

Formation médicale à travers la simulation virtuelle : enjeux et applications

Amine CHELLALI – Université d'Évry, Laboratoire IBISC

Résumé : La formation des compétences médicales et paramédicales à travers les outils de simulation devient une nécessité, comme le démontre la conclusion du rapport de la Haute Autorité de Santé en 2012 « jamais la première fois sur un patient ». Dans ce contexte, les simulateurs basés sur les technologies de la réalité virtuelle obtiennent une place importante. En effet, ils permettent d'immerger les apprenants dans des environnements réalistes pour apprendre à maîtriser les compétences ciblées tout en évitant de mettre en danger la vie des patients. Cependant, leur développement est délicat et potentiellement coûteux et il est donc nécessaire de centrer leur conception sur des thématiques de santé publique, impliquant de nombreux professionnels de santé. Dans cette présentation on abordera les enjeux de la formation des professionnels de santé à travers ces outils, les méthodologies utilisées pour les concevoir et les développer ainsi que quelques exemples de projets et d'applications développées par le laboratoire IBISC pour répondre aux besoins actuels dans ce domaine.

Formation médicale à travers la simulation virtuelle : enjeux et applications

Amine CHELLALI

Enseignant Chercheur

Laboratoire IBISC - Univ. d'Évry, Université Paris Saclay

Équipe IRA²

Colloque ESSI : Réalité Virtuelle et Réalité Augmentée :

Comment bouleversent-elles la formation ?

Evry, 28 novembre 2019



GENOPOLE
VIVRE L'INNOVATION

ibiSc



université
PARIS-SACLAY

Introduction

...

Mes recherches

Interaction homme-environnement virtuel

↳ Fidélité des simulateurs

↳ Interactions collaboratives



Applications

- Formation à travers la réalité virtuelle
- Formation collaborative expert/novice
- Formation en équipe

Collaborations

- Praticiens
 - Service de Radiologie, CHU Nantes
 - Service de Chirurgie Oncologique, ICO Nantes
 - Service de Chirurgie, BIDMC Boston (Etats-Unis)
 - Service de Gynécologie, BIDMC Boston (Etats-Unis)
 - **Services ORL, Cardiologie, Anesthésie, CHSF**
 - **LabForSIMS, Faculté de Médecine Paris-Sud**
- Chercheurs
 - LS2N, Nantes
 - Wright State University, Ohio ((Etats-Unis)
 - UMBC, Maryland (Etats-Unis)
 - RPI, New York (Etats-Unis)
 - IRISA-INRIA, Rennes
- Industriels
 - Groupe Interaction Healthcare

Contexte et enjeux actuels

- Erreurs médicales en santé :
 - **France** : **500 000** évènements indésirables graves / an et **10 000 décès** dus aux risques liés aux soins
 - **Etats-Unis** : **440 000 décès** annuels, soit la 3^{ème} cause de décès
 - "**Jamais la 1^{ère} fois sur un patient**" conclusion du rapport 2012 de la HAS
 - **Reforme 2018** du 3^{ème} cycle des études médicales en France où la formation par la simulation a pris une place importante
- ⇒ Besoin d'outils technologiques pour améliorer la formation médicale

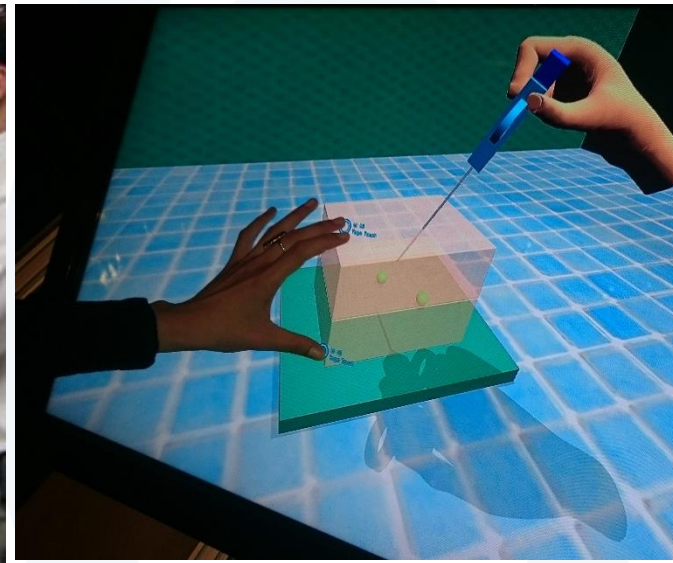
Problématique : fidélité des simulateurs virtuels



Fidélité : "degré objectif d'exactitude avec lequel les expériences du monde réel sont reproduites dans le monde virtuel" (Gerathewohl, 1969)

Problématique : fidélité des simulateurs virtuels

- Haute fidélité \neq meilleur apprentissage
- "Basse" fidélité pourrait suffire
- Simulateurs procéduraux Vs simulateurs partiels (centrés sur une micro tâche, task trainers)



Objectifs

- Concevoir des simulateurs virtuels mieux adaptés aux besoins en termes de fidélité
- Formation aux **gestes techniques**
- **Question de recherche** : Les simulateurs virtuels partiels et/ou basse fidélité peuvent-ils suffire voire être plus efficaces pour la formation médicale ?
- Verrous :
 - ⇒ Identifier les objectifs pédagogiques des simulateurs à concevoir
 - ⇒ Définir un cadre théorique pour contrôler les composants de la fidélité du simulateur

Cadre théorique : fidélité des simulateurs

- Fidélité de l'environnement (photoréalisme, formes, loi de la physique...)
- Fidélité du scénario (reproduire des situations)
- **Fidélité des interactions** (actions, feedback)

Méthodologie de travail

...

