



**HAL**  
open science

## **Analyser l'activité d'expérimentation pour approcher la validité d'une simulation**

Céline Mateev, Stéphane Caro, Jean Michel Auberlet, Stéphane Safin, Anne Bationo-Tillon, Françoise Decortis

### ► **To cite this version:**

Céline Mateev, Stéphane Caro, Jean Michel Auberlet, Stéphane Safin, Anne Bationo-Tillon, et al.. Analyser l'activité d'expérimentation pour approcher la validité d'une simulation. 49ème Congrès international de la Société d'Ergonomie de Langue Française, Oct 2014, La Rochelle, France. 7 p. <hal-01063589>

**HAL Id: hal-01063589**

**<https://hal.science/hal-01063589v1>**

Submitted on 14 Apr 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.



HAL Authorization

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/278798416>

# Analyser l'activité d'expérimentation pour approcher la validité d'une simulation

Article · October 2014

CITATIONS

0

READS

72

6 authors, including:



**Céline Mateev Rodrigo**

Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers

6 PUBLICATIONS 5 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Stéphane Caro**

Université Gustave Eiffel

15 PUBLICATIONS 72 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Jean-Michel Auberlet**

Université Gustave Eiffel

78 PUBLICATIONS 514 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Stéphane Safin**

Télécom ParisTech

47 PUBLICATIONS 141 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



La PIAZZA [View project](#)



Agent model for road traffic simulation [View project](#)



*Texte original\*.*

# Analyser l'activité d'expérimentation pour approcher la validité d'une simulation

**Céline Mateev<sup>1,2</sup>, Stéphane Caro<sup>2</sup>, Jean-Michel Auberlet<sup>2</sup>, Stéphane Safin<sup>1</sup>, Anne Bationo-Tillon<sup>1</sup>, Françoise Decortis<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> C3U/Laboratoire Paragraphe/Université Paris 8, 2 Rue de la Liberté 93526 Saint-Denis,  
[celine.mateev@gmail.com](mailto:celine.mateev@gmail.com), [stephane.safin@univ-paris8.fr](mailto:stephane.safin@univ-paris8.fr), [anne.bationo-tillon@univ-paris8.fr](mailto:anne.bationo-tillon@univ-paris8.fr),  
[fdecortis@gmail.com](mailto:fdecortis@gmail.com).

<sup>2</sup> LEPSiS – IFFSTAR 14-20 Boulevard Newton Cité Descartes, Champs sur Marne F-77447 Marne la Vallée  
Cedex 2, [stephane.caro@ifsttar.fr](mailto:stephane.caro@ifsttar.fr), [jean-michel.auberlet@ifsttar.fr](mailto:jean-michel.auberlet@ifsttar.fr).

Résumé. L'étude que nous présentons porte sur la thématique de la validité des simulateurs de conduite du Laboratoire Exploitation, Perception, Simulation et Simulateurs de conduite (LEPSiS) de l'Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des réseaux (IFSTTAR). L'analyse de l'activité des expérimentateurs et des participants, que nous avons conduite dans cette étude, permet d'identifier des écarts entre la conduite en situation réelle et la conduite sur simulateur. Notre approche consiste principalement à observer les interactions entre expérimentateurs et participants lors de l'usage d'un simulateur de conduite. Nos résultats éclairent les concepts de validité des simulateurs sous un angle d'analyse spécifique à l'ergonomie qui est différent de ceux mobilisés dans le cadre de recherches en psychologie expérimentale. Ils contribuent à construire des recommandations sur le rôle des expérimentateurs dans l'aide à l'appropriation du simulateur par les sujets et des indices d'appropriation subjectifs de ces derniers.

Mots-clés : simulateurs de conduite, appropriation, réalité virtuelle, validité.

