

# RÉALITÉ VIRTUELLE & SANTÉ

## APPLICATIONS & ENJEUX



[guillaume.bouyer@ensiie.fr](mailto:guillaume.bouyer@ensiie.fr)

[www.ensiie.fr/~bouyer/](http://www.ensiie.fr/~bouyer/)

<https://frama.link/vr-health>

# INTRODUCTION

---

# Vue actuelle de la Réalité Virtuelle



# Concepts clés

---

Un **environnement**, des objets et des avatars  
**virtuels**

Simulés par un système informatique

Possédant différents degrés de "réalisme" ou de "crédibilité"

Apparence visuelle, sons, comportement...

L'**utilisateur** est en

**Interaction** en **temps réel** avec cet environnement

Via des **capteurs** et des **interfaces**

Selon différents **canaux sensori-moteurs** : visuel, sonore, haptique, vestibulaire, manuel...

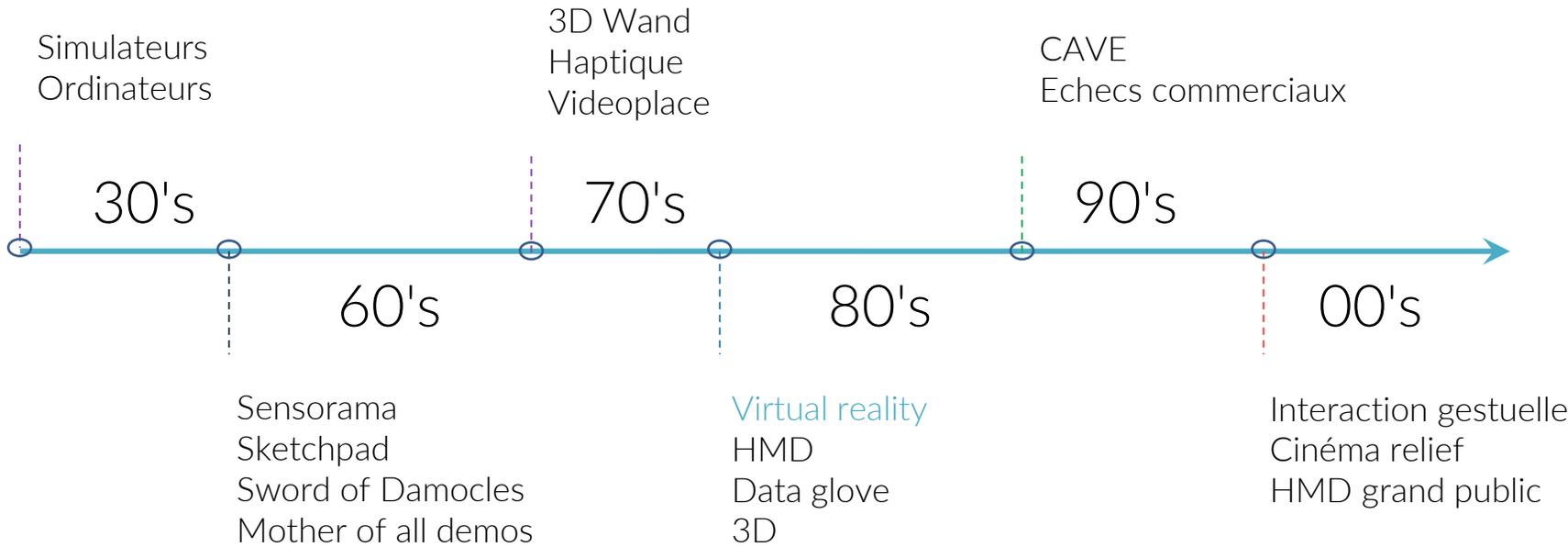
De manière la plus **naturelle** possible

