

## AVIS DE SOUTENANCE DE THESE DE DOCTORAT

Le **25-06-2019**

A **10h00**

Amphi F1

Mines Saint-Etienne

158 cours Fauriel

42023 Saint-Etienne

Soutiendra en vue de l'obtention du titre de Docteur de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne dans la spécialité : MECANIQUE ET INGENIERIE

**Laure**

**BOUQUEREL**

Une thèse ayant pour sujet :

Contribution à l'étude de la mise en forme de renforts secs unidirectionnels HiTape® pour structures primaires aéronautiques

### **MEMBRES DU JURY :**

Président

(Le président est désigné le jour de la soutenance)

### **Rapporteurs :**

ORGEAS	Laurent	Dir. de Recherche	Laboratoire 3SR
GRANDIDIER	Jean-Claude	Professeur des Univ.	ENSMA

### **Examineurs :**

PONTHOT	Jean-Philippe	Professeur des Univ.	Universite de Liege
SOULAT	Damien	Professeur des Univ.	Gemtex
DRAPIER	Sylvain	Professeur des Univ.	Mines Saint-Etienne
BOISSE	Philippe	Professeur des Univ.	INSA-Lyon - GMC - PC - LAMCOS
MOULIN	Nicolas	Maître-assistant	Mines Saint-Etienne
BERAUD	Jean-Marc	Directeur	Hexcel Renforcements SAS

Thèse préparée dans le centre SMS à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne.

Travail co-encadré par :

DRAPIER	Sylvain
BOISSE	Philippe
MOULIN	Nicolas
BERAUD	Jean-Marc

**Destinataires :** DRI, Accueil, SCIDEM, Centre,  
D.CORTIAL « Le Progrès », 24 rue de la robotique – 42000 Saint-Etienne

**Direction Recherche et Innovation**

158, Cours Fauriel

CS62362 - 42023 Saint-Etienne cedex 2 - Tél : 04 77 49 97 10

Page 1 - 1

## Résumé

S'inscrivant dans le contexte du développement des procédés hors autoclave pour les structures primaires aéronautiques, ce travail de thèse (financement CIFRE Hexcel/Mines Saint-Etienne en collaboration avec INSA-Lyon) a pour objectif de modéliser et simuler la mise en forme d'un empilement de renforts HiTape® préalablement déposés à plat.

Développé par Hexcel, HiTape® est un renfort unidirectionnel sec de fibres de carbone avec un voile thermoplastique de chaque côté, permettant d'atteindre un niveau de performance similaire aux matériaux pré-imprégnés standards.

Le comportement du renfort HiTape® est d'abord caractérisé sous diverses sollicitations. En particulier, le comportement non-linéaire en flexion hors-plan est quantifié à l'aide d'un flexomètre de Peirce modifié, et un essai de type pull-through permet d'évaluer le coefficient de frottement inter-plis.

Dans un second temps, la modélisation de la mise en forme de renforts structuraux de type HiTape® nécessite de prendre en compte les non-linéarités à la fois matérielles, géométriques et de contact.

Une loi de comportement hyperélastique isotrope transverse est sélectionnée pour le renfort unidirectionnel. L'interface entre les plis, où est situé le voile thermoplastique à l'état fondu, est modélisée via des éléments d'interface prenant en compte frottement et adhésion.

Le problème mécanique est résolu par la méthode des éléments finis dans la suite logicielle Z-set. Le contact entre le moule et la préforme fibreuse est supposé parfait et est imposé par pénalité.

**Laure Bouquerel**, centre SMS, LGF