## Analyze the activity of experimentation to assess the validity of a simulation

Abstract. The study presented here focused on the theme of the driving simulator validation of the Laboratory of Exploitation, Perception, Simulation and Driving Simulators (LEPSiS) of the French Institute of Science and Technology for Transport, Development and Networks (IFSTTAR). The experimenters' and participants' activities analysis that we conducted allows us to identify differences between real driving and simulated driving. Our approach is mainly to observe the interactions between experimenters and participants in the use of a driving simulator. The results of our observations shed light on the concepts of simulators' validity from an ergonomic point of view, different than those mobilized in the context of research in experimental psychology. These results are used to come up with recommendations on the role of experimenters in the appropriation process of the driving simulator by participants.

Key words: driving simulators, appropriation, virtual reality, validity.

---

\*Ce texte original a été produit dans le cadre du congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française qui s'est tenu à La Rochelle du 1<sup>er</sup> au 3 octobre 2014. Il est permis d'en faire une copie papier ou digitale pour un usage pédagogique ou universitaire, en citant la source exacte du document, qui est la suivante :

Mateev, C., Caro, S., Auberlet, J.M., Safin, S., Bationo-Tillon, A., Decortis, F. (2014). *Analyser l'activité d'expérimentation pour approcher la validité d'une simulation.*

Aucun usage commercial ne peut en être fait sans l'accord des éditeurs ou archiveurs électroniques. 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.

## INTRODUCTION

Le LEPSiS (Laboratoire Exploitation, Perception, Simulation et Simulateurs de conduite – IFSTTAR) est un laboratoire spécialisé dans la simulation de conduite. Des simulateurs relevant de différentes modalités de transport y sont développés, en cherchant à restituer les informations multi-sensorielles de l'environnement routier (visuelles, auditives, haptiques et inertielles). Les situations de simulation sont conçues pour étudier le comportement des usagers routiers lorsque cela n'est pas réalisable en situation réelle. Pour ce faire, la méthodologie expérimentale est appliquée, il s'agit de contrôler les variables qui sont supposées influencer le comportement étudié. La diversité des questions de recherche traitées conduit à une grande variété des protocoles expérimentaux mis en œuvre sur simulateur.

L'étude du comportement humain en condition expérimentale pose inévitablement des questionnements relatifs à la pertinence des résultats obtenus sur simulateur en comparaison avec les situations réelles et aux limites des simulateurs pour la mesure d'un aspect du comportement en fonction d'un domaine d'utilisation, c'est-à-dire aux questions de validité de la simulation.

Alors que la plupart des études sur la validité des simulateurs adoptent une démarche issue de la psychologie expérimentale et portent principalement sur la dimension physique de la simulation (qualité des stimuli), nous adoptons une démarche différente et complémentaire, en abordant la validité sous un angle différent, qui s'appuie sur le jugement des participants et la comparaison entre des comportements observés in vivo et in virtuo selon le point de vue des participants à l'expérience sur leur propre expérience de conduite en situation naturelle. Dans cette étude, nous partons de l'analyse de *l'activité d'expérimentation* pour aborder la question de la validité du simulateur, avec deux points de vue complémentaires : 1) L'analyse de l'activité des expérimentateurs et des participants et notamment de la co-activité entre eux, et 2) l'étude de la phase de familiarisation dans le simulateur et de l'activité de familiarisation lors de la phase d'expérimentation à proprement parler. Cette démarche nous conduit à aborder des aspects subjectifs de la simulation.

Nous présentons tout d'abord le concept de validité telles que les sciences sociales, la psychologie expérimentale et l'ergonomie le définissent, puis nous exposons notre problématique ainsi que les résultats obtenus. Nos résultats sont discutés en regard des concepts de validité ainsi que des recommandations pour l'amélioration des situations de simulations formulées dans le cadre de notre étude.

