

# L'ÉCOLE CENTRALE DE LYON RECRUTE POUR SON CAMPUS DE SAINT-ETIENNE

## DOCTORANT (H/F)

### L'École Centrale de Lyon c'est :



**+ 3000**  
étudiants



**330**  
enseignants  
et enseignants  
- chercheurs



**290**  
personnels  
administratifs  
et techniques



**6**  
Unités Mixtes  
de Recherche



**2 campus**  
Écully et  
Saint-Étienne



**72 M€**  
de budget

## LE POSTE

**Poste à pourvoir le :** Octobre/novembre 2024

**Salaire Brut annuel :** 25,2 K€

**Localisation du Poste :** Saint-Etienne

**Quotité de temps de travail :** 100%

**Type de contrat :** Contrat doctoral 36 mois

### Environnement du poste :

Créée en 1857, l'École Centrale de Lyon figure parmi le top 10 des écoles d'ingénieurs en France. Elle forme plus de 3 000 élèves de 50 nationalités différentes sur ses campus d'Écully et de Saint-Étienne (ENISE, école interne). Ingénieurs généralistes, ingénieurs de spécialités, masters et doctorants bénéficient de l'excellence de la recherche des 6 laboratoires labellisés CNRS présents sur ses campus. Son enseignement de très haut niveau lui permet de nouer des accords de doubles diplômes avec des universités prestigieuses et des partenariats de pointe avec de nombreuses entreprises. Autour des thématiques de sobriété, d'énergie, d'environnement et de décarbonation, Centrale Lyon entend répondre aux problématiques des acteurs socio-économiques sur les grandes transitions.

Le poste est basé à Centrale Lyon ENISE, sur le campus stéphanois, qui accueille plus de 1000 élèves et 160 personnels, dans un environnement exceptionnel aux portes du Pilat. Centrale Lyon ENISE forme des ingénieurs de spécialité Génie mécanique, Génie civil, Génie sensoriel.

### Sujet de thèse :

Simulation numérique de l'initiation au glissement des contacts en élastomères sous des histoires de chargement complexes

Encadrement: Cédric Courbon (Centrale Lyon ENISE/LTDS), Frédéric Cabanettes (Centrale Lyon ENISE/LTDS) and Julien Scheibert (Centrale Lyon, CNRS/LTDS)

### Descriptif du poste :

La tribologie a considérablement progressé dans la compréhension des contacts secs solides, en particulier dans leur état initial collant ou dans un régime en glissement stationnaire. Cependant, la transition du frottement statique au frottement cinétique, notamment dans les matériaux aux comportements complexes comme les élastomères, reste encore peu comprise [1]. Les élastomères posent des défis uniques en raison de leur forte adhésion, du frottement élevé et de leur viscoélasticité non linéaire. Ces trois phénomènes étant hystérétiques, la force seuil nécessaire pour déclencher le glissement macroscopique d'un contact élastomère est supposée être fortement dépendante de la séquence de chargement qui y mène, y compris les variations de charge normale, les mouvements multi-axiaux ou les phases d'attente. Malgré ces défis, comprendre l'initiation au glissement dans de tels contacts est crucial pour diverses applications technologiques telles que les pneus, les balais d'essuie-glace, les joints, les dispositifs haptiques ou les seringues.

## Le projet CLOSER :

Le projet CLOSER ANR vise à fournir une description complète de la manière dont les historiques de chargement complexes, typiques des scénarios réels, affectent la réponse tribologique des contacts élastomères. Cela implique d'appliquer diverses séquences de chargement dans des expériences soigneusement contrôlées, mais aussi de développer des simulations numériques pertinentes incorporant tous les ingrédients physiques attendus afin de réaliser des comparaisons quantitatives.

