

OFFRE DE THESE

SUJET : DEVELOPPEMENT D'UN CAPTEUR INTELLIGENT POUR L'OPTIMISATION DES PROGRAMMES D'AUTO-REEDUCATION DE LA LOMBALGIE CHRONIQUE

Université de Caen Normandie, UFR STAPS

UMR CNRS 6072 GREYC – Laboratoire de recherche en sciences du numérique

UMR-S 1075 INSERM/UNICAEN COMETE - Mobilités : Vieillesse, Pathologies, Santé

Entreprise touwi SAS, Deauville

INFORMATIONS GENERALES

- Intitulé du projet de thèse : Développement d'un capteur intelligent pour l'optimisation des programmes d'auto-rééducation de la lombalgie chronique
- Lieu de travail : Caen (14)
- Type de contrat : contrat CIFRE (*Conventions Industrielles de Formation par la Recherche*) avec l'entreprise touwi. *Demande à effectuer à l'ANRT dès la sélection effectuée.*
- Durée du contrat : 36 mois
- Date de début de thèse : janvier/février 2025
- Quotité de travail : temps complet

DESCRIPTION DU PROJET DE THESE

La lombalgie chronique constitue le trouble musculosquelettique le plus fréquent, avec une incidence comprise entre 60 et 90% et une prévalence estimée à 27% (Hoy, 2010). qui touche environ 4,4 millions de personnes en France et engendre un coût annuel estimé à 700 millions d'euros. Outre les conséquences psychosociales plus ou moins graves au niveau individuel (i.e. incapacité au travail, dépression, isolement social), la lombalgie chronique représente également un problème de santé publique majeur, avec un coût annuel de 10 milliards d'euros.

Un des objectifs principaux de la rééducation est de permettre aux patients de recouvrir une autonomie fonctionnelle et une bonne qualité de vie. Récemment, des avancées scientifiques et technologiques ont permis d'améliorer la rééducation, notamment via les programmes RFR (i.e. restauration fonctionnelle du rachis) dispensés en centre de rééducation, associant kinésithérapie, activité physique et ergothérapie, mais également un suivi psychosocial. Néanmoins, la majorité des patients constatent une réapparition de leurs douleurs et de leurs limitations fonctionnelles rapidement suite à leur retour à domicile, impliquant chez la moitié des patients, un déconditionnement physique rapide et un nouvel arrêt de travail à + 6 mois (Fayad, 2004). Cela peut être attribué au non suivi des recommandations d'exercices et d'activité physique ou à de mauvaises exécutions des exercices.

Dans ce contexte, il semble important de développer des nouveaux protocoles incluant des outils innovants et validés scientifiquement, afin de favoriser une autonomisation des patients dans le suivi des exercices de rééducation à domicile, et maintenir durablement les bénéfices en termes de récupération fonctionnelle et de qualité de vie. En effet, il est reconnu que la pérennité des résultats de la rééducation à long terme est liée à un changement complet du mode de vie, incluant notamment la pratique régulière d'une activité physique adaptée et la gestion de la douleur.

A ce jour, aucune solution de ce type n'est véritablement proposée. L'entreprise touwi offre des possibilités de développement d'outils technologiques particulièrement intéressants. Elle maîtrise des technologies dans le développement de capteurs de mouvements reposant sur des centrales

inertielles (accéléromètres et gyroscopes triaxiaux) couplées à une plateforme de microcontrôleur (type STM32). Cela ouvre ainsi la perspective de développer une solution proposant un suivi en temps réel de l'activité des patients à l'aide de capteurs intelligents. En particulier, la surveillance des mouvements lombopelviques pourrait permettre d'évaluer les patterns de mouvements inadaptés et faciliter l'accompagnement thérapeutique des patients. Ces capteurs permettraient ainsi d'identifier des comportements de patients basés sur les paramètres cinématiques du tronc, afin de renforcer les bonnes pratiques et d'alerter sur des risques de récurrence en indiquant la nécessité de se remettre en mouvement ou de consulter un professionnel de santé. Le projet de thèse prévoit donc le développement des outils de suivi ainsi que leur mise en œuvre au sein d'une structure de rééducation pour leur optimisation.

Pour la partie développement, le travail du/ de la doctorant(e) au sein de l'entreprise touwi consistera en le développement d'algorithmes de suivi et d'analyse de l'activité physique (et sédentarité) basés sur la littérature scientifique pour les embarquer et les exploiter au sein des capteurs. Ces développements font appel à des connaissances en Python mais également C/C++ ainsi qu'en mathématiques appliquées de base. Du machine learning peut également intervenir.

L'usage des capteurs sera associé à l'utilisation d'une application proposant des contenus d'exercices physiques ludiques et adaptés à la spécificité des patients, ainsi que des séances d'éducation thérapeutique ciblées sur la gestion de la douleur, contribuant à l'engagement durable du patient dans la pratique d'une activité physique à domicile. De plus en plus d'entreprises développent des applications mobiles proposant ce type de contenus. Certaines applications intègrent également un suivi régulier du patient en distanciel avec des professionnels de la rééducation (i.e. kinésithérapeutes, ergothérapeutes et enseignants en Activité Physique Adaptée), ainsi que des évaluations basées notamment sur l'administration de questionnaires (EVA douleur, stress, ressenti de la mobilité...).

