Post doctorant F/H
Développement d'algorithmes IA pour la prédiction des champs mécaniques dans les ligaments du genou patient-spécifiques

Localisation
Campus ENSAM Bordeaux-Talence
I2M - Institut de Mécanique et d'Ingénierie
Esplanade des Arts et Métiers
33400 TALENCE
/
TIMC *Recherche **T**ranslationnelle et **I**nnovation en **M**édecine et **C**omplexité*
CRESI, Chemin Saint-Ferjus
38700 La Tronche

Modalité de recrutement
Poste ouvert aux titulaires et aux contractuels

Emploi de catégorie
A

Référentiel des métiers (Ensam)
POST-DOCTORANT

Durée du contrat (si détachement ou contractuel)
24 mois

Quotité de travail
Temps plein

Fourchette de rémunération
Entre 27 et 37k€

Poste disponible à partir de
01/01/2027

Candidature :
CV et lettre de motivation à envoyer par mail à
jecandidate@ensam.eu
jade.biret@ensam.eu

Personne en charge du recrutement :
etienne.pruliere@ensam.eu

Date de publication
26/10/2026

Référence CSP
2026-2451655

Qui sommes-nous ?

Grand établissement technologique, **Arts et Métiers** compte 14 sites et a pour mission principale de former les leaders des industries responsables, qui conçoivent et mettent en œuvre les innovations technologiques et organisationnelles impactantes, indispensables aux transitions énergétiques environnementales et sociétales. Il forme chaque année plus de 6 000 étudiant·e·s du bac+3 jusqu'au bac+8.
Par ses formations, ses 15 laboratoires et sa recherche partenariale, Arts et Métiers est un acteur socio-économique au service des territoires.

Environnement du poste

L'Institut de Mécanique et d'Ingénierie – Bordeaux (laboratoire I2M, CNRS UMR 5295) dispose de compétences clés dans le domaine de la caractérisation expérimentale et de la simulation numérique des matériaux multifonctionnels et architecturés. En particulier, l'équipe 3MAH est spécialisée dans la définition de modèles réduits et l'intelligence artificielle au service de la simulation rapide pour la définition de jumeaux numériques ; elle a récemment développé, en collaboration avec le LaBRI (CNRS UMR 5800), des réseaux de neurones à graphes physiquement informés pour la reconstruction de champs mécaniques en grandes déformations hyperélastiques.

Le laboratoire TIMC est spécialisé dans l'ingénierie médicale et la médecine translationnelle. Cette spécificité permet de répondre aux enjeux de la recherche clinique en créant une forte synergie entre chercheurs et praticiens hospitaliers. L'équipe BiomécaMot fédère les acteurs de la biomécanique des tissus vivants et des matériaux pour le vivant et de la motricité. Les projets de recherche de l'équipe sont à l'interface entre sciences des matériaux, sciences du mouvement humain, sciences de la santé et sciences informatiques avec des objectifs de recherche à la fois fondamentaux et translationnels. Les activités biomécaniques conduites par les chercheurs de cette équipe ont pour la majorité des finalités applicatives (assistance clinique et conception de dispositifs médicaux pour le vivant), notamment au niveau de la planification chirurgicale de l'arthroplastie totale du genou.

Le poste pourra être basé à Grenoble (TIMC) ou à Bordeaux (I2M), avec des déplacements ponctuels entre les sites.

Missions et activités principales

Contexte :

Les jumeaux numériques patient-spécifiques, dans le cadre de la médecine personnalisée, offrent des perspectives nouvelles dans le cadre de la prise en charge et de la planification chirurgicale des patients.

Le projet ANR AIKNEE se concentre sur le développement d'outils et de méthodologies visant à améliorer l'état de l'art de ces jumeaux numériques, en mettant l'accent sur l'utilisation systématique d'algorithmes d'intelligence artificielle (IA) de pointe afin de prédire la réponse mécanique des ligaments du genou, notamment les ligaments collatéraux et croisés, avec un haut niveau de confiance, pour analyser la balance ligamentaire et prédire un risque de rupture. Ce jumeau numérique augmenté sera appliqué à plusieurs populations afin de servir de modèle d'aide à la décision : (i) les personnes subissant une arthroplastie totale du genou, où les ligaments latéraux et (si préservé) le ligament croisé postérieur qui peuvent être fortement affectés par la présence de l'implant ; (ii) les personnes présentant un risque de lésion ligamentaire (sportifs de haut niveau) ou déjà blessées ; (iii) afin d'évaluer l'impact de la perte des ligaments croisés ou latéraux. Le projet réunit les laboratoires TIMC (Grenoble), I2M et LaBRI (Bordeaux) ainsi que la société Twinsight, spécialiste des jumeaux numériques du genou pour la planification chirurgicale.

