



**HAL**  
open science

## Plate-forme médicale intégrée à un simulateur immersif de conduite

Kamel Haddadi, Mohamed Sebbache, Stéphane Caro, Ludovic Desplanque,  
David Glay, Christophe Loyez

### ► To cite this version:

Kamel Haddadi, Mohamed Sebbache, Stéphane Caro, Ludovic Desplanque, David Glay, et al.. Plate-forme médicale intégrée à un simulateur immersif de conduite. CNRIUT 2023 Saint Pierre - La Réunion, IUT de Saint Pierre, Jun 2023, Saint Pierre (La Réunion), La Réunion. hal-04326697

**HAL Id: hal-04326697**

**<https://hal.science/hal-04326697v1>**

Submitted on 6 Dec 2023

**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.

---

## Plate-forme médicale intégrée à un simulateur immersif de conduite

---

Kamel Haddadi<sup>1</sup>

[kamel.haddadi@univ-lille.fr](mailto:kamel.haddadi@univ-lille.fr)

Mohamed Sebbache<sup>1</sup>

[mohamed.sebbache@univ-lille.fr](mailto:mohamed.sebbache@univ-lille.fr)

Stéphane Caro<sup>2</sup>

[stephane.caro@univ-eiffel.fr](mailto:stephane.caro@univ-eiffel.fr)

Ludovic Desplanque<sup>1</sup>

[ludovic.desplanque@univ-lille.fr](mailto:ludovic.desplanque@univ-lille.fr)

David Glay<sup>1</sup>

[david.glay@univ-lille.fr](mailto:david.glay@univ-lille.fr)

Christophe Loyez<sup>1</sup>

[christophe.loyez@univ-lille.fr](mailto:christophe.loyez@univ-lille.fr)

<sup>1</sup> IUT de Lille, Université de Lille

IEMN - Institut d'Electronique, de Microélectronique et de Nanotechnologie, UMR CNRS 8520

<sup>2</sup>Université Gustave Eiffel

PICS-L - Laboratoire sur la Perception, les Interactions, les Comportements et la Simulation des usagers de la route

**Thèmes** – *Électronique, Informatique*

**Résumé** – *L'objectif de ce projet réside dans la mise en œuvre de solutions matérielles et logicielles pour l'établissement d'une base de données entre (i) les signaux physiologiques de conducteurs de véhicules, (ii) les données de conduite et (iii) des scénarios test de conduite préalablement établis. En particulier, ce travail repose sur le développement d'une plate-forme de capteurs médicaux afin d'extraire les valeurs extra-physiologiques en fonction du temps. Cette plate-forme est intégrée à un simulateur de conduite pour pouvoir évaluer différents scénarios avec plusieurs conducteurs test.*

**Mots-Clés** – *Conduite automobile, Simulateur de conduite, Plate-forme de capteurs médicaux.*

## Introduction

En 2018, selon les résultats définitifs de l'ONISR, 3 488 personnes ont perdu la vie sur les routes de France. Selon la même source, la vitesse excessive ou inadaptée demeure la cause première de la mortalité sur les routes de France [1]. Elle intervient dans un accident mortel sur trois. Le deuxième facteur est le manque de vigilance. En effet, la complexité de la conduite demande au conducteur un niveau optimal de vigilance. Pour progresser dans la lutte contre l'accidentalité et atteindre les objectifs gouvernementaux, la recherche en sécurité routière est un élément essentiel. L'enjeu est de comprendre les mécanismes complexes des accidents notamment ceux liés à l'état du conducteur.

Le travail proposé intègre une série de capteurs afin d'analyser l'état et le comportement du conducteur. Bien que des systèmes de surveillance aient été introduits par certains constructeurs automobiles, notre objectif se veut plus ambitieux en proposant une cartographie complète de l'état extra-physiologique du conducteur en temps-réel et dans son environnement de conduite. Ces données associées au comportement du conducteur constituent une source d'informations précieuse pour entrevoir de manière réaliste et optimale les décisions à adopter en conséquence.

