



Sujet de Thèse 2022

Modélisation variationnelle et non-locale de matériaux structurés.

Localisation : Institut Pprime (UPR 3346 CNRS – ISAE-ENSMA – Université de Poitiers), ISAE-ENSMA, Poitiers, France
Encadrant : Damien Halm, M. Gueguen et Azdine Nait-Ali

Description du sujet : Dans le secteur de l'optimisation des performances des matériaux, l'industrie utilise et renouvelle de plus en plus les matériaux à architecture complexe, structurée. Dans cette proposition sont plus particulièrement ciblés **les matériaux composites à matrice organique et à fibres longues**.

L'objectif de la thèse est de **proposer un modèle non-local du comportement de ces matériaux avec une mise en œuvre numérique pour les matériaux composites structurés**. L'analyse sera tournée vers le comportement, la tenue ou encore la durée de vie de ces matériaux de plus en plus utilisés dans les secteurs des transports et de l'énergie. Les exemples de matériaux composites structurés ciblés sont les composites bobinés, tissés, aléatoirement renforcés, torsadés. Par leur morphologie complexe, et donc **la présence de forts gradients de propriétés, le comportement non-local de ces matériaux joue un rôle majeur sur les mécanismes d'endommagement**. Une **modélisation variationnelle** sera effectuée à partir des informations microstructurales obtenues par analyse d'image. Elle sera réalisée dans le cadre élastique afin de pouvoir se concentrer sur la seule influence de la microstructure aléatoire sur le comportement puis dans un cadre non-linéaire. La modélisation visée a pour principal objectif de mieux décrire le comportement effectif des matériaux en fonction de leur mode d'élaboration, de mise en forme ou d'assemblage. En particulier, nous allons chercher à mettre en évidence **les conséquences sur le comportement du choix de tissage pour les matériaux composites tissés, l'influence des différentes orientations pour les matériaux bobinés ou encore l'importance de la loi de probabilité régissant la distribution de fibres pour les composites aléatoirement renforcés**.

La modélisation s'appuiera sur les étapes suivantes :

- 1- **La caractérisation morphologique** des grandeurs caractéristiques décrivant l'architecture. Il pourra s'agir de tenseurs de structure, de sorte à mieux rendre compte des comportements et mécanismes d'endommagements potentiellement anisotropes. Cette description sera faite à partir d'images tomographiques.
- 2- **La construction d'un matériau virtuel, "morphologiquement équivalent"** au matériau réel étudié. Il sera conçu à partir d'outils d'analyse morphologique adaptés et visera à **choisir un Volume Élémentaire Représentatif (VER)**.
- 3- **Une modélisation non-locale stochastique** sera ensuite proposée en vue de mieux comprendre et/ou reproduire les effets de gradients de microstructure sur la résistance du matériau ou son comportement au sens large. On souhaite *in fine* **obtenir un modèle à gradient (enrichi) par transition d'échelle**.
- 4- Une fois l'influence de la microstructure prise en compte dans le modèle obtenu, nous pourrons proposer des architectures permettant **d'optimiser les performances** (au sens large) des matériaux étudiés.
- 5- Développement d'un élément fini intégrant comme variable interne le de phase. L'ensemble des développements seront fait dans un code interne au laboratoire.

Equipe d'accueil : Département de Physique et Mécanique des Matériaux de l'Institut Pprime (Poitiers), Equipe Endommagement & Durabilité

Compétences requises et profil du candidat : Le (la) candidat(e) recherché(e) doit avoir des compétences solides en mécanique théorique, en mécanique des matériaux, en simulation numériques, développement (C++) et en Mathématique appliquée à la mécanique.

Contact et envoi de candidature : Azdine Nait-Ali, azdine.nait-ali@ensma.fr +33 (0)5 49 49 80 98