Pour effectuer des **tâches**

**Immersion** (et présence) dans l'environnement virtuel



# Rapide historique

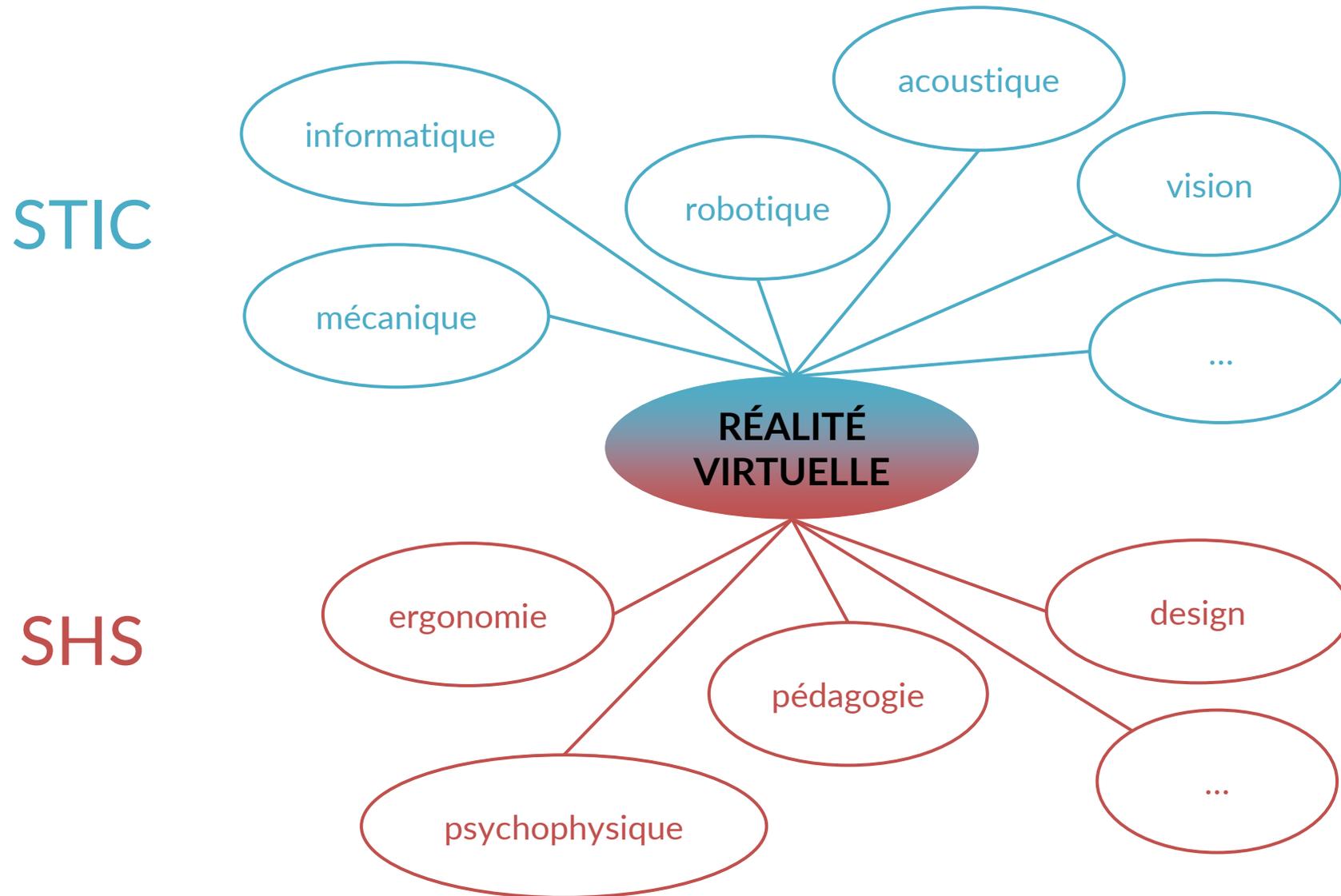


- 1900 : Mareorama
- 1928 : Link trainer
- 1940 : 1<sup>ers</sup> ordinateurs électron.
- 1960 : Sensorama
- 1963 : Sketchpad, souris
- 1966 : Sword of damocles
- 1967 : Haptique
- 1968 : Mother of all demos
- 1972 : 3D Wand
- 1980 : « Virtual Reality »
- 1981 : Data glove, LCD HMD
- 1991 : CAVE
- 2013 : Oculus Rift DK1

Domaines connexes : Informatique, Interaction homme-machine (IHM), Simulation, Télé-opération, Robotique, Électronique, Industrie du loisir...

# Domaines impliqués

---



# Une définition

---

« La réalité virtuelle est un domaine scientifique et technique exploitant l'informatique et des **interfaces** en vue de simuler dans un **environnement virtuel** le comportement d'entités 3D, qui sont en **interaction** en **temps réel** entre elles et avec un ou des utilisateurs en **immersion** pseudo-naturelle par l'intermédiaire de canaux sensori-moteurs. »

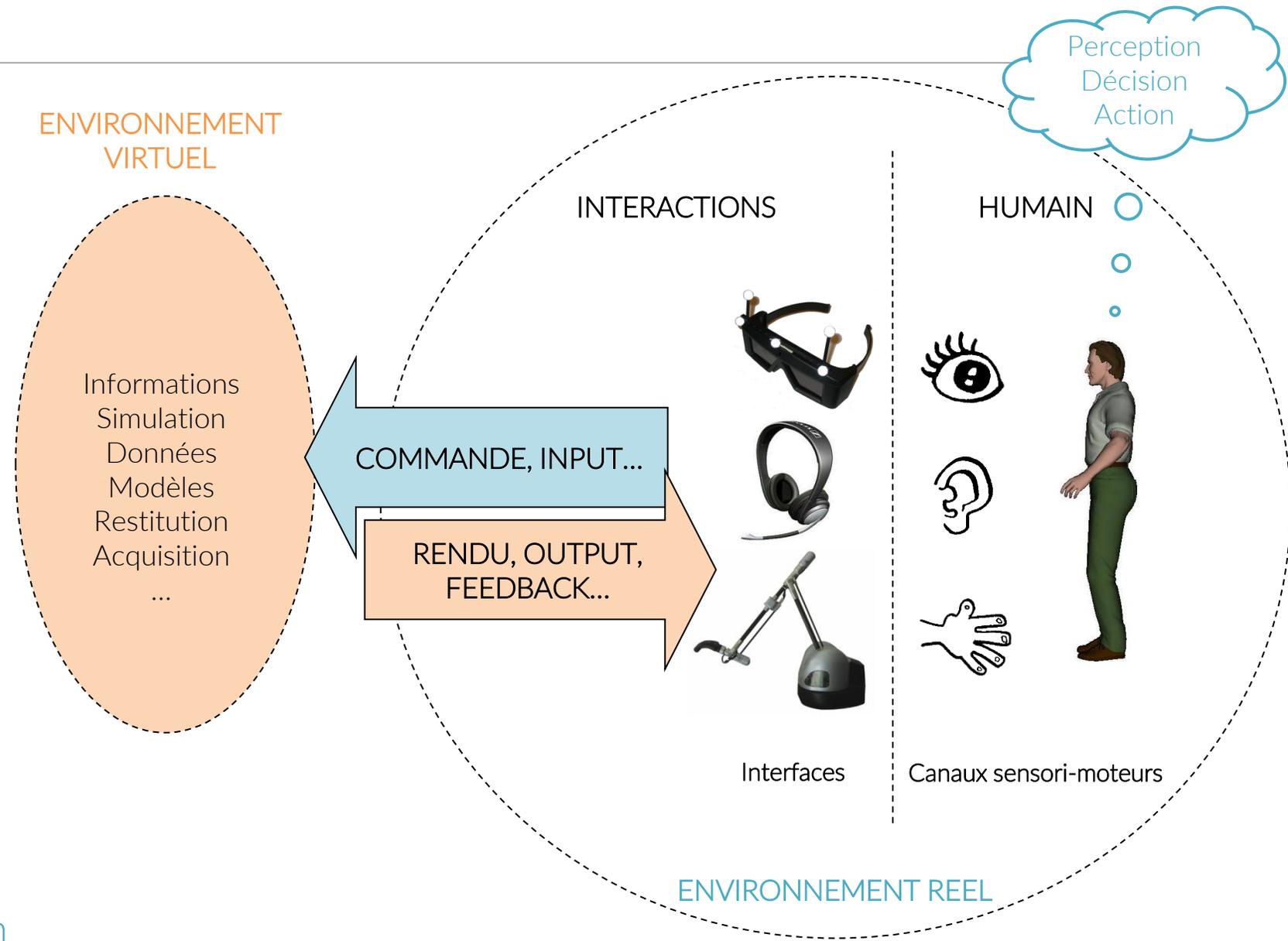
[Traité de la RV, 2005]

# Mots-clés

2 conditions principales :  
Interaction ET Immersion

Interaction Humain-Environnement  
plutôt que  
Interaction Homme-Machine

Boucle Perception-Cognition-Action



# Domaines d'applications

---

## Santé

### Industrie & services

- Marketing
- Revue de projet, collaboration
- Design
- Ingénierie, conception
- Ergonomie
- Simulation
- Production
- Maintenance
- Formation

### Science et recherche

- Exploration de phénomènes, analyse de données
- Enseignement, diffusion
- Collaboration

## Militaire

- Formation, entraînement par la simulation
- Gestion, supervision d'opérations

### Construction et urbanisme

- Information, visite
- Étude
- Gestion

### Culturel

- Jeux
- Visite virtuelle
- Création
- Diffusion

# Applications en santé

---

## Formation et assistance médicale

- Geste technique

- Procédure

- Compétences non techniques

- Reconstitution 3D

## Thérapie

- Rééducation motrice

- Rééducation cognitive

- Phobies

- Traitement de la douleur

- Troubles post-traumatiques

## Sport et Science du mouvement

## Grand public

(Biologie moléculaire, pharmacologie...)