## Conception de la plate-forme médicale

La première étape de ce travail vise à étudier les différents systèmes existants et les évaluer en fonction d'un facteur de mérite défini en fonction des besoins :

- Les signaux extra-physiologiques : La fréquence respiratoire, la fréquence cardiaque et la température corporelle demeurent les grandeurs d'intérêt pour nous renseigner sur l'état de vigilance du conducteur.
- L'encombrement : Le volume et le poids des capteurs doivent être compatibles avec l'application visée.
- Le caractère invasif : La solution ne doit pas perturber pas le comportement ou entraver les mouvements du conducteur. Le caractère invasif évalue donc la gêne que peut apporter chaque capteur, tant par son encombrement que par sa localisation sur le patient.
- La disponibilité : Chaque capteur doit être accessible sur le marché et remplaçable facilement en cas de panne.
- L'interfaçage : Le système doit permettre la récupération et de la synchronisation des données mesurées.
- La synchronisation temporelle : Le système doit être capable de réaliser une mesure synchronisée avec les données issues du simulateur de conduite, idéalement de la transmettre en temps réel. Ce paramètre est crucial dans la conception d'un système performant. S'il existe un décalage de synchronisation temporelle notable entre la mesure et la transmission, l'écart entre les données physiologiques et les données de conduite pourrait conduire à des erreurs d'interprétation. Il est aussi important que la fréquence d'échantillonnage soit suffisamment élevée pour représenter fidèlement les

évolutions des signaux extra-physiologiques.

Sur les bases de ces critères, nous avons retenu la plate-forme e-Health Sensor Shield V1, commercialisée par Libelium® [2] (Figure 1).

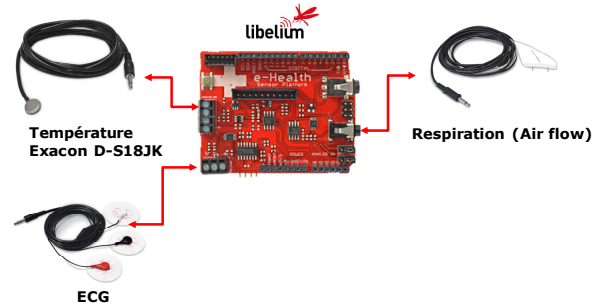
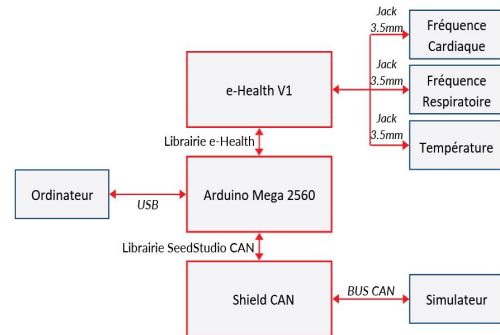
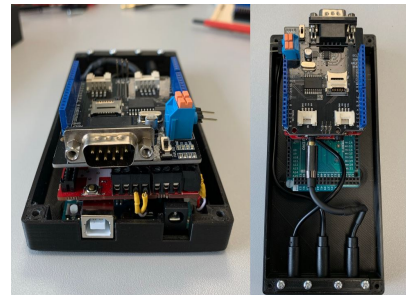


Figure 1 – Plate-forme de capteurs extra-physiologiques développée par Libelium®. La plate-forme de compose d'un 'shield' pour le conditionnement des signaux analogiques issus des capteurs et l'interfaçage sur un microcontrôleur de type Arduino® pour la conversion analogique / numérique et le traitement des données.

Le conditionnement des signaux analogiques comprend principalement des fonctions d'élimination de niveaux continus, de filtrage et d'amplification. Néanmoins, cette solution requière des développements matériels et logiciels afin de la rendre compatible avec l'application visée. La plate-forme a été modifiée afin de répondre au cahier des charges préalablement établie (Figure 2).



(a) Schéma de principe de la plate-forme proposée.



(b) Photographie de la plate-forme.

Figure 2 – Développement d'une plate-forme médicale pour interfaçage avec un simulateur de conduite.

La plate-forme pèse environ 150 grammes et mesure

170 mm de longueur, 80 mm de largeur et 52 mm de hauteur. Le packaging a été conçu dans l'environnement SolidWorks® et réalisé par impression 3D afin d'être intégré au simulateur de conduite. Le 'Shield' bus CAN de Seed Studio® est un module basé sur le contrôleur CAN MCP2515 et l'émetteur-récepteur MCP2551. Ce module de carte peut être simplement connecté à un module Arduino afin de communiquer via le bus CAN ou OBD-II. Le port de type DB9 permet la connexion sur un bus CAN suivant la norme automobile OBD-II (12 volts). Le port USB type B femelle sert d'alimentation 5V et d'accès pour une surveillance des trames envoyées sur le bus CAN. Le port DC permet une alimentation 7V via une alimentation 230V/7V. Un interrupteur permet de commuter entre une alimentation 12V du bus CAN en OBD-II et une alimentation 5V pour le bornier de communication BUS-CAN. Des ports jack 3.5mm permettent les connexions aux capteurs.

