

Début du contrat : Octobre 2021

Titre du projet :	VELIS augmenté : Intégration de l'analyse du mouvement et du système cardio-respiratoire lors de l'utilisation d'un vélo électrique intelligent pour la Santé en réhabilitation et éducation thérapeutique.
Laboratoire d'accueil:	TIMC (UMR 5525)
Nom du directeur de thèse :	Jean-Luc Bosson
Nom du co-directeur (le cas échéant)	Pierre-Yves Gumery et Vincent Nougier
Email :	vincent.nougier@univ-grenoble-alpes.fr
Institut de rattachement :	INS2I

Objectifs	<p>Intégrer à la plateforme VELIS de rééducation en milieu naturel avec en vélo électrique, l'analyse du mouvement du cycliste et des paramètres cardio-respiratoires qui permettront de construire des indicateurs utilisables dans les programmes de réhabilitation et d'éducation thérapeutique, aussi bien du point de vue du patient (biofeedback, programme personnalisé), du professionnel de réhabilitation (débriefing suivi ...) que du point de vue de l'évaluation du service médical rendu (indicateur utilisable en recherche clinique). Projet développé au sein du laboratoire TIMC, en partenariat entre 3 équipes du laboratoire : MESP (Modélisation et Evaluation des données complexes en Santé Publique), SPM (Santé, Plasticité, Motricité) et PRETA (Physiologie cardio-Respiratoire Expérimentale Théorique et Appliquée).</p> <p>Collaboration avec les équipes cliniques du CHU Grenoble Alpes ainsi qu'avec trois start-up issues du laboratoire (eBikeLabs, Etisense et MySmartMove)</p>
Mots clefs (5 à 8)	Rééducation, Vélo électrique, Analyse du mouvement, Physiologie cardio-respiratoire, Santé

Contexte théorique :	<p>L'équipe MESP du laboratoire TIMC a développé un programme combinant réhabilitation et éducation thérapeutique pour la promotion de l'activité physique à partir d'un Vélo Electrique Intelligent pour la Santé (VELIS). Le VELIS permet d'asservir l'assistance électrique en fonction d'un objectif patient personnalisé, basé sur son rythme de pédalage, la puissance qu'il doit fournir ou son rythme cardiaque. Ainsi l'assistance électrique peut servir d'aide lors de la montée ou au contraire de frein en descente afin de conserver l'objectif souhaité le plus constant possible. Les données issues du vélo sont par ailleurs enregistrées en continu pour permettre un débriefing en fin de sortie visant à personnaliser les prochaines étapes du programme de réhabilitation et à éduquer le patient. Ces caractéristiques font du VELIS un outil profitable pour la rééducation de patients en milieu naturel. La plate-forme VELIS a d'ailleurs été utilisée dans le cadre de plusieurs projets de recherche clinique</p>
-----------------------------	---

sur des populations pathologiques diverses (fibromyalgies, obésité, insuffisances cardio-respiratoires) portant au total sur plus de deux cents patients et des milliers de sortie.

Objectifs scientifiques/hypothèses/problématiques :

L'objectif principal de ce travail est d'élargir la plate-forme VELIS grâce à deux autres outils de mesures physiologiques issus du laboratoire TIMC :

1. En partenariat avec l'équipe SPM, il s'agit d'intégrer un dispositif embarqué (basé sur des centrales inertielle) d'analyse du mouvement des jambes et du tronc du cycliste. Cela permettra d'une part de pouvoir mieux prévenir les douleurs liées au mauvais positionnement du cycliste (douleurs lombaires principalement) grâce à un réglage personnalisé du vélo basé sur l'analyse de la posture, et d'autre part d'imaginer un asservissement du vélo basé sur la cinématique des jambes sur le pédalier (qui pourra par exemple être asymétrique afin d'établir un équilibre entre les deux jambes, ou pour ne pas trop solliciter un membre).
2. En partenariat avec l'équipe PRETA, qui a conçu un gilet connecté pour le suivi cardio-respiratoire fonctionnel, basé sur de la pléthysmographie inductive abdominale et thoracique ainsi que sur un enregistrement électrocardiographique (ECG), il s'agit de permettre un asservissement et un suivi des patients beaucoup plus précis en termes de paramètres mesurés sur le plan cardio-respiratoire.

