

Proposition de projet de mastère spécialisé
Design des Matériaux et des Structures
Année 2018-2019

<http://dms.mat.mines-paristech.fr/Sem2-Stage/Propositions-2018-2019/>

Société partenaire : Safran Tech

Lieu de réalisation de l'étude : Centre des Matériaux et Safran Tech

Encadrement

Oana Alexandra Ciobanu, Augustin Parret-Fréaud, Maxence Wangermez (Safran Tech)
Basile Marchand (Mines ParisTech)

Titre

Stratégie adaptative de zoom global/local à deux échelles appliquée aux calculs de structures aéronautiques

Mots-clés

MEF, Calcul de structures, Programmation (C/C++)

Contexte de l'étude

Les bureaux d'études ont de plus en plus recours aux simulations numériques lors des processus de dimensionnement des pièces aéronautiques. Si les progrès effectués en la matière permettent de simuler des systèmes physiques de plus en plus complexes, les coûts de calcul des composants aéronautique à l'échelle de la pièce prenant en compte les effets de la microstructure sont inenvisageables. Les simulations de structures sont alors réalisées en considérant des comportements matériaux homogénéisés. Cependant, cette homogénéisation du comportement induit une erreur certaine en matière de représentativité physique du modèle.

Afin de pallier ce manque de représentation des phénomènes locaux à l'échelle globale, des méthodes de zoom structural existent dans la littérature et sont déjà employées au sein de Safran pour la prise en compte des détails structuraux (microperforations) dans le dimensionnement [1]. De plus, des travaux sont actuellement en cours au sein de Safran Tech afin d'étendre ces approches de zoom global/local bidirectionnel à la prise en compte des matériaux à une échelle mésoscopique dans des zones d'intérêts. Néanmoins, dans ces travaux la position et taille du zoom sont déterminées *a priori*.

Dans ce contexte, on se propose de mettre en place une procédure automatique et adaptative permettant l'identification et l'évolution de la zone de zoom au cours du calcul et de la coupler avec les développements précédents. Deux pistes seront envisagées : (i) l'identification à partir des méthodes d'estimation a posteriori d'**erreur de discrétisation** ; un zoom sera fait dans la zone contribuant le plus à l'erreur ; (ii) l'identification en utilisant des outils d'estimation d'**erreur de modèle** [2, 3] : un zoom sera fait dans les zones où la modélisation par comportement homogénéisé initial pénalise le plus la représentativité du

modèle global. Une fois la zone d'intérêt identifiée un patch local peut alors être automatiquement construit et le processus de zoom mis en œuvre.

Objectif et travail proposé

L'objectif de ce stage est de mettre en place une stratégie de détection et adaptation de zones d'intérêts automatique dans le cadre de la prise en compte de l'influence, locale (échelle mesoscopique) sur la structure globale (échelle macroscopique). La finalité du stage sera l'implémentation, dans le logiciel de calcul éléments finis Z-set/Zébulon, de la méthode choisie et sa validation sur des cas représentatifs industriels. Les applications cibles étant le calcul de composants aéronautiques en matériaux composites tissés, où les patches locaux permettront de prendre en compte les effets de la topologie du tissage.

Les différentes étapes de ce stage seront :

- Une étude bibliographique :
 - o des méthodes d'estimation de l'erreur de modèle ;
 - o des méthodes de zoom global/local et d'estimation d'erreur de discrétisation déjà en pratique au sein du groupe Safran ;
- Prise en main de la méthode de zoom global/local (sans adaptation) sur des cas test académiques ;
- Proposition et implantation de l'estimateur d'erreur de modèle permettant l'identification des zones nécessitant un patch local ;
- Implémentation et application de la démarche adaptative.

Profil demandé

Le sujet convient à un candidat ayant un profil mécanique des matériaux et des structures ou mathématiques appliquées, et qui souhaite mettre en œuvre ces connaissances dans des calculs de structures, analyse numérique et programmation (C/C++).

Références

- [1] M. Blanchard, O. Allix, P. Gosselet and G. Desmeure, *Maîtrise des analyses non-intrusives globales/locales dans le cas de la visco-plasticité et première extension pour le calcul en fatigue à faible nombre de cycles*, CSMA 2017 (2017)
- [2] T. I. Zohdi, J.T. Oden and G.J. Rodin, *Hierarchical modeling of heterogeneous bodies*, Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, Vol.138, Pages 273-298 (1996)
- [3] J.T. Oden and S. Prudhomme, *Estimation of Modeling Error in Computational Mechanics*, Journal of Computational Physics (2002)