



HAL
open science

Réalisation d'un simulateur de Boite à gants pour des études d'accessibilités

V. Perrot, C. Chabal, Y. Soulabaille, J.-M. Pergendi, D. Mestre

► **To cite this version:**

V. Perrot, C. Chabal, Y. Soulabaille, J.-M. Pergendi, D. Mestre. Réalisation d'un simulateur de Boite à gants pour des études d'accessibilités. IGRV 2017, Oct 2017, Rennes, France. cea-02417313

HAL Id: cea-02417313

<https://cea.hal.science/cea-02417313v1>

Submitted on 18 Dec 2019

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.

Réalisation d'un simulateur de boîte à gants pour des études d'accessibilités

PERROT vincent¹, CHABAL Caroline¹, SOULABAILLE¹, PERGANDI Jean Marie², Yves MESTRE Daniel²

¹CEA, DEN, DE2D, SEAD, LSTD, F-30207 Bagnols-sur-Cèze, France

²Aix-Marseille Université, CNRS, ISM UMR 7287, 13288, Marseille cedex 09, France

RESUME

Les études d'accessibilités font partie des applications les plus pertinentes utilisant les technologies de réalité virtuelle. Le Laboratoire la Simulations et des Techniques de Démantèlement (LSTD) du CEA a réalisé et évalué un simulateur de boîte à gants. Cet outil doit répondre aux besoins de conception ou de reconfiguration de boîtes à gants. Le simulateur est décliné en deux versions, l'une avec un casque de réalité virtuelle et l'autre avec un wall, répondant toutes deux à des contraintes différentes. Ces deux configurations ont été évaluées à l'aide de questionnaires et par des mesures objectives sur 12 sujets novices et 12 sujets experts. Les premiers résultats montrent une bonne utilisabilité du simulateur avec une charge mentale faible lors de l'utilisation. Les performances ainsi que le ressenti des sujets sont meilleurs avec le casque immersif.

Mots clés : Réalité Virtuelle, Formation, Conception assistée en RV.

1 INTRODUCTION

Les boîtes à gants (BàG) utilisées dans le milieu du nucléaire permettent de manipuler des substances dangereuses tout en minimisant le risque pour l'opérateur (dispersion de matière et/ou contamination). Lors de la conception de ces BàG, les concepteurs doivent prendre en compte l'encombrement de celles-ci, la taille et les fonctions des équipements internes, le positionnement des ronds de gants, ... De plus, lors d'une mise à jour des équipements à l'intérieur d'une BàG existante, la tâche peut être encore plus problématique puisque les équipements doivent s'adapter aux contraintes existantes. Enfin, le bon fonctionnement ou la maintenance d'une BàG implique que tous leurs éléments constituants soient atteignables depuis les ronds de gants.

Actuellement, pour minimiser les erreurs de conception, les équipes projets utilisent, en plus de leur expérience, des maquettes physiques pour valider les modèles CAO. La fabrication de ces maquettes implique un délai important et un coût non négligeable. La réalité virtuelle prend donc ici tout son sens, puisse qu'elle doit permettre de simuler une BàG dans son intégralité avant sa

conception ou sa mise à jour.

Les enjeux d'un simulateur de BàG en réalité virtuelle sont d'immerger l'utilisateur dans son futur poste de travail et de lui permettre d'interagir avec celui-ci de la manière la plus réaliste possible. L'expérimentation présentée ci-dessous a pour but de tester des moyens de visualisation différents (casque et wall) et de connaître le ressenti utilisateur lors de l'usage de tels simulateurs.

2 EXPERIMENTATION

Les expérimentations ont été réalisées sur les équipements de réalité virtuelle de Marcoule. Le modèle de la BàG ainsi que les équipements internes et leurs positionnements sont représentatifs de la réalité puisqu'issus d'une installation réelle sur le site.

En se basant sur la littérature [1] [2] il a été décidé d'utiliser une paroi de BàG tangible (Fig. 1). Cette paroi mobile est constituée de quatre ronds de gants et d'une plaque en plexiglass. Cette structure offre un retour haptique passif indispensable pour les interactions à l'intérieur de la BàG.