**FORMATION MEDICALE**

---

**GESTES & PROCEDURES TECHNIQUES**

# Simulation chirurgicale (laparoscopie)

---



Rensselaer Polytechnic Institute, 2010



CAE Healthcare 2016



# Simulation chirurgicale (laparoscopie)



University of Magdeburg 2017



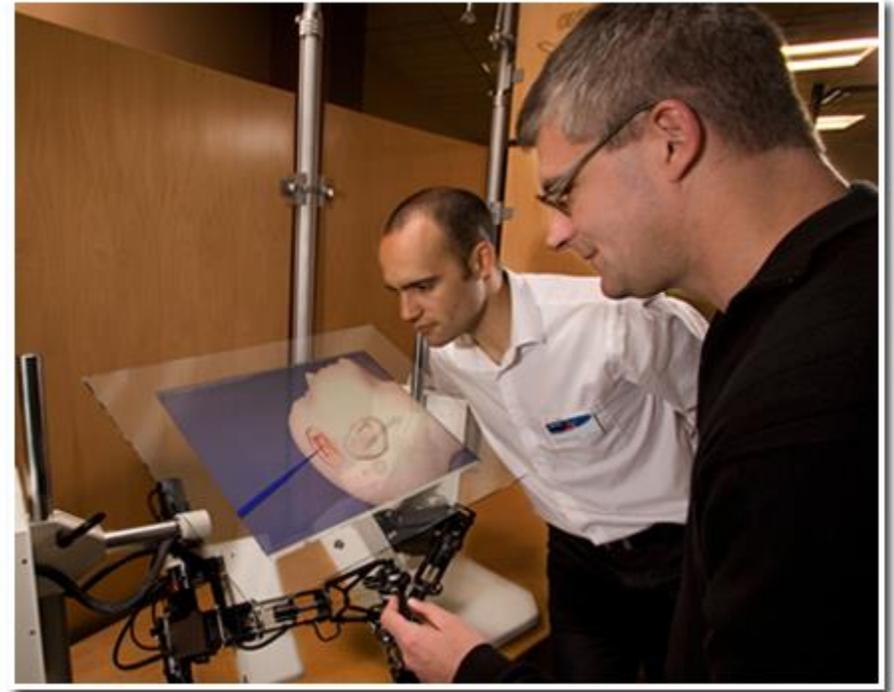
Simbionix LAP Mentor at the Jump Trade Simulation & Education Center 2015