Conception centrée-utilisateur

- Processus itératif : satisfaire les besoins des utilisateurs
 1. Etudier les pratiques existantes
 2. Concevoir de nouveaux systèmes
 3. Etudier le changement des pratiques

1. Etude des pratiques existantes

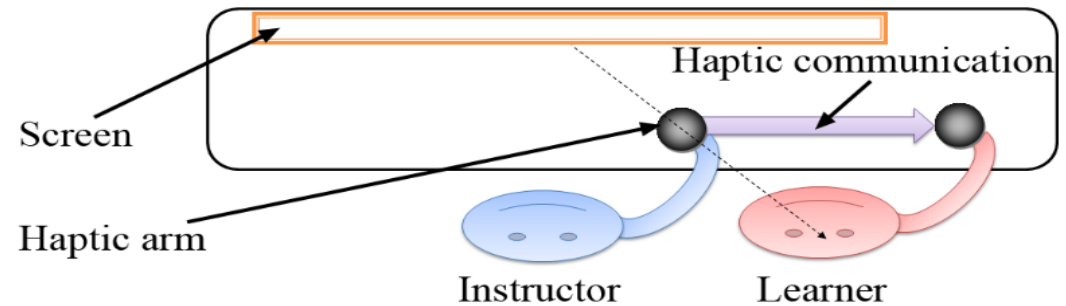
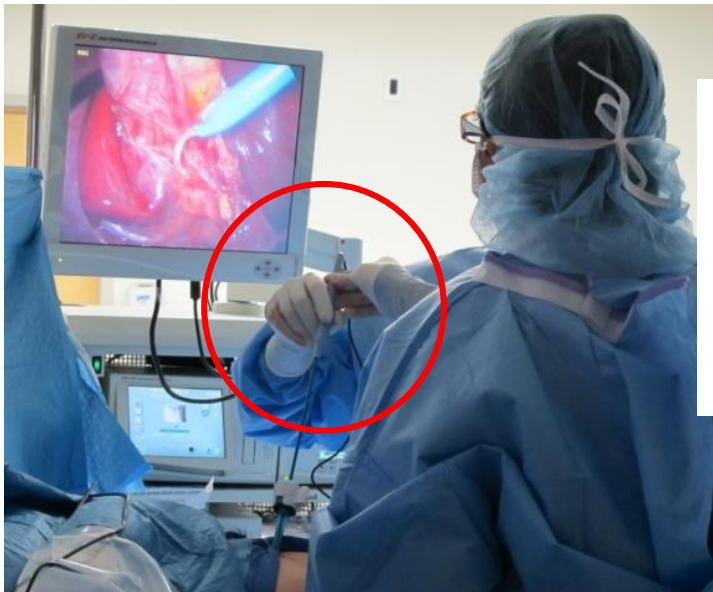
- Observation de différentes procédures chirurgicales, analyse vidéo, interviews, questionnaires...
- Analyse de la pratique
 - Décomposition hiérarchique de la procédure
 - Mesures de la performance
 - Evaluation de la performance
 - Comparaison des différentes techniques
 - Analyse de la communication



2. Conception de nouveaux systèmes

- Conception des techniques d'interaction
 - Choix des interfaces utilisateur
 - Fidélité des interactions
- Simulateurs virtuels

Communication haptique

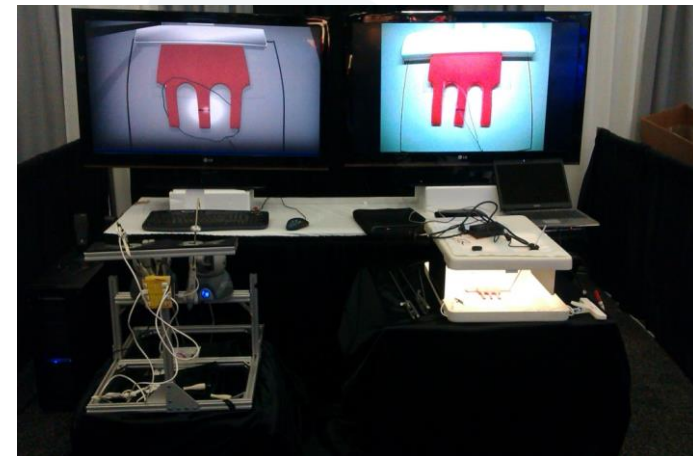
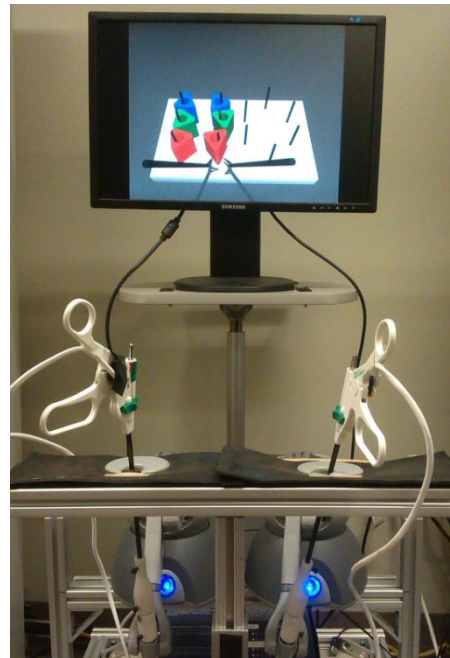


3. Etudier le changement des pratiques

- Influence des nouveaux systèmes sur :
 - La formation
 - Les performances
 - La pratique
- Evaluation expérimentale
 - Retour d'expérience
 - Comparaison avec les standards existants
 - Courbes d'apprentissage
 - Transfert des connaissances vers le monde réel