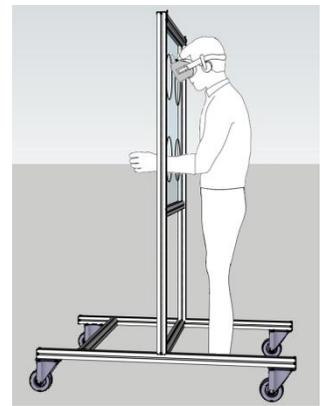


Figure 1: Paroi tangible de la BàG

Pour l'expérimentation, un seul bras était équipé de cibles de tracking (main, poignet, épaule), celles-ci étant localisées par 8 caméras A.R.T.[3]. Dans la condition Wall, une cible placée sur les lunettes permet de localiser la position et l'orientation de la tête. Pour la condition casque, le système de tracking du casque est utilisé.

Pour réaliser cette expérimentation nous avons utilisé le logiciel Unity® associé au plugin iDROP[4] développé par le CEA.

Vingt-quatre sujets volontaires ont participé à l'étude. Douze sujets n'avaient jamais utilisé de BàG et constituaient donc le groupe dit "novices".

Les douze autres sujets étaient experts dans la manipulation à l'intérieur d'une BÀG.

2.1 Description de la tâche

L'objectif premier du simulateur étant de tester l'accessibilité d'une BÀG, la tâche proposée aux sujets s'apparentait à une tâche de pointage de cible en trois dimensions. Dans chaque session, neuf cibles étaient positionnées sur la surface de la géométrie, leur positionnement étant déterminé pour ne pas dépasser 75.68cm du centre du rond de gant (taille moyen d'un bras [5])(fig. 2).

La consigne donnée aux sujets était de positionner une éponge, d'abord dans un cube (représentant une position initiale), puis de pointer la cible affichée dans la scène. Le sujet devait pointer 8 fois les 9 cibles (présentées de manière aléatoire) pour les deux conditions (Wall et casque), soit 144 essais.

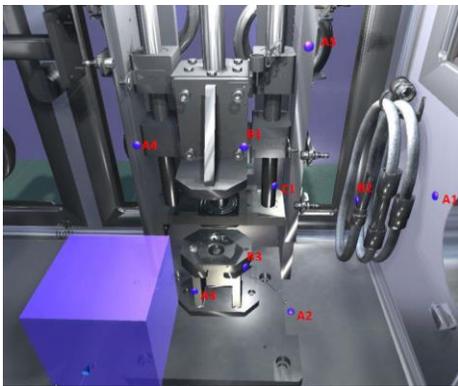


Figure 2: A gauche, la zone de départ, au centre, les neuf cibles.

Les sujets devaient réaliser chaque essai le plus rapidement possible. Si toutefois, le temps d'atteinte de la cible dépassait 13 secondes, l'essai suivant était lancé.

Le simulateur ne disposant pas de système à retour d'effort, le sujet ne peut pas détecter finement les collisions entre son bras et l'EV. Pour pallier ce problème, les collisions sont signalées visuellement à l'utilisateur par des tâches jaunes apparaissant autour des points de contact (Fig. 3)

2.2 Condition Wall

Dans la condition Wall, le sujet voyait l'environnement virtuel (EV) sur un mur d'image stéréoscopique (3x2.5m, Infitec). Dans cette condition, l'utilisateur voyait son propre bras. L'avatar du bras était masqué mais était utilisé pour la détection de collision. Dans le cas où une trop grande différence de position entre l'avatar et le bras était détectée (due à une collision avec l'EV par exemple), l'avatar était affiché en transparence permettant ainsi au sujet d'adapter son geste.

2.3 Condition casque

Dans la condition casque, le sujet voyait l'EV via un casque de réalité virtuelle (Oculus DK2 [6]). Dans

cette condition, l'utilisateur ne voyait pas son propre bras mais un avatar. Dans le cas où une trop grande différence de position entre l'avatar et le bras était détectée (due à une collision avec l'EV par exemple), la position réelle de son bras était affichée permettant ainsi au sujet d'adapter son geste.

