

Proposition de Thèse CIFRE

Entreprise : HRV Simulation (21 rue Ferdinand Buisson 53810 Changé)
Laboratoire : LARIS (université d'Angers)

Sujet de Thèse :

Conception et développement d'outils numériques pour la prise en charge de patients atteints de la maladie de Huntington

Ecole Doctorale : Math-Stic (Université d'Angers)

Laboratoires d'accueil :

Laboratoire Angevin de Recherche en Ingénierie des Systèmes (LARIS)
Université d'Angers, 62 avenue Notre Dame du Lac 49000 ANGERS

Laboratoire de Psychologie des Pays de la Loire (LPPL)
Université d'Angers, 5 bis boulevard Lavoisier 49045 ANGERS

Directeur de Thèse : Paul RICHARD, paul.richard@univ-angers.fr

Co-directrice de thèse : Anne HEURTIER, anne.heurtier@univ-angers.fr

Co-encadrante : Emmanuelle MENETRIER, emmanuelle.menetrier@univ-angers.fr

Mot clés : réalité virtuelle, maladies neurodégénératives, interactions sensori-motrices, cognition, rééducation, maladie de Huntington, home program

Contexte et enjeu du projet :

La rééducation est considérée comme l'action de rétablir l'usage d'une fonction, d'un membre ou d'un organe après une blessure ou une affection. Elle concerne également les personnes qui souffrent de déficiences motrices ou sensorielles chroniques ou d'une infirmité quelconque. La rééducation regroupe généralement des méthodes de développement et de récupération du système locomoteur (jambes) ou des membres supérieurs (bras et mains). La rééducation peut également impliquer des activités visant à améliorer le fonctionnement cognitif de patients atteints de lésions du système nerveux central (Lubrin et al., 2009). Elle permet alors de renforcer certaines capacités cognitives telles que l'attention, la mémoire, ou les fonctions exécutives grâce à la réalisation d'exercices répétés.

En l'absence de traitements curatifs des maladies neurologiques évolutives, les exercices physiques et la stimulation cognitive constituent aujourd'hui des axes pertinents pour la prise en charge et la réduction des symptômes comportementaux, cognitifs, et émotionnels (Mino et al., 2018 ; Borges-Machado et al., 2021 ; Saragih et al., 2022). Dans ce contexte, certains programmes préliminaires qui ont proposé de coupler exercices physiques et stimulation cognitive ont obtenu des résultats encourageants (Fabel et al., 2009 ; Law et al., 2014 ; Karssemeijer et al., 2019).

Les maladies génétiques rares à expressions cognitive et/ou motrice (maladie de Huntington, ataxies spino-cérébelleuses, maladie de Friedreich, maladies neurométaboliques de l'adulte, etc.) comptent parmi les maladies neurologiques évolutives, la maladie de Huntington (MH) étant probablement l'une des plus rapidement invalidantes sur le plan fonctionnel. Il s'agit d'une affection neurodégénérative du système nerveux central, rare et héréditaire. Elle se

manifeste généralement vers 40-50 ans, ayant pour conséquence des troubles moteurs (mouvements choréiques, troubles de l'équilibre, troubles de la marche, etc.), cognitifs (fonctions exécutives, attention, mémoire de travail, etc.) et psychiatriques (dépression, apathie, irritabilité, anhédonie, comportement antisocial) qui s'aggravent progressivement jusqu'à la grabatisation et la détérioration intellectuelle et comportementale sévère.

A ce jour, seules quelques rares études ont montré la faisabilité et l'intérêt de la stimulation cognitive chez les patients avec MH pour ralentir le déclin cognitif, encourageant à d'autres essais (Sadeghi et al., 2017). Quelques rares études ont montré que les programmes d'activités physiques courts (8 à 16 semaines) étaient faisables, mais sans effets notables sur les symptômes moteurs liés à la maladie, invitant à des essais cliniques plus intensifs et plus longs (Playle et al., 2019). A ce jour, aucun travail n'a examiné les effets d'un programme de prise en charge durable, couplant exercices physiques et stimulation cognitive, sur la symptomatologie, l'autonomie fonctionnelle et la qualité de vie chez des patients atteints de la MH.

Ainsi, notre projet de recherche a pour objectif la conception et le développement d'outils numériques innovants permettant de coupler activités physiques et stimulation cognitive dans des environnements ludiques et évolutifs. Destinés à la prise en charge de patients atteints de la MH, ces outils pourront être déclinés et utilisés pour la prise en charge de patients atteints d'autres maladies neuro-dégénératives ou d'accidents vasculaires cérébraux (adultes et enfants).

Ce projet s'inscrit dans le cadre du réseau "Ingénierie et Santé" SAM (Sarthe-Anjou-Mayenne). Ce réseau implique des chercheurs de l'université d'Angers, de l'Université du Mans, et des praticiens hospitaliers des CHU d'Angers et des CH du Mans et de Laval (www.univ-lemans.fr/fr/innovation-partenariats/une-dynamique-territoriale/reseau-sam.html). Il fait suite au projet CoMoN, qui a permis d'initier une collaboration entre les laboratoires LARIS, LPPL (Université d'Angers), MIP (site de Le Mans Université) et le CHU d'Angers. Cette première collaboration a permis de développer deux prototypes.