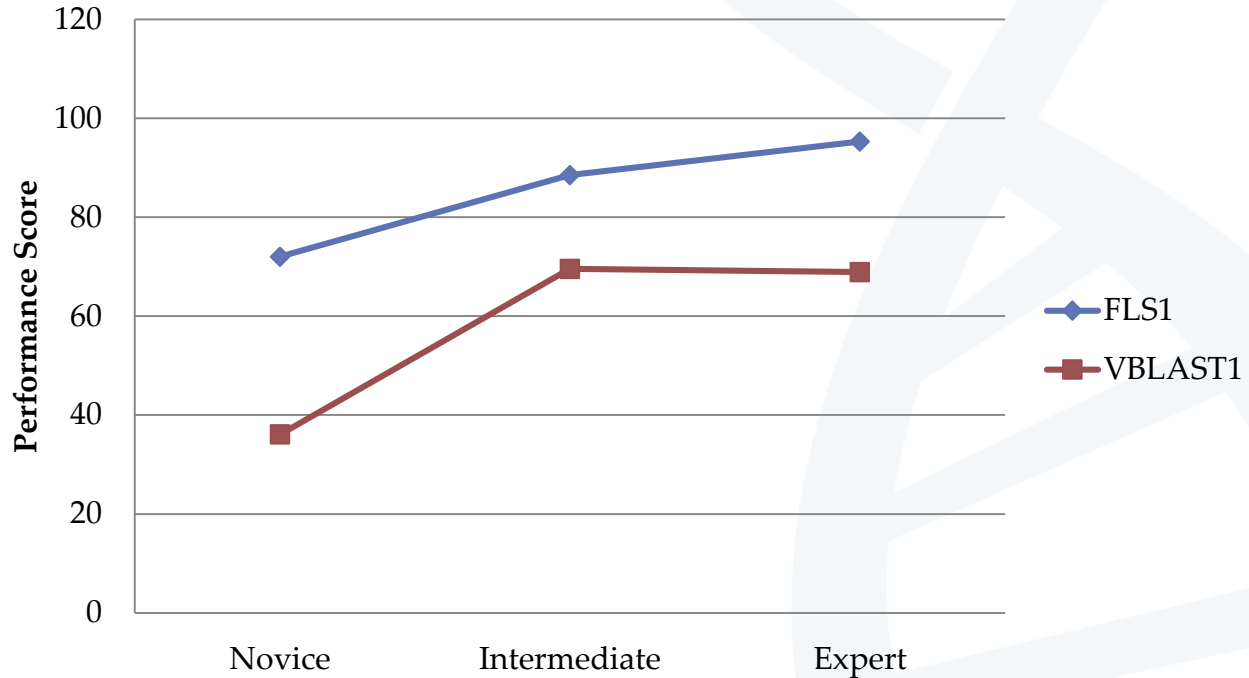
Gestes basiques en laparoscopie

- Passage du physique au virtuel (fidélité de l'interaction)
- Conception de l'interface utilisateur



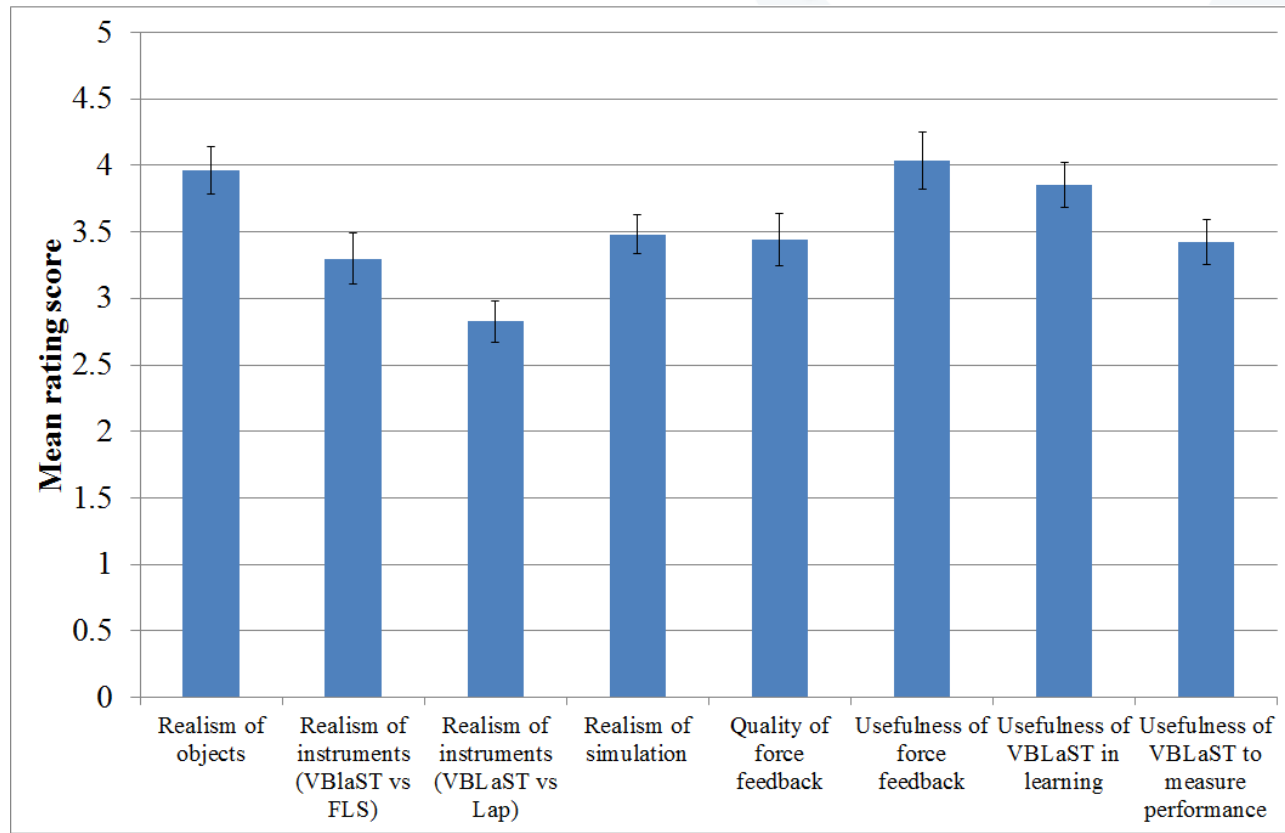
Fidélité de l'interaction : réel Vs virtuel

