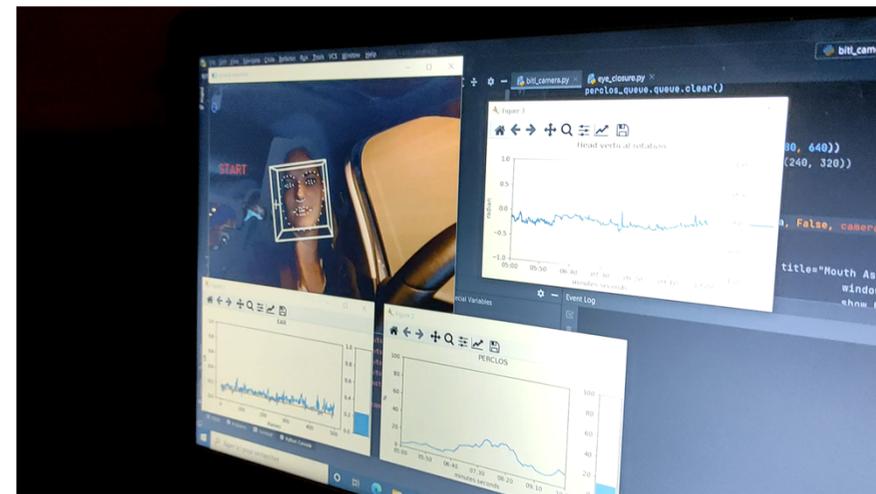
On constate une augmentation notable de risques aléatoires. Les risques dépendent plus des propriétés individuelles que du contexte.



Etude 2 : Développement d'un outil de monitoring temps-réel (stage de M2 et recrutement de Guillaume Ollier)

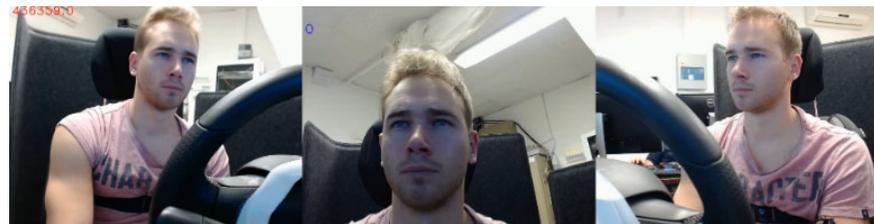


mouvements

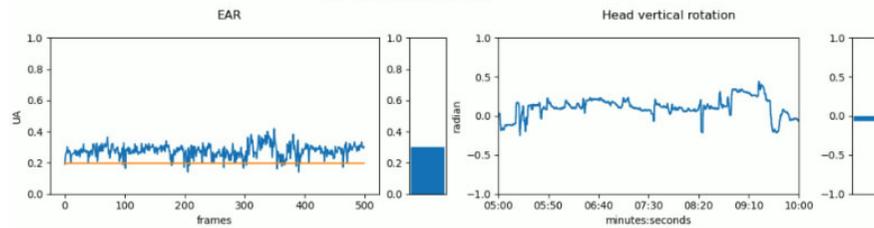
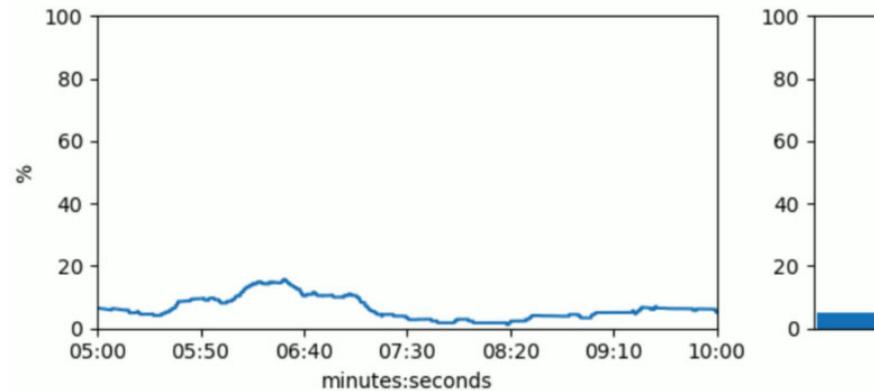


Paramètres cardiaques

Etude 2 : Développement d'un outil de monitoring temps-réel (stage de M2 et recrutement de Guillaume Ollier)



PERCLOS



Etude 2 : Mise à jour du simulateur (écrans 43 pouces 4K)

41



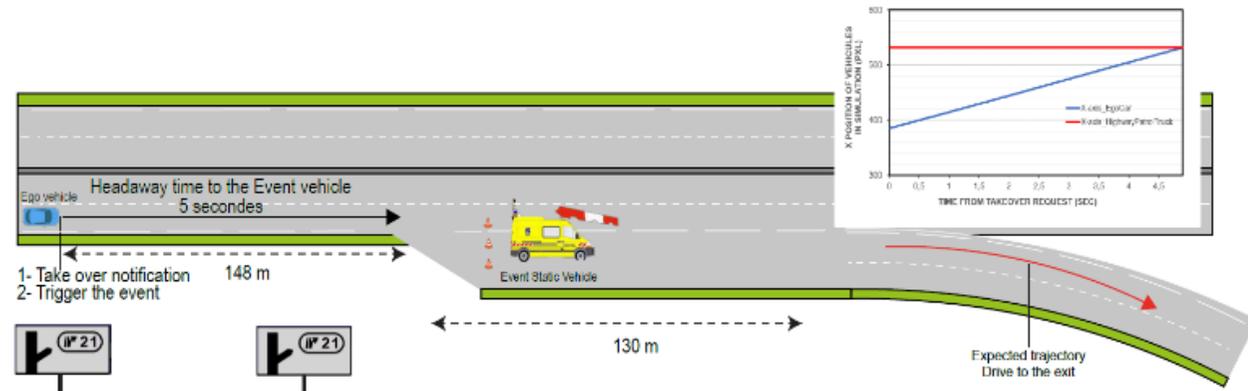
Etude 2 : Monitoring du conducteur et influence d'un état précoce d'altération de la vigilance sur la capacité de reprise en main.

