

# SIMULATION ET PERCEPTION DU MOUVEMENT

**Andras Kemeny**

**Renault, Direction de la Recherche – Research Division**  
**Technocentre Renault, TCR AVA 2 12**  
**1, avenue du Golf – 78 288 Guyancourt Cedex, France**  
**Phone: 33 1 34 95 19 85 Fax: 33 1 34 95 27 30**  
**e-mail : [andras.kemeny@renault.com](mailto:andras.kemeny@renault.com)**  
**[www.experts.renault.com/kemeny](http://www.experts.renault.com/kemeny)**

## **1. Simulateurs de conduite**

La perception du mouvement, notamment lors de la conduite automobile, est étudiée depuis longtemps (Gibson, 1938). Elle est considérée au départ comme une tâche principalement visuelle et plusieurs variables sont définies pour la caractériser (tangent point, Land et Lee, 1994 ; time to contact, Lee, 1976 ou splay angle, Beal et Loomis, 1996).

La difficulté réside cependant dans l'étude et l'évaluation des caractéristiques architecturales du simulateur, en particulier lorsque celui ci comporte un système de restitution kinesthésique et/ou des dispositifs d'affichage de Réalité Virtuelle (RV).

La prise en compte de ces variables dans la validation du simulateur (G. Reymond et al., 1999) est de plus en plus fréquente avec comparaison des données entre conduite sur simulateur et sur véhicule réel.

*Figure 1 : Prototypage de simulateur, projet CARDS, Eureka n°1924*



© Renault

## 2. Techniques de Réalité Virtuelle :

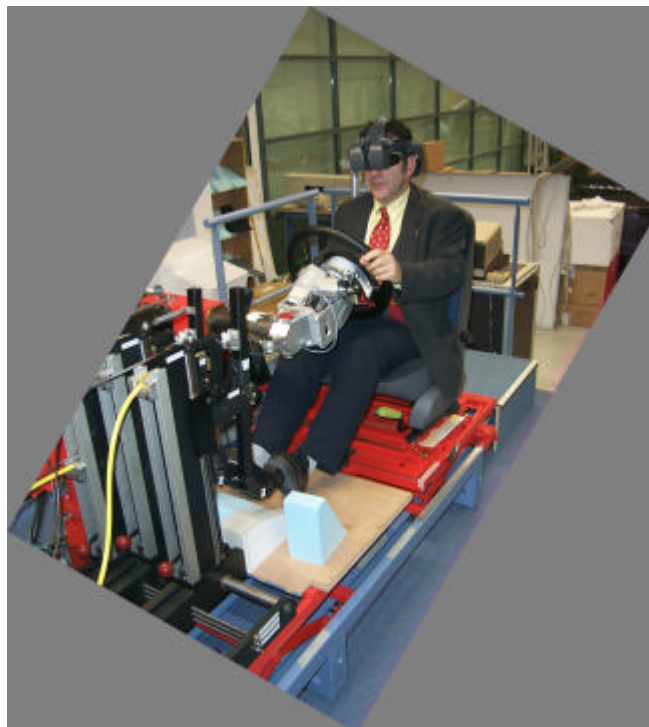
Les techniques de Réalité Virtuelle (RV) s'intègrent progressivement dans l'architecture des simulateurs de conduite depuis quelques années. Notons comme exemple l'installation d'un simulateur statique avec un casque de réalité virtuelle (Virtual Research puis nVision avec capteur FASTRAK) et un gant électronique (Cyberglove) chez Volvo dès 1993.

Le Groupe de Recherche Simulateur de Conduite et Réalité Virtuelle de Renault a équipé un simulateur de conduite (conformateur avec des réglages ergonomiques) avec un casque de réalité virtuelle (Kaiser Proview 60) en 1999. Il est aussi chef de file du projet européen Eureka n°1924, CARDS depuis 1998 qui vise l'étude et le développement d'un simulateur avec plate-forme et siège mobiles et casque de réalité virtuelle à large champs de vision à fournir respectivement par Hydraudyne, Pons et SEOS, partenaires du projet. Les autres partenaires sont Infotron, société spécialisée en réalité virtuelle, ainsi que FEL/TNO et LPPA/CNRS – Collège de France, deux laboratoires de recherches chargés de l'étude des capteurs de position et de la fidélité de la perception du mouvement.

Au-delà de l'utilisation de ces dispositifs comme moyens d'étude, la notion de l'*immersion* s'avère centrale, en particulier celle du corps de l'utilisateur dans la réalité spatio-temporelle simulée.