### Intégration et Tests

Un simulateur immersif de déplacement développé par le laboratoire PICS-L est considéré dans cette étude (Figure 3). Le simulateur de conduite à plateforme mobile (également appelé simulateur lacet) a été mis en service en 2009. Il dispose de deux degrés de liberté. Le premier degré de liberté est un mouvement de translation longitudinale qui permet de restituer une partie des accélérations liées à l'accélération du véhicule et à son freinage. Le second degré de liberté est un mouvement de rotation en lacet. Il vise à fournir les informations sensorielles utiles au contrôle directionnel du véhicule, typiquement pour la prise de virage. Le dispositif d'affichage se compose de trois écrans 4K (haute résolution) de 55 pouces embarqués sur la plateforme et offre un champ de vision de 180°. Avec une résolution spatiale d'environ 1 minute d'arc par pixel, il se rapproche des capacités de discrimination de l'œil humain. Cette finesse permet d'afficher correctement les petits objets et les objets lointains. Le simulateur permet de simuler le déplacement en environnement urbain, routier et autoroutier avec des interactions avec les autres usagers de la route (piétons, cyclistes et automobilistes) et de contrôler les événements par scénario. Les tests préliminaires d'une durée de 5 minutes ont été configurés avec une fréquence d'échantillonnage de 40 Hz (variable jusqu'au kHz) pour fournir 11875 données par capteur (Figure 4). Une analyse fine des données a permis de valider la solution proposée.

### Conclusion

Une plate-forme de mesure de signes vitaux a été développée pour l'intégration au simulateur de conduite du laboratoire PICS-L. Ces deux systèmes combinés doivent permettre de répondre prochainement au besoin

de données extra-physiologiques et de conduite afin de les confronter dans des scénarios de conduite établis. De plus, une SAE a été mise en œuvre au sein du département GEII dans le cadre du parcours Electronique et Systèmes embarqués du BUT2 afin de développer une solution complète matérielle et logicielle.



Figure 3 – Tests de la plate-forme médicale intégrée au simulateur de véhicule.

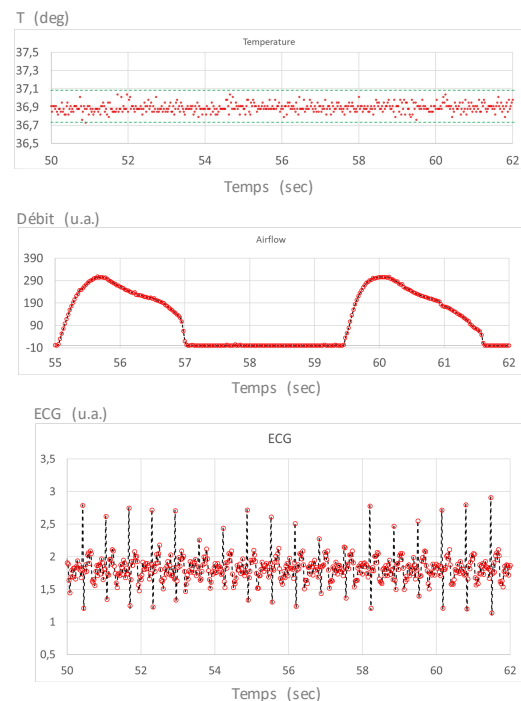


Figure 4 – Mesures issues des capteurs de température, respiratoire (Airflow) et cardiaque (ECG).

### Remerciements

Le projet LINKED (Linking Sensing & Driving - n° 214754, AAP DSR 2018-2020) est financé par la Délégation à la Sécurité routière (DSR).

### Références

- [1] Observatoire national Interministériel de la sécurité routière, Accidentalité routière 2018 – résultats définitifs, 2028. En ligne : <https://www.onisr.securite-routiere.gouv.fr/>
- [2] Dior, Masrané Reoukadji, et al. "Smart Medical Devices to Help Patients and Health Workers: A Survey." 2022 IEEE 3rd International Conference on Electronics, Control, Optimization and Computer Science (ICECOCS). IEEE, 2022.