## LA VALIDITE DES SIMULATEURS

Les aspects virtuels et techniques de la simulation soulèvent la question de la différence entre l'aspect du réel que l'on cherche à simuler et ce que l'on mesure effectivement sur le simulateur. Cet écart entre réel et simulé se décrit sous la notion de validité. La littérature rend compte de nombreuses définitions des concepts de validité. Nous en développons quelques unes. En sciences sociales, la validité est envisagée selon une question de recherche spécifique (Allen & al., 1991, in Kaptein & al., 1996). Nous distinguons tout d'abord la validité interne qui traite de la relation entre les variables manipulées lors d'une expérience et les résultats obtenus. Nous retrouvons ensuite la validité externe qui rend compte de la possibilité de généraliser des résultats obtenus en situation spécifique avec un groupe de sujets singulier, à d'autres contextes, populations, situations (Kaptein & al., 1996). Cette notion s'apparente à ce que Hoc (2001) définit comme la validité écologique, c'est-à-dire la possibilité de généraliser les résultats obtenus en situation artificielle à une classe de situations réelles.

Malaterre et Fréchaux (2001) distinguent quatre niveaux de validité des simulateurs de conduite : la validité physique, qui rend compte de la fidélité des stimuli auxquels le conducteur est exposé par rapport à la situation réelle ; la validité expérientielle, qui s'apparente au jugement de ressemblance ou de crédibilité subjective du point de vue des conducteurs de la situation simulée ; la validité éthologique, c'est-à-dire l'analogie des comportements observés sur simulateur et en situation réelle ; et la validité psychologique qui témoigne de la similitude des processus psychologiques sous-tendant l'activité et du coût cognitif. Selon les auteurs (1999), tout ne doit pas être simulé pour un domaine d'utilisation spécifique, mais que des aspects qui sont a priori « accessoires » pour la tâche à réaliser jouent en fait un rôle quant « *au réalisme de la situation, à l'immersion perceptive et cognitive du sujet* ». Leur recherche porte alors sur la mise au point d'une méthode de validation qui puisse être généralisable à plusieurs simulateurs. Pour cela, ils s'intéressent, en plus de la performance, aux stratégies mises en œuvre par les conducteurs pour réaliser les tâches de conduite, ce qu'ils considèrent comme un critère ultime de la validité.

En psychologie expérimentale, les chercheurs tentent d'étudier un comportement humain et de déterminer les liens de causalité qui induisent ce comportement. La méthode expérimentale consiste à isoler les variables censées influencer le comportement étudié, construire une situation expérimentale contrôlée, tester des hypothèses et tirer des conclusions concernant le lien entre les variables étudiées (Grelley, 2012). La méthode expérimentale est utilisée en particulier pour les expériences qui visent à évaluer la validité d'un simulateur. L'accent est porté sur la recherche de la fidélité physique par

rapport aux environnements dans lesquels les sujets sont amenés à conduire en situation réelle (Törnros, 1998). Le but est d'apporter des éléments de réponse sur la validité d'un simulateur spécifique pour l'étude d'un comportement dans une situation particulière. Il peut s'agir par exemple de l'étude du « tourne à gauche » chez des conducteurs novices en voie rurale (Brown & al. 2007). Néanmoins, les données recueillies laissent peu de place aux données subjectives de l'expérience du conducteur sur le simulateur.

En ergonomie, avec les simulateurs à visée didactique, des études ont montré que la fidélité physique des simulateurs, bien qu'elle puisse contribuer au sentiment de présence (i.e., le sentiment d'être dans la scène virtuelle, Witmer, Jerome, & Singer, 2005), n'est pas une condition essentielle de la validité éthologique, i.e., de la similitude des comportements adoptés avec ceux de l'environnement réel. Le rôle du « débriefing », ou le rôle du formateur dans les choix de situations d'apprentissage sont des composantes essentielles du système d'apprentissage par simulation qui permettent le développement des compétences des apprenants via ces dispositifs (Van Daele, 2001 ; Nyssen, 2005 ; Vidal-Gomel, 2005).