Méthodologie

- ▶ N = 18 divisé en deux groupes selon l'évaluation d'un changement d'état basé sur le PERCLOS (> 20%) entre autres.
- ▶ La reprise en main est déclenchée par l'expérimentateur.
- ▶ Tâche complexe : éviter un véhicule patrouilleur à l'arrêt tout en respectant l'indication gps « Prendre la sortie ».

Dynamique de l'événement

Temps disponible avant collision : 5 secondes



Etude 2 : Monitoring du conducteur et influence d'un état précoce d'altération de la vigilance sur la capacité de reprise en main.



A.

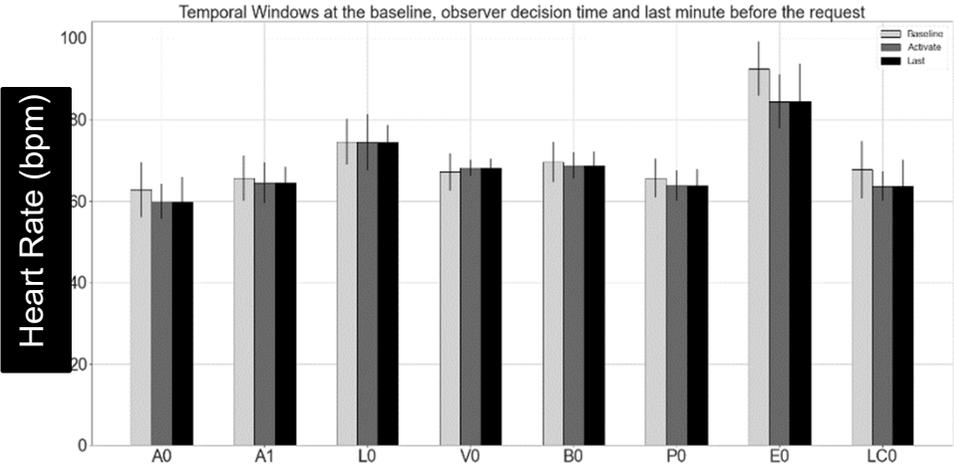
B.



C.

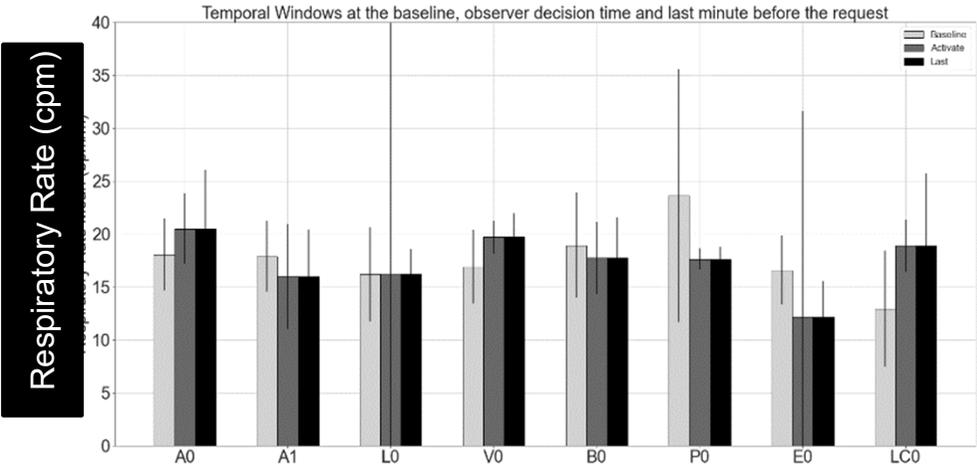
Etude 2 : Mesures Physio

Mean Heart Rate (bpm)



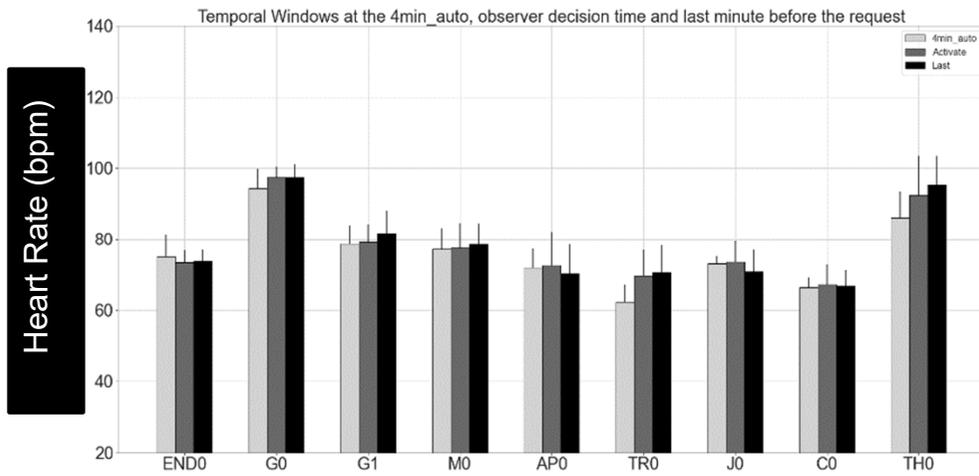
Groupe « Drowsy »