- Comparaison : Simulateur virtuel Vs standard (1^{er} itération)



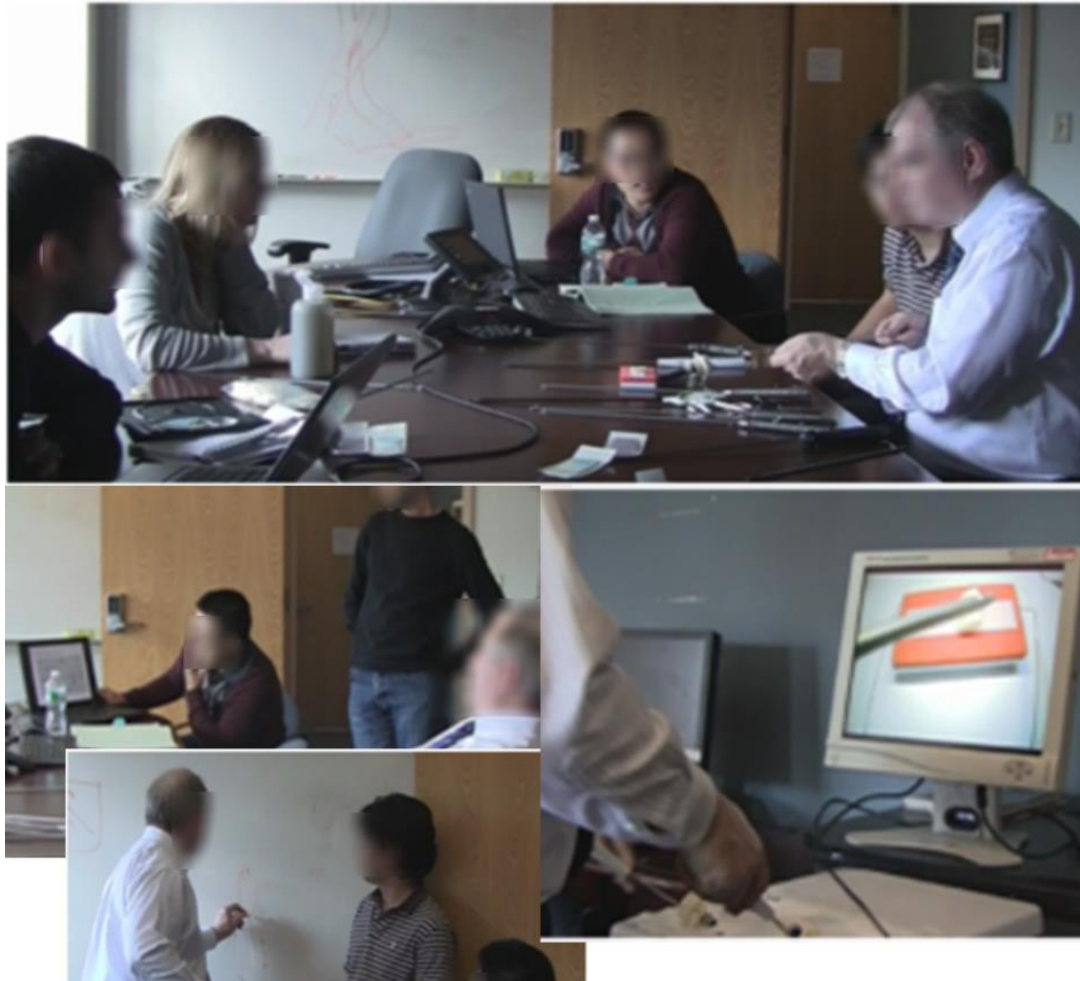
[Chellali et al., IJHCS, 2016]