En plus des caractéristiques physiques de l'environnement, d'autres éléments de l'activité des participants qui ne sont pas toujours appréhendés par les concepteurs de simulateurs sont pourtant essentiels à la réalisation de l'activité. Nous retrouvons les dimensions temporelles de l'activité des opérateurs (par exemple, la coordination des anesthésistes avec l'activité du chirurgien, la synchronisation avec le planning, la durée de la simulation inférieure à une opération réelle, Nyssen, 2005), l'accentuation de certains traits de la réalité, la transcription de variables et des indicateurs qui permettent aux opérateurs la construction d'un diagnostic sur leur activité, la prise de décision ainsi que les conséquences de leurs actions (diagnostic réalisé par des viticulteurs avec des ceps de vignes pour anticiper les conséquences des actions sur l'évolution future des ceps, Caens-Martin, 2005).

## QUESTION DE RECHERCHE

A travers cette étude, nous cherchons à comprendre la validité avec une approche nouvelle, en nous reposant sur le point de vue des acteurs impliqués dans une tâche de conduite sur simulateur. Pour aborder cette question, nous mobilisons un angle d'analyse systémique des activités se déroulant dans le cadre de l'usage des simulateurs de conduite lors d'une expérience. Il s'agit d'analyser l'activité des participants à l'expérience, c'est-à-dire les conducteurs du simulateur, mais également l'activité des expérimentateurs en charge de l'expérience. En particulier, nous souhaitons observer les mécanismes d'appropriation du dispositif de simulation.

Les expérimentations sont décomposées en deux phases : une phase de familiarisation, permettant aux participants de prendre en main le dispositif, et une phase de test à proprement parler, qui constitue le cœur de l'expérimentation. Bien que la première phase ait pour but que les participants maîtrisent le simulateur, nous faisons l'hypothèse que l'appropriation ne se limite pas à la durée de la phase de familiarisation, mais qu'elle se poursuit durant l'expérience (phase de test), présentant de fait un impact potentiel sur la validité des résultats de l'expérience. Nous faisons aussi l'hypothèse que les caractéristiques des simulateurs et de l'environnement virtuel ainsi que les échanges entre expérimentateurs et participants à l'expérience ont un impact sur l'appropriation du dispositif par les participants.

## METHODOLOGIE

Notre étude repose sur l'observation d'une expérimentation menée par des expérimentateurs externes à l'IFSTTAR qui visait à évaluer un nouveau type de signalisation. Nous avons ainsi observé 15 passations au cours desquelles nous avons analysé l'activité des expérimentateurs et des participants durant la phase de familiarisation et la phase test. Pour les besoins de leur étude, les expérimentateurs comparaient deux groupes de sujets : jeunes et âgés. Les jeunes avaient entre 18 et 25 ans et les âgés avaient plus de 70 ans. Nous avons donc choisi de comparer également l'activité de conduite sur simulateur selon l'âge des participants. Les passations se sont déroulées sur un simulateur de table composé de trois écrans, d'un volant, d'une boîte de vitesses ainsi que d'un pédalier (voir la photo ci-dessous).



Figure 1: simulateur de conduite utilisé pour l'expérience analysée

L'expérimentation étudiée fait partie d'un projet qui vise à vérifier la robustesse d'un nouveau type de signalisation dans la prévention des contre-sens sur autoroute. Elle a donc pour but d'amener les participants en situation de contre sens afin de les confronter à la signalisation testée et de déterminer ainsi si celle-ci est perçue et comprise par les participants.

Chacune des passations comprend une phase de familiarisation (d'une durée comprise entre 4 et 8 minutes) et une phase de test (entre 10 et 20 minutes). Les observables que nous avons recueillis sont les suivants :

Participants	Expérimentateurs
<i>Phase de familiarisation</i>	
– Difficultés rencontrées	– Indicateurs de maîtrise du dispositif par le participant – Type d'aide fournie
<i>Phase test</i>	
– Difficultés rencontrées – Stratégies de compensation	– Aide fournie aux participants – Régulations

Tableau 1: Observables définis pour les deux classes de situation et les deux types d'acteurs

Pour la phase de familiarisation, du côté des expérimentateurs, nous étudions les indicateurs sur lesquels ils se basent pour évaluer si les participants sont suffisamment à l'aise avec le simulateur. Nous nous intéressons de plus aux ressources qu'ils mobilisent pour aider les participants à appréhender le dispositif, telles que les interventions verbales ou gestuelles. Du côté de l'activité des participants nous regardons les ressources mobilisées lors de la phase de familiarisation ainsi que les difficultés qu'ils rencontrent lors de l'usage du dispositif.