Missions :

Le ou la postdoctorant·e prendra en charge le lot de travail WP3 « Reconstruction des champs mécaniques » du projet. L'objectif est de construire un modèle d'ordre réduit capable de calculer, en quelques secondes, les champs mécaniques complets (contraintes, déformations) sur la géométrie réelle et personnalisée des ligaments croisés et collatéraux d'un patient, à partir de sa cinématique articulaire. Ce travail comprendra :

- le traitement et la mise en correspondance d'objets géométriques 3D (nuages de points, maillages surfaciques et volumiques) issus d'imagerie médicale (IRM, scanner CT), de scanner 3D et de photogrammétrie, et leur couplage avec les données de caméras de capture du mouvement (motion tracking) pour définir la cinématique et les conditions aux limites ;
- l'adaptation d'un réseau de neurones à graphes de type MeshGraphNet, physiquement informé (équilibre, efforts de contact), construit sur le maillage 3D du ligament et prenant en entrée les efforts et déplacements notamment au niveau des aux insertions, pour reconstruire les champs mécaniques 3D ;
- le couplage avec un modèle de poutre enrichi par IA (réseaux récurrents) dont les paramètres géométriques personnalisés seront encodés par GNN ;
- l'apprentissage sur une base de données de simulations par éléments finis non linéaires (comportement hyperélastique) de ligaments, sur des maillages patient-spécifiques issus de la chaîne de segmentation et de maillage du projet, avec des conditions aux limites anatomiques reliant les déplacements des points d'insertion aux degrés de liberté du genou et des trajets de chargement non proportionnels (objectif du WP1).
- la validation des modèles, l'analyse de leurs incertitudes et le transfert vers la plateforme de planification chirurgicale de Twinsight.

Les livrables attendus sont la base de données de simulation structurée pour l'apprentissage, la formulation et l'implémentation du modèle GNN de reconstruction de champs mécaniques des ligaments, ainsi que les publications scientifiques et les codes associés (diffusés au sein de l'écosystème open-source 3MAH et propres à l'équipe projet AIKNEE). Le ou la postdoctorant·e pourra participer au co-encadrement de stagiaires de master.

Activités :

Le ou la postdoctorant·e mènera des activités dans les domaines suivants :

- Réseaux de neurones à graphes (GNN) pour la prédiction de champs mécaniques
- Simulation numérique par éléments finis non linéaire des tissus mous (ligaments)
- Traitement de géométries 3D : nuages de points, maillages, imagerie médicale, photogrammétrie
- Couplage avec la capture du mouvement (motion tracking) – modèle patient-spécifique
- Modèles d'ordre réduit et jumeaux numériques pour la planification chirurgicale

Profil du candidat

Diplôme et expérience professionnelle :

Titulaire d'un doctorat en mécanique numérique, en apprentissage automatique / informatique ou en biomécanique, le ou la candidat·e devra justifier d'une solide expérience en manipulation géométrique 3D, em simulation numérique des systèmes complexes et/ou en apprentissage profond appliqué à la mécanique ou à la géométrie PyTorch, PyTorch Geometric ou équivalent).

Savoirs et savoir-faire :

Une bonne maîtrise de la simulation par éléments finis et de la manipulation d'objets géométriques (nuages de points, maillages) issus d'imageries médicales et/ou de scanner et de photogrammétrie est attendue.

Des connaissances en biomécanique des tissus mous, en calcul sur GPU / HPC, en développant des méthodes de maillage spécifiques et en développement logiciel collaboratif (git) seront un plus.

Savoir-être :

Le ou la candidat·e devra faire preuve d'autonomie, avoir un bon niveau d'anglais scientifique et le goût du travail en équipe pluridisciplinaire au sein d'un consortium multi-sites (Grenoble, Bordeaux) associant chercheurs, cliniciens et industriels.

Pourquoi rejoindre Arts et Métiers ?

Arts et Métiers s'engage pleinement pour lutter contre toute forme de discrimination et de violence, agir pour la qualité de vie au travail et la transition écologique, et renforcer l'expérience étudiante.
Les recrutements sont fondés sur les compétences, sans distinction d'origine, d'âge, ou de genre. Tous les postes sont ouverts aux personnes en situation de handicap.

Rejoindre Arts et Métiers, c'est également bénéficier d'un environnement de travail socialement engagé :

- **Temps de travail** : Télétravail possible jusqu'à 3 jours par semaine, selon les nécessités et l'organisation du service et selon votre rythme de travail, jusqu'à 52 jours de congés par an.
- **Transports** : participation de l'établissement aux frais de transports en commun à hauteur de 75 % (plafonnée à 104,04 €/mois) et forfait mobilité durable (FMD) jusqu'à 300 euros par an.
- **Santé** : contrat collectif avec participation de l'employeur (https://www.mgen.fr/psc-agents-en-esr-js/)
- **Ressources Humaines** : des formations professionnelles et un accompagnement RH de proximité.
- **Vie des personnels** : des offres de restauration collective, de loisirs, de sport et de culture ; des associations pour être acteur de la vie de votre campus.

Vos données personnelles

Arts et Métiers traite vos données personnelles en conformité avec le RGPD et la loi informatique et libertés.
Ce traitement s'effectue aux fins de gestion de votre candidature et d'évaluation de vos compétences au regard du poste/du stage pour lequel vous candidatez.
Pour tout exercice de droits sur vos données personnelles, vous pouvez contacter le délégué à la protection des données d'Arts et Métiers à l'adresse dpo@ensam.eu
Pour connaitre de manière exhaustive les données collectées par l'ENSAM et les modalités de traitement de vos données, vous pouvez consulter la politique de protection des données personnelles Arts et Métiers y afférente ici.