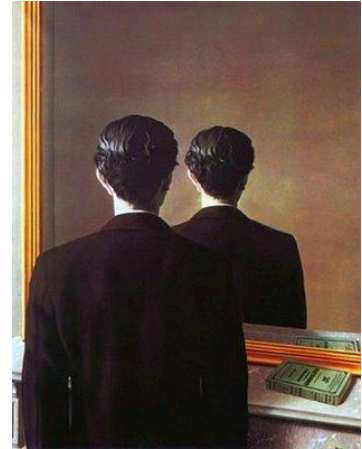


## Le miroir Magritte interactif

Cette installation met en scène des technologies contemporaines de l'imagerie informatique et du jeu vidéo pour (re)construire le paradoxe du miroir imaginé par René Magritte dans son tableau *La Reproduction Interdite* (1939). Au-delà de cette référence artistique se situent une des problématiques scientifiques les plus difficiles des sciences cognitives : comment le cerveau constitue-t-il une représentation unifiée et cohérente du soi à partir de la multitude d'informations issues de nos sens. Loin d'être triviale, cette question est au cœur de débats philosophiques ancestraux et plus récemment des travaux de recherche de laboratoires de neuroscience tels que le LNCO à l'EPFL (Laboratoire de Neurosciences Cognitives, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne).



Ce laboratoire dirigé par le Prof. O. Blanke a récemment présenté comment une simple manipulation utilisant des technologies issues de la réalité virtuelle peut perturber la représentation mentale de la localisation de son propre corps. Dans l'expérience 'Video Ergo Sum'<sup>1</sup>, les sujets voient devant eux dans un casque d'immersion l'image vidéo d'eux même vue de dos. Leur 'avatar vidéo' reste étranger pour eux tant que rien de particulier ne les relie, mais si un expérimentateur caresse le dos du sujet suffisamment longtemps (avec un bâton par exemple) et que ce sujet voit cet 'autre' personne caressée devant lui/elle simultanément, son jugement sur sa localisation dans l'espace est inconsciemment attiré vers l'avatar (mesures comportementales et cognitives). Répétée plusieurs fois et avec différentes variantes technologiques<sup>(2,3,4)</sup>, cette expérience montre que la congruence visuo-somato sensorielle (vision et toucher) fait partie des mécanismes de la construction mentale de la localisation de soi.

L'installation proposée ici se veut une extension de ce paradigme, avec une composante interactive qui augmentera potentiellement l'effet de dédoublement. Alors que dans l'expérience originale les sujets devaient rester statiques, nous voulons à présent leur demander de bouger, augmentant ainsi l'identification à ce corps devant eux qui agit en même temps (congruence visuo-proprioceptive). A la place d'un bâton qui le caresse, les sujets lanceront une balle (virtuelle) sur l'avatar devant eux, mais elle les atteindra dans le dos. La sensation tactile sera reproduite par un gilet à retour de force, et la balle visualisée en réalité augmentée.

---

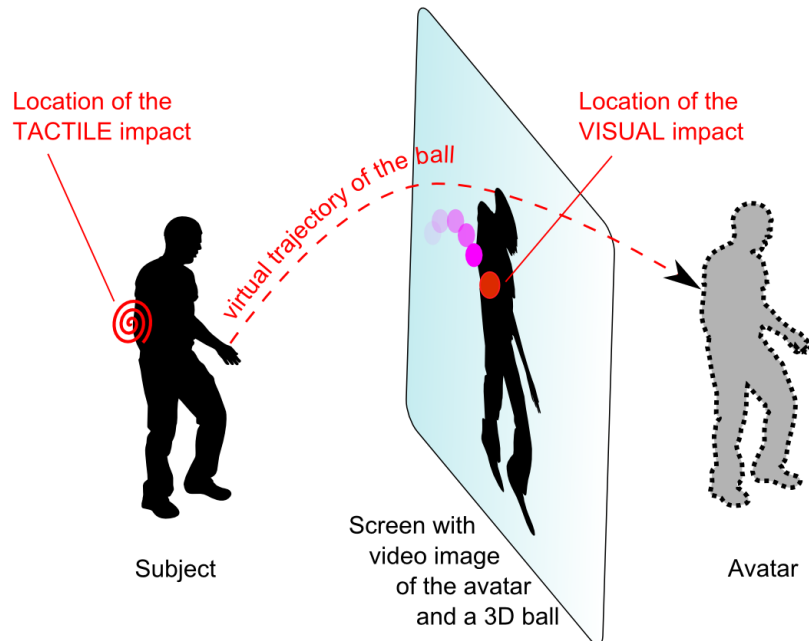
<sup>1</sup>B. Lenggenhager, T. Tadi, T. Metzinger and O. Blanke. Video ergo sum: manipulating bodily self-consciousness *Science*, vol. 317, num. 5841, p. 1096-9, 2007.

<sup>2</sup>J. E. Aspell and O. Blanke. Embodiment, ego-space and action Perception, vol. 38, num. 5, p. 788-790, 2009.

<sup>3</sup>O. Blanke and T. Metzinger. Full-body illusions and minimal phenomenal selfhood *Trends in cognitive sciences*, vol. 13, num. 1, p. 7-13, 2009.

