

## **REACTIVE : UN OUTIL DE RÉÉDUCATION EN RÉALITÉ VIRTUELLE POUR LES ACCIDENTÉS VASCULAIRES CÉRÉBRAUX.**

### **1 RÉALITÉ VIRTUELLE ET RÉÉDUCATION**

Le projet REACTIVE s'adresse en premier lieu à la rééducation des personnes ayant subi un accident vasculaire cérébral (AVC), avec un volet particulier dédié à la prise en charge de l'héminégligence. Le projet a pour objectif de développer le prototype d'un outil de rééducation permettant :

1. d'augmenter la participation du patient à sa prise en charge en augmentant sa motivation par des exercices de rééducation plus attrayants,
2. d'améliorer le transfert des acquis du patient, depuis la situation thérapeutique (séance de rééducation) vers les activités de la vie quotidienne, par des exercices plus proches des activités de la vie quotidienne,
3. de lutter contre les conduites à risque (isolement au domicile, abandon du membre déficient...).

Cet outil est destiné à permettre une rééducation globale, alliant le travail moteur et le travail des fonctions cognitives au sein d'une même tâche, réalisée dans un environnement écologique et sécurisé.

Par rapport à la pratique actuelle, la RV apporte les éléments suivants : aspect attrayant propice à la motivation du patient, possibilité d'une mesure objective des performances, possibilité de graduer le niveau de difficulté de l'exercice, maîtrise et mesure stricte du stimulus délivré, possibilité de travailler sur des tâches écologiquement valides, suffisamment complexes et organisées pour que la plasticité du cerveau puisse intervenir, apprentissage actif, par l'expérience, dans un environnement stimulant, mais non dangereux.

### **2 INTERACTION ET PARAMÉTRAGE**

L'utilisation de la réalité virtuelle pour la rééducation pose de nombreux défis. Le principal a été de permettre aux patients d'interagir dans les environnements virtuels de la façon la plus naturelle possible tout en prenant en compte leur degré de handicap. Pour cela, nous avons mis en place un système de détermination de la sphère d'atteinte des mains du patient pour la mettre en relation avec l'espace de travail de l'environnement virtuel. L'ajustement de la sphère d'atteinte permet de définir le degré de difficulté de l'exercice.

La mise en relation de la sphère d'atteinte du patient avec l'espace de travail de l'environnement virtuel entraîne des problèmes de précision liés à la faible résolution du système de mesure de la position de la main, au volume de la sphère d'atteinte qui peut être très limité, ainsi qu'aux tremblements de la main du patient. Pour remédier à ces problèmes, nous avons mis en place des fonctions de transfert hybrides de positionnement absolu et relatif pour à la fois garder le caractère naturel de l'interaction et augmenter artificiellement la précision de manipulation. Les solutions de l'état de l'art ont été évaluées et des solutions innovantes basées sur la prédiction de la fin de la phase balistique de pointage ont été proposées.

Enfin, la saisie d'objets dans un environnement virtuel requiert généralement l'utilisation d'un bouton. Ce dernier est cependant incompatible avec le handicap d'une majorité de patients. Nous avons donc mis en place un système d'analyse de la trajectoire de la main du patient pour déterminer si un objet doit être manipulé.

Afin de favoriser le travail sensorimoteur, un dispositif destiné à fournir un retour tactile sur la pulpe des doigts a été développé. Pour valider ce dispositif, des participants ont été recrutés afin d'identifier les textures reproduites en stimulant leur doigt avec une déformation latérale. Ils ont complété cette tâche d'identification avec un haut taux de succès, encore perfectible (75 % contre 95 % pour les surfaces réelles).

### 3 RÉSULTATS

À ce stade du projet, l'intérêt de cet outil sur le plan clinique est manifeste. Les premiers essais montrent la capacité de l'outil à développer la motivation du patient pour le rendre plus actif dans sa rééducation. Il permet d'intégrer le travail moteur dans une activité ludique et de détourner ainsi l'attention des patients de la peur de la chute par exemple, ou encore de reports de poids douloureux. Tout comme le travail cognitif, le travail moteur est diversifié : travail de l'équilibre assis ou debout, report de poids, intégration du membre supérieur, travail mono ou bimanuel, manipulation d'outils... L'interface très simple retenue pour la capture des mouvements des mains est presque transparente et s'apparente à une interaction mains libres, très intuitive. Les applications sont variées, les options implémentées permettent d'augmenter encore la liste des scénarios disponibles, et d'éviter ainsi la lassitude du patient ainsi que l'effet d'apprentissage. Ces options permettent également d'adapter le scénario au plus proche des capacités motrices et/ou cognitives du patient, en conservant la reproductibilité des bilans et d'adapter le niveau de difficulté à l'évolution du patient. Les mesures réalisées pendant les exercices permettent un feedback vers le patient et également une quantification de l'évolution des troubles cognitifs et moteurs. Les essais réalisés montrent également l'intérêt de cet outil pour d'autres pathologies que l'hémiplégie, telles que les amputés ou les tétraplégiques, qui n'étaient pas initialement visés par le projet.

### 4 PRODUCTION SCIENTIFIQUE ET BREVETS DEPUIS LE DÉBUT DU PROJET

À ce jour, le projet a fait l'objet de 6 publications, deux thèses, un brevet, une émission sur France-Inter. Deux études cliniques sont en cours et devraient donner lieu à publication. Par ailleurs, une fois l'application complètement terminée, il est prévu une série de démonstrations à destination des centres de rééducation (France, Belgique...) et d'inviter une équipe de télévision.

### 5 ILLUSTRATION



*Fig. 1 : Déplacement dans le supermarché virtuel. Un caddie virtuel permet de se déplacer dans le supermarché et offre un retour d'effort fonction du poids des produits dans le caddie et des collisions éventuelles avec le mobilier.*

### 6 INFORMATIONS FACTUELLES

Le projet REACTIVE est un projet de recherche industrielle coordonné par la Fondation Hopale de Berck-sur-Mer. Il associe également la société Idées-3com destinée à commercialiser le système et les laboratoires académiques du CEA-LIST et de l'INRIA (Lille). Le projet a commencé au 1<sup>er</sup> janvier 2008 et a duré 42 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de 568 000 € pour un coût global de l'ordre de 1 215 000 €.