La mise en œuvre concrète de ce projet de recherche impliquera une collaboration avec l'IMPR d'Hérouville St Clair, centre de rééducation situé aux abords de Caen, et accueillant des patients souffrant de lombalgie chronique. Un accord de principe a d'ores et déjà été convenu avec l'équipe de rééducation de l'IMPR, et notamment un médecin référent, une enseignante en APA et un kinésithérapeute, qui seront impliqués dans le recrutement des patients et la préconisation d'un programme d'exercices physiques adaptés à domicile. Le présent projet de recherche viendra ainsi s'intégrer dans la prise en charge actuelle proposée par l'IMPR aux patients suivis pour lombalgie chronique, à savoir : (1) un programme pluridisciplinaire de restauration fonctionnelle du rachis (programme RFR) sur 4 semaines, suivi (2) d'un programme d'exercices d'auto-rééducation à domicile sur plusieurs mois, conçu et personnalisé par les professionnels de la rééducation via l'application Axomove (<https://www.axomove.com/>).

Pour la partie interventionnelle, le travail du/ de la doctorant(e) au sein de l'IMPR et du laboratoire d'accueil consistera à réaliser un travail de synthèse de la littérature existante sur le sujet, de participer à la conception du capteur, de concevoir et mettre en œuvre le protocole d'évaluation des patients, de collecter, traiter et analyser les données, et de contribuer à la valorisation scientifique du projet (i.e. participation à des congrès nationaux et internationaux, rédaction et publication d'articles scientifiques).

Ainsi, l'association des solutions de l'entreprise touwi à une application d'exercices spécifiques à la lombalgie constituera à la conception d'une solution innovante pour répondre à la problématique de l'auto-rééducation des patients lombalgiques. Le fait de combiner une analyse fine du mouvement et un accompagnement thérapeutique des patients en distanciel permettra de réaliser un suivi précis des habitudes de vie pour pouvoir lutter efficacement contre la douleur et la crainte du mouvement qui y est souvent associée en détectant les décrochages d'exercices et en favorisant la régulation des comportements inadaptés.

Objectif principal : Développer et optimiser un outil de suivi de la lombalgie pour maintenir à moyen et long termes la récupération des capacités fonctionnelles et la diminution de la douleur.

Objectifs secondaires :

- Limiter les récurrences sur le long terme.
- Améliorer l'adhésion et l'observance des patients atteints d'une lombalgie chronique aux exercices d'auto-rééducation à domicile
- Valider scientifiquement, l'intérêt des solutions développées par touwi dans la rééducation de la lombalgie chronique.

CONTEXTE DE LA THESE

Le projet de thèse nécessitera un travail de recherche à temps complet de la part du/de la doctorant(e), qui sera partagé entre l'entreprise touwi et les laboratoires GREYC et COMETE. Ainsi, il/elle bénéficiera d'une double immersion et d'une double formation académique et professionnelle.

- Laboratoire GREYC : <https://www.greyc.fr/>
- Laboratoire COMETE : <http://comete.unicaen.fr/>
- Entreprise touwi : <https://www.touwi.fr/>

Il sera réalisé sur une durée de 3 ans, sous la direction de Nicolas BENGUIGUI (GREYC) et Pascale LECONTE (COMETE).

Le/la doctorant (e) participera au développement des outils de suivi et coordonnera l'élaboration et la conduite des études, le recueil et l'analyse des données et participera à la rédaction des articles et des rapports scientifiques correspondants. Il/elle sera également impliquée dans le développement des solutions numériques à visée thérapeutique au sein de l'entreprise touwi, en collaboration avec l'équipe opérationnelle.

Les expérimentations auront lieu en collaboration avec l'IMPR d'Hérouville St Clair.

PROFIL DU / DE LA CANDIDAT(E)

COMPETENCES

- Master (ou équivalent BAC+5) dans le domaine des sciences du mouvement ou des sciences du numérique avec un intérêt pour la rééducation et le développement de nouvelles technologies au service de la santé.
- Compétences en développement informatique (Python, C/C++). Une connaissance du machine learning et/ou des systèmes embarqués (microcontrôleurs type STM32) serait un plus non-négligeable.
- Compétences en méthodologie expérimentale, incluant le recueil et l'analyse statistique de données.
- Compétences en communication écrite et orale.
- Bon niveau d'anglais scientifique.
- Capacités de travail en équipe, autonomie et rigueur de travail.

POUR CANDIDATER

Les candidats devront envoyer à nicolas.benguigui@unicaen.fr et pascale.leconte@unicaen.fr un CV et une lettre de motivation, leurs relevés de note de Master 1 et de Master 2, ainsi que leur mémoire de Master 2.

La date limite d'envoi des documents est fixée au 8 décembre 2024. Les candidats sélectionnés seront ensuite convoqués à un entretien (en visio).