

# *Proposition Doctorat*

Expérimentation et modélisation de l'usure  
d'un contact électrique glissant :  
application caténaire - pantographe

---

P. Baucour, E. Gavignet, G. Bucca\*, **D. Chamagne (Dir.)**

Institut FEMTO-ST, Département ENERGIE

\*POLIMI, Politecnico di Milano

[didier.chamagne@univ-fcomte.fr](mailto:didier.chamagne@univ-fcomte.fr)

# Contexte

Depuis 2011, il existe un fort partenariat entre FEMTO-ST, la SNCF et POLIMI (Politecnico di Milano) sur la modélisation thermique du contact électrique en conditions statiques et en mouvement appliquée à la liaison pantographe (carbone imprégnée) - fil de caténaire (cuivre). En effet à l'arrêt, l'échauffement du fil de caténaire peut provoquer à terme une rupture de celui-ci tandis qu'en mouvement, le balayage latéral du fil induit une usure prématurée de la bande de captage. La modélisation de ce phénomène multi-physique a nécessité l'implication d'une équipe pluridisciplinaire (THERMIE - SHARPAC) mais aussi une validation expérimentale sur des installations à taille réelle situées à l'Agence d'Essais Ferroviaires (AEF) et à POLIMI. Au final cette collaboration a donné lieu à 1 brevet, 3 publications dans des revues internationales, 5 conférences internationales, 2 conférences nationales, 3 outils de simulation, 2 doctorats et 1 post-doctorat.

## Objectifs

### Description du banc

Depuis juillet 2018 (post-doctorat), un banc de caractérisation du contact électrique glissant est en construction au sein du laboratoire FEMTO-ST et devrait permettre de reproduire, en laboratoire et dans des conditions maîtrisées, le contact fil - bande de la liaison pantographe - caténaire.

Un pion en carbone est en contact avec un disque en cuivre tournant à des vitesses importantes. Le pion est animé d'un mouvement de translation qui permet de s'assurer d'une part que il soit toujours en contact avec du cuivre « neuf » d'un point de vue thermique et d'autre part que sa vitesse relative par rapport au disque reste constante quel que soit sa position. Le courant électrique circule entre les deux pour alimenter une charge extérieure.

### Objectifs scientifiques

L'objectif de ce travail de recherche sera de mener des campagnes d'essais afin de déduire différents paramètres tels que les résistances électrique et thermique de contact, le coefficient de frottement, l'usure, la durée de vie...

Pour ce faire, il faudra mettre en place une méthodologie d'instrumentation électrique (courant, couple), mécanique (nature du matériau, profil de vitesse, force d'appui) et thermique (températures) dans et autour du banc. Via un traitement des données à développer, nous serons en mesure de remonter aux paramètres évoqués ci-dessus.

Vu le nombre important des paramètres d'entrée, la mise en place d'un plan d'expériences sera nécessaire afin de réduire le nombre d'essais. Ceci est d'autant plus important que le matériau (le pion en carbone) se dégrade au cours du temps et qu'il faudra en tenir compte dans la construction du plan d'expériences.

Les résultats permettront de développer un modèle comportemental dynamique de l'usure et de la durée de vie de la bande. Cette modélisation devra être intégrée - via un couplage faible - aux modèles existants :

- le modèle mécanique de POLIMI.
- le modèle électro-thermique développé dans le doctorat de N. Delcey (2018).

## Cohérence scientifique

L'ensemble de ce travail représente un axe fort :

- structurant au sein du département ÉNERGIE
- rapprochant les pôles thermique des systèmes énergétiques et actionneurs électriques.
- regroupant des thèmes de recherche liés à la thermique et à l'électrotechnique.

## Mots clés

Liaison pantographe-caténaire, contact électrique glissant, méthodologie expérimentale, modélisation multi-physique.

## Encadrement

- Philippe BAUCOUR (40%) - équipe THERMIE - philippe.baucour@univ-fcomte.fr
- Eric GAVIGNET (20%) - équipe THERMIE - eric.gavignet@univ-fcomte.fr
- Giuseppe BUCCA (10%) - POLIMI - giuseppe.bucca@polimi.it
- Didier CHAMAGNE (Directeur 30%) - équipe SHARPAC - didier.chamagne@univ-fcomte.fr

## Publications

- [1] J.-P. MATTERA, R. GLISES, Baucour P., A. VAUDREY et D. CHAMAGNE. "Electrothermal modelling of the railroads catenaries". In : *IET Electrical Systems in Transportation* 2.3 (sept. 2012), p. 110-118.
- [2] S. VERSHELDE, T. BAUSSERON, S. AVRONSART, P. BAUCOUR, R. GLISES, F. LIGONESCHE et D. CHAMAGNE. "Système dissipatif de chaleur de fil de contact conducteur de caténaire et portion de caténaire comportant au moins un tel système." Brevet FR3030180. Déc. 2014.
- [3] T. BAUSSERON, P. BAUCOUR, R. GLISES, D. CHAMAGNE et S. VERSHELDE. "Experimental study and modelling of overheating of electrical catenary-pantograph interface for trains supplied with power in station". In : *European Physical Journal Applied Physics (EPJ AP)* 70.3 (juin 2015), 30901 (9).
- [4] N. DELCEY, P. BAUCOUR, D. CHAMAGNE, G. WIMMER, G. BUCCA, N. BRUYERE, O. BOUGER, G. AUDITEAU et T. BAUSSERON. "Electro-thermal simulation tool applied to the thermal behaviour of a moving pantograph strip and validated by experimental tests". In : *Journal of Rail and Rapid Transit* (Accepté avec révisions 2019).