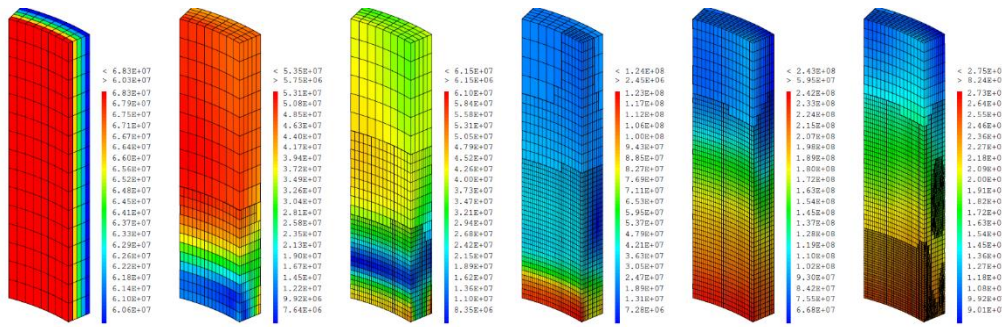




Estimateur d'erreur à base d'ondelettes pour la mécanique des solides

DEC/SESC/LMCP & DEC/SESC/LDOP

L'objectif du stage est de tester l'efficacité d'un estimateur a posteriori d'erreur à base d'ondelettes en vue du raffinement adaptatif de maillage en mécanique des solides

Le stage se déroulera à l'IRESNE (Institut de REcherche sur les Systèmes Nucléaires pour la production d'Energie bas carbone) du **CEA Cadarache**. Il sera réalisé en étroite collaboration avec le CMAP (Centre de Mathématiques Appliquées) de l'école Polytechnique.

Dans le cadre de la simulation du comportement du combustible nucléaire, le CEA développe avec ses partenaires industriels la plateforme logicielle PLEIADES [1]. Au sein du couplage multiphysique réalisé dans le schéma de calcul des applications PLEIADES, la mécanique du solide joue un rôle essentiel. En effet, le combustible subit un certain nombre de changements mécaniques : déformations, contact, fissuration... Ce comportement mécanique doit être modélisé et simulé de façon précise.

Ainsi, depuis de nombreuses années, le CEA mène des travaux de R&D autour du raffinement local de maillage (ou AMR- adaptive mesh refinement en anglais) en mécanique des solides [2]. L'intérêt du l'adaptation locale de maillage est de ne raffiner que localement dans les zones d'intérêt le maillage et ainsi gagner en précision sans trop pénaliser le temps de calcul.

Un ingrédient essentiel dans le raffinement automatique de maillage est l'estimateur a posteriori d'erreur qui dicte les zones à raffiner. Traditionnellement, pour la mécanique des solides résolue par un solveur éléments finis, des estimateurs empiriques basés sur un lissage des contraintes sont utilisés car ils permettent d'obtenir des résultats très satisfaisants [2].

Cependant, d'autres familles d'estimateurs peuvent être utilisées, en particulier on s'intéressera ici à celle s'appuyant sur des bases d'ondelettes. Plus connue sous le nom de multi-résolution, cette méthode est robuste car elle permet de contrôler finement

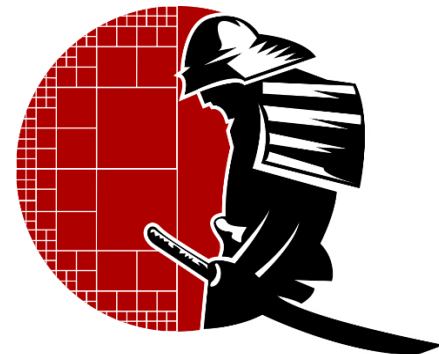
l'erreur entre la solution sur le maillage fin et celle du maillage adapté. Habituellement utilisée en volumes finis [3], plusieurs cas d'usage existent en éléments finis [4] mais typiquement en mécanique des fluides.

Ainsi l'objectif de ce stage est d'évaluer les potentialités des estimateurs à base d'ondelettes pour la mécanique des solides. Ces estimateurs étant déjà disponibles dans le logiciel [SAMURAI](#) développé par le CMAP, les travaux de ce stage se placeront dans cet environnement logiciel.

Étapes du stage :

- Prise en main du sujet : mécanique des solides, raffinement adaptatif de maillage, estimateurs a posteriori d'erreur.
- Prise en main du logiciel [SAMURAI](#).
- Adaptation des estimateurs à base d'ondelettes dans un cadre éléments finis pour la mécanique élastique.
- Mise en place d'un estimateur basé sur le lissage des contraintes de type Zienkiewicz and Zhu (courant en mécanique des solides)
- Comparaison des différentes approches et tests numériques.

- [1] S. Bernaud et al. PLEIADES: A numerical platform dedicated to the multiphysics and multiscale nuclear fuel behaviour simulation, *Annals of Nuclear Energy*, Vol. 205, 110577, 2024.
- [2] D. Koliesnikova, I. Ramière and F. Lebon. A uni_x001c_ed framework for the computational comparison of adaptive mesh re_x001c_nement strategies for all-quadrilateral and all-hexahedral meshes: Locally adaptive multi-grid methods versus h-adaptive methods, *Journal of Computational Physics*, volume 437, 110310, 2021.
- [3] Bihari, Barna L., and Ami Harten. "Multiresolution schemes for the numerical solution of 2-D conservation laws I." *SIAM Journal on Scientific Computing* 18.2 (1997): 315-354.
- [4] Mishin, Y.A.; Vasilyev, O.V.; Gerya, T.V. A Wavelet-Based Adaptive Finite Element Method for the Stokes Problems. *Fluids* 2022, 7, 221. <https://doi.org/10.3390/fluids7070221>



- Formation souhaitée : École ingénieur ou Master 2 spécialisé en mathématiques appliquées, mécanique numérique
- Durée du stage : 6 mois
- Méthode/logiciel(s): Méthode des éléments finis, C++, Linux, SAMURAI
- Mots clés : éléments finis, adaptation de maillage, méthodes numériques, multi-résolution, ondelettes
- Possibilité de thèse : Oui
- Contact :

RAMIÈRE Isabelle isabelle.ramiere@cea.fr
 GOUARIN Loïc loic.gouarin@polytechnique.edu
 MASSOT Marc marc.massot@polytechnique.edu