L'objectif secondaire de ce travail, est d'extraire, à partir de ces nouveaux dispositifs de mesure des indicateurs combinés pertinents permettant d'améliorer la prise en charge et la satisfaction des patients dans les programmes de réhabilitation et d'éducation thérapeutique basés sur le VELIS. Pour cela une étude clinique sera menée sur population de patients obèses, et l'analyse des données enregistrées permettra la construction d'indicateurs de posture sur le vélo, de symétrie de la cinématique de pédalage et de définir des indicateurs d'efforts personnalisés sur la base des nouveaux paramètres cardio-respiratoires.

Objectifs/enjeux/challenge :

Plusieurs objectifs sont visés :

1. **Intégration.** Intégrer de manière prototype les trois technologies (vélo électrique, dispositif d'analyse du mouvement et gilet cardio-respiratoire) sur le vélo afin d'enregistrer l'ensemble des données et de synchroniser les dispositifs (qui fonctionnent à des fréquences différentes) entre eux.
2. **Fouille de données.** Traiter le signal et extraire sur les données de mouvement, grâce à des méthodes statistiques et d'apprentissage machine en IA, des indicateurs de bon positionnement sur le vélo et de symétrie des membres inférieurs. De la même façon, définir des seuils d'effort sur les nouveaux paramètres cardio-respiratoires. In fine, ces éléments devront permettre de définir le meilleur compromis effort/asservissement adapté à chaque patient dans son parcours de rééducation/réentraînement.
3. **Définition d'indicateurs synthétiques à partir de données hétérogènes,** pour mieux évaluer et assurer le suivi des patients dans leur processus de rééducation.

Grandes lignes de la méthodologie qui sera mise en œuvre :

Le projet sera mené par le doctorant selon l'échéancier global suivant :

1. La première étape (6 mois) permettra une appropriation des différents dispositifs et signaux recueillis, et visera à définir les conditions d'enregistrement synchronisé des données issues des trois dispositifs. Pour cela, une forte coopération avec les acteurs de santé et les patients sera nécessaire pour définir les différents usages et adapter les formats de visualisation à ces besoins.

2. La deuxième étape (12 mois) consistera à adapter/concevoir les algorithmes de traitement des données issues des nouveaux dispositifs intégrés afin de restituer des informations pertinentes au patient et à son encadrement médical.

3. La troisième étape (18 mois) permettra une mise en situation de l’outil dans le cadre d’une étude clinique sur des patients (principalement patients obèses et fibromyalgiques) et la définition, à partir des données enregistrées, d’indicateurs synthétiques utilisables en routine sur la plateforme VELIS en milieu naturel. A terme, les indicateurs établis seront ensuite intégrés dans une application.

Résultats attendus :

Le principal résultat attendu à l’issue de la thèse est la possibilité pour les acteurs de santé d’utiliser les nouvelles données complémentaires (analyse du mouvement et analyse cardio-respiratoire) lors des séances de réhabilitation des patients obèses en VELIS aussi bien comme outils de feedback individuel lors des sorties collectives organisées que comme outils de débriefing par le professionnel de réhabilitation (enseignant APA, médecin, etc.).

Les indicateurs obtenus pourront par ailleurs être généralisés à l’utilisation du VELIS dans d’autres études cliniques avec d’autres populations pathologiques. Des applications sont également envisageables dans le domaine de l’entraînement sportif, par exemple pour simuler un parcours particulier et les efforts qu’il exige afin de mieux gérer la réalisation d’une performance optimale : à quel moment et avec quelle intensité produire son effort ou se ménager des périodes de récupération relative.

Compétences/profil attendu de la ou du candidat (e)

Fouille de données, fusion de données, bio-statistiques, gestion de bases de données, traitement du signal, apprentissage machine, modélisation, algorithmique, programmation (Python, MatLab, R, etc.), informatique scientifique, intérêt pour le domaine de la santé.

Au-delà des compétences scientifiques recherchées, la ou le candidat (e) devra être curieux (se) et se sentir capable d’interagir avec plusieurs équipes du laboratoire présentant des compétences différentes.

Pour toute demande de renseignements complémentaires, il est possible d’envoyer un mail à vincent.nougier@univ-grenoble-alpes.fr

Constitution du dossier de candidature

CV détaillé + lettre de motivation, sur papier libre.

Dossier à envoyer **au plus tard le 15 juin 2021** à l’adresse mail suivante : vincent.nougier@univ-grenoble-alpes.fr