<sup>4</sup>B. Lenggenhager, M. Mouthon and O. Blanke. Spatial aspects of bodily self-consciousness *Consciousness and cognition*, vol. 18, num. 1, p. 110-7, 2009.

## Principe technique de l'installation

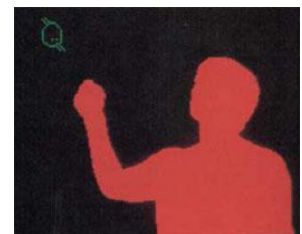


Le sujet est filmé de dos et **l'image est diffusée en taille réelle** sur un écran devant eux. Afin de renforcer l'illusion du miroir, l'image **stéréoscopique** sera vidéo-projeté avec un dispositif actif (avec lunettes '3D'). La capture de la profondeur de la scène pourra être faite soit par une paire de caméras, soit avec une reconstruction 3D grâce aux informations de profondeur d'une caméra 'temps de vol' (TOF).

La **sensation de l'impact** sera fournie au sujet par un gilet à retour de force. Seuls quelques points d'impact de balle seront choisis en fonction de la densité des effecteurs du gilet (4 seraient tout à fait suffisants).

La **détection et la reconnaissance des gestes de lancer** de la balle pourront être effectuées soit par vision par ordinateur (interface de type 'MS Kinect™') soit par capture de mouvement (interface de type 'Nintendo Wii™'). Une identification grossière de la direction et de la force du lancer sera nécessaire pour estimer une trajectoire à la balle.

La **balle virtuelle est intégrée en 3D** dans l'image vidéo en respectant la perspective de la caméra. Les occlusions avec l'avatar seront possibles grâce aux informations 3D de la caméra TOF. Une importante difficulté du rendu sera l'affichage de la balle partant à la fois de la main de l'avatar et arrivant dans le dos du sujet après avoir 'traversé' l'écran. Pour simplifier, il sera possible de totalement négliger la balle avant qu'elle ne traverse l'écran. Cependant, une interaction directe avec la balle (à la manière de VideoPlace (1969) de Myron Krueger, cf image) augmenterait l'illusion d'existence de cette balle.



## Variations et extensions

- Au lieu d'être calculée de manière physique, la trajectoire de balle peut être pré-calculée. Deux classes de trajectoires seront nécessaires: celles qui touchent l'avatar, et celles qui l'évitent. Chacune de ses classes pourrait être peuplée de plusieurs variations pour correspondre, même grossièrement, à la vitesse et la direction du lancer.
- Pour faciliter la détection de la main lançant la balle, les sujets pourraient tenir en main un ustensile facile à repérer par une caméra (dans le genre 'Sony PS3 Move™').
- Pour reproduire (et étendre) la variation de conditions expérimentales de l'expérience *Video Ergo Sum*, plusieurs incohérences pourront être volontairement introduites pour produire des situations où l'effet de fonctionne pas. Cela permet aux sujets de percevoir la différence entre la condition 'troublante' par la sensation d'être l'avatar (recherchée), et une condition simplement absurde. Parmi les incohérences possibles, il y a :
  - Délai de l'image vidéo (800ms) : *l'avatar n'est pas moi qui bouge*
  - Délai de l'impact tactile sur la balle : *ce n'est pas cette balle qui m'a touché*
  - Absence d'impact tactile (mais avec balle) : *j'ai touché la personne devant moi*
  - Absence de balle (mais avec impact tactile) : *quelqu'un me tape dans le dos*
  - Inversion de la latéralité de l'impact tactile et de la balle : *ce n'est pas moi qui ai lancé cette balle*

## Projet

S'il est mené à bien, ce sera utilisé dans le cadre des expériences du LNCO et être présenté au public lors du NIFFF 2011. Il permettra de sensibiliser le public à la nature des recherches en neurosciences et de montrer le savoir-faire de notre école.

Les technologies utilisées seront :

- Caméras vidéo et TOF
- Projection stéréoscopique
- Interaction par vision ou capture de mouvement
- Infographie 3D et réalité augmentée

## Démarche proposée

L'objectif du projet de printemps est de prendre en main des technologies proposées et de réaliser d'un prototype « zéro confort » (fonctionnalités de base) permettant d'éprouver le concept et de préciser les variantes qui seront proposées.

On propose de suivre les étapes suivantes :

1. Inventaire des technologies à prendre en main et découpage du projet en modules selon le descriptif de la page 2 du présent document,
2. Planning prévisionnel des tâches pour les 10 semaines du travail de printemps,
3. Prise en main des technologies présentées et développement de module simplifiés pour chacune d'entre elles,
4. Intégration des modules développés pour obtenir une version « zéro confort » de l'installation.

On recommande de ne pas dépasser 2 semaines pour les points 1 et 2, et consacrer les 2 dernières semaines du semestre au point 4.

A l'issue du projet de printemps, les résultats obtenus permettront d'élaborer le cahier des charges du travail de bachelor.

## Contacts

[David.Grunenwald@he-arc.ch](mailto:David.Grunenwald@he-arc.ch)

[bruno.herbelin@epfl.ch](mailto:bruno.herbelin@epfl.ch), <http://lnco.epfl.ch/>