

Modèles numériques pour la mise en forme des renforts de composites à fibres continues

Contexte

Ce sujet s'inscrit dans les travaux de recherche du LEME sur le développement d'Eléments Finis (EF) pour les matériaux hétérogènes (stratifiés, sandwichs), dans un environnement multi-champs. Outre le gain de masse très bien identifié quand on utilise des matériaux composites par rapport aux métaux, l'aspect adaptabilité des propriétés mécaniques pour répondre aux exigences de conception est un deuxième avantage, plus difficile à déployer, puisqu'il nécessite de s'intéresser au processus de fabrication.

Ce projet va donc s'intéresser à la simulation de la mise en forme (drapage) des renforts à fibres continues de composite (Fig. 1) et des préimprégnés. Dans le premier cas, une résine est injectée sur le renfort sec après sa mise en forme (LCM Liquid Composite Moulding) [Sozer et al, 2012]. Dans le cas des préimprégnés, la résine est présente dans le renfort mais n'est pas durcie (pas polymérisée dans le cas thermodurcissable, à une température au-dessus de la fusion de la matrice pour les thermoplastiques) [Lukaszewicz et al, 2011]. Dans ce deuxième cas, la matrice non-durcie modifie le comportement mais ce dernier reste piloté par les fibres.

Le comportement mécanique de ces matériaux présente deux particularités qui les rendent singuliers : d'une part un glissement relatif entre les fibres est possible, d'autre part les fibres sont quasi-inextensibles. Ces deux aspects conditionnent la cinématique de la déformation des milieux fibreux [Bai et al, 2020]. De plus, ces renforts textiles possèdent une faible rigidité de flexion mais il a été montré que cette raideur joue un rôle important dans la mise en forme et en particulier pour la formation de plissements [Boisse et al, 2011].

Le logiciel PlasFib, code EF en dynamique explicite développé au LaMCoS (INSA de Lyon), sera utilisé principalement pour les simulations de mise en forme et il pourra être envisagé de mener des comparaisons avec un code de calcul industriel comme Abaqus.

Les travaux envisagés concernent le développement de nouveaux EF pour la simulation de la mise en forme à l'échelle macroscopique en considérant des modèles de coques pour des approches géométriquement bi-dimensionnelle [Hamila et al, 2009] et tri-dimensionnelle [Bassa et al., 2012].

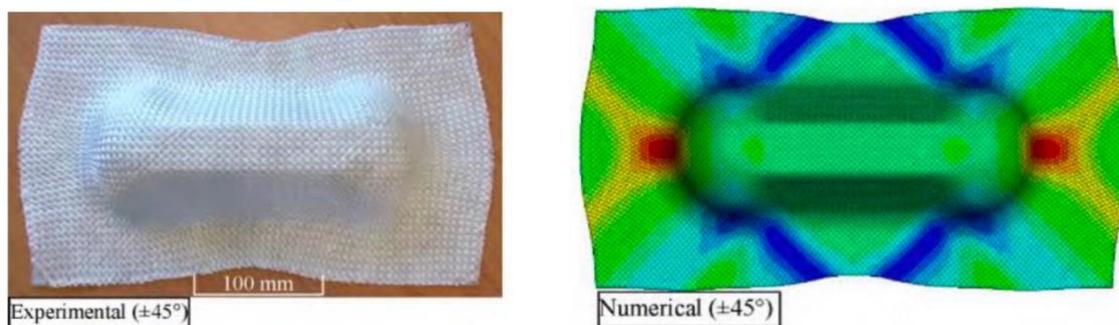


Fig. 1: comparaison essai calcul à l'échelle macroscopique

Profil et compétences requises

Profil

Le candidat devra justifier d'un niveau BAC+5 École d'Ingénieurs ou Master. Le candidat recherché affichera une solide formation scientifique avec de bonnes connaissances en mécanique des solides, calcul par éléments finis et sur les matériaux composites. Un goût pour les développements théoriques et numériques (mécanique numérique) est aussi attendu car le sujet nécessitera de nombreux développements numériques dans des codes de calcul.

Par ailleurs, de bonnes aptitudes rédactionnelles /relationnelles et une maîtrise confirmée de l'anglais sont très fortement souhaitées. Nous attendons une personne motivée, autonome et qui sache travailler en réseau. Une expérience en recherche sera un plus; des recommandations de chercheurs encadrants seront demandées.

Compétences requises

Mécanique numérique, Méthode des éléments finis, ...
Mécanique des solides, matériaux composites, ...
Capacité à analyser des résultats, autonomie et rigueur, ...

Candidature

Le doctorant sera basé au laboratoire LEME de l'Université Paris Nanterre et des déplacements chez les partenaires du projet sont prévus. Ce sujet s'inscrit dans un projet ANR dont la date de lancement est en mars 2022. Le contrat pourra donc débuter à cette date.

Pour candidater merci de nous adresser votre CV, relevés de notes, lettres de recommandation, aux adresses électroniques ci-dessous.

Encadrement

Michele D'Ottavio	mdottavi@parisnanterre.fr
Olivier Polit	opolit@parisnanterre.fr
Emmanuel Valot	evalot@parisnanterre.fr
Philippe Vidal	pvidal@parisnanterre.fr

Adresse

LEME – Université Paris Nanterre
50 rue de Sèvres - 92410 Ville d'Avray

Références

Bai R. et al. (2020) A specific 3D shell approach for textile composite reinforcements under large deformation. *Compos. Part A Appl. Sci. Manuf.*, 100, 81-96, 139, 106135. [lien](#)

Bassa B. et al (2012) A new nide-node solid-shell finite element using complete 3D constitutive laws, *Int. J. Numer. Methods Eng.*, 97 (7), 589–636. [lien](#)

Boisse P. et al. (2011) Simulation of wrinkling during textile composite reinforcement forming. Influence of tensile, in-plane shear and bending stiffnesses. *Compos. Sci. Technol.*, 71(5), 683-692. [lien](#)

Hamila N. et al. (2009) Semi-discrete shell finite element for textile composite reinforcement forming simulation. *Int. J. Numer. Methods Eng.*, 79, 1443–1466. [lien](#)

Lukaszewicz D.J., Potter K.D. (2011) The internal structure and conformation of prepreg with respect to reliable automated processing. *Compos. Part A Appl. Sci. Manuf.*, 42 (3) :283–92. [lien](#)

Software PlasFib (2015), Interdeposit certification, Agency for Protection of Programs, Paris.

Sozer E.M et al. (2012) Resin transfer molding (RTM) in polymer matrix composites. In *Manufacturing Techniques for Polymer Matrix zComposites (PMCs)* Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, pp. 245–309. [lien](#)