Respiratory Rate (cpm)

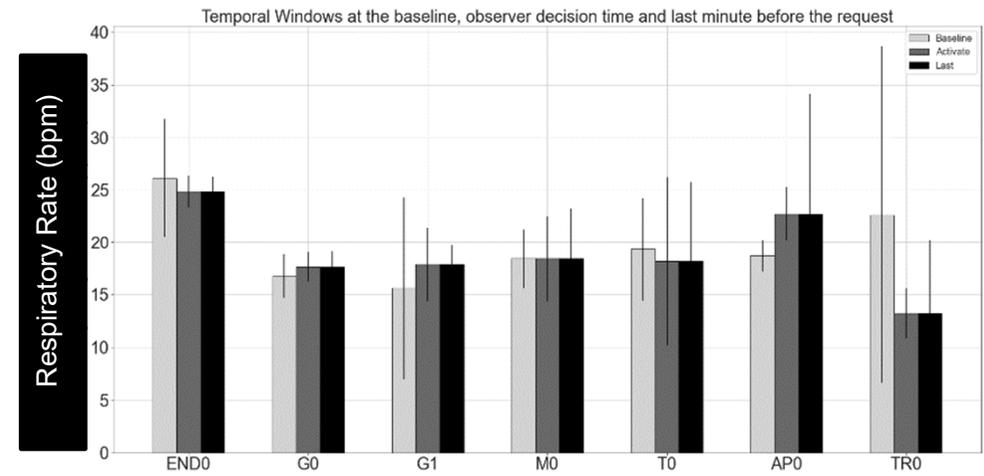


Etude 2 : Mesures Physio

Mean Heart Rate (bpm)



Respiratory Rate (cpm)

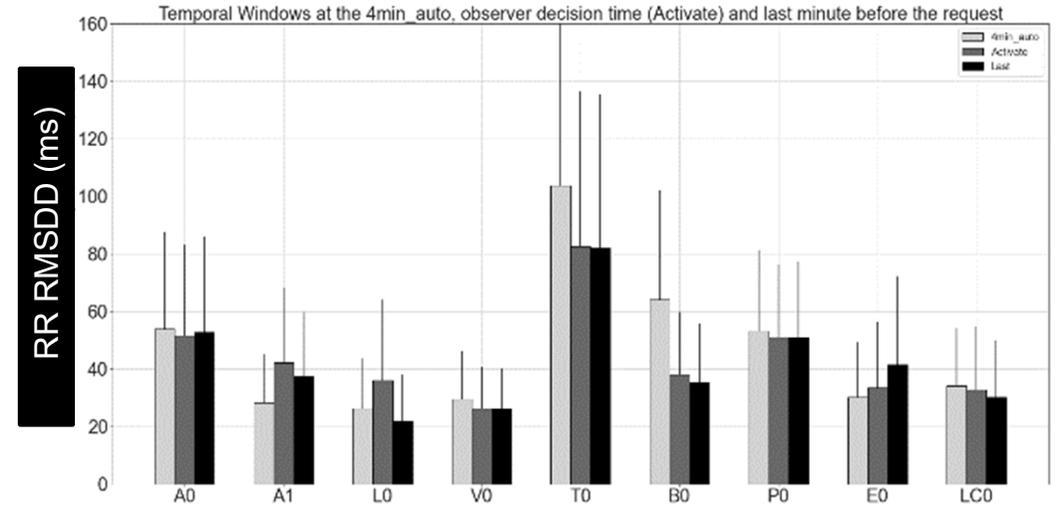


Groupe « Not Drowsy »