Pour l'analyse de l'activité des expérimentateurs lors de la phase de test, nous cherchons à mettre en évidence la transformation de leur activité en fonction du comportement des sujets lors de la conduite. Nous avons notamment mis en évidence les ressources mobilisées afin d'amener les sujets à la réalisation de la tâche attendue. L'analyse de l'activité des participants lors de cette seconde phase vise à infirmer ou confirmer le prolongement de la période de familiarisation pour les participants durant cette phase. Les difficultés rencontrées, les ressources mobilisées et les stratégies mises en place sont également étudiées pour mettre en évidence les écarts entre leur conduite naturelle réelle et la conduite en environnement simulé.

A l'issue de chaque passation, des entretiens semi-directifs de 5 à 10 minutes ont été réalisés avec les participants à l'expérience. Le but des entretiens était de revenir sur l'expérience de conduite des participants, de mettre en évidence le sens de leurs actions, d'identifier les difficultés ou obstacles lors de la conduite sur simulateur et de mettre en évidence les différences constatées par les participants avec leur conduite en situation naturelle. En outre, après la période de passation, un entretien semi-directif et un entretien d'auto-confrontation ont été réalisés avec les expérimentateurs. Il s'agissait alors de documenter

finement l'activité des expérimentateurs, de mettre en évidence leurs actions, leur ressenti, la signification qu'ils attribuaient à leur activité.

Nous présentons nos résultats en fonction des deux groupes de sujets observés : les expérimentateurs et les participants à l'expérience.

## RESULTATS

### Activité des expérimentateurs

Nous avons identifié deux modes de régulation de l'activité des participants par les expérimentateurs.

- L'aide à l'usage du dispositif : les expérimentateurs posent des questions aux sujets pour évaluer leurs difficultés « *Là ça va au niveau du pédalier ? / Ça va pour manipuler le volant ?* ». Ils interviennent également de façon spontanée pour donner des conseils d'utilisation : « *donc le volant pas besoin de le bouger beaucoup pour que la voiture s'en aille* ».

- Le guidage : il s'agit d'aider au déplacement des sujets dans l'environnement de la simulation pour éviter une prise de direction non souhaitée par l'expérimentateur. Le guidage peut être verbal « *là vous allez prendre à droite / continuez tout droit ce sera la deuxième sortie* », mais il peut également se traduire par des interventions gestuelles de type

Nature des interventions	Phase de familiarisation		Phase test	
	Sujets jeunes	Sujets âgés	Sujets jeunes	Sujets âgés
Guidage	M: 0 $\sigma$ : 0	M: 2 $\sigma$ : 1	M: 11.6 $\sigma$ : 3.5	M: 26.6 $\sigma$ : 8.5
Aide à l'usage du dispositif	M: 3.3 $\sigma$ : 1.5	M: 7.3 $\sigma$ : 4.9	M: 2.3 $\sigma$ : 1.2	M: 9 $\sigma$ : 2

pointage sur l'écran ou action sur le volant.

Nous avons calculé le nombre moyen d'interventions des expérimentateurs lors des phases de familiarisation et de test en fonction de l'âge des participants (voir tableau 2).

Tableau 2: Nombre moyen  $M$  d'interventions des expérimentateurs de type "guidage" et "aide à l'usage du dispositif" lors des phases de familiarisation et de test en fonction de l'âge des participants, ainsi que l'écart-type du nombre d'interventions  $\sigma$ .