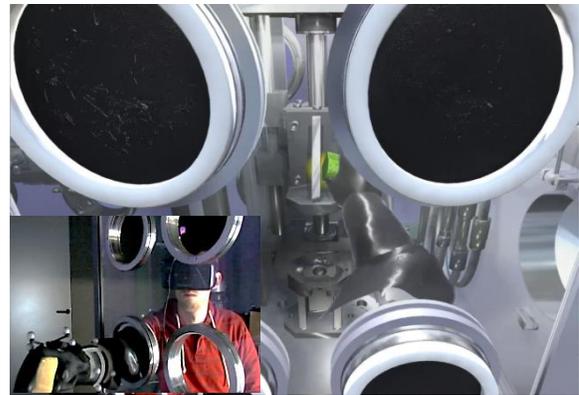


Figure 3: Tâche réalisée dans la condition casque

3 PREMIERS RÉSULTATS

Plusieurs types de données ont été collectés pendant l'expérimentation : les temps d'atteinte des cibles, le nombre de collision avec l'EV et les trajectoires du bras. Après chaque condition, deux questionnaires étaient remplis par le sujet, le NASA TLX [5] et le SYSTEM USABILITY SCALE [6] (SUS).

Une première analyse des résultats montre un effet significatif des conditions concernant le temps moyen d'atteinte des cibles (plus important dans la condition WALL (2), comparé à la condition casque(1), fig. 4)

De manière cohérente, on trouve un nombre moyen de collisions statistiquement plus élevé dans la condition WALL.

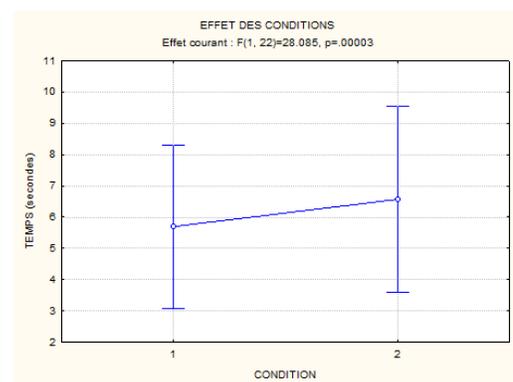


Figure 4: Tâche réalisé dans la condition casque

Concernant l'analyse subjective, les résultats du NASA TLX suggèrent que la charge mentale induite par les dispositifs restent relativement faible (score moyen < 7 sur une échelle de 0 à 21). Concernant le SUS, l'utilisabilité du système est

jugée plutôt favorablement (score moyen > 82 sur une échelle de 0 à 100).

4 CONCLUSION, PERSPECTIVES

Suite à l'évaluation de cette première version du simulateur, l'analyse des résultats tend à montrer une préférence des utilisateurs pour la condition casque ainsi que des performances légèrement supérieures. L'ensemble des sujets a considéré le système utilisable et proche de leurs activités quotidiennes (pour les sujets experts). Une mise à jour du simulateur est déjà prévue grâce à l'utilisation de celui-ci sur un Biface et avec des casques de RV plus performants. L'ajout d'interfaces haptiques est également prévu.

5 REMERCIEMENT

Cette étude est portée par le projet AFC/AFCOE (Atelier de Fabrication des COEURS).

REFERENCES

- [1] Twombly, I. A., Smith, J., Bruyns, C., Montgomery, K., & Boyle, R. (2003). NASA virtual glovebox: An immersive virtual desktop environment for training astronauts in life science experiments.
- [2] Smith, J., Twombly, I. A., Maese, A. C., Cagle, Y., & Boyle, R. (2003). The Virtual Glovebox: Emerging Simulation Technology for Space Station Experiment Design, Development, Training and Troubleshooting. In *AIAA Space 2003 Conference & Exposition* (p. 6341).
- [3] A.R.T., ARTTRACK System. Retrieved from <http://www.art-tracking.com/home/>
- [4] iDROP, Développement interne CEA basé sur les bibliothèques XDE [9]
- [5] OCULUS, V. R. Oculus rift dk2. Retrieved from <https://www.oculus.com/dk2>, 2014.
- [6] HERMAN, Irving P. Terminology, the Standard Human, and Scaling. *Physics of the Human Body*, 2007, p. 1-36.
- [7] HART, Sandra G. et STAVELAND, Lowell E. Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. *Advances in psychology*, 1988, vol. 52, p. 139-183.
- [8] BROOKE, John, et al. SUS-A quick and dirty usability scale. *Usability evaluation in industry*, 1996, vol. 189, no 194, p. 4-7.
- [9] X. Merlhiot, J. L. Garrec, G. Saupin, and C. Andriot, "The XDE mechanical kernel : Efficient and robust simulation of multibody dynamics with intermittent nonsmooth contacts", in *Int. Conf. Multibody Syst. Dyn.*, 2012, pp. 5-6.