

## Proposition de stage – Année 2018/2019

**Public visé :** Stage de Master I / II

**Titre :** Détermination de la morphologie interne d'un matériau composite à matrice organique : extraction du tissage 3D à l'échelle mésoscopique

**Mots-clés :** Deep Learning, Traitement d'images, Morphologie, Tissage

### Description :

Safran Aircraft Engines produit des moteurs d'avion appelés LEAP pour les avionneurs AIRBUS, BOEING et COMAC. La nouveauté est l'introduction de matériaux composites à matrice organique (CMO) dans la conception des aubes de soufflante et du carter de rétention. Le caractère récent de ce type de matériau et leur complexité morphologique rendent leur caractérisation difficile. Leur modélisation est donc un moyen incontournable d'évaluer leurs propriétés thermo-mécaniques ainsi que les optimiser selon leur utilisation.

Dans le champ des matériaux numériques, il existe de nos jours deux manières principales de modéliser une géométrie quelconque. La première famille, plutôt prédictive car purement numérique, consiste à obtenir la pièce par la simulation des procédés de fabrication. La seconde famille, plutôt descriptive et ce sera celle qui nous intéressera ici, utilise des techniques de traitements d'images appelées segmentations afin d'extraire la morphologie de la pièce passée dans un moyen d'imagerie (tomographie par rayons X, IRM, synchrotron,...). Obtenir une segmentation propre de ces volumes 3D afin d'individualiser chaque mèche/toron constituant le tissage du composite et d'en extraire leur enveloppe est un défi majeur pour SAFRAN. En effet, cette étape est primordiale car elle permettra d'augmenter la précision de nos modèles et ainsi de nos simulations numériques.

### Objectifs :

L'objectif du stage consistera à décrire proprement la morphologie 3D de tissages du type interlock à partir de volumes d'images tomographiques fournies Safran Aircraft Engines. Les tissages proposés seront constitués de mèches/torons elles-mêmes composées de fibres de carbones. La difficulté principale sera de proposer une méthode qui permettra d'identifier chaque toron dans son motif de tissage et d'en décrire leur contour. L'échelle du toron est appelée « mésoscopique ». Le stagiaire pourra s'appuyer sur un a priori topologique du tissage pour décrire les enveloppes de chaque entité (mèche/toron). Cette information topologique sera par exemple un jeu de fibres neutres (lignes moyennes, barycentres,...) décrivant le chemin de chaque mèche/toron dans son environnement textile.

L'étude de segmentation sera effectuée sur plusieurs tomographies :

- tissage injecté (composite fini) non compacté (faible densité de fibres) à une résolution de 35 $\mu$ m.
- tissage injecté (composite fini) compacté (forte densité de fibres) à une résolution de 35 $\mu$ m.
- tissage sec (non-injecté) non compacté (faible densité de fibres) à une résolution de 20 $\mu$ m (Fig. 1). On peut préciser qu'à cette échelle, et lorsque le tissage n'est pas injecté, les fibres sont encore visibles.
- tissage sec (non-injecté) compacté (forte densité de fibres) à une résolution de 20 $\mu$ m.

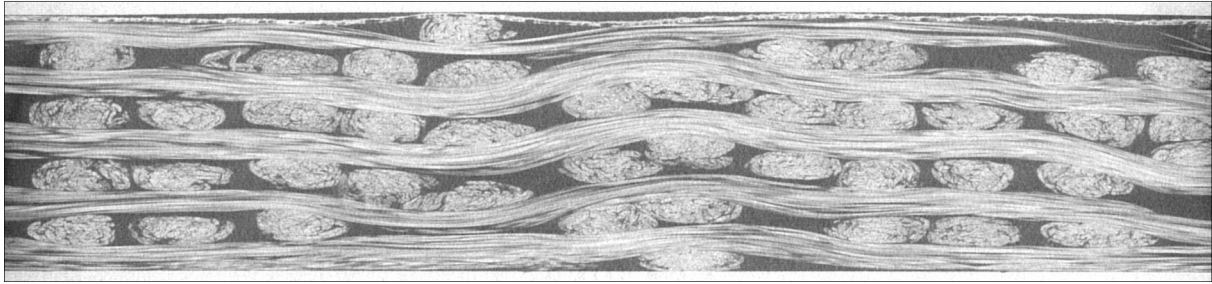


Fig. 1: Tissage interlock 3D non-injecté et non-compacté

Au cours de ce stage, nous proposons d'utiliser des techniques morphologiques [1] et des réseaux de neurones profonds (Deep Learning) pour une segmentation de volume 3D [2] qui soit cohérent avec la topologie du tissage.

Le stagiaire devra également rédiger un rapport de stage, et pourra éventuellement participer à une publication d'article scientifique sur les résultats de ces travaux.

**Contexte :**

Ce stage est proposé en collaboration entre Mines ParisTech et la société Safran Aircraft Engines

Le candidat devra avoir une formation en mathématiques appliquées ou informatique, idéalement avec une expérience des outils et méthodes « deep learning », et avoir un intérêt pour le domaine des matériaux composites.

**Lieu du stage :** Mines ParisTech

**Durée du stage :** 5 mois.

**Langages et logiciels :** Python, Keras, Tensorflow

**Supervision :**

- Mines ParisTech :  
Santiago Velasco-Forero ([velasco@cmm.ensmp.fr](mailto:velasco@cmm.ensmp.fr)) (<http://cmm.ensmp.fr/~velasco>)  
Samy Blusseau ([samy.blusseau@mines-paristech.fr](mailto:samy.blusseau@mines-paristech.fr))
- Safran : Yanneck Wielhorski ([yanneck.wielhorski@safrangroup.com](mailto:yanneck.wielhorski@safrangroup.com))

**Références :**

[1] Blusseau, S., Velasco-Forero, S., Angulo, J., & Bloch, I. (2018). Tropical and Morphological operators for signals on graphs, IEEE International Conference on Image Processing (pp. 1198-1202).

[2] Wug Oh, S., Lee, J. Y., Sunkavalli, K., & Joo Kim, S. (2018). Fast Video Object Segmentation by Reference-Guided Mask Propagation. In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (pp. 7376-7385).