Nous constatons que les interventions de guidage sont principalement présentes lors de la phase de tests. En effet, c'est lors de cette seconde phase que les participants doivent suivre un chemin précis qui les conduit à la signalisation testée, il est donc important pour les expérimentateurs que les participants suivent le trajet prévu.

Concernant les interventions d'aide à l'usage du dispositif, nous constatons non seulement qu'elles perdurent en dehors de la phase de familiarisation, mais qu'en outre elles ont une propension à

augmenter pour les sujets âgés. Ceci s'explique notamment en raison de la durée de conduite plus longue pour la phase test ainsi que par la diversité des situations de conduite (voie rapide, parking), ce que les participants nous confirment.

En outre, nous notons un nombre d'intervention plus conséquent à l'égard des participants âgés. Les expérimentateurs nous informent que cette différence est due à la difficulté plus marquée des âgés à se familiariser avec le dispositif et l'environnement virtuel « *on sentait qu'il y avait une phase d'habituatation qui était plus longue* ». Ces observations sont très éclairantes sur la validité du dispositif. Elles montrent bien que les participants ne peuvent accomplir seuls la tâche demandée, et que la phase de familiarisation telle que définie initialement ne suffit pas à prendre complètement en main le dispositif.

### Activité des participants

Lors de l'expérimentation, nous avons observé de nombreuses difficultés avec l'utilisation des différents artefacts qui composent le simulateur (volant,

pédalier, boîte de vitesse, clignotants, compteurs, environnement sonore et visuel...). Ces difficultés sont ressorties, soit, à travers l'expression spontanée des participants au cours de la conduite, soit, au cours de l'entretien semi-directif qui a suivi.

Si le temps de conduite lors de la phase de familiarisation a été jugé suffisant par les participants, certains ont évoqué le manque de préparation aux diverses situations rencontrées lors de la phase test : « *l'environnement n'était pas du tout représentatif de ce qu'on avait durant le test* ». D'autre part, si les sujets semblaient maîtriser le dispositif lors de la familiarisation, ils rencontraient parfois quelques difficultés par la suite, ce qui les conduisait à mobiliser certaines stratégies de compensation.

Lors de la phase test, les participants mobilisent des stratégies pour pallier aux difficultés d'utilisation du dispositif, et arriver à conduire. Le tableau suivant reprend les difficultés observées dans l'usage du volant et les stratégies de compensation mises en place.

Difficultés et occurrences sur 15 sujets		Stratégies
Trop grande sensibilité	15	Rouler plus lentement « <i>je pense que si j'étais sur une aire de repos complètement vide comme ça, je ne serais pas resté à 25</i> »
Difficultés à maîtriser le volant dans les virages : « <i>Tourner c'était un peu difficile, j'avais peur de heurter le décor</i> »	13	Freiner plus souvent pour éviter la collision
Difficultés pour rouler droit : « <i>à un moment je me retrouvais sur la file de gauche alors que je devais suivre la voiture sur la file de droite</i> »	8	Faire de petits à coups avec le volant : « <i>faut y aller par petits à coup en fait</i> »
Difficultés à maintenir la trajectoire lors du passage de vitesses	4	Tourner plus tôt dans les virages « <i>moi quand je sors d'une pompe, je vais un petit peu plus en avant et je tourne. Là si je vais en avant j'ai l'impression que je vais me tamponner devant, et si je tourne trop vite je vais tamponner la pompe à essence</i> »

Tableau 3: Difficultés rencontrées par les participants lors de l'usage du volant et stratégies de compensations mises en œuvre

D'autre part, certaines ressources de la conduite naturelle ne sont pas mobilisables, ce qui entraîne des difficultés supplémentaires pour les participants. Le bruit du moteur pouvait manquer à certain pour déterminer les changements de vitesse : « *j'ai pas tellement entendu, je savais pas quand est-ce qu'il fallait que je passe les vitesses* », le manque de panneaux de signalisation a rendu difficile le choix de la vitesse : « *ça me permet de m'ajuster, ce que je n'ai pas retrouvé là* ».