Notons que ce projet contribue : a) à la stratégie nationale Sport Santé (2019-2024) visant à améliorer l'état de santé de la population en favorisant l'activité physique et sportive de chacun, au quotidien, avec ou sans pathologie ; b) à la logique des recommandations des autorités (Haute Autorité de Santé) encourageant la recherche sur les pratiques non médicamenteuses tenant compte des personnes et des contextes d'utilisation ; c) à la stratégie territoriale visant à développer un écosystème de soins en faveur du bien-être et de la qualité de vie des personnes vieillissantes (Silver-Vieillissement Angers Loire Métropole).

Depuis les années 2000, un grand nombre d'outils numériques ont été développés et évalués, tant dans les laboratoires de recherche français et étrangers que dans les centres de rééducation et de réadaptation. Les principaux avantages de cette approche sont : 1) une rééducation plus efficace grâce à une augmentation de la motivation (aspect ludique, défi à relever, etc.), 2) un accès à des données numériques (comportementales, physiologiques, etc.) à travers l'utilisation de capteurs, et 3) la possibilité de répéter les exercices dans des conditions contrôlées et de les adapter aux capacités motrices et cognitives intrinsèques des patients.

Les enjeux de l'approche numérique sont liés à la conception, au développement et à la mise sur le marché d'outils pertinents et efficaces pour la prise en charge des patients. Ces outils doivent être simples d'utilisation pour les personnels de santé (ergothérapeutes, etc.) et motivants pour les patients. Un aspect crucial concerne la détection de profils de patients, dans un but de personnalisation des exercices et d'intégration de capacités d'autoadaptation. L'objectif visé est que les paramètres ainsi que la difficulté des exercices soient adaptés aux capacités motrices et cognitives de chaque patient mais également que ces paramètres puissent évoluer dynamiquement en fonction de ses performances. Dans ce contexte, les problématiques qu'il faut adresser concernent : 1) l'intégration et le couplage optimal d'activités

physiques et de stimulations cognitives, 2) la spécification et l'évolution des paramètres intrinsèques des exercices et des environnements virtuels, et 3) l'assistance au patient au cours des exercices (virtual coach).

Compétences et profil du candidat :

Le candidat(e) devra être titulaire d'un Master en informatique ou d'un diplôme d'Ingénieur en informatique, avec une spécialisation en interface homme-machine. Il devra avoir de solides connaissances en développement d'applications sur Unity3D et/ou Unreal. Une première expérience dans le domaine médical sera fortement appréciée.

Contacts :

Paul Richard et Anne Heurtier, Laboratoire LARIS, Université d'Angers

Emmanuelle Ménétrier, Laboratoire LPPL, Université d'Angers

paul.richard@univ-angers.fr

anne.heurtier@univ-angers.fr

emmanuelle.menetrier@univ-angers.fr

Bibliographie

Borges-Machado, F., Silva, N., Farinatti, P., Poton, R., Ribeiro, Ó., & Carvalho, J. (2021). Effectiveness of multicomponent exercise Interventions in older adults with dementia: A meta-analysis. *The Gerontologist*, 61(8), e449–e462.

Fabel, K., Wolf, S.A., Ehninger, D., Babu, H., Leal-Galicia, P., & Kempermann, G. (2009). Additive effects of physical exercise and environmental enrichment on adult hippocampal neurogenesis in mice. *Frontiers in Neurosciences*, 3, 50.9.

Karssemeijer, E., Aaronson, J. A., Bossers, W., Donders, R., Olde Rikkert, M., & Kessels, R. (2019). The quest for synergy between physical exercise and cognitive stimulation via exergaming in people with dementia: a randomized controlled trial. *Alzheimer's Research & Therapy*, 11(1), 3.

Law, L.L., Barnett, F., Yau, M.K., & Gray, M.A. (2014). Effects of combined cognitive and exercise interventions on cognition in older adults with and without cognitive impairment: A systematic review. *Ageing Research Review*, 15, 61-75.

Lubrini, G., Periañez, J.A., & Ríos-Lago, M. (2009). Introducción a la estimulación cognitiva y la rehabilitación neuropsicológica. En *Estimulación cognitiva y rehabilitación neuropsicológica* (p.13). Rambla del Poblenou 156, 08018 Barcelona: Editorial UOC.

Mino, J.C., Muller, J.D., & Ricard, J.M. (2018). *Soin du corps, soin de soi. Activité physique adaptée en santé*. Paris : Presses Universitaires de France.

Playle, R., Dimitropoulou, P., Kelson, M., Quinn, L., & Busse, M. (2019). Exercise Interventions in Huntington's Disease: An Individual Patient Data Meta-Analysis. *Movement disorders clinical practice*, 6(7), 567–575.

Sadeghi, M., Barlow-Krelina, E., Gibbons, C., Shaikh, K. T., Fung, W., Meschino, W. S., & Till, C. (2017). Feasibility of computerized working memory training in individuals with Huntington disease. *PloS one*, 12(4), e0176429.

Saragih, I.D., Tonapa, S.I., Saragih, I.S., & Lee, B.O. (2022). Effects of cognitive stimulation therapy for people with dementia: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled studies. *International Journal of Nursing Studies*, 128, 104181.