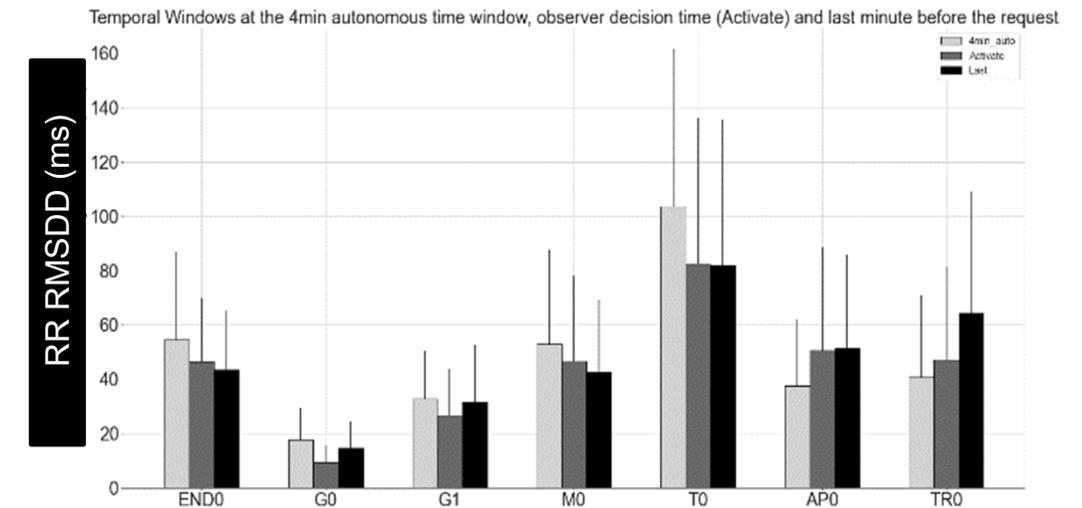
Etude 2 : Mesures Physio

En Moyenne

Dans notre procédure ces mesures physiologiques ne reflètent pas de tendance moyenne.



Groupe « Drowsy »

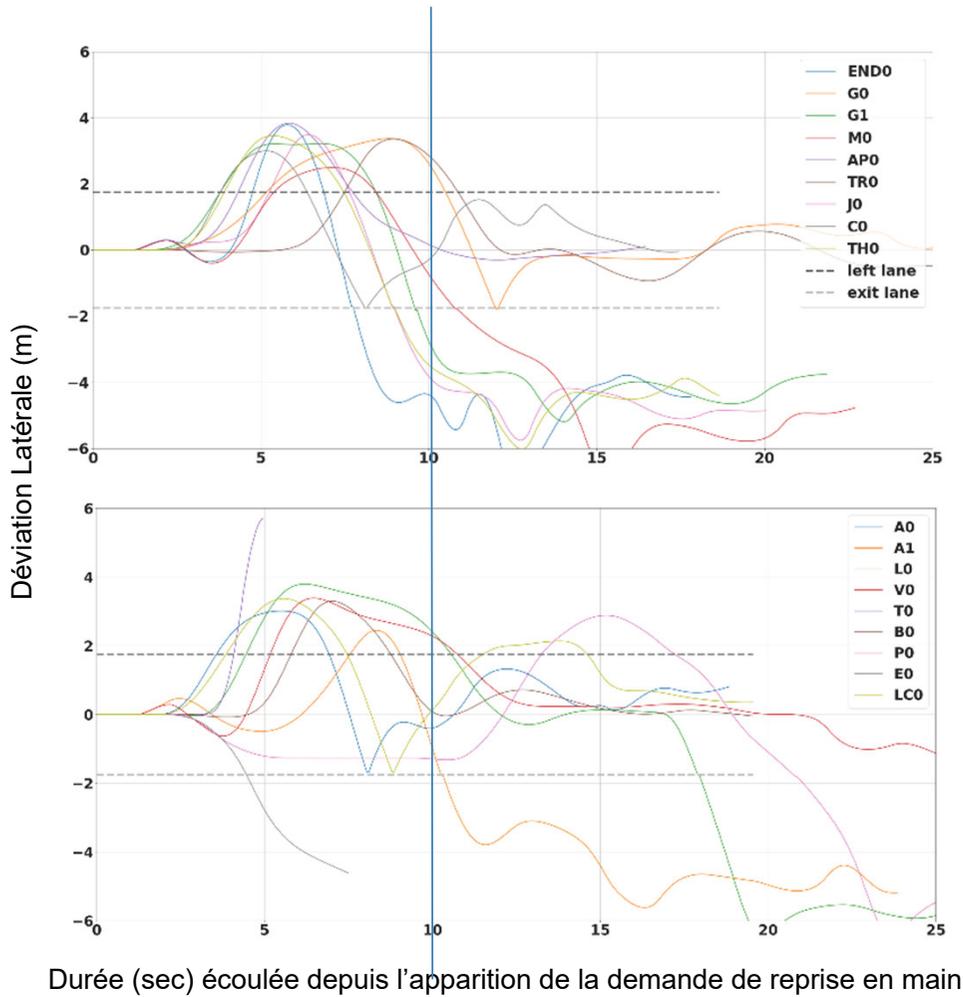


Groupe « Not Drowsy »

Etude 2 : Monitoring du conducteur, influence d'un état précoce sur la capacité de reprise en main.

