

# Proposition de stage

Institut Pprime / Laboratoire XLim

CNRS / ISAE-ENSMA / Université de Poitiers

Segmentation d'images 3D de matériaux par apprentissage supervisé.

Title : Machine learning segmentation of 3D material images

**Mots clés :** Segmentation 3D, Deep Learning, Intelligence Artificielle (IA), Matériaux Numériques

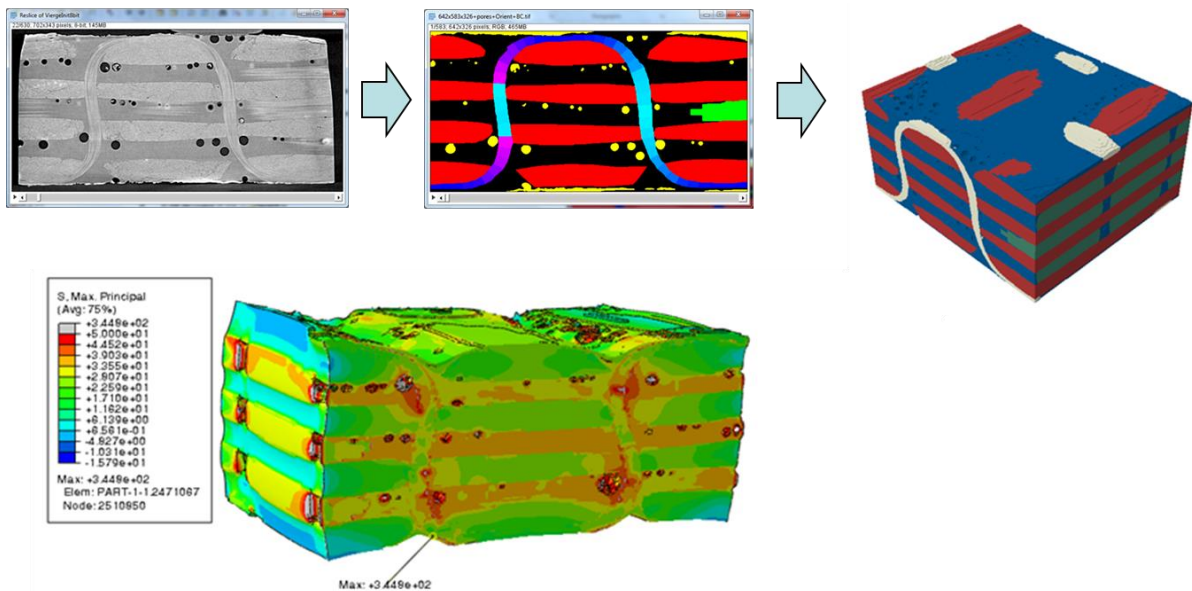


Figure 1 : Segmentation d'un composite tissé 3D et résultat d'un calcul par éléments finis [1].

**Contexte :** L'utilisation de l'imagerie 3D afin d'analyser les microstructures de matériaux hétérogènes tels que les composites tissés 3D ou les agrégats polycristallins connaît un franc succès depuis quelques années. En effet, les images tomographiques de ces matériaux nous renseignent sur leur architecture interne, la présence éventuelle de défauts et sur leur évolution lors d'une sollicitation mécanique ou d'un vieillissement (cf. Figure 1). Ces images sont précieuses pour comprendre les performances des matériaux en conditions d'usage et ainsi pouvoir améliorer leur formulation ou leur procédé de fabrication.

En outre, des modélisations par éléments finis ou par transformée de Fourier basées sur ces images sont potentiellement très riches pour alimenter la compréhension du comportement et des modes d'endommagement du matériau (voir par ex. [1] et Figure 1). Pour pouvoir construire ces modèles, des étapes de traitement d'image sont nécessaires, en particulier pour

pouvoir extraire les contours des objets ou des phases dans le matériau par segmentation puis labellisation. Ces étapes peuvent être effectuées à l'aide d'outils de filtrage, de transformation, de morphologie mathématiques ... ou même parfois manuellement. Dans tous les cas, les performances de ces approches sont limitées et souvent chronophages. La mise à profit d'un algorithme d'apprentissage qui sélectionnerait lui-même les critères de segmentation des images sur la base d'une bibliothèque d'objets labellisés offre une perspective séduisante (voir par ex. [2]). La proposition est d'utiliser les innovations développées dans le cadre des algorithmes d'apprentissage automatique pour rendre plus robuste l'étape de segmentation (basée actuellement sur notamment un calcul de descripteur). Il s'agira de substituer la partie modélisation (liée au calcul des caractéristiques) par une extraction automatique de descripteurs pertinents suivant une approche dite Deep-Learning.

**L'objectif du travail** proposé est de d'utilisateur des algorithmes d'apprentissage adaptés pour permettre la segmentation et le traitement automatique d'images 3D acquises expérimentalement par exemple par microtomographie RX. Ce travail sera structuré suivant deux approches, à travers tout d'abord l'utilisation de réseaux entièrement connectés pour la labellisation, puis des stratégies de réseaux convolutifs afin de déterminer par apprentissage les meilleurs descriptions.

Le travail s'articulera de la manière suivante :

- phase bibliographique : le stage débutera par une phase de compréhension de l'acquisition des images et un état de l'art des différents types d'algorithmes d'apprentissage.
- phase de développement : une fois les outils maîtrisés, le développement des algorithmes se fera sur la base de modules python utilisés pour le machine learning (par exemple Keras <https://keras.io>)
- phase de test : une fois l'ensemble de la chaîne de traitement mis en place, plusieurs jeux de données seront testés pour éprouver la capacité de la méthode.

**Compétences recherchées** : traitement d'images, programmation, IA, deep learning,

**Niveau** : Master 1 / Master 2

**Encadrement** : Yannick PANNIER (P'), Philippe CARRE (XLim)

**Référence** :

[1] Y. Sinchuk, Y. Pannier, R. Antoranz-Gonzalez, M. Gigliotti, *Analysis of moisture diffusion induced stress in carbon/epoxy 3D textile composite materials with voids by  $\mu$ -CT based Finite Element Models*, Composite Structures, Volume 212, 2019, Pages 561-570

[2] Ronneberger O., Fischer P., Brox T., *U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation*, Olaf Ronneberger, in International Conference on Medical image computing and computer-assisted intervention. Springer, 2015, pp. 234–241