# Simulation chirurgicale

---



Ohio Supercomputer Center



NRC Industrial Materials Institute

# Simulation médicale



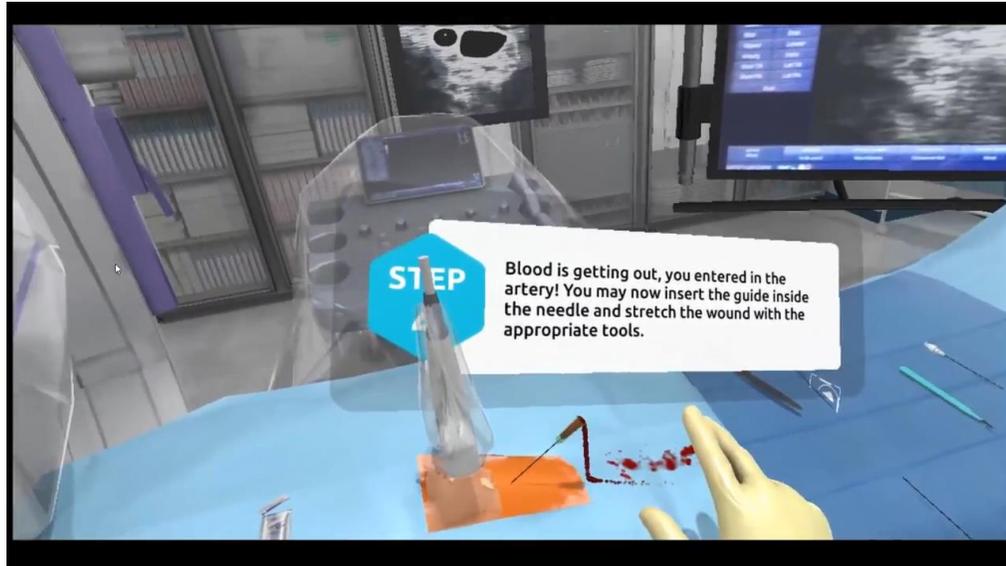
D'un seul geste – France 3 2019



VirTeaSy Implant Pro, Didhaptic



# Simulation médicale

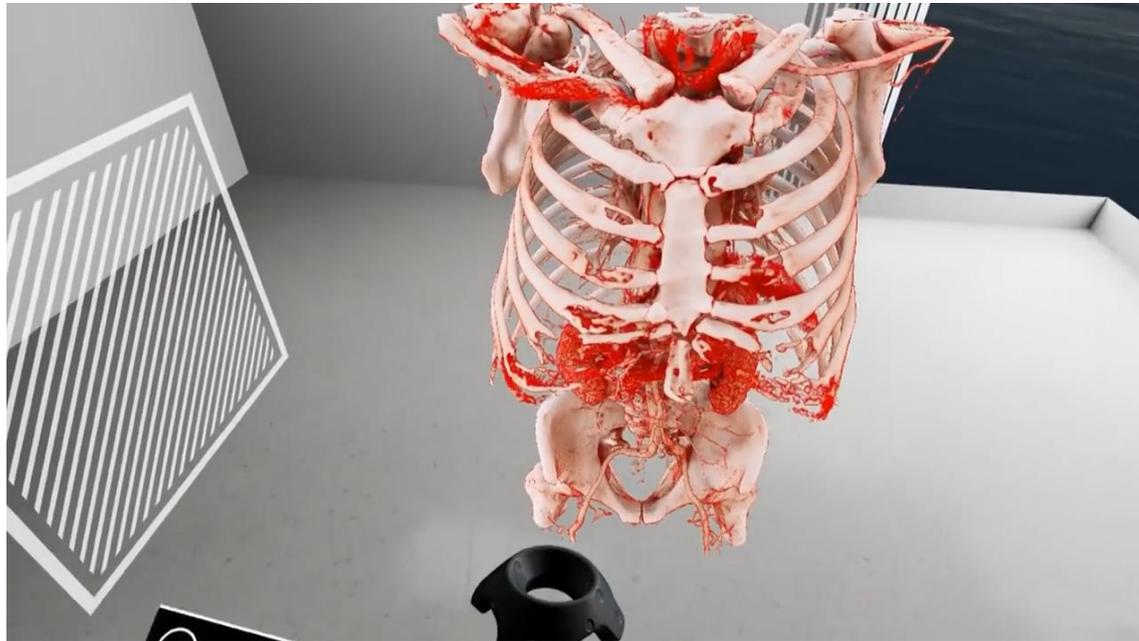


SimForHealth



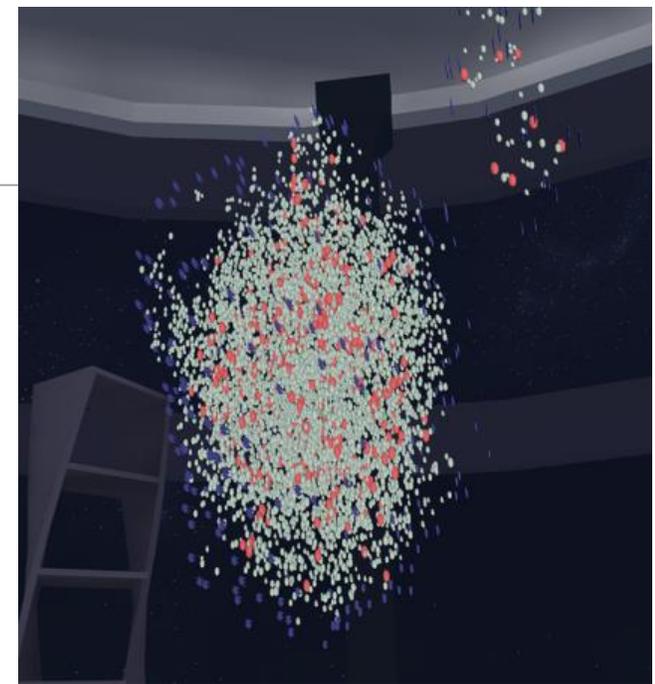
# Reconstitution 3D

« Double virtuel »  
Étude de maladie  
Planification d'opération  
Guidage augmenté lors de l'opération



Basel University 2016

Cancer Research UK Cambridge  
Institute (CRUK) 2017



Arte 2014

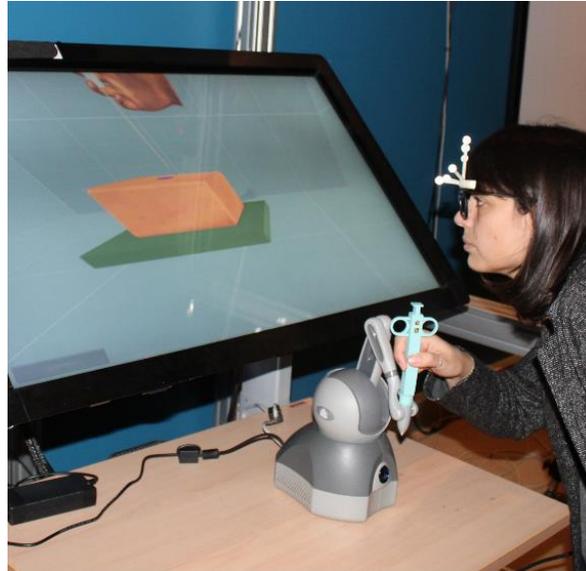


# Recherches IBISC – Univ. Evry

---

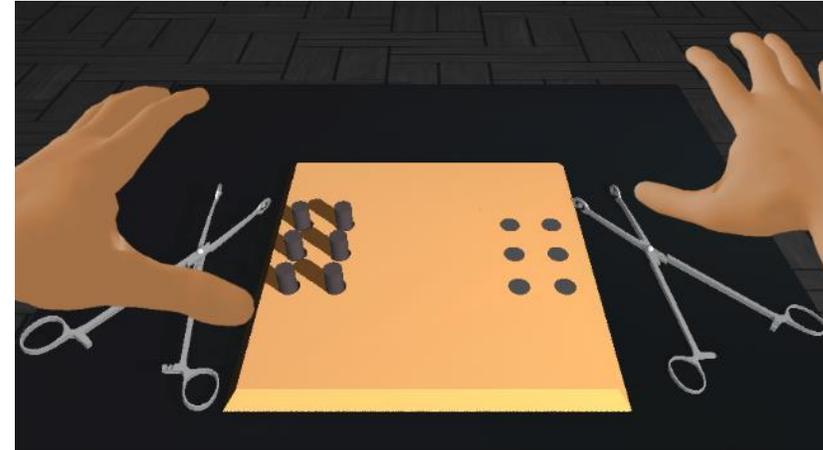
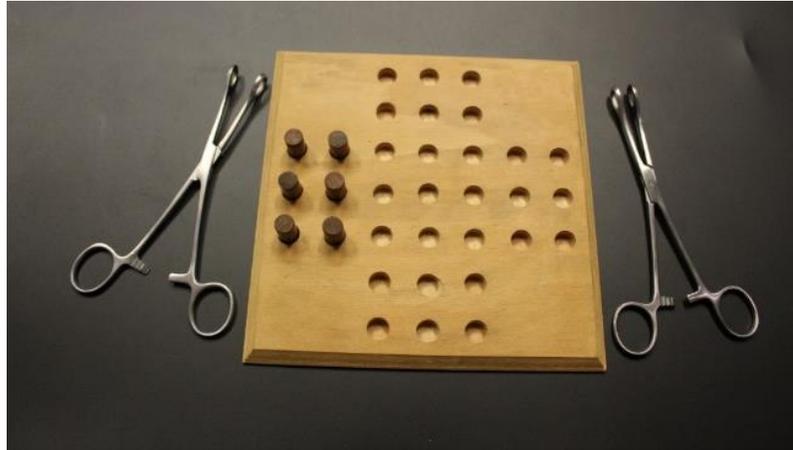
Simulateur du geste de biopsie [Ricca, et al., IEEE VR 2017]