Ainsi, des dimensions de l'activité de conduite sont transformées : le niveau ou l'absence de certaines fonctionnalités se sont révélées insuffisantes pour permettre aux sujets d'agir de façon naturelle. En outre, si les sujets arrivent à maîtriser le dispositif,

ceci ne garantit pas pour autant la similitude avec leur comportement réel, ce qui a été révélé lors des entretiens : « *j'ai pas adopté le comportement que j'ai habituellement, je pense que si j'étais sur une aire d'autoroute complètement vide comme ça, je ne serais pas resté à 25* ».

### Des écarts entre la représentation de la tâche attendue par les expérimentateurs et le réel de l'activité de conduite sur simulateur

Lors de la phase de familiarisation, les expérimentateurs se donnent pour objectif que les sujets maîtrisent les fonctionnalités du simulateur qui seront nécessaires, selon leur point de vue, pour la

réalisation de la tâche pendant la phase de test. Pour évaluer si les sujets se sentent à l'aise avec les dispositifs, ils sont attentifs aux indicateurs comportementaux suivants, qu'ils définissent selon certains critères :

- La vitesse : les critères sont que les sujets sachent maîtriser la vitesse et qu'ils soient capables de freiner rapidement en cas de vitesse élevée « *Il fallait qu'ils soient à des vitesses correctes pour pouvoir freiner brusquement* » ;
- La position sur la route : il faut que les sujets sachent maîtriser le volant et ne pas se déporter de la voie : « *Voir s'ils tenaient bien le volant, s'ils faisaient des écarts, s'ils revenaient* » ;
- Les interactions avec le dispositif : il faut que les sujets arrivent à passer les différentes vitesses et à coordonner cette action avec la tenue du volant : « *Est-ce qu'ils arrivaient à accélérer à passer les vitesses ? A ralentir et rétrograder ?* ».

Néanmoins, nous avons montré précédemment que les participants mobilisent des stratégies de compensation face à certaines difficultés d'utilisation du dispositif. Les indicateurs mentionnés ici ne sont donc pas suffisants pour juger du niveau de confort et de performance des participants. Si ces derniers donnent l'impression de maîtriser la vitesse du véhicule ou qu'ils parviennent à ne pas se déporter sur la voie, ces indications ne garantissent pas pour autant qu'ils se sentent à l'aise avec le dispositif.

Ainsi, alors que ces indicateurs sont utilisés pour déterminer la fin de la phase de familiarisation, leur incomplétude est susceptible d'amener les expérimentateurs à démarrer la phase test avant que les participants n'aient parfaitement pris en main le dispositif. Or, les stratégies de compensation mobilisées par les participants témoignent des difficultés d'appropriation du dispositif et donc de l'écart avec la conduite en situation réelle. Un travail sur ces indicateurs s'avère donc nécessaire.

## DISCUSSION / CONCLUSION

Notre étude porte sur la notion de validité des expérimentations en adoptant un point de vue différent et complémentaire de celui adopté lors de travaux de psychologie expérimentale. Plus que le contrôle des variables manipulées lors de l'expérience ou le choix des mesures relevées, il est important de noter que l'activité réelle sur le simulateur ne peut être entièrement contrôlée par l'expérimentateur et que certaines variables a priori contrôlées lors de l'expérience jouent un rôle majeur dans l'appropriation du dispositif.

Ce constat va dans le sens des travaux déjà entrepris en ergonomie qui révèlent que tous les aspects nécessaires à la validité de la simulation ne sont pas toujours pensés lors de la conception des simulateurs

ou du protocole expérimental (Nyssen, 2005 ; Caens-Martin, 2005).