Mesures subjectives



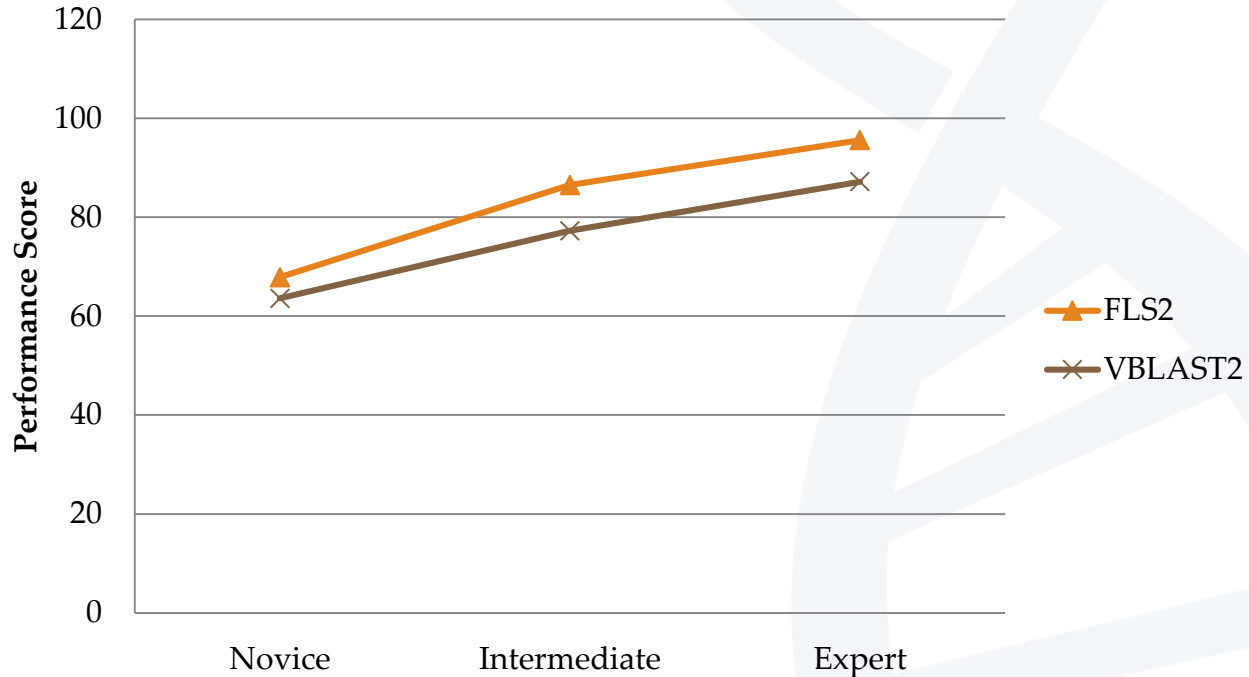
[Chellali et al., Surgical Endoscopy, 2014]

Focus groupes



Fidélité de l'interaction : réel Vs virtuel

- Comparaison : Simulateur virtuel Vs standard (1^{er} Vs 2nd itération)

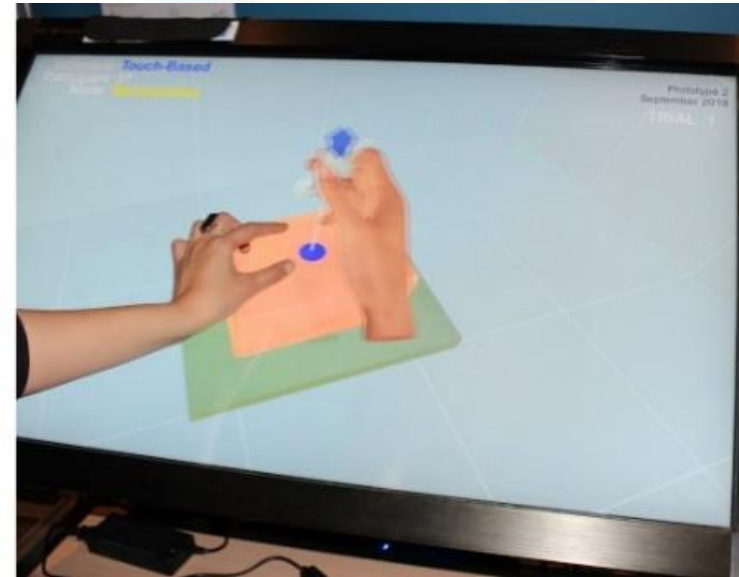


[Chellali et al., IJHCS, 2016]

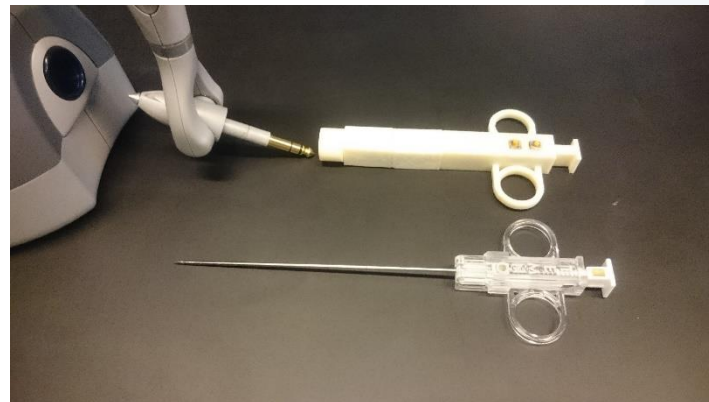
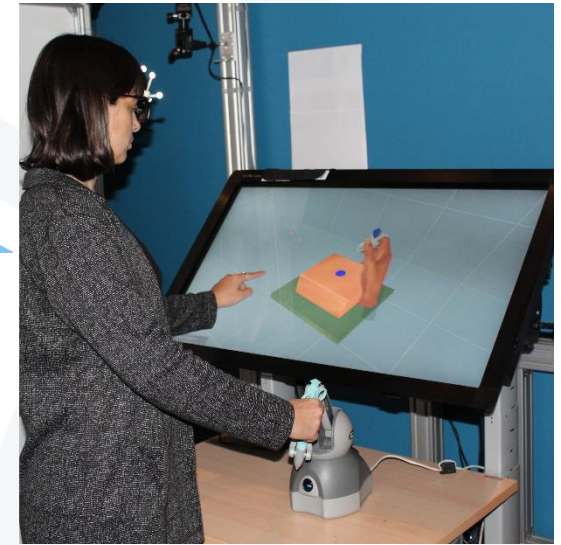
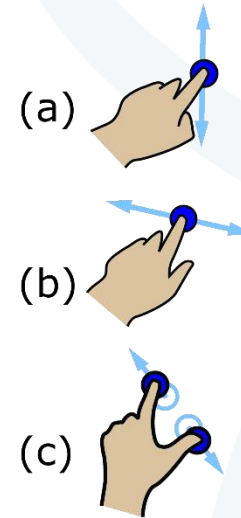
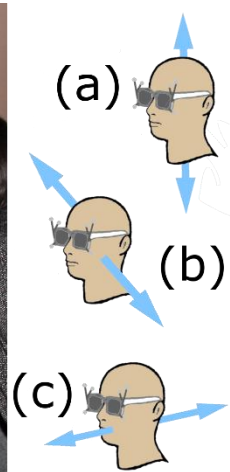
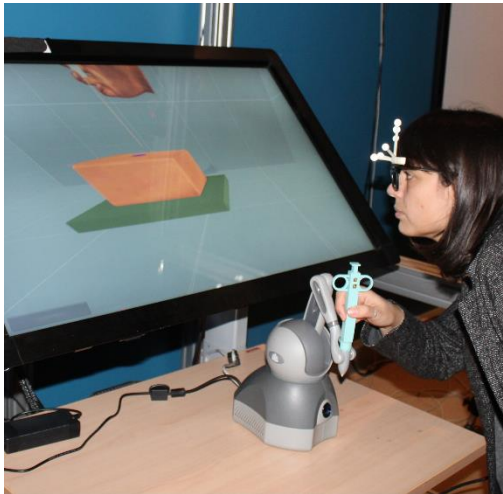
Travaux en cours