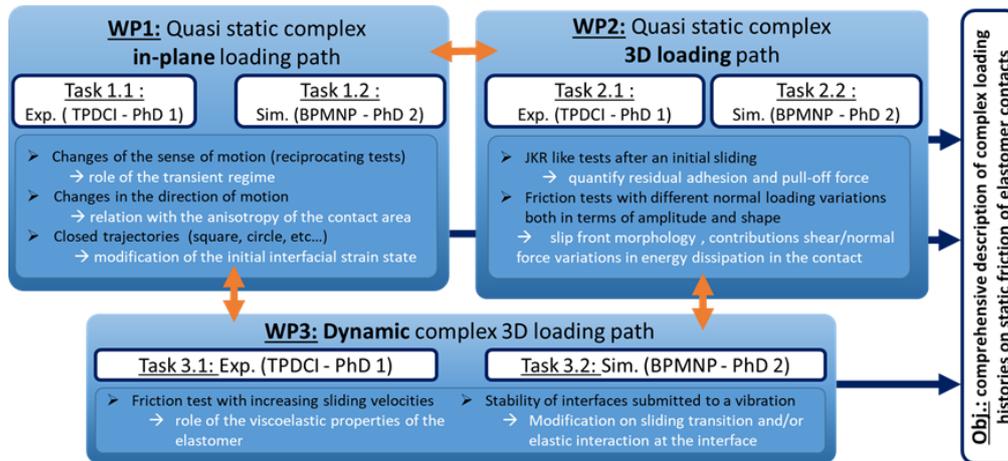


Figure 1: Structure du projet CLOSER

CLOSER est donc divisé en quatre workpackages (WP) comme présenté dans la Figure 1. Les WP1, 2 et 3 consisteront en des investigations expérimentales (Tâche x.1) et numériques couplées (Tâches x.2) de la transition de glissement des interfaces élastomériques sous des conditions de chargement de plus en plus complexes : (WP1) chemins de chargement quasi-statiques dans le plan, (WP2) quasi-statiques en 3D (dans et hors du plan) et (WP3) chemins de chargement dynamiques en 3D.

Alors que la partie expérimentale de ce projet est principalement gérée par un doctorant déjà recruté au LTDS (voir PhD1 sur la Figure 1), le travail de thèse proposé se concentrera sur les développements numériques (Tâches x.2 – PhD2).

## Objectifs de la thèse :

Au sein du LTDS, le doctorant effectuera des simulations éléments finis (EF) 3D (Figure 2) en utilisant la même configuration et les mêmes séquences de chargement que dans les expériences.

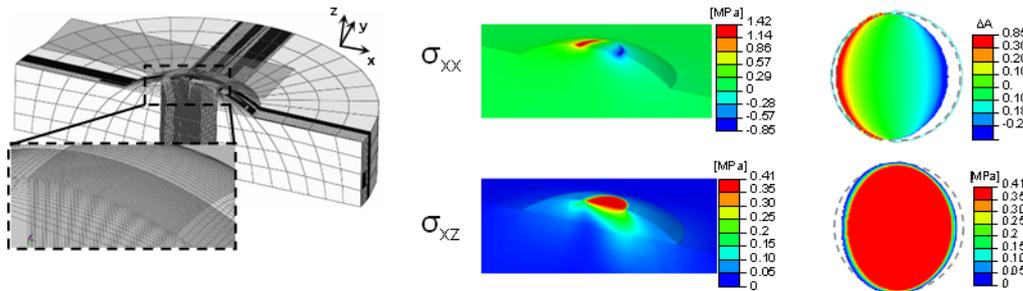


Figure 2: (Gauche) Vue macroscopique du modèle EF 3D d'une mono aspérité d'élastomère, (centre) champs de contraintes locaux simulés et (droite) vue de dessus de la zone de contact simulée avec (en haut) la réduction locale de la zone et (en bas) la répartition des contraintes de cisaillement sur toute la zone de contact apparente.