La perception de cette réalité par un sujet manipulant des objets virtuels est fonction de la qualité de la restitution des *stimuli visuels* (indices de profondeur, vection, flux optique,...) ou sonores, mais aussi de l'*intégration des actions* du sujet au sens de Gibson. Au-delà de la visualisation du corps du sujet, son immersion doit être effectuée, notamment par la génération des stimuli haptiques et kinesthésiques.

Figure 2 : Le conformateur ergonomique de Renault équipé avec le logiciel de simulation SCANeR



© Renault

### **3. Perception visuelle des profondeurs et des mouvements**

Un problème majeur dans l'utilisation des simulateurs est lié aux limites de validité de la perception des profondeurs, notamment absolues. Cela est dû à la restitution inexacte ou partielle des indices visuels de profondeur par les techniques de RV utilisées et à l'inexistence ou l'inexactitude des systèmes de retour d'effort, contribuant au processus de perception visuo-moteur.

Certains indices visuels de profondeur fournissent des stimuli contradictoires dû à la technologie des casques de RV qui utilisent des distances de collimation optique (distance d'observation virtuelle) prédéfinies (à 3, à 3.5 mètres en général) alors que les outils de génération d'image peuvent fournir une convergence binoculaire variable en fonction de l'objet regardé. Ce conflit d'indices visuels peut induire une gêne importante, notamment dans l'observation des objets proches tels que tableau de bord, volant, boîte de vitesse, induisant des difficultés de fusion binoculaire ou une mauvaise perception des distances relatives.

L'utilisation des dispositifs d'affichage stéréoscopiques impose le déploiement des lunettes avec capteur de mouvements si l'on veut éviter un conflit avec l'indice de profondeur de parallaxe. Il en résulte que la perception correcte des profondeurs impose l'emploi des systèmes individuels. Ce fait, en plus des avantages de compacité, du champ d'observation dynamique illimité et de qualité d'immersion, désigne le casque de RV comme un excellent candidat pour dispositif d'affichage pour simulateurs de conduite.

La vection, perception visuelle du mouvement propre, s'appuie sur les indices visuels, tel le flux optique. La vection est aussi fonction de la cohérence de la stimulation visuelle ou vestibulaire avec l'anticipation (on s'attend sur un simulateur à être projeté en avant lors d'un freinage), ce qui impose la nécessité de respecter la cohérence cognitive et multi-sensorielle.

*Figure 3 : Salle RV chez Renault avec casque et écran stéréoscopique*



© Renault

La perception du mouvement est un phénomène visuo-vestibulaire et les différences temporelles dans la génération des stimuli visuel et vestibulaire peut causer une gêne (au delà de 10-50 ms, en fonction de l'architecture du simulateur et des tâches de conduite effectuées).

L'emploi des techniques RV et de plates-formes mobiles rend l'intégration encore plus difficile puisque celles ci génèrent des délais de réponses supplémentaires. En effet, l'utilisation des casques nécessite une acquisition de position et d'orientation de la tête et éventuellement du regard. La génération du mouvement mécanique à l'aide d'une plate-forme mobile fait appel à des techniques d'asservissement qui génèrent également des délais de réponse (constante de temps).

Nous nous attendons par conséquent, car la validité et l'acceptabilité des simulateurs de conduite en dépendent, à la multiplication des études de caractérisation visuo-vestibulaire du mouvement proprioceptive perçu par le conducteur, sur véhicule réel et simulateur.

#### **4. Références**

1. Lee, D.N., 1976, A theory of visual control of braking based on information about time-to-collision, *Perception*, 5, pp.437-459.
2. Bloche, A. Kemeny, G. Reymond, 1997, Transport delay analysis in driving simulators with head mounted displays, *Proceedings of DSC'97, France, Sep.1997*, pp.85-98.
3. G. Reymond, A. Kemeny, J. Droulez, A. Berthoz, 1999, Contribution of a motion platform to kinesthetic restitution in a driving simulator, *Proceedings of the DSC'99, France July 1999*, pp 123-136.
4. A. Kemeny, 1999, Simulation and Perception, *Proceedings of the DSC'99, France July 1999*, pp 13-28.
5. Beall AC, and Loomis JM, 1996 Visual control of steering without course information. *Perception* 25 : 481-494
6. Gibson JJ, 1938, *A Theoretical field –Analysis* . Ed. : Society of Automobile Engineers, Inc.400 Commonwealth Drive, Warrendale, PA (United States).
7. G. Reymond, A. Kemeny, 2000, Motion cueing in the Renault driving simulator, *Vehicle System Dynamics*, In Press.