...

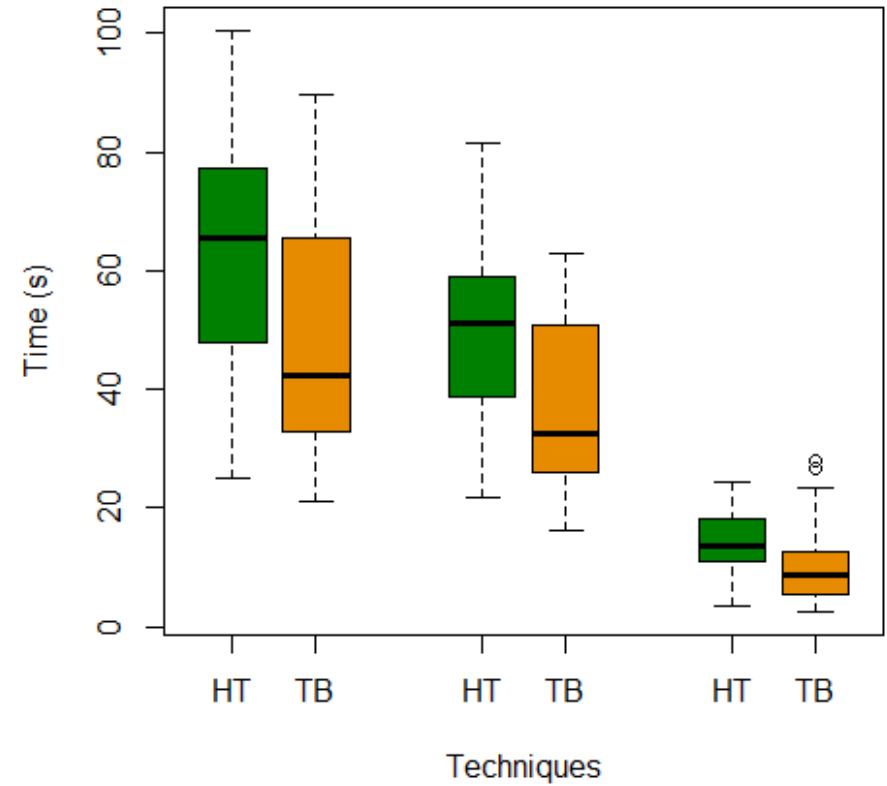
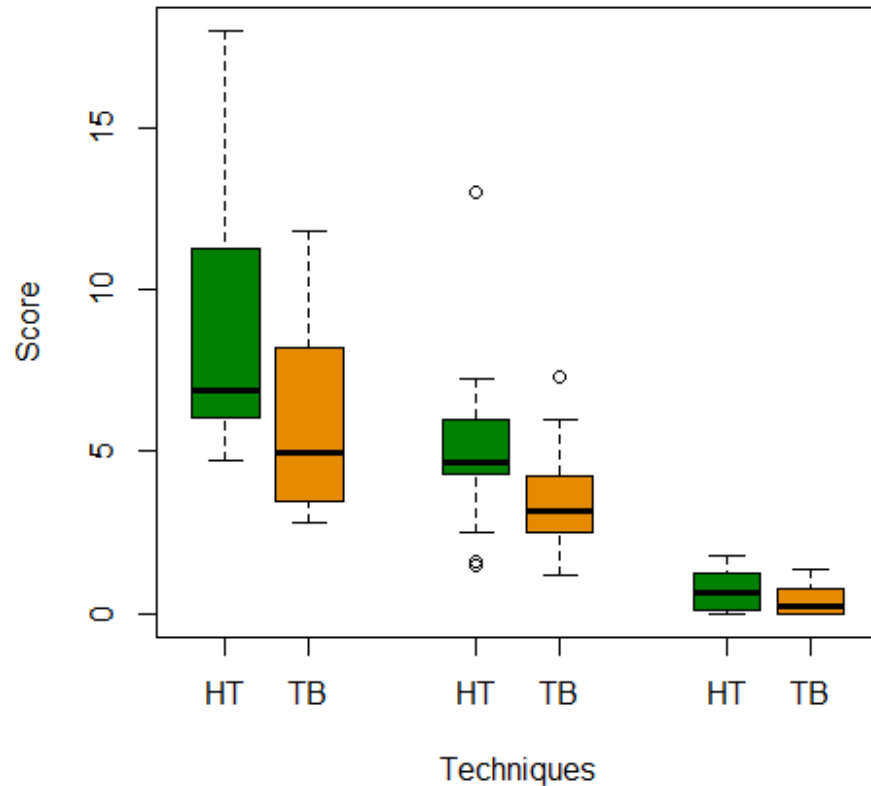
Simulateur du geste de biopsie



