

Doctorante/Doctorant

Effets des chaussures sur la biomécanique d'un pied arthrosé

Description de l'offre d'emploi

Unité : Centre Ingénierie et Santé (CIS), laboratoire Sainbiose INSERM U1059

Supervision : Prof. Jérôme MOLIMARD (Directeur de thèse), Pr. Woo Suck HAN et Dr. Baptiste PIERRAT (encadrants)

Nature de l'emploi : CDD de 36 mois

Lieu de travail : Mines Saint-Etienne, Campus Santé Innovation, Saint-Etienne

Contexte :

[Mines Saint-Etienne](#) est une école de l'Institut Mines-Télécom ([IMT](#)), premier groupe public d'écoles d'ingénieurs et de management en France, placé sous la tutelle du ministère chargé de l'industrie et du numérique. Mines Saint-Étienne est chargée de la formation, de la recherche et de l'innovation, du transfert vers l'industrie et de la culture scientifique, technique et industrielle. Les 400 employés de Mines Saint-Étienne participent à la formation de 2 400 élèves ingénieurs et chercheurs en formation.

Le projet de thèse s'inscrit dans le cadre du laboratoire [SAINBIOSE](#), unité mixte de recherche INSERM – Université Jean Monnet – Mines Saint-Etienne. SAINBIOSE regroupe 57 chercheurs ou enseignants-chercheurs et 52 doctorants selon deux axes de recherche : Biologie des Tissus Ostéoarticulaires et Dysfonctionnement Vasculaire et Hémostase. L'équipe TexMed2k, qui fait partie du premier axe de recherche, implique 4 permanents et 3 doctorants travaillant sur les dispositifs médicaux ayant une action mécanique sur le corps humain (ceintures lombaires, semelles ou chaussures, bandes de compression).

Descriptif du projet de thèse :

Projet de Recherche – Cette thèse s'inscrit dans le cadre du projet ANR INORA, regroupant l'École des Mines de St Etienne, le CHU-Saint-Etienne et l'INRIA de Grenoble. Le travail se déroulera dans un groupe de 9 chercheurs permanents, un ingénieur de recherche et deux doctorants spécifiquement recrutés pour le projet. Les objectifs généraux de ce projet sont décrits ci-dessous.

Contexte médical – La polyarthrite rhumatoïde (PR) est la maladie articulaire inflammatoire chronique la plus fréquente, avec une prévalence d'environ 0,5 %. La PR est une polyarthrite périphérique qui touche les mains et les pieds : la fonction du pied est compromise, ce qui s'accompagne de modifications des pressions plantaires et de troubles de la marche. L'impact de la PR sur l'articulation du pied peut se manifester par une instabilité, des difficultés à marcher et, par conséquent, des limitations fonctionnelles qui ont un fort impact sur les activités quotidiennes. La douleur et l'incapacité du pied peuvent être réduites par des orthèses plantaires personnalisées et des chaussures thérapeutiques. Bien que l'utilisation de semelles soit généralement associée à un soulagement de la douleur, les mécanismes impliqués dans ce traitement manquent d'évaluation méthodologique. En particulier, la conception de la semelle et sa relation avec les effets internes tels que la pression articulaire et les déformations des tissus mous n'ont pas été étudiées en raison de la nature difficile de ces études dans un contexte clinique.

Question médicale – D'un point de vue médical, le projet INORA vise à comprendre, grâce à des modèles biomécaniques numériques spécifiques à chaque patient, les mécanismes d'action des chaussures et des semelles orthopédiques afin de proposer une méthodologie de conception bien fondée. D'un point de vue

plus fondamental, ces modèles permettront de découvrir les déterminants mécaniques du soulagement de la douleur, ce qui favorisera le bien-être à long terme des patients.

Hypothèse – Motivés par les nombreuses études mettant en évidence l'érosion et le rétrécissement de l'espace articulaire chez les patients atteints de PR, nous postulons qu'un facteur important de la douleur est la charge interne de l'articulation (pression du cartilage) lorsque le pied est enflammé. Cette hypothèse dicte la nécessité d'une segmentation volumétrique haute-fidélité pour la construction de la géométrie spécifique au patient. Elle guide également les variables d'intérêts dans l'exploitation d'un modèle par éléments finis (FE).

Objectifs du projet INORA – Il vise à fournir des outils numériques aux communautés scientifique, médicale et industrielle afin de mieux décrire la charge mécanique sur les articulations distales malades du pied des patients atteints de PR et de proposer une méthodologie spécifique au patient pour concevoir des semelles antidouleur.

Objectif de la thèse de doctorat – Dans ce contexte, le projet de thèse se focalisera sur la modélisation mécanique par éléments finis d'un pied chaussé en mouvement, puis l'optimisation du dispositif médical (semelle, chaussure) afin de minimiser les contraintes dans les zones critiques de la douleur.

Principales étapes

La doctorante/le doctorant suivra les principales étapes suivantes pour la réalisation du projet de thèse :

- Elle/il développera une analyse bibliographique du domaine et s'appropriera les outils méthodologiques déjà en place au laboratoire suite à un précédent projet de thèse (modèle EF de pied nu et chaussé, stratégie de mesh-morphing).
- Elle/il construira un modèle éléments finis d'un pied arthrosé sur la base existante et proposera les adaptations spécifiques nécessaires au contexte de l'arthrose.
- Elle/il développera un modèle paramétrique des semelles et proposera un protocole d'optimisation.
- Elle/il participera au suivi d'une cohorte de patients avec le CHU de Saint-Etienne : analyse critique de la solution proposée par les podologues et comparaison avec les semelles optimales.

Missions : La candidate/le candidat :

- analysera le contexte bibliographique, développera les outils méthodologiques nécessaires et analysera les résultats obtenus pour répondre aux objectifs de la thèse ;
- rédigera des rapports (bibliographie, rapport de suivi de projet) et valorisera ses résultats de recherche via des publications dans des journaux scientifiques à comité de lecture, des conférences et des séminaires, ou encore des activités de diffusion de la connaissance auprès des partenaires ;
- pourra être sollicité pour enseigner dans le cadre de la formation d'élèves ingénieurs/ingénieures ou pour participer à l'encadrement de stagiaires de M2 ou d'élèves ingénieurs/ingénieures
- organisera la gestion et le suivi de son projet de thèse (réunions et séminaires, internes ou externes) en coordination avec le projet global INORA.

Pré-requis du poste

Profil de la candidate / du candidat : (Prérequis/ Diplôme)

La candidate/le candidat doit être titulaire d'un master ou diplôme d'ingénieur, avec une spécialisation en mécanique ou biomécanique. Le candidat devra être intéressé et motivé par la modélisation numérique.

Compétences

Essentielles :

- Capacité à conduire un projet et à travailler de manière autonome et en équipe
- Capacité à s'organiser et gérer ses priorités pour respecter des délais
- Bonne maîtrise de l'anglais et du français (écrit, oral)
- Expérience de modélisation par éléments finis d'un problème de biomécanique

Souhaitées :

- Expérience de la programmation (Python, matlab)

Connaissances

Essentielles :

- Connaissances en Mécanique numérique

Souhaitées :

- Traitement statistique de données
- Bases de programmation

Conditions :

Le poste est à pourvoir à compter du 01/10/2023 pour une durée de 36 mois (contrat CDD).

Renseignements et modalités de dépôt de candidature :

Pour tout renseignement sur le poste, merci de vous adresser à :

Pr. Jérôme MOLIMARD, Professeur, molimard@emse.fr

Dr. Baptiste PIERRAT, Ingénieur de Recherche, pierrat@emse.fr