Manipulation bi-manuelle



# Recherches IBISC – Univ. Evry

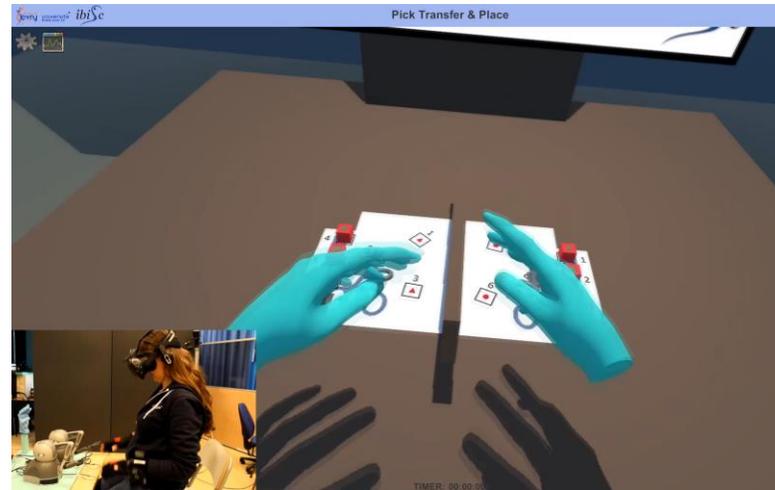
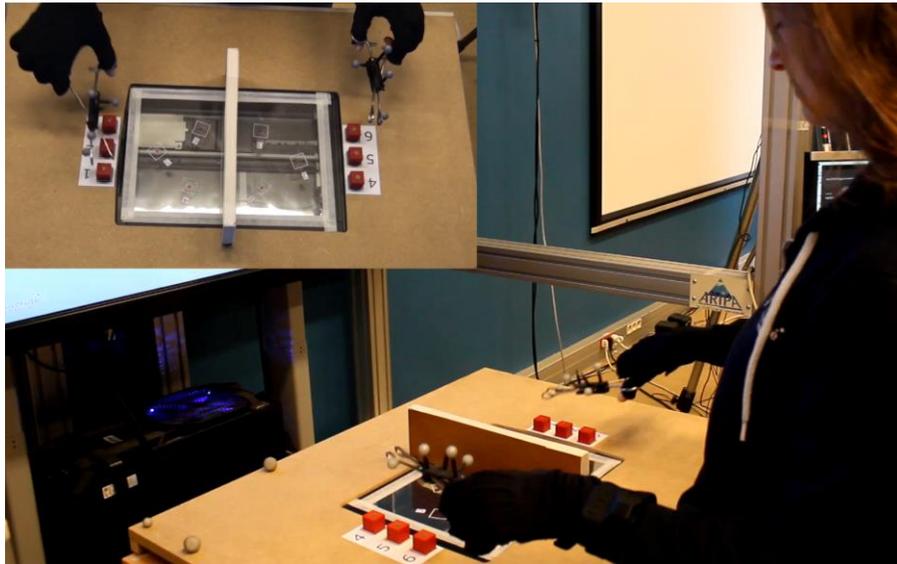
---



Présence/absence de la main virtuelle [Ricca et al., ACM VRIC, 2018]