Technique de navigation



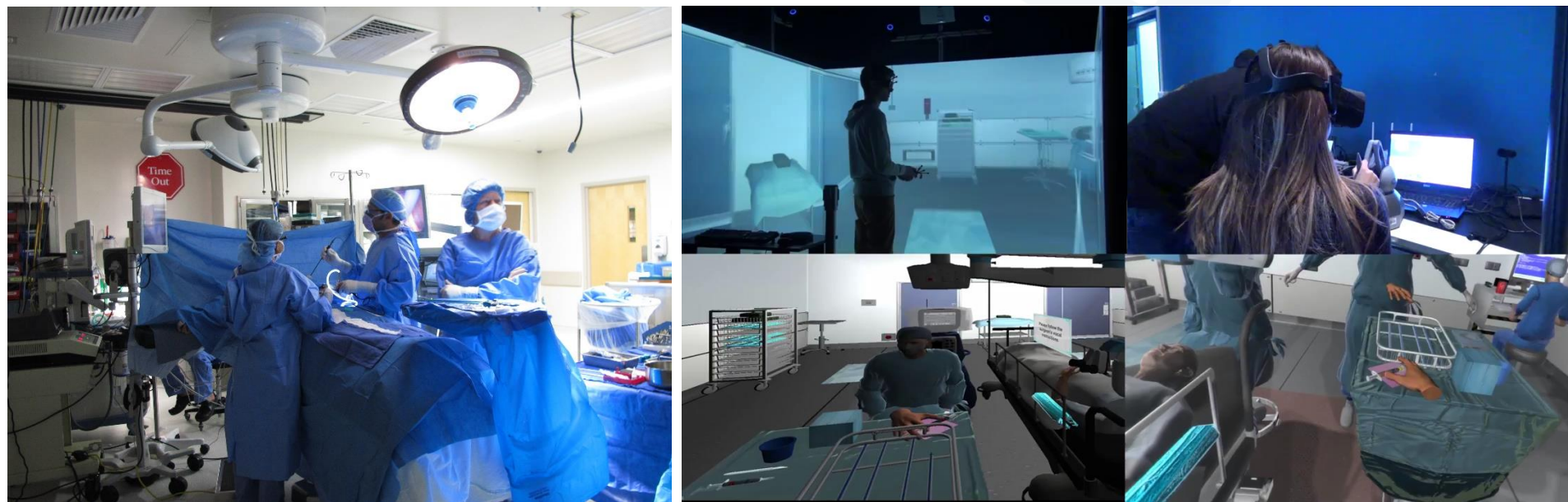
Résultats



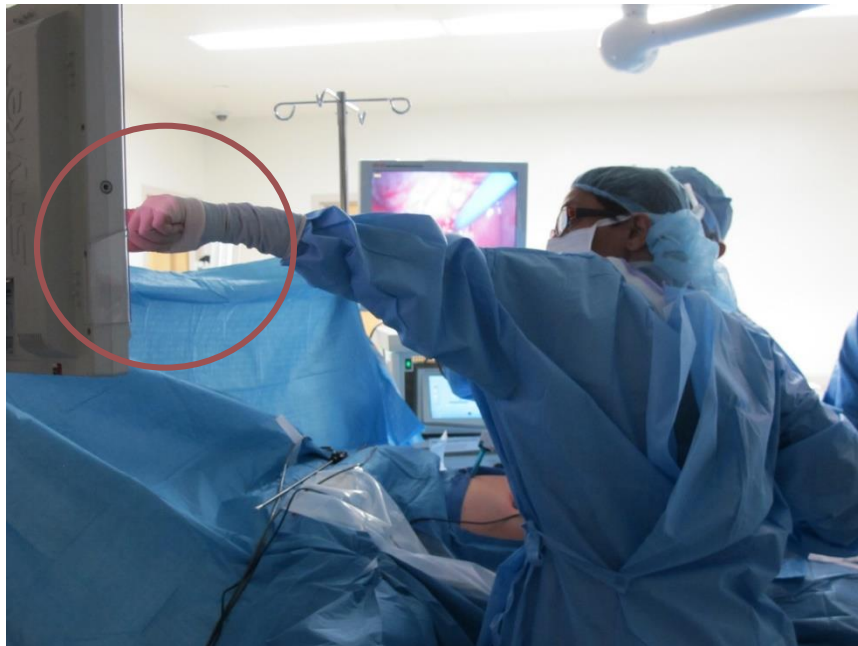
[Ricca et al., IEEE VR, 2017]

