

Sujet de thèse en Interaction Humain-Machine
LAMIH-UMR CNRS 8201 - Université Polytechnique Hauts-de-France

Titre :

Conception et évaluation d'interface utilisateur favorisant l'engagement lors de la rééducation à la marche post-AVC exploitant un exosquelette

Contexte

La rééducation assistée par exosquelette des membres inférieurs pour la rééducation de patients post-AVC est une méthode prometteuse permettant d'améliorer la récupération fonctionnelle des patients (Cheng et al., 2013). Bien que les résultats soient encourageants, les travaux effectués se concentrent généralement sur des études visant à démontrer la faisabilité de ces approches, notamment à travers la répétition de tâches motrices au sein de cohortes de patients, telles que la marche sur un tapis roulant (Wong et al., 2012). Cependant, au-delà de ces environnements contrôlés, il a été démontré que la rééducation centrée sur des objectifs, des exercices et des tâches régulièrement planifiées et individualisées peut apporter des bénéfices importants aux patients (Langhorne et al., 2011).

Dans ce contexte, les partenaires du projet (CHU de Bordeaux, CIC-IT de Bordeaux, LAMIH, IBHGC et LAMPA) développent un exosquelette dédié à la rééducation de la marche post-AVC chez les patients hémi-parétiques. Ce dispositif intégrera des protocoles spécifiquement conçus pour les besoins et les contraintes des patients hémi-parétiques, des trajectoires de marche adaptatives générées à partir de modèles biomécaniques de la marche permettant une meilleure coordination entre le membre sain et le membre lésé, ainsi qu'un contrôle pour favoriser la participation active du patient en fonction de l'évolution de ses capacités au cours de sa rééducation. L'ensemble sera complété par des interfaces humain-machine dédiées, à destination des thérapeutes comme des patients, afin de faciliter le suivi clinique, la personnalisation des séances et l'engagement actif dans les exercices.

Dans cette perspective, le développement d'Interaction Humain-Machine (IHM) personnalisées, interactives et engageantes, pouvant intégrer notamment des mécanismes de gamification, constitue un levier essentiel pour renforcer la motivation du patient, soutenir sa participation active et améliorer l'efficacité globale de la rééducation (Phosarack et al., 2025). Cette démarche s'inscrit dans une approche de conception centrée utilisateur (ISO 9241-210:2019, 2019), prenant en compte les besoins, capacités et contraintes des patients comme des thérapeutes. Elle doit aussi s'inscrire dans les conditions réelles d'usage en contexte clinique et de rééducation, telles que la rééducation centrée sur les objectifs (Wade, 2009). Dans cette approche, l'équipe médicale définit avec le patient des objectifs généraux, puis les transforme en sous-objectifs précis et mesurables tels que la méthode SMART (Bovend'Eerd et al., 2009). Ces sous-objectifs sont ensuite traduits en exercices de réadaptation adaptés et individualisés pour chaque patient. Bien qu'il existe des travaux ayant montré les bénéfices qu'apportent des interfaces graphiques permettant le suivi et la personnalisation d'exercices post-AVC (Ploderer et al., 2016), des études de telles interfaces n'ont jamais été proposées pour la rééducation assistée par exosquelette. Les travaux de recherche de cette thèse à venir étudieront comment construire des interfaces utilisateurs ainsi que des techniques d'ingénierie logicielle nécessaires pour permettre de paramétrer un système d'exosquelette dans un cadre de rééducation post-AVC afin de permettre non seulement une individualisation des exercices pour chaque patient, mais aussi le suivi individualisé de ces exercices par le thérapeute.

Déroulement de la thèse :

Cette thèse, en informatique, sera menée dans le cadre du projet ANR RehabXO (<https://uphf.fr/u/8hue40>), piloté par le CHU de Bordeaux, suite du projet Institut Carnot ARTS RehabByExo (<https://uphf.fr/u/l4ej82>). Elle se déroulera au laboratoire LAMIH-UMR CNRS 8201, situé à l'Université Polytechnique Hauts-de-France, Valenciennes, France.

Dans le cadre du projet précédent RehabByExo, une Interface utilisateur a été fournie à destination des kinésithérapeutes afin de manipuler l'exosquelette d'assistance à la marche (Rossi et al., 2024). Dans ce projet, la thèse en IHM vise à :

- Étudier la littérature scientifique sur les IHM dédiées à la rééducation, ainsi que les caractéristiques des utilisateurs cibles et les conditions réelles d'usage, notamment en environnement hospitalier.
- Réaliser des études de terrain pour recueillir les besoins des thérapeutes et des patients, impliquant des déplacements à Bordeaux.
- Proposer des prototypes d'IHM adaptées au public cible et à l'environnement d'utilisation intégrant par exemple des systèmes de retour d'information et des mécanismes de gamification, afin de renforcer l'engagement du patient dans les exercices de rééducation. Le dispositif d'interaction n'est pas imposé a priori.
- Evaluer ces prototypes afin d'identifier les solutions les plus adaptées au patient pour favoriser son engagement dans les exercices de rééducation. Ces études permettront aux kinésithérapeutes de personnaliser l'IHM en fonction de l'état et des capacités de chaque patient aux différentes étapes du programme de rééducation.

