

## **Modélisation expérimentale à partir de données**

### **Application au procédé de calandrage**

#### **Contexte du projet**

Le Laboratoire Commun I-TireLab (Intelligent Tire Lab) est une collaboration de recherche entre l'entreprise Michelin située à Clermont-Ferrand et deux laboratoires universitaires, le LIAS de l'Université de Poitiers et le GIPSA-lab de l'INP Grenoble. Ce laboratoire commun vise à créer des solutions scientifiques basées sur des données qui favorisent une mobilité connectée efficace et orientée vers l'utilisateur. Les domaines visés portent sur l'amélioration des techniques de contrôle et d'estimation du processus de fabrication du caoutchouc des pneus afin de réduire l'empreinte écologique et sur l'évaluation en temps réel des propriétés des pneus pour améliorer la sécurité des utilisateurs.

#### **Description du projet**

L'un des domaines d'application du Laboratoire Commun I-TireLab porte sur l'automatisation des processus de fabrication du caoutchouc utilisé dans la production des pneumatiques, dans le but de réduire l'empreinte écologique en optimisant l'utilisation des matières premières. Pour atteindre cet objectif crucial, il est indispensable de développer des solutions innovantes de modélisation et d'apprentissage à partir de données (modèles blancs, gris, noirs) qui capturent la dynamique des procédés de fabrication en vue de leur commande.

Les premières études menées sur le procédé de calandrage ont montré que le contrôle précis de ces processus, et en particulier de la température interne de la gomme, est complexe en raison des dynamiques non linéaires associées à la nature viscoélastique du caoutchouc et aux contraintes physiques du système. Les modèles existants reposent sur des équations aux dérivées partielles non linéaires pour décrire les variations de température, de vitesse et de pression des mélanges de gomme. Toutefois, leur complexité et le coût calculatoire élevé qu'ils impliquent rendent leur utilisation inadaptée pour un contrôle en temps réel.

Il est donc essentiel de concevoir de nouvelles approches d'apprentissage basées sur les données, capables de fournir des modèles mathématiques à la fois suffisamment simples pour permettre la conception de lois de commande réalisables en pratique et suffisamment riches pour représenter fidèlement cette dynamique non linéaire. Ce stage s'inscrit dans cette démarche et a pour objectif principal de se concentrer sur une modélisation expérimentale efficace pour ce procédé en utilisant des modèles fractionnaires.

En effet, en analysant le comportement dynamique du procédé de calandrage, on observe des évolutions temporelles de la température présentant des régimes transitoires rapides puis des réponses qui tardent à atteindre un régime permanent. Ces transitoires de type mémoire longue sont typiques des systèmes de diffusion qui peuvent être avantageusement modélisés par des modèles fractionnaires. L'objectif de ce projet est donc d'investiguer l'utilisation de modèles fractionnaires pour caractériser les comportements observés et évaluer leur pertinence. Étant donné le comportement non linéaire du système de calandrage, cette étude sera dans un premier temps menée en différents points de fonctionnement et pour différentes amplitudes des signaux d'entrée.

Ces différents développements méthodologiques seront validés grâce à l'accès à des données de simulation éléments finis réalisées avec le solveur MEF++ développée par Michelin en partenariat avec l'Université Laval, Québec.

#### **Profil souhaité**

Étudiant de Master 2 ou de dernière année d'école d'ingénieurs, le candidat devra posséder des connaissances en mathématique appliquée, en automatique et plus spécifiquement en identification des systèmes. Une bonne connaissance de Matlab est nécessaire. Un bon niveau en français et en anglais est fondamental.

#### **Lieu et environnement du stage**

Le stage sera encadré par Thierry POINOT, Professeur des Universités, et se déroulera au sein de l'équipe Automatique & Systèmes du laboratoire LIAS à l'Université de Poitiers (Bâtiment B25, 2, rue Pierre Brousse - TSA 41105 - 86073 POITIERS cedex 9).

#### **Indemnités de stage**

4,35 € de l'heure pour un maximum de 35 h par semaine.

#### **Début et durée du stage**

Le stage pourra débuter à partir de février 2025 pour une durée n'excédant pas 6 mois.

#### **Procédure de candidature**

Pour candidater, merci d'envoyer les documents listés ci-dessous par courriel à [thierry.poinot@univ-poitiers.fr](mailto:thierry.poinot@univ-poitiers.fr) :

- Curriculum Vitae et lettre de motivation,
- Notes de Master ou de cursus ingénieur,
- Note de TOEIC ou certification équivalente,
- Tout autre document jugé nécessaire par le candidat pouvant enrichir le dossier de candidature.