# Recherches IBISC – Univ. Evry

Fidélité des simulateurs

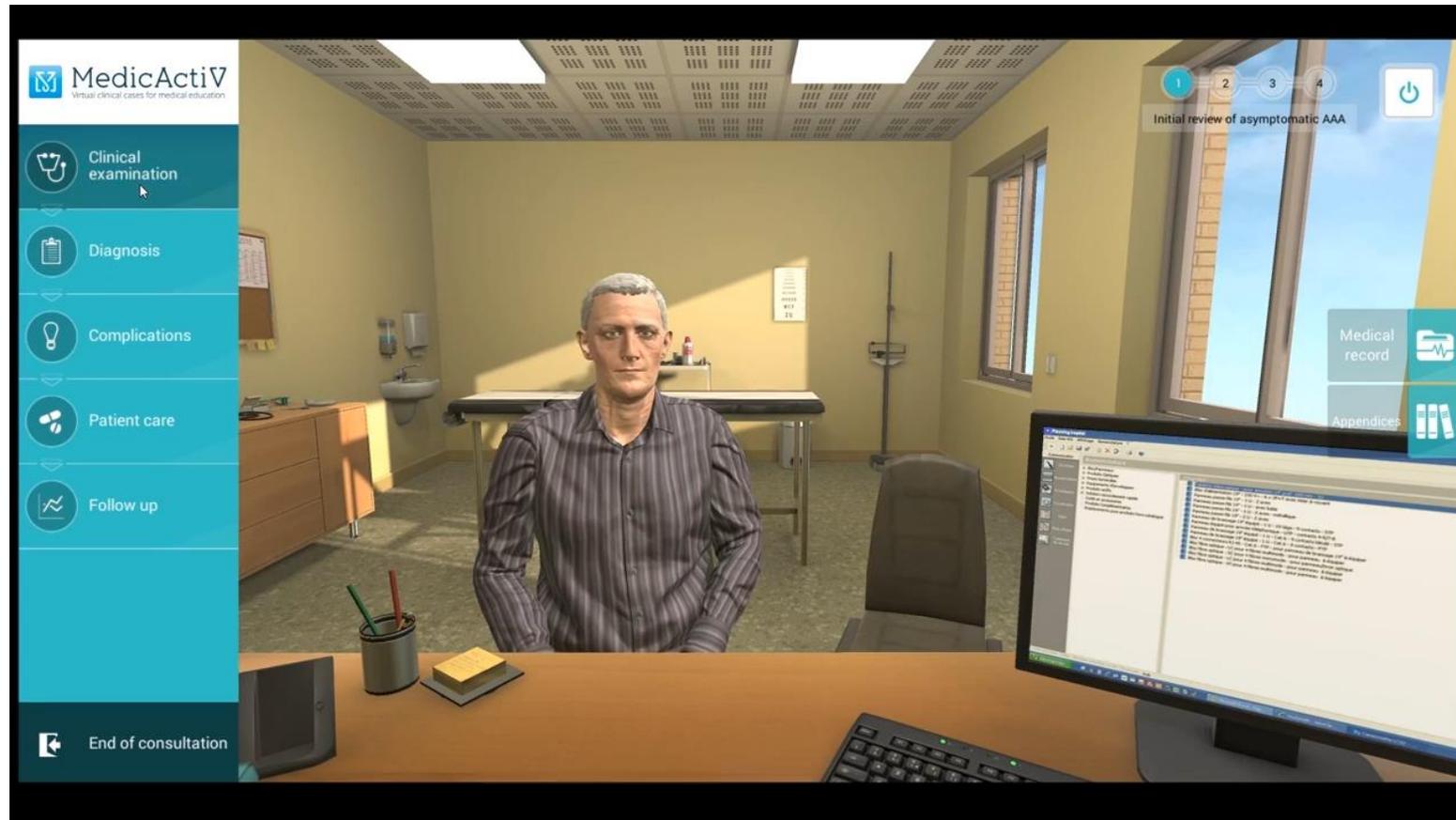


# FORMATION MEDICALE

---

COMPETENCES NON TECHNIQUES

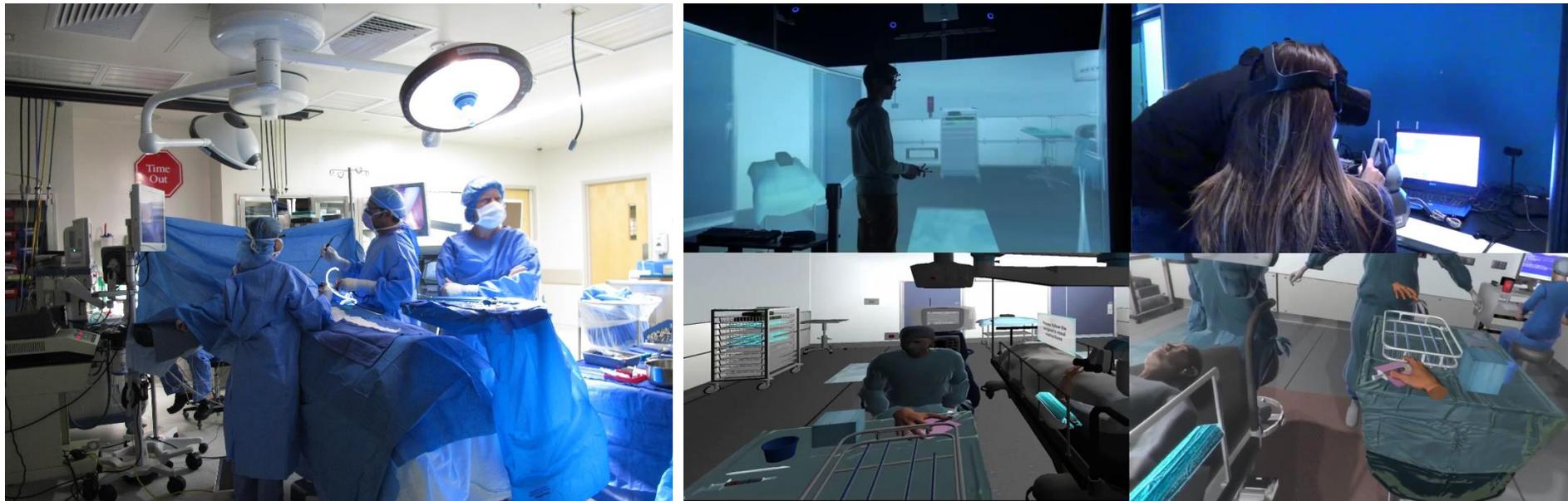
# Dialogue patient



[SimForHealth]

# Collaboration

---



IBISC, Projet CoVR Skills Lab (Région IDF)

