

L'Intelligence Artificielle pour exploiter et optimiser les bases de données expérimentales et numériques en mécanique

Ce projet de thèse se positionne au cœur des thématiques de recherche du nouveau GDR I-GAIA concernant l'Ingénierie augmentée par la donnée, l'Apprentissage et l'IA et vise à étendre les collaborations internes au sein du LAMIH entre les départements mécanique et informatique.

Au fil des années, les sciences de l'ingénieur, en particulier la mécanique, ont acquis une certaine maturité en termes de modélisation, de simulation et d'essais. Par exemple, les techniques de mesures permettent d'aborder une pluralité d'échelles depuis les plus fines jusqu'à celles de la structure, voire du système, et d'avoir accès à une grande masse de données à exploiter pour alimenter les modèles numériques. En parallèle, le développement de jumeaux numériques, de plus en plus complexes et prédictifs, facilite la corrélation calculs-essais. En outre, l'augmentation de la puissance de calcul permet de repousser sans cesse les limites en terme de modélisation et simulation, tout en prenant en compte les incertitudes inhérentes au problème étudié. Dans de nombreuses applications en mécanique, il est courant d'avoir mené des plans d'expériences disposant ainsi de bases de données de nature expérimentale, numérique voire mixte.

L'essor de l'intelligence artificielle et de la science des données permet aujourd'hui d'exploiter des volumes de données très importants, ouvrant ainsi de nouvelles perspectives pour comprendre des phénomènes complexes. Les modèles d'apprentissage profond ont ainsi révolutionné la capacité à analyser et à interpréter les données, offrant des outils puissants pour la reconnaissance d'images, la traduction automatique ou encore la prédiction de modèles complexes. Cette combinaison de méthodes a significativement impacté la manière dont les chercheurs abordent les problèmes et favorise la conduite de recherches multidisciplinaires ouvrant des portes vers des domaines jusqu'alors inexplorés.

Forts de compétences respectives sur la modélisation, la simulation et l'expérimentation des structures et des matériaux ainsi que sur l'intelligence artificielle et la science des données, notre objectif, dans ce projet de recherche, est de faciliter, à court terme, l'exploitation des bases de données expérimentales et numériques en mécanique par l'intermédiaire de l'apprentissage automatique (Réseaux de neurones de type ANN, CNN, RNN, PINN, apprentissage par transfert, ...) tout en visant des prédictions sous incertitudes. Dans un contexte de sobriété énergétique, une des priorités sera, à plus long terme, de revoir la stratégie d'échantillonnage pour optimiser les expériences à mener (en exploitant des approches probabilistes) ainsi que de garantir un haut degré de fidélité pour une modélisation à coût maîtrisé.

Applications visées

Les applications visées sont en lien avec la mise en forme des matériaux ainsi que la dynamique des structures mécaniques.

Les plateformes expérimentales de caractérisation des matériaux (par exemple les essais Gleeble, Arcan, ...) permettent de déterminer des lois contrainte-déformation ou effort-déplacement. Ces lois, selon le matériau/structure à étudier, peuvent être déterminées en fonction de différents paramètres, tels que la vitesse de déformation ou la température. Les valeurs de ces paramètres sont établies via un plan d'expérience afin de limiter le nombre d'essais. Au final, un réseau incomplet de données

fonctionnelles permet de cartographier l'espace de variation. Lors de la prédiction par la simulation numérique des quantités d'intérêt mécanique, de nombreux écarts avec les tests expérimentaux ou des essais sur site industriel peuvent être rencontrés en fonction des échantillons retenus. L'intégration de l'intelligence artificielle aura pour but d'augmenter de manière fiable la base de données initiale utilisée par le code numérique, de prendre les variabilités inhérentes au problème mécanique de manière à réduire les écarts avec l'expérimental.

Informations complémentaires

Candidats/es avec un diplôme de Master ou d'ingénieur en mécanique, informatique ou mathématiques appliquées

Bonnes connaissances en programmation sous Python, en apprentissage automatique (candidat provenant d'un parcours informatique ou mathématiques appliquées), ou en méthode des éléments finis (candidat provenant d'un parcours mécanique)

Connaissances souhaitées d'une ou plusieurs bibliothèques de deep learning (tensorflow, pytorch, scikit)

Aptitude au travail en équipe, curiosité et adaptabilité pour développer un projet interdisciplinaire entre les départements informatique et mécanique

Bonne communication, bon anglais scientifique à l'oral et à l'écrit

Lieu de travail : Université Polytechnique Hauts-de-France – LAMIH UMR CNRS 8201

Type de contrat : CDD Doctorant/Contrat doctoral

Durée du contrat : 36 mois

Date de début de la thèse : 1 octobre 2024

Quotité de travail : Temps complet

Rémunération : 2100,00 € (brut) mensuel

Candidature

Merci de fournir un CV détaillé, un relevé des notes des années de BAC+4/5 avec détail des UE suivies ainsi qu'une lettre de motivation.

Candidater à fabien.bechet@uphf.fr

Direction de thèse

Pr. Thierry DELOT – thierry.delot@uphf.fr

Pr. Franck MASSA – franck.massa@uphf.fr