

## Simulations du comportement en frottement d'un toron de fibres de carbone

Ce stage de 6 mois aura lieu à L'institut Pprime (UPR3346 CNRS) à Poitiers, en collaboration entre l'Université de Poitiers et l'ISAE-ENSMA. Ce projet, financé par Labex Interactifs, a pour objectif d'étudier le frottement de torons de fibres de carbone lors de la mise en forme par le procédé RTM (Resin Transfer Moulding). S'il n'est pas maîtrisé, le glissement local entre les fibres de renforcement et l'outil peut créer des défauts dans la pièce fabriquée. Les composites sont utilisées dans de nombreuses applications (aéronautique, pâles d'éolienne) et il est important d'assurer une bonne fiabilité aux structures produites en limitant les défauts de production.

Pour répondre à cet objectif, une première étude expérimentale a été réalisée sur un tribomètre dédié permettant de mesurer les forces de frottement et d'observer le contact dynamique avec une caméra, ou sous un microscope permettant de mesurer la topographie de torons in-situ (Figure 1 a). Ces premiers résultats ont été publiés récemment [1].

Lorsqu'il est vu en coupe, un toron de fibres peut être assimilé à un ensemble de cylindres en interaction entre eux. La méthode des éléments discrets (DEM) offre une approche pertinente pour décrire ce type de problème. Elle consiste à définir un ensemble d'objets possédant des degrés de libertés (déplacements, rotations) et des lois d'interactions (contact mécanique, frottement, adhésion, etc) entre ces objets. Il est ensuite possible d'appliquer une sollicitation à cet ensemble d'objets (force, déplacement) et de simuler l'évolution temporelle de l'ensemble d'objets. Une première étude a permis de mettre au point un modèle avec le logiciel libre LMGC90. Les simulations réalisées ont permis de reproduire qualitativement les observations expérimentales (Figure 1b).

L'objectif du stage est d'améliorer le modèle numérique pour mieux comprendre les mécanismes contrôlant le comportement des torons de fibres de carbone sollicitées en frottement. Il s'agit dans un premier temps d'affiner les lois d'interactions mis en œuvre dans le modèle (adhésion locale, raideur des points d'attache, frottement inter-fibre et fibre parois). Cette identification se fera en s'appuyant sur des tests en conditions simples avec le tribomètre qui seront reproduits avec le modèle. Une fois les lois identifiées, une série de tests de frottement sera réalisée pour valider le modèle. Enfin une étude paramétrique sera lancée avec le modèle pour identifier les différents régimes de frottement (glissement, déformation, séparation du toron) et les paramètres qui contrôlent les transitions inter-régimes.

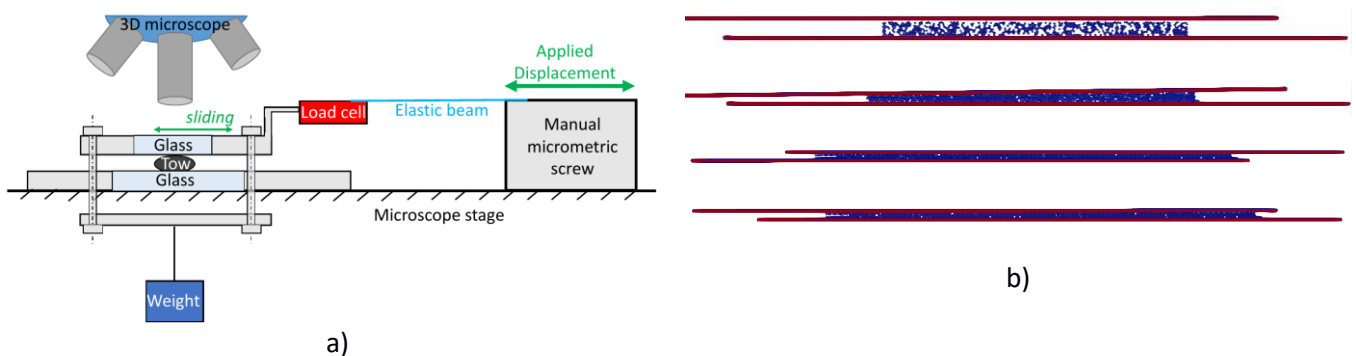


Figure 1 : Configuration du problème a) expérience – b) Simulation DEM

[1] Smerdova, O.; Benchekroun, O. & Brunetiere, N. « Transversal friction of epoxy-lubricated and dry carbon tows: From initial stages to stabilised state » *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, **2021**, 143, 106263

**Compétences attendues :**

- Niveau M2 ou équivalent.
- Utilisation aisée du Python.
- Connaissances de la mécanique du corps rigide.
- Gout pour les simulations et le codage.

Pour postuler, envoyer une lettre de motivation et un CV à [olga.smerdova@ensma.fr](mailto:olga.smerdova@ensma.fr), [noel.brunetiere@univ-poitiers.fr](mailto:noel.brunetiere@univ-poitiers.fr)