# REEDUCATION MOTRICE

---

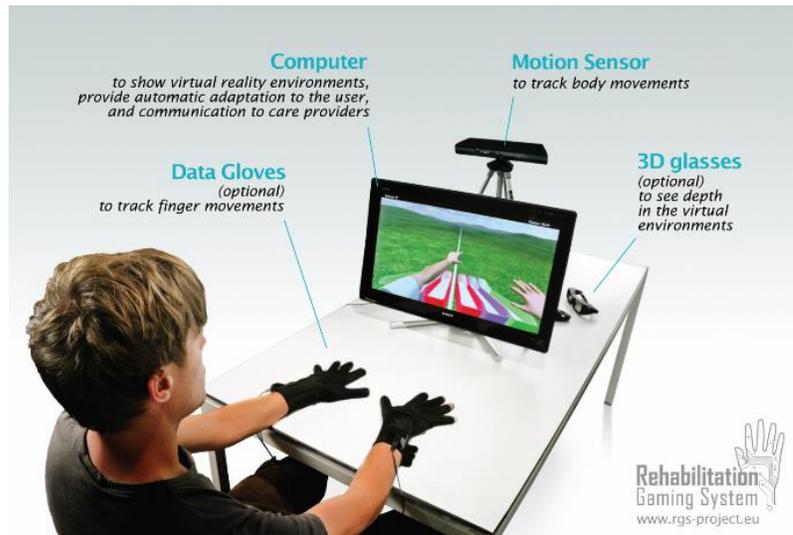
# Rééducation du membre supérieur



VirtualRehab 2017

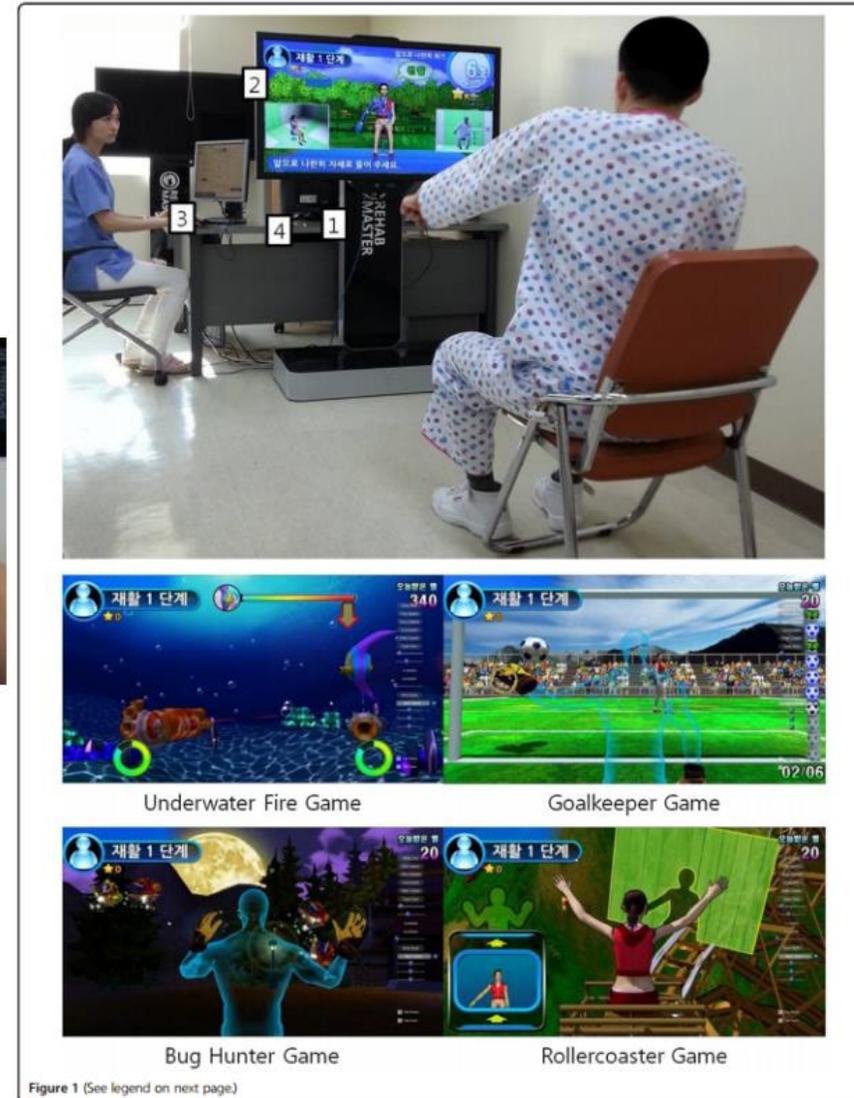
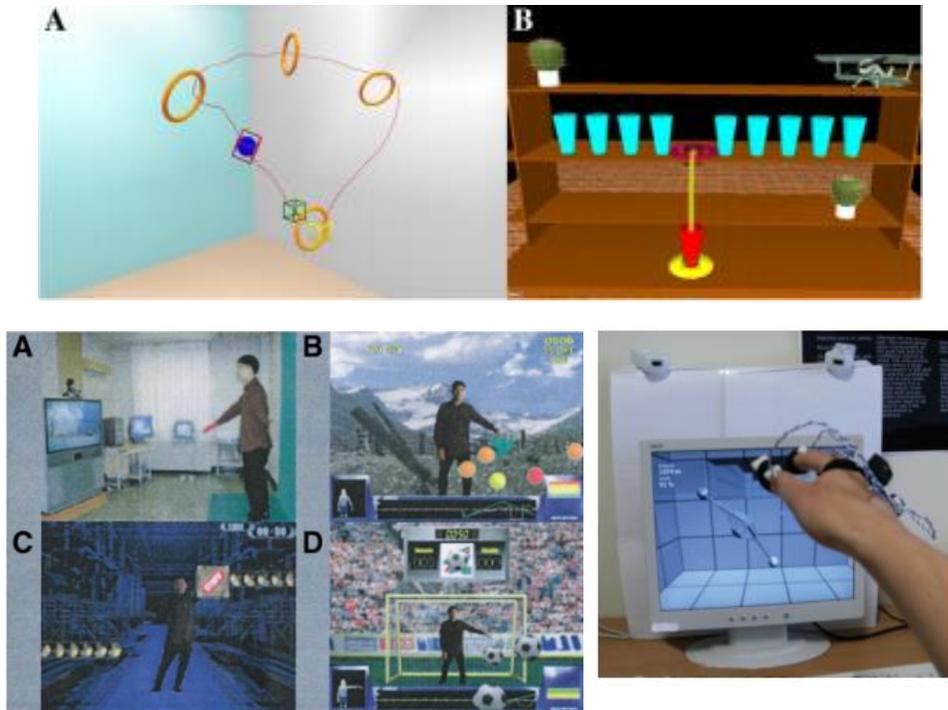
Rewellio 2019

# Rééducation du membre supérieur



Eodyne (Rehabilitation Gaming System) 2019

# Rééducation du membre supérieur



[Eng 2007, Standen 2011, Jang 2005,  
Kiper 2011, Shin 2014, Turolla 2013, ...]

# Rééducation du membre inférieur



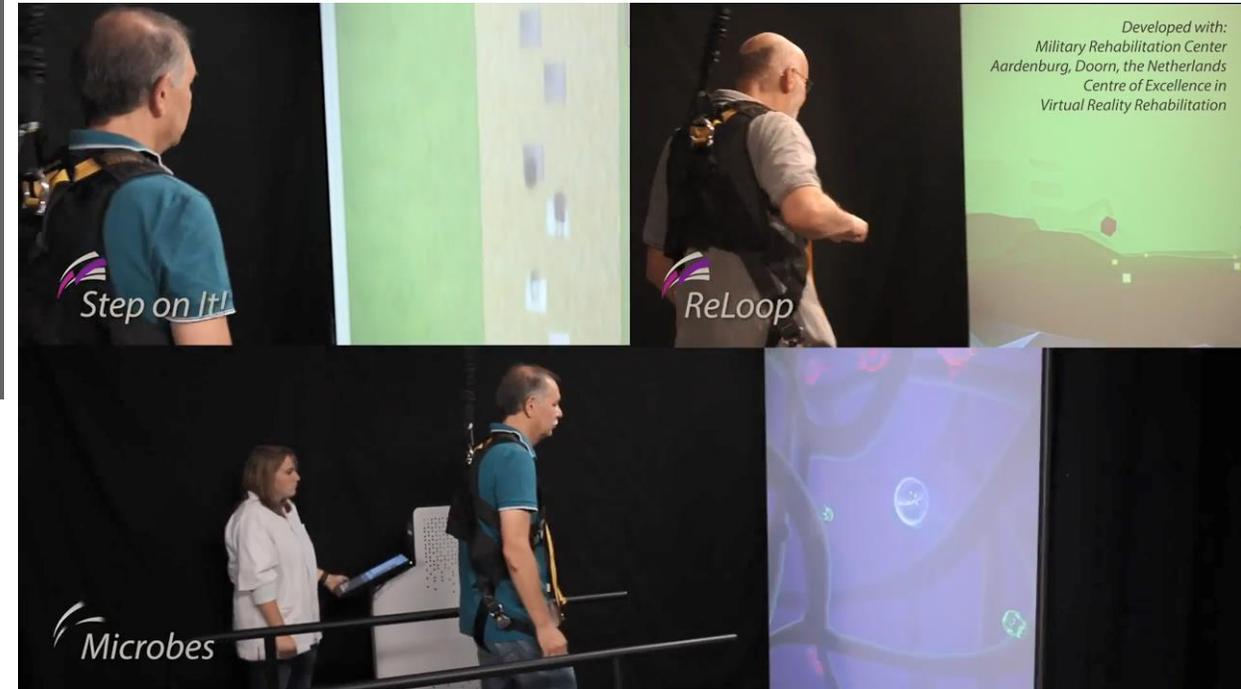
Zebris 2018



ETH Zurich

# Rééducation du membre inférieur

Cleveland  
Clinic 2017



Motek Medical 2014

University of Pittsburgh  
2008



# Recherches IBISC - Univ. Evry

## Rééducation du bras post-AVC



**Contraintes** : répétition, intensité et tâches fonctionnelles, mesures, feedbacks  
Travail de **capacités motrices** : amplitude, vitesse, précision, maintien, fluidité...