Co-superviseurs de la thèse

Eugénie Avril (Maître de conférences, Psychologie et Ergonomie), LAMIH

Axel Carayon (Maître de conférences, Informatique IHM), LAMIH

Christophe Kolski (Professeur des Universités, Informatique IHM), LAMIH

Profil recherché

- Un très bon niveau en informatique, avec une spécialité IHM ou ergonomie. La personne devrait maîtriser les outils de développement d'IHM mais également avoir de bonnes connaissances des méthodes de conception centrée sur l'utilisateur.
- De bonnes capacités de communication et de travail en équipe et une bonne maîtrise de l'anglais sont requises.
- Des compétences en programmation et une appétence pour les activités expérimentales seront appréciées, ainsi qu'un intérêt pour les applications dans le domaine médical.

Mots-clés

Interaction humain-machine, conception centrée utilisateur, gamification, engagement, profil utilisateur évolutif, rééducation, exosquelette

Contrat de travail

Début de thèse souhaitée : Novembre ou décembre 2026, ou janvier 2027

Durée du contrat : 3 ans

Localisation

Laboratoire LAMIH-UMR CNRS 8201, département d'informatique, Université Polytechnique Hauts-de-France, campus du Mont Houy, F-59313 Valenciennes cedex 9, France.

Les travaux se dérouleront dans un laboratoire ZRR, le dossier de la personne candidate devra donc être vérifié par le haut fonctionnaire sécurité défense de l'UPHF.

<https://www.uphf.fr/lamih>

Salaire mensuel

La rémunération est d'environ 2300,00 € mensuel (brut)

Candidater :

Pour candidater, merci de transmettre :

- Lettre de motivation
- CV
- Relevés de notes de Master ou d'école d'ingénieur
- Lettre(s) de recommandation ou noms/coordonnées des référents de stage
- D'éventuels documents montrant une aptitude à la recherche

A : Eugenie.avril@uphf.fr, Axel.Carayon@uphf.fr et Christophe.Kolski@uphf.fr

Suite à l'examen des candidatures, les candidat(e)s présélectionné(e)s seront invité(e)s pour un entretien en visioconférence.

Références

- Bovend'Eerd T.J.H., Botell R.E., Wade D.T. (2009). Writing SMART rehabilitation goals and achieving goal attainment scaling: a practical guide. *Clin Rehabil.* Apr 23 (4), 352-61.
- Chen G., Chan C.K., Guo Z., & Yu H. (2013). A review of lower extremity assistive robotic exoskeletons in rehabilitation therapy. *Crit Rev Biomed Eng.* 41 (4-5): 343-63.
- ISO 9241-210:2019 (2019). *Ergonomics of human-system interaction — Part 210: Human-centred design for interactive systems*. Standard. International Organization for Standardization, Geneva, CH.
- Langhorne P., Bernhardt J., & Kwakkel G. (2011). Stroke rehabilitation. *Lancet (London, England)*, 377(9778), 1693-1702.
- Phosarack M., Avril E., Lepreux S., Wallard L., & Kolski C. (2025). User-centered personalized gamification: An umbrella review. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 35(1), 3. <https://doi.org/10.1007/s11257-024-09423-z>.
- Ploderer B., Fong J., Withana A., Klaic M., Nair S., Crocher V., Vetere F., & Nanayakkara S. (2016). ArmSleeve: A Patient Monitoring System to Support Occupational Therapists in Stroke Rehabilitation. In *Proceedings of the 2016 ACM Conference on Designing Interactive Systems (DIS '16)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 700-711.
- Rossi A., Lepreux S., Courtois G., Kolski C. (2024). Vers l'acceptation d'une interface utilisateur pour manipuler un exosquelette en rééducation à la marche post-AVC. *IHM'24, Actes étendus de la 35e Conférence Internationale Francophone sur l'Interaction Humain-Machine*, Paris, France.
- Wade D.T. (2009). Goal setting in rehabilitation: an overview of what, why and how. *Clinical rehabilitation*, vol. 23, no 4, p. 291-295.
- Wong C.K., Bishop L., Stein J. (2012). A wearable robotic knee orthosis for gait training: a case-series of hemiparetic stroke survivors. *Prosthet Orthot Int.*, 36:113-20.