Grâce aux cadres innovants récemment développés au sein de notre consortium [2,3], la description de l'interface de l'élastomère, pour la première fois dans le contexte de chargements complexes, incorporera simultanément :

- Déformations finies (Neo-Hooke) et loi de frottement local (Tresca régularisé) (voir WP1)
- Adhésion (Lennard-Jones) (voir WP2)
- Visco-élasticité (voir WP3)

L'objectif principal n'est pas seulement de simuler les essais expérimentaux, mais aussi d'utiliser la flexibilité d'un modèle numérique pour améliorer notre compréhension des mécanismes tribologiques. Les simulations activeront les facteurs potentiellement contributifs un par un et identifieront les plus influents. Les champs de contact tels que l'état de pression/déformation en cisaillement local seront d'un intérêt particulier, extraits et comparés en fonction des données d'entrée implémentées.

Alors que les modèles EF actuels ont été développés à l'échelle de l'aspérité avec un niveau élevé de physique implémentée [2,3], étendre cette approche aux contacts multi-aspérités ou aux surfaces rugueuses nécessitera un raffinement significatif du maillage et/ou un espace de modélisation étendu. Par conséquent, cette approche sera combinée avec les modèles en éléments de frontière (BEM) pour fournir une compréhension globale à la fois des mécanismes de contact local et des effets de déformation globale.

# LE PROFIL RECHERCHÉ

**DIPLÔME REQUIS :** Master 2 Recherche ou équivalent en génie mécanique, science des matériaux, physique ou dans un domaine connexe.

La connaissance de l'enseignement supérieur et de la recherche serait un plus.

## COMPETENCES TECHNIQUES

- Solide formation en simulation numérique et mécanique computationnelle.
- Familiarité avec la tribologie, la mécanique des contacts et l'étude du frottement et de l'usure.
- Capacité à travailler de manière autonome ainsi qu'en équipe de recherche.
- Bonnes compétences en communication pour présenter des résultats de recherche et rédiger des articles scientifiques.

## COMPETENCES COMPLEMENTAIRES

- Expérience avec les logiciels d'analyse par éléments finis (FEA) (par exemple, Abaqus, ANSYS).
- Connaissance du comportement des élastomères, y compris la viscoélasticité et l'adhésion.
- Maîtrise des langages de programmation (par exemple, Python, MATLAB).

## LANGUES

- Maîtrise du français et/ou de l'anglais, à l'écrit comme à l'oral. Pour les natifs français, la maîtrise de l'anglais est un avantage clair mais non obligatoire.

## Conditions particulières du poste :

Déplacements ponctuels entre Laboratoire LTDS (90% à Saint-Etienne – 10% à Ecully)

## Rejoindre Centrale Lyon ENISE, c'est bénéficier d'une qualité de vie au travail



Ressources  
culturelles



Management inclusif  
et participatif



Activités sportives et  
bien-être physique



Eco-campus  
responsable

# POUR POSTULER

## POUR POSTULER

Merci de transmettre les documents suivants à [cedric.courbon@enise.ec-lyon.fr](mailto:cedric.courbon@enise.ec-lyon.fr), [frederic.cabanettes@enise.ec-lyon.fr](mailto:frederic.cabanettes@enise.ec-lyon.fr), [Julien.Scheibert@ec-lyon.fr](mailto:Julien.Scheibert@ec-lyon.fr)

1. CV – Un curriculum vitae détaillé décrivant votre parcours académique et professionnel.
2. Lettre de motivation – Une lettre expliquant votre intérêt pour le sujet et vos compétences pertinentes.
3. Lettre de recommandation – Au moins une lettre de recommandation d'un professeur ou d'un professionnel pouvant attester de vos qualifications et de votre potentiel de recherche.
4. Dossier académique complet – Les relevés de notes des différentes années académiques.
5. Mémoire de Master ou équivalent – Une copie de votre mémoire de Master ou d'un projet de recherche équivalent, démontrant vos capacités de recherche.

## PROCESSUS DE SELECTION

le recrutement se déroule en deux étapes:

1. Examen des candidatures – Évaluation de documents transmis.
2. Entretien de sélection – Un entretien pourra être mené soit en personne, soit par vidéoconférence.

**Date limite de candidature :** 20 août 2024