# Recherches IBISC - Univ. Evry

Rééducation à la marche pour les enfants atteints de paralysie cérébrale



Présente :



**Un jeu sérieux en réalité augmentée pour la rééducation à la marche**

**Contraintes** : marche en environnement réel, aides à la marche, motivation, feedbacks

Travail des **paramètres spatio-temporels** : vitesse, longueur de pas, cadence, redressement...

# THERAPIE COGNITIVE

---

# Thérapie cognitive



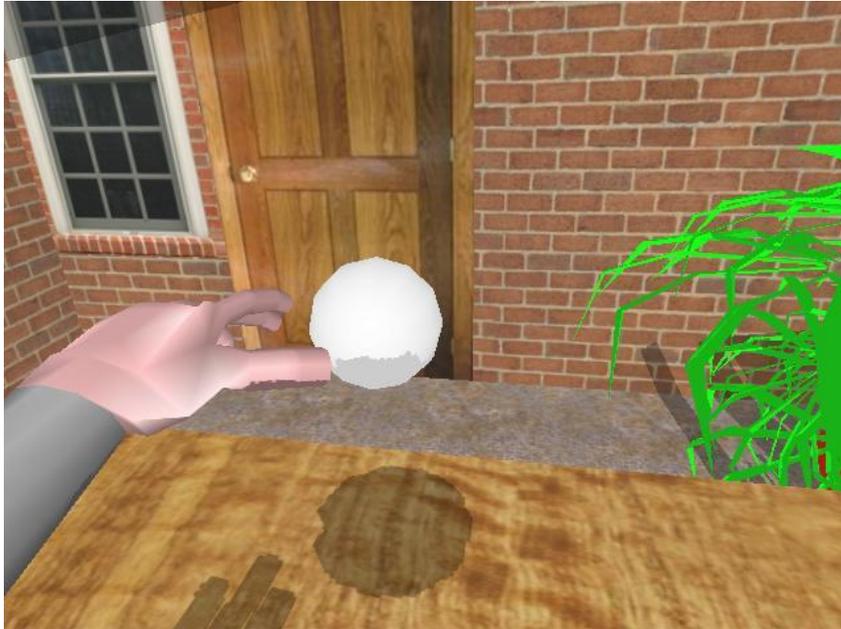
Dassault Systèmes – France 5 2009



Projet Agathe 2013

# Thérapie cognitive

---



Advanced Interface Group, Manchester University, 2006

# Phobias & Addictions



Hopital La Timone – AFP 2015



HITLab



C2Care 2019

# Douleur

Douleurs de soins  
Douleurs chroniques



Children's Hospital Los Angeles 2017



UCSF Benioff Children's Hospital Oakland 2016



Seattle's Harborview Burn Center 2005

# Stress & Troubles post-traumatiques

---



US Department of Defense Congressionally Directed  
Medical Research Programs 2009



USC ICT - ABC News 2016

# **SPORT & SCIENCES DU MOUVEMENT**

---

# Sport et Science du mouvement

Etude du geste sportif

Thérapie motrice par le sport

Accompagnement d'exercices (fitness...)



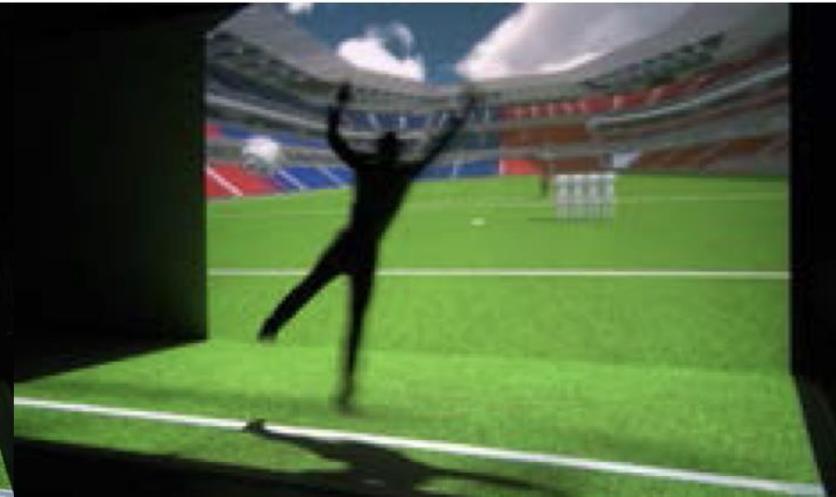
INRIA, équipe SIAMES



CRVM, 2007

# Sport et Science du mouvement

INRIA



# SANTÉ GRAND PUBLIC

---

# Santé grand public

---

Fitness, exergames  
Bien-être



Supernatural VR



HTC Vive Flow

# CONCLUSION

---

# La RV pour la formation en santé

---

## Enjeux particuliers

Améliorer la formation en santé, dans tous les domaines (ex. Active learning)

Eviter les erreurs médicales

“Jamais la 1ère fois sur le patient” (Rapport HAS 2012)

## Atouts de la RV

Capacité à recréer des conditions fidèles et standardisées

Suppression des risques

Diminution des coûts et simplification de la logistique

Satisfaction et motivation

Evaluation et mesures

# La RV pour la rééducation

---

## Enjeux particuliers

Augmentation des besoins vs Baisse des moyens

Améliorer l'adhésion et l'accès aux soins des patients

## Atouts de la RV

Côté distrayant et motivant (par le jeu)

Automatisation

Diminution des coûts

Précision des mesures et apport de feedbacks

# Points d'attention

---

Coûts en matériel, développement logiciel, et temps (pour chaque application)

Besoin de compétences pluridisciplinaires

Conception centrée utilisateurs : analyse, conception, réalisation, évaluation

Validité scientifique reste à démontrer : efficacité, transfert, rétention...

Cyber-sickness

Choix des technologies

Nombreuses problématiques de R&D

Reste complémentaire des autres méthodes