

Utilisation du traitement d'images 3D pour l'amélioration de la conductivité thermique et électrique des matériaux composites

Philippe Karamian⁽¹⁾, Sophie Lemaitre⁽¹⁾, Vladimir Salnikov⁽¹⁾, Grégory Dagniaux⁽²⁾, Bruno Lay⁽²⁾

(1) Laboratoire de Mathématiques Nicolas Oresme, Caen (France) – (2) ADCIS S.A., Saint-Contest (France)

Présentation du contexte

Pour répondre et faire face aux nouvelles exigences des industries aéronautiques, automobiles et sportives, il est de plus en plus souvent fait appel à des matériaux composites innovants basés sur de nouvelles technologies de fabrication. Les matériaux composites sont donc de plus en plus élaborés et complexes à mettre en œuvre. L'un des enjeux majeur lors de la conception d'un nouveau matériau est de garantir des caractéristiques supérieures ou du moins égales à celles des matériaux déjà existants selon l'usage pour lesquels ils sont destinés. La complexité de la mise en œuvre et le coût élevé de fabrication nous amènent à développer de nouvelles approches et techniques exploratoires pour mesurer leurs performances mécaniques, thermiques et électriques.

Description de la méthode

Les techniques d'acquisition et de traitement d'images combinés aux modèles mécanique, thermique et électrique via la résolution des équations aux dérivées partielles qui en découlent, ouvrent de nouvelles perspectives pour étudier les conductivités thermique et électrique des matériaux composites. Dans le cadre du projet ACCEA (Amélioration des Conductivités des Composites pour Equipements Aéronautiques) regroupant les principaux acteurs du domaine dont les sociétés Zodiac Aerospace, Safran/Snecma, Arkema, Dedienne Plasturgie, LIFCO et des laboratoires de recherche de Normandie et Pays de Loire, la société ADCIS et le Laboratoire de Mathématiques Nicolas Oresme (LMNO) se sont associées respectivement dans le traitement et analyse d'images 3D (cf. Fig. 1 et Fig. 2) et les techniques de modélisation des composites (cf. Fig. 3) pour répondre aux différents besoins du consortium sur les propriétés de conductivité thermique et électrique.

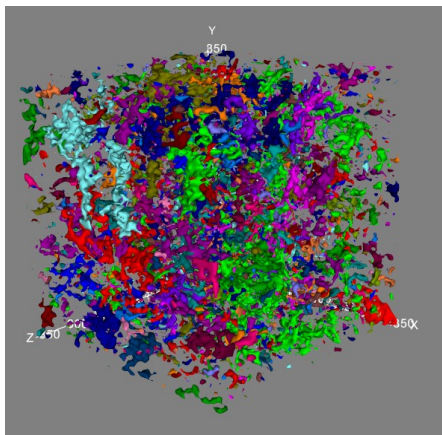


Fig. 1 : Image après segmentation

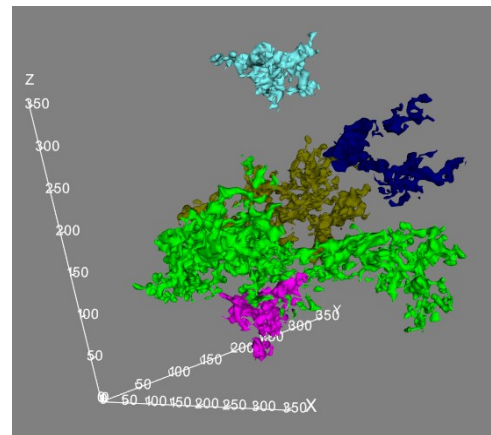


Fig. 2 : Image avec les plus gros objets

Dans le cadre de cette présentation, nous parlerons des techniques de numérisation et de micro-tomographie utilisées afin de générer les images 3D. Ensuite, nous présenterons les techniques de traitement d'images 3D utilisées contenant uniquement les particules à analyser, et les mesures effectuées en 3D comme la mesure de la percolation basée sur des traitements géodésiques. Enfin, nous présenterons les outils mis en œuvre pour l'affichage des images, des résultats obtenus, et de l'interface qui a été développée afin que les outils de traitement d'images soient compatibles avec ceux des spécialistes en modélisation. Pour cela, nous montrerons comment l'équipe M3N (Modélisation Mathématique Mécanique et Numérique) du LMNO a également développé un outil d'homogénéisation stochastique pour estimer les propriétés effectives des

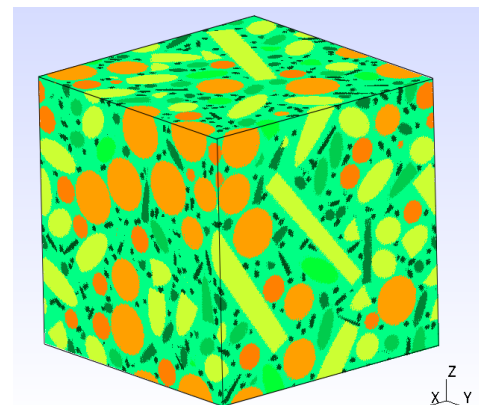


Fig. 3 : Modélisation 3D d'un composite multiphasique



composites basées sur des images acquises par tomographie et préalablement traitées par les outils de traitement et d'analyse d'images d'ADCIS.

Conclusion

Il apparaît clairement que les techniques de traitement et analyse d'images ne sont pas suffisantes pour résoudre un problème aussi complexe que la conception de nouveaux matériaux. Il devient obligatoire de regrouper les principaux acteurs du domaine, allant du fabricant à l'utilisateur final tout en faisant appel à des partenaires scientifiques. Dans le cadre du projet ACCEA, ADCIS et le LMNO se sont plus particulièrement associés afin de coupler le traitement d'images avec la modélisation, dans le but de confirmer les mesures réelles avec les mesures véritablement calculées dans l'espace 3D par traitement d'images.