

# Avis de Soutenance

Monsieur Ludovic FREUND

Sciences des Matériaux : Science et Ingénierie des Matériaux et Métallurgie

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

*Etude du vieillissement hydrothermal des composites renforcés de fibres naturelles : Approche expérimentale et modélisation*

dirigés par Monsieur Pierre CHEVRIER

Soutenance prévue le **mercredi 20 juin 2018** à 10h00

Lieu : Ecole Nationale d'Ingénieurs de Metz 1 route d'Ars Laquenexy 57078 Metz cedex 3  
salle Amphiteatre Bernard bolle

## Composition du jury proposé

M. Pierre CHEVRIER	Université de Lorraine	Directeur de these
M. Vincent PLACET	Université de Franche-Comté	Rapporteur
Mme Nathalie ALLAIN	Laboratoire d'Etude des Microstructures et de Mécanique des Matériaux (LEM3)	Examineur
Mme Amandine CÉLINO	Université de Nantes - IUT de Saint-Nazaire	Examineur
Mme Vanessa BOUCHART	Université de Lorraine	CoDirecteur de these
M. Sonnou TIEM	Université de Lomé	Rapporteur
M. Xiao-Lu GONG	Universite de Technologie de Troye - Laboratoire des Systemes Mecaniques et d'Ingenierie Simultanee	Examineur
M. Stéphane FONTAINE	Arts et Métiers Paris Tech - Laboratoire DRIVE -ISAT - Nevers	Examineur
M. PERRIN HENRI	Luxembourg Institut of Science and Technology (LIST)	Invité
Mme Sandrine HOPPE	École nationale supérieure des industries chimiques - LRGP	Invité

**Mots-clés :** Composites structuraux, fibres de lin, matrice thermoplastique, Comportement mécanique, Vieillissement, Modélisation

## Résumé :

Les composites sont devenus des matériaux courants dans l'industrie dès lors que la performance est recherchée. Les matrices polymères renforcées de fibres de verre ou de carbone sont utilisées dans l'aéronautique, l'automobile et le sport pour leurs propriétés spécifiques très élevées. Depuis peu, les fibres naturelles sont envisagées comme renforts pour les matériaux polymères pour concilier performance et écologie. Cependant, la production de pièce structure avec des fibres végétales se heurte à un inconvénient majeur : leur vieillissement rapide causé par une forte sensibilité à l'humidité. Dans ce mémoire, nous avons cherché à estimer la durée de vie de ses composites à

travers une caractérisation de l'endommagement hydrique du matériau, et une modélisation de son absorption d'humidité. Parmi les différentes fibres végétales disponibles, le lin a été choisi pour renforcer une matrice acrylique de la gamme « Elium ». Cette acrylique de nouvelle génération est un thermoplastique dont la polymérisation peut s'effectuer à froid par ajout d'un catalyseur au même titre que la plupart des thermodurcissables, et permet donc une bonne imprégnation des fibres, et évite tout endommagement thermique des fibres de lin. L'impact du vieillissement hydrothermal du composite sur ses propriétés mécaniques a été étudié en sollicitant le matériau à des cycles d'humidité. Ce protocole a permis de différencier deux effets du vieillissement : la plastification du composite causée par la présence de molécules entre les chaînes polymériques, et l'endommagement de la structure par fragilisation de l'interface fibre/matrice et l'oxydation de la cellulose. Le premier effet est réversible par séchage alors que le second est permanent, et est le plus dommageable pour la structure. Une loi de comportement hydromécanique a pu être déduite de ces essais, et sera utilisée en parallèle d'un modèle de diffusion par éléments finis afin de déterminer l'évolution à long terme des propriétés du composite soumis à un environnement réel. Le modèle prédit une baisse de plus de 50% du module élastique, et 60% de la contrainte à rupture après un temps d'utilisation de seulement un an. En l'état, le matériau n'est donc pas industrialisable sans un traitement de la fibre permettant de limiter son endommagement hydrique