En Moyenne

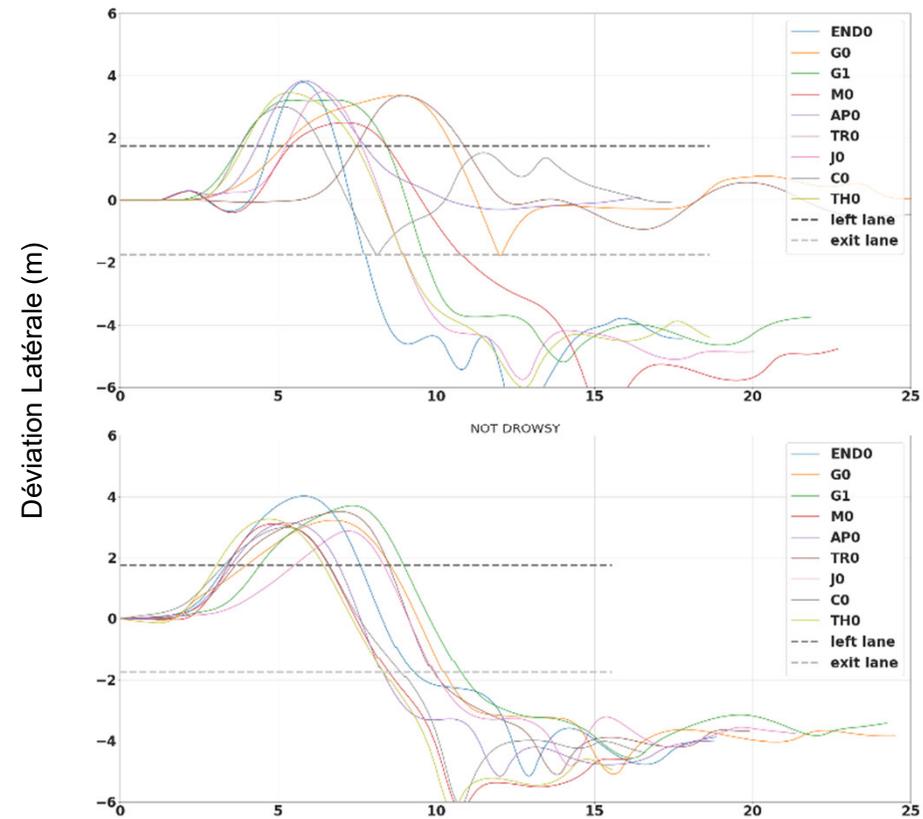
Le respect de la tâche est bien moins présent dans le groupe « Drowsy » que dans le groupe « Not Drowsy ».



Etude 2 : Monitoring du conducteur, influence d'un état précoce sur la capacité de reprise en main.

En Moyenne

Le contrôle du véhicule est plus dégradé après reprise en main que pendant la conduite manuelle



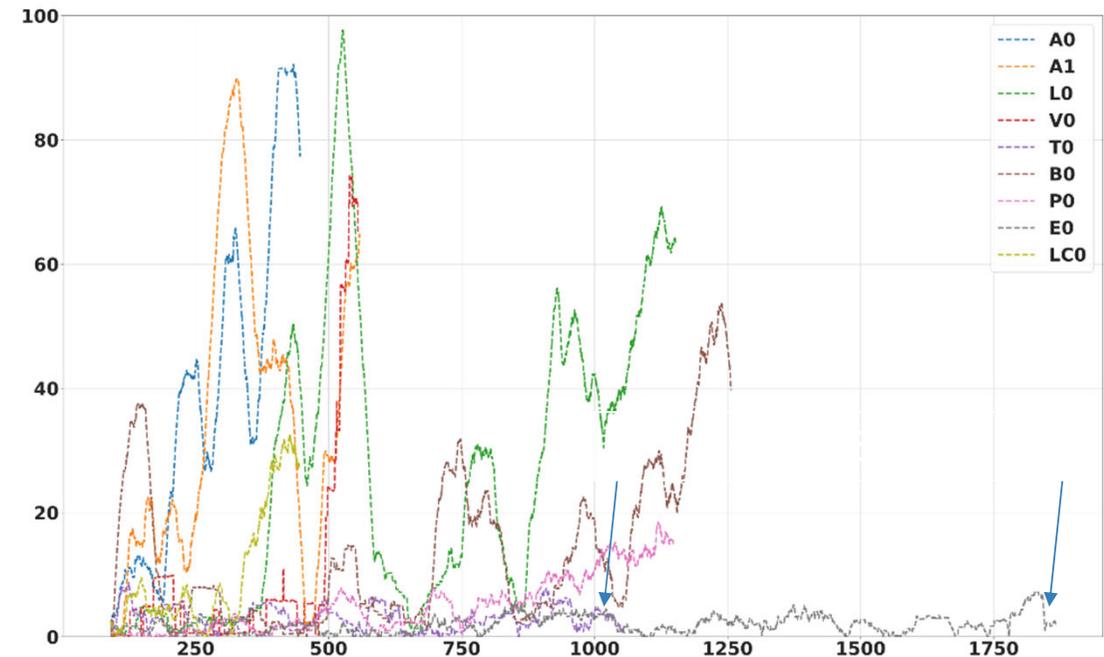
Durée (sec) écoulee depuis l'apparition de la demande de reprise en main

Etude 2 : Monitoring du conducteur, et influence d'un état précoce sur la capacité de reprise en main.

49

Cas Individuel

Pas de corrélation entre PERCLOS et la performance car le monitoring est centré sur la vigilance qui n'est pas l'état déterminant