Formation en équipe dans un environnement collaboratif et immersif

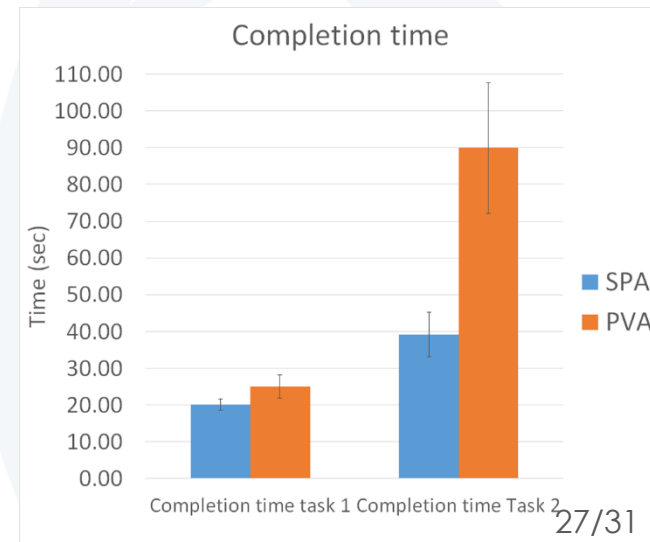
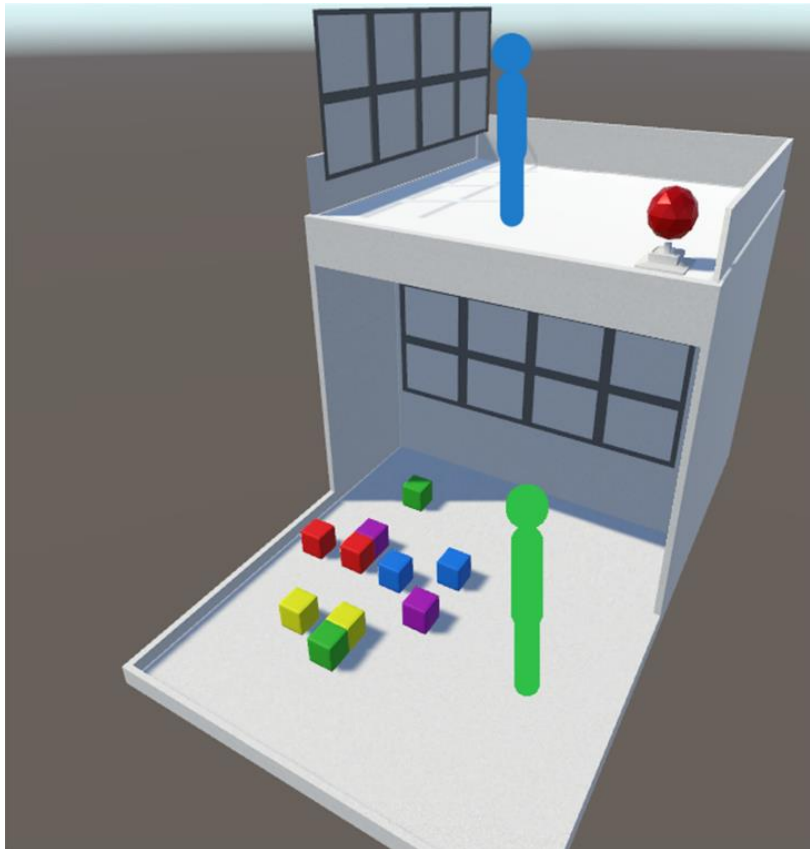
Projet CoVR Skills Lab (Région IDF)



Représentation des utilisateurs et fidélité cinématique



Résultats



[Gamelin et al., ACM IHM, 2018]

Conclusion

...

Retour d'expérience

- Travail pluridisciplinaire avec une multitude d'acteurs (experts, étudiants, formateurs, équipe médicale)
- Recherches appliquées qui répondent à des enjeux sociétaux
- Disponibilité des praticiens/ Accès à l'hôpital
- Evaluations
- Verrous techniques et scientifiques

Perspectives

Fidélité des interactions

- Interactions haptiques
- Interactions multimodales (eye tracking, gestes,...)
- Interactions collaboratives
- ↳ Simulateurs partiels (centrés sur les micro tâches)

3 projets en cours avec le CHSF

Conclusion

“If technology doesn't work for people,
then it just doesn't work”

Lund A. 1996, Ergonomics in Design 4(4), 5-11



Références

- Ricca, A., **Chellali, A.**, Otmane, S. Study of Interaction Fidelity for Two Viewpoint Changing Techniques in a Virtual Biopsy Trainer (2017) In the proceedings of the IEEE VR 2017 Conference, Los Angeles, CA, USA, pp. 227-228
- **Chellali, A.**, et al. Achieving Interface and Environment Fidelity in the Virtual Basic Laparoscopic Surgical Trainer (2016) International Journal of Human Computer Studies, Volume 96, pp. 22–37, Elsevier
- Wang, J., **Chellali, A.**, Cao, C.G.L. Haptic Communication in Collaborative Virtual Environments (2016) Human Factors Volume 58, Issue 3, pp. 496-508, SAGE Journals
- A, Ricca., **Chellali, A.** Interaction fidelity in virtual simulators: two navigation techniques for a virtual biopsy trainer (2016) In the proceedings of the ACM International Conference of the Association Francophone d'Interaction Homme-Machine, IHM 2016, Fribourg, Switzerland, pp. 278-284
- Mentis, H.M., **Chellali, A.**, Cao, C.G.L., Schwaitzberg, S.D. A Systematic Review of the Effect of Distraction on Surgeon Performance: Directions for Operating Room Policy and Surgical Training (2015) Surgical Endoscopy, Volume 30, Issue 5, pp. 1713-1724, Springer
- Wong, C., Feng, Y., Mentis, H., **Chellali, A.**, Zahiri, H., Park, A. Using Hierarchical Task Analysis to Incorporate Decision-Making Into Simulation-Based Laparoscopic Training (2015) The International Symposium on Human Factors and Ergonomics in Health Care, Baltimore, MD, USA
- Ricca, A. **Chellali, A.**, Otmane, S. (2018) Study of self-avatar's influence on motor skills training in immersive virtual environments. In the proceedings of the ACM Virtual Reality International Conference (VRIC 2018), Laval, France