

Collage structural durable optimisé par réseaux de neurones

Niveau : E4/E5. Le sujet sera adapté selon le niveau. Possibilité de poursuite en stage puis en thèse.

Filières : Énergie, Génie Industriel, Data science et IA, Informatique

Tuteur : DETREZ, Fabrice, Laboratoire MSME, Université Gustave Eiffel, Équipe Méca, (Champs-sur-Marnes) fabrice.detrez@esiee.fr

Co-Encadrant:

CHATAIGNER, Sylvain, Laboratoire Structures Métalliques et à Câbles (SMC), Département Matériaux et Structure (MAST), Université Gustave Eiffel (Nantes)

CRÉAC'HCADEC, Romain, Multi-material assemblies team, ENSTA Bretagne, Institut de Recherche Dupuy de Lôme (IRDL), UMR CNRS 6027, Brest, France

Mots Clefs : Ville durable, IA, Mécanique des matériaux, Calcul scientifique

Contexte

La transition énergétique exige des solutions immédiates pour construire des **villes durables**, réduire l'empreinte carbone et allonger la durée de vie des infrastructures. Cela nécessite de repenser les méthodes de fixation et de renforcement des structures.

Le **collage structural** apparaît comme une alternative prometteuse : il est plus léger, moins intrusif et potentiellement plus durable. Cependant, son adoption à grande échelle reste freinée par un manque de données fiables sur sa tenue à long terme et sur son comportement en conditions réelles.

Enjeux scientifiques et technologiques

Malgré son potentiel, le collage est encore peu utilisé à grande échelle. Le verrou majeur reste la compréhension et la modélisation de sa **durabilité à long terme**. En effet, la tenue des assemblages collés est influencée par de multiples facteurs :

- **Environnementaux** : humidité, température, vieillissement chimique.
- **Mécaniques** : fatigue, fluage, chargements complexes.

Notamment, la différence de comportement en fluage des colles en cisaillement et en traction est encore mal comprise et insuffisamment modélisée. Lever ce verrou est essentiel pour valider ces solutions et permettre leur diffusion à grande échelle, au service d'une **ville durable et à faible émission de CO₂**.

Objectifs du stage

L'étudiant participera au développement d'outils numériques innovants couplant **mécanique des matériaux** et **intelligence artificielle**. L'objectif est de développer des modèles prédictifs

capables de mieux décrire le comportement des assemblages collés dans des conditions réalistes.

Les missions principales seront :

- Développer une **loi de comportement non linéaire en fluage**, utilisant les **réseaux de neurones**.
- Implémenter cette loi dans le logiciel de référence **Abaqus**, largement utilisé dans le monde académique et industriel.
- Identifier les **paramètres matériaux** clés de la loi de fluage à partir de données expérimentales existantes.
- Comparer différents **designs d'assemblages collés** pour proposer des recommandations pratiques.

Apports pour l'étudiant

À l'issue du projet, l'étudiant aura acquis :

- une compréhension approfondie des **enjeux scientifiques et industriels du collage structural**,
- des compétences de pointe en **intelligence artificielle** (réseaux de neurones), en **simulation numérique** (méthode des éléments finis, Abaqus) et en **analyse de données expérimentales**,
- une maîtrise des approches modernes en **intelligence artificielle appliquée aux matériaux** (réseaux de neurones, modélisation prédictive),
- une expertise sur des problématiques concrètes de **durabilité et de réduction d'empreinte carbone** des infrastructures de la ville du futur.

Ce projet constitue une excellente préparation à une poursuite en thèse ou à une carrière dans l'industrie du génie civil, des matériaux avancés et de la transition énergétique. Il ouvre des perspectives dans :

- la recherche académique (mécanique numérique, IA appliquée, matériaux, génie civil) ;
- l'industrie de la construction, en pleine transformation vers des solutions plus durables.

Bibliographie

[1] Loiseau, Marthe. *Durabilité de connecteurs collés soumis à des sollicitations de fluage pour des applications navales*. Diss. ENSTA Bretagne-École nationale supérieure de techniques avancées Bretagne, 2022.

[2] As'ad, Faisal, and Charbel Farhat. "A mechanics-informed deep learning framework for data-driven nonlinear viscoelasticity." *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering* 417 (2023): 116463.