Etude 2 : CONCLUSION

50

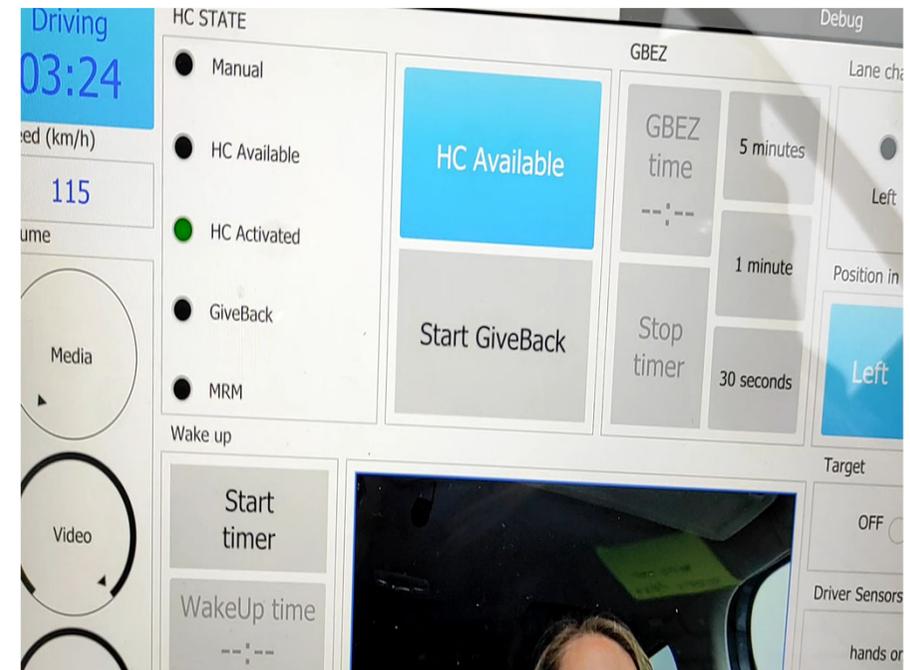
1. Le PERCLOS représente une mesure trop variable qui peut être dégradée par la simple fermeture des yeux et qui ne reflète pas forcément un état somnolent.
2. Un monitoring lié à la somnolence n'est pas suffisant car il ne capte pas tous les processus attentionnels dégradés.
3. Les autres mesures physiologiques (cardiaque et resp) ne sont pas particulièrement pertinentes en simulateur (Thèse E. Gemonet, 2021 – Validité écologique d'un simulateur).

Etude de cas : Roulage en condition réelle

51

Méthodologie

- ▶ Roulage en condition réelle, avec véhicule magicien d'Oz.
- ▶ 10 roulages en tout avec 4 sujets
- ▶ Level 2 et level 3 expérimentés.
- ▶ La demande de reprise en main a été effectuée en fonction de l'état du conducteur ou de la simulation d'un problème de signalisation sur la route.



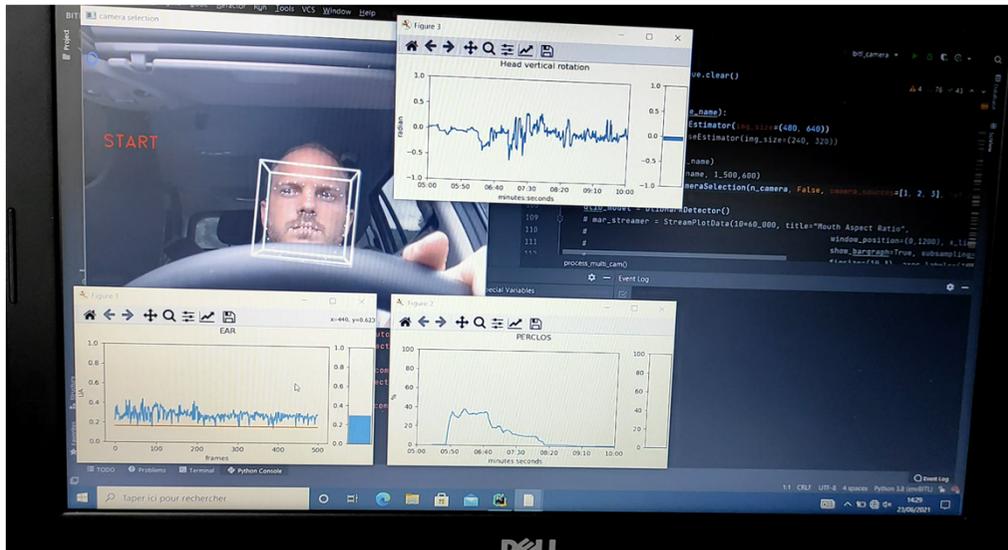
Véhicule expérimental PSA

52



Etude de cas : Roulage en condition réelle

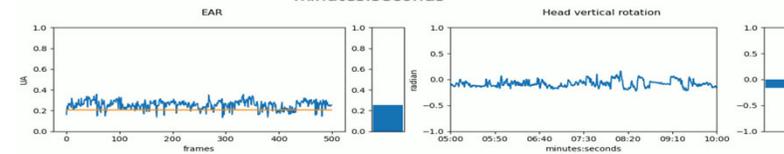
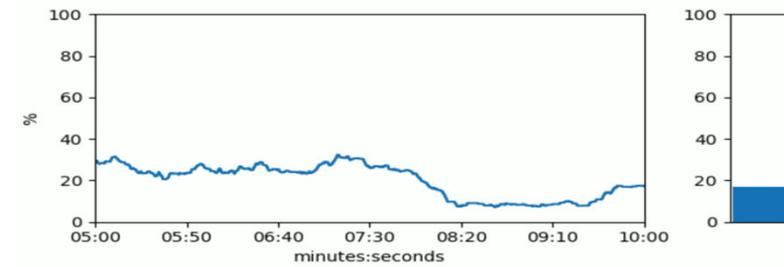
► Le système de monitoring est efficace si la luminosité n'est pas trop forte.