Nos résultats montrent l'importance de la relation entre expérimentateurs et dans la facilitation de l'appropriation du simulateur, et dans l'identification des écarts avec la conduite réelle. Les échanges entre expérimentateurs et participants sont bénéfiques à ces derniers en ce qui concerne l'appropriation du dispositif. Ces échanges permettent par ailleurs aux expérimentateurs d'ajuster leur comportement en fonction des difficultés des sujets. Aussi, il nous semble essentiel de favoriser les échanges entre expérimentateurs et participants lors de la phase de familiarisation. Le point de vue des sujets sur leur propre activité nous semble également déterminant dans l'interprétation des données recueillies, dans une optique de compréhension en vue d'une généralisation aux situations réelles. Les résultats ont en effet montré que les participants les plus à l'aise avec la conduite sur simulateur ne reproduisent pas nécessairement l'activité de conduite réelle. Le point de vue des sujets pourrait être utilisé d'une part, en analysant les verbalisations de ces derniers lors de l'expérimentation (enregistrements audio ou vidéo par exemple) et d'autre part, en systématisant les entretiens consécutifs à la conduite.

Il semble également intéressant pour les expérimentateurs d'enrichir les prises d'indicateurs comportementaux des participants afin de déterminer si ces derniers sont familiarisés avec le simulateur. En effet, l'analyse a mis en évidence que la représentation des expérimentateurs diffère de l'activité réelle des participants, dans la mesure où ces derniers mobilisent différentes ressources pour conduire.

Enfin, nous jugeons également bénéfique de nous intéresser aux stratégies de compensation qui peuvent être mobilisées par les participants face à certaines difficultés d'utilisation du dispositif. Nous pourrions ainsi analyser ces stratégies pour chaque expérimentation afin de déterminer si elles sont susceptibles d'interférer avec l'objet des recherches.

## REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier la société Dédale pour avoir facilité l'accès aux expérimentations. Nous remercions également les participants à l'expérience pour le temps qu'ils nous ont consacré.

## BIBLIOGRAPHIE

**Brown, T. & al. (2007).** Validation of stopping and turning behavior for novice driver in the National Advanced Driving Simulator. DSC 2007 North America – Iowa City.

**Caens-Martin, S. (2005).** Concevoir un simulateur pour apprendre à gérer un système vivant à des fins de production : la taille de la vigne. In Pastré, P.,

*Apprendre par la simulation* (pp. 81-106), Toulouse: Octarès Editions.

**Grelley, P. (2012).** Contrepoint-La méthode expérimentale, *Informations sociales* 6 (n° 174), 23-23.

**Hoc, J.M. (2001).** Towards ecological validity of research in cognitive ergonomics. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 2 (3), 278-288.

**Kaptein, N.A., Theeuwes, J., Van Der Horst, R. (1996).** Driving simulator validity: some considerations. *Transportation Research Record*, 1550.

**Malaterre, G., Frechaux, J. (1999).** Simulation de la conduite : Méthodologie d'évaluation des performances et de la validité d'un simulateur. *Convention DRAST-INRETS n° 96 MT 24*.

**Malaterre, G., Fréchaux, J. (2001).** Etude de la validité des simulateurs de conduite par comparaison de tâches réalisées en situation réelle et en simulation. In Actes de séminaire Inrets du 23 janvier 2001.

**Nyssen, A. S. (2005).** Simulateurs dans le domaine de l'anesthésie : études et réflexions sur les notions de validité et de fidélité. In Pastré, P., *Apprendre par la simulation* (pp. 260-281), Toulouse: Octarès Editions.

**Törnros, J. (1998).** Driving behavior in a real and a simulated road-tunnel: a validation study. *Accident Analysis and Prevention*, 30, 497-503.

**Van Daele (2001).** Du simulateur à la simulation: l'activité des instructeurs. *Comptes rendus du congrès SELF-ACE 2001*.

**Vidal-Gomel, C. (2005).** Situation de simulation pour la recherche: quels apports pour la formation professionnelle? Un exemple dans le domaine de la maintenance des systèmes électriques. In Pastré, P. (2005), *Apprendre par la simulation*. (pp. 157-180) Toulouse: Octarès Editions.

**Witmer, B.G., Jerome, C.J., & Singer, M.J. (2005).** The factor structure of the presence questionnaire. *Presence*, 14, 298-312.