



**THESE de DOCTORAT DE L'UNIVERSITE DE LYON**  
**Opérée au sein de INSA Lyon**  
Soutenue à huis clos

---

<b>Candidat</b>	M. CHAUDEY Médéric
<b>Laboratoire</b>	Laboratoire de Mécanique des Contacts et des Structures (LaMCoS)
<b>Ecole doctorale</b>	ED MEGA (162) : Mécanique, Energétique, Génie civil, Acoustique de Lyon
<b>Titre de la thèse</b>	« Analyse de l'aiguilletage de filaments de Polyacrylonitrile oxydé : mise en place d'une stratégie numérique et expérimentale »
<b>Date et heure de la soutenance</b>	06/04/2022 à 14h, soutenance en français
<b>Lieu de la soutenance</b>	Amphithéâtre Emilie du Châtelet, 31 avenue Jean Capelle, Villeurbanne

---

### Composition du Jury

S. ROLLAND DU ROSCOAT	HDR	Université de Grenoble	Rapporteure
X. LEGRAND	PR	ENSAIT Roubaix	Rapporteur
E. VIDAL-SALLE	PR	INSA Lyon	Examinatrice
C. BINETRUY	PR	EC Nantes	Examineur
F. BOUILLON	Dr	SAFRAN Ceramics	Examineur
N. HAMILA	PR	ENI Brest	Directeur
G. HIVET	PR	Université d'Orléans	Co-directeur
A. SHANWAN	Dr	Université d'Orléans	Invité
A. BUISSON	Ing	SAFRAN Landing Systems	Invitée

### Résumé

Cette thèse porte sur la meilleure compréhension de la consolidation mécanique effectuée lors de l'aiguilletage de renforts fibreux constitués de filaments de Polyacrylonitrile oxydé (PAN oxydé). Peu d'études sont recensées à ce sujet dans la littérature. L'objectif concerne alors la mise en place d'une stratégie numérique et expérimentale permettant de mieux appréhender les phénomènes mécaniques se déroulant lors du procédé. Le comportement des filaments de PAN oxydé a tout d'abord été caractérisé. Une variabilité importante a pu être relevée d'un point de vue des valeurs de contrainte à rupture. Afin de décrire cette variabilité, un modèle basé sur la statistique de Weibull a été mis en place et validé à partir d'essais d'aiguilletage réalisés sur un dispositif spécialement conçu pour la thèse.

Dans un second temps, le comportement à l'échelle d'un sous-câble de PAN oxydé (plusieurs milliers de filaments) a été traité. Une loi hyperélastique basée sur les travaux de Adrien Charmetant a été choisie et identifiée afin de décrire le comportement macroscopique d'un sous-câble de PAN oxydé. La très faible cohésion d'une telle structure a conduit à l'élaboration de protocoles expérimentaux spéciaux permettant de faciliter la manipulation et la mise en place des éprouvettes lors d'essais de traction, compaction, pull-out et flexion.

Une troisième partie s'est attardée sur la mise en place d'outils numériques à l'échelle du sous-câble de PAN oxydé intégrant les modèles de comportement précédemment mentionnés. Plusieurs géométries et conditions aux bords sont proposées afin d'étudier leur influence sur l'accroche et le transfert des filaments par une aiguille. Enfin, le caractère exploratoire de cette thèse a conduit à de nombreuses perspectives et pistes d'amélioration des modèles proposés. La stratégie et les outils établis dans cette thèse se révèlent très encourageants et ouvrent la voie pour de futurs travaux sur l'aiguilletage.