Stabilité des marqueurs faciaux



PERCLOS

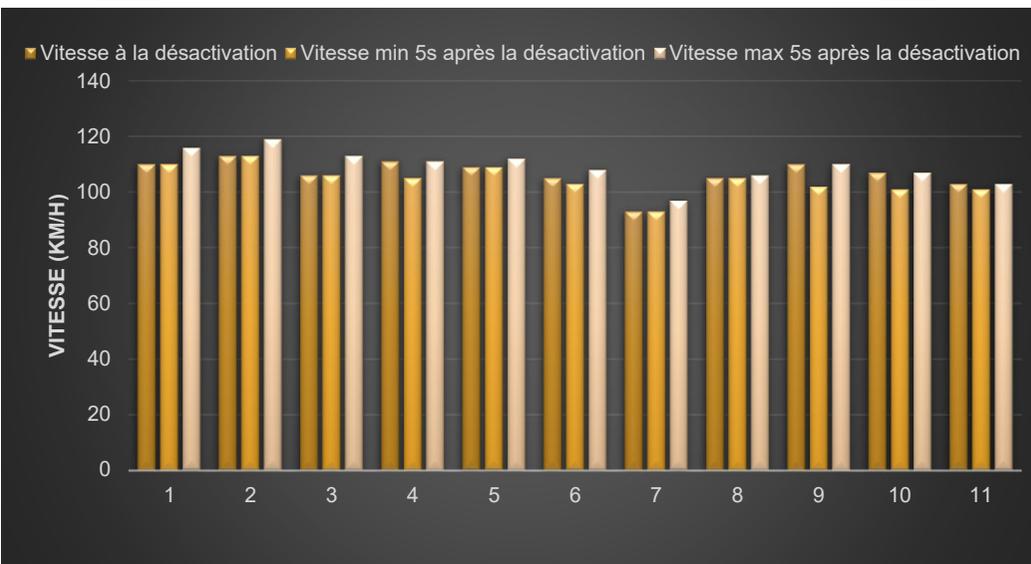


Augmentation du PERCLOS

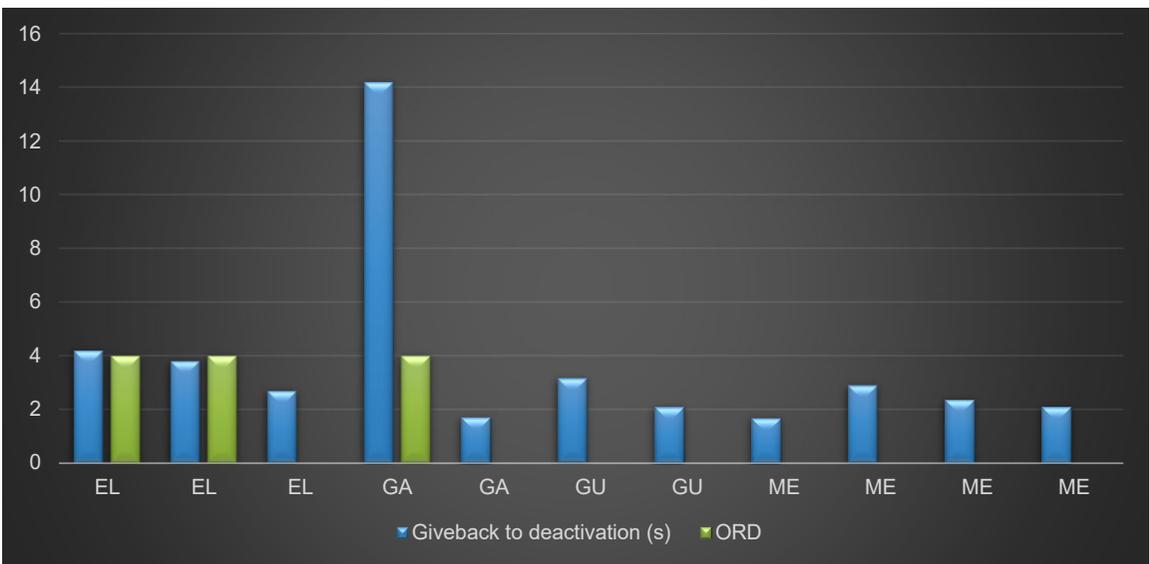
Etude de cas : Roulage en condition réelle

54

Vitesses moyennes observées après désactivation.



Temps de réaction et ord



Si la situation de reprise en main n'était pas la même que pour les conditions simulateurs, on constate une différence sur l'action pédale au moment de la reprise en main :
simulateur == freinage // roulage réel == absence de freinage

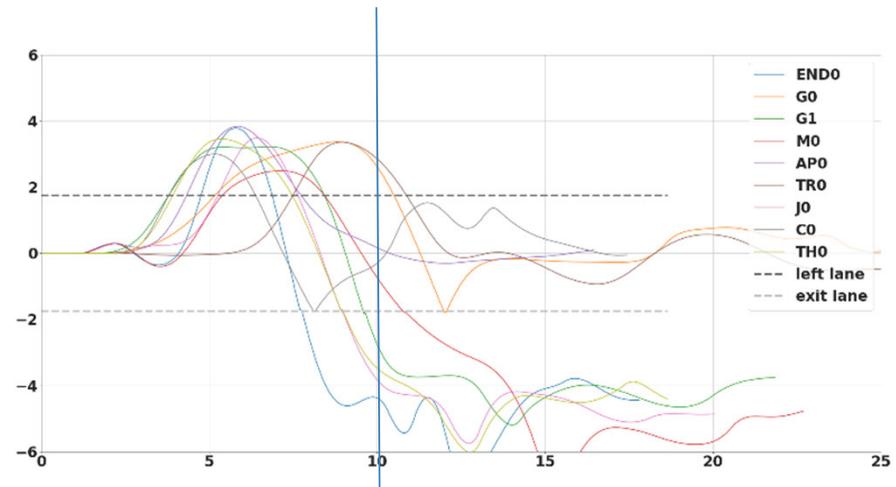
Synthèse des résultats du projet

55

- i. Il est difficile de prédire et d'anticiper le comportement d'un conducteur avec une faible base de données à cause de la grande variabilité interindividuelle.
- ii. Nous avons mesuré dans ce sens un effet non linéaire de la durée de délégation sur la capacité de reprise en main du véhicule.
- iii. La somnolence n'est pas le seul état déterminant puisqu'il représente un état extrême de perte de vigilance que l'on sait monitorer et traiter.
- iv. C'est l'état attentionnel du conducteur qu'il faut être capable de monitorer car sa dégradation est sous tendue par des processus cognitifs antérieurs à l'apparition de la somnolence (« mind-wandering », « mind-blanking », etc ...)
- v. Ces états et les effets d'interactions entre d'autres facteurs comme la durée et le type de tâche secondaire sont susceptibles de faire varier en positif ou en négatif la capacité du conducteur à revenir dans la boucle de contrôle.
- vi. On constate chez certains participants une adaptation rapide à l'exposition répétée et à la pratique des individus qui semble positive en termes de sécurité.

Du simulateur au réel

56

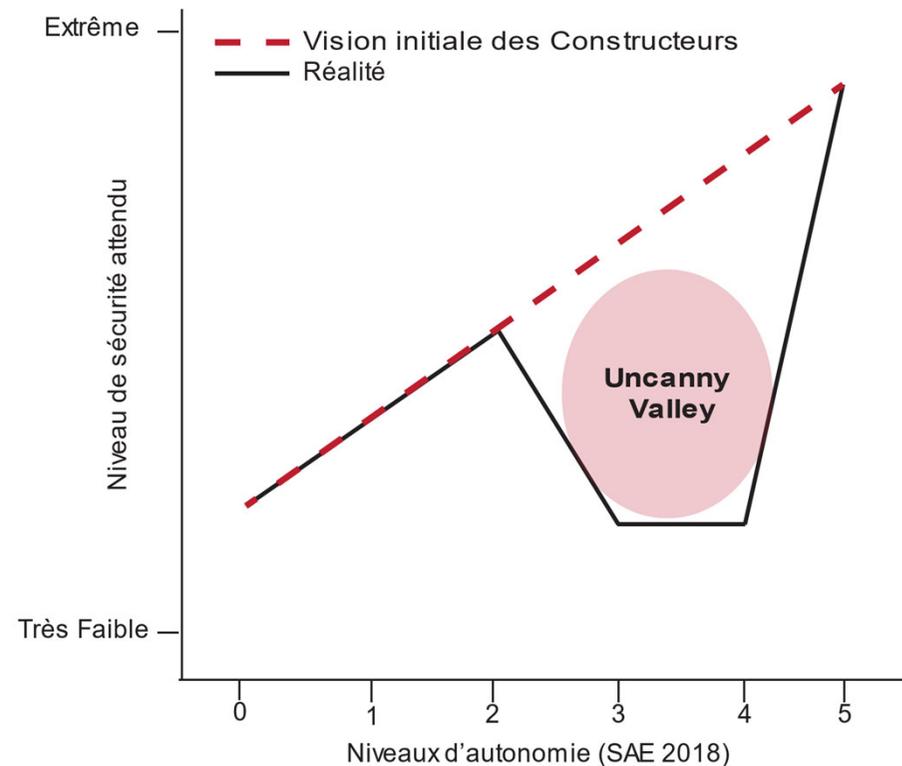


- i. Le caractère aléatoire de la performance du conducteur rend probablement caduque le time budget potentiellement envisagé par les constructeurs (10 secondes).
- ii. L'absence de danger en simulateur représente une différence majeure dans l'appréhension de la dynamique de certains processus attentionnels.
- iii. L'adaptation observée après plusieurs répétitions nécessite de questionner le transfert de compétences vers une situation nouvelle et de caractériser le maintien de l'adaptation et des apprentissages dans le temps → Formation nécessaire avant l'utilisation en réel ?

CONCLUSION GENERALE

57

- ▶ Alors que les constructeurs visent une augmentation de la sécurité en lien avec l'augmentation du niveau d'autonomie, le niveau 3 représente en fait une « vallée de l'étrange ».
- ▶ Tandis que le niveau 2 représente un argument commercial peu convaincant tout en ne garantissant pas une sécurité accrue par rapport au mode manuel.
- ▶ De nouvelles compétences sont peut être nécessaires afin d'assurer une reprise en main sécurisée en niveau 2 : quelles compétences / quelle formation ?



fondation
MAIF pour la
recherche



INSTITUT ////////////////
DES SCIENCES ETIENNE
DU MOUVEMENT JULES
////////////////////// MAREY

