

Proposition de sujet de stage de Master 2

Sujet : Méthodes isogéométriques ultrarapides pour la dynamique rapide explicite

Encadrants : Thomas Elguedj (PU, équipe MIMESIS), Arnaud Duval (IR, équipe EAF)

Résumé : L'analyse isogéométrique est une méthode numérique alternative aux éléments finis qui s'appuie sur les fonctions B-splines et NURBS issues de la CAO. Comparativement aux éléments finis, elle permet notamment d'atteindre une précision numérique largement supérieure. Ceci a notamment été démontré en dynamique explicite dans la thèse de Matthieu OCCELLI [1]. Cependant, le coût numérique de l'utilisation des fonctions B-splines peut devenir prohibitif si une implémentation identique à la méthode des éléments finis est employée. D'autre part, dans le cas de la dynamique explicite, l'emploi de techniques habituelles de diagonalisation de la masse limite les performances de l'IGA lors de l'emploi de fonctions B-splines d'ordre élevé. Des travaux récents de la littérature [2], qui sont exploités dans la thèse de Joaquin CORNEJO-FUENTES [3] pour la thermique transitoire, permettent d'atteindre un coût numérique pratiquement indépendant du degré polynomial (cf. Figure 1). L'objectif de ce stage est d'adapter ces techniques numériques IGA à quadrature pondérée et sans matrice à la dynamique rapide

explicite et d'évaluer la capacité à atteindre un gain de performance significatif. L'un des axes de développement dans le stage sera d'évaluer la pertinence de ne pas diagonaliser la matrice de masse (ou d'exploiter des stratégies de construction de matrice de masse d'ordre supérieur) et d'utiliser un solveur itératif rapide. Les algorithmes de dynamique rapide explicite sont généralement utilisés pour les problèmes de crash et d'impact à haute vitesse. Les modèles numériques sont souvent de très grande taille, la réduction des coûts de calculs (temps CPU, consommation mémoire) est donc un enjeu fondamental notamment pour l'industrie du transport, grande utilisatrice de ce type d'outils de simulation. Les développements informatiques seront réalisés dans le code opensource YETI du laboratoire [4]. La réussite du stage pourra déboucher sur une poursuite en thèse de doctorat.

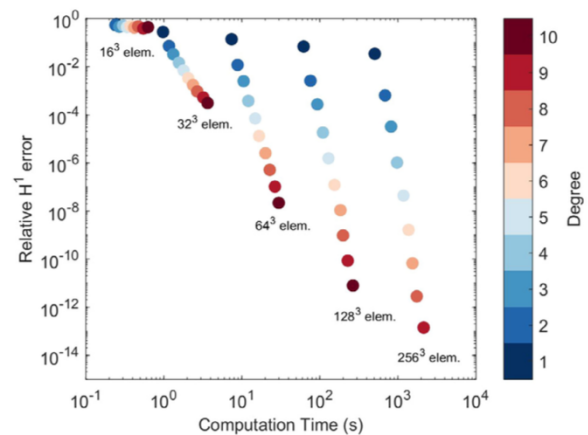


Figure 1 – Erreur en norme H^1 vs – temps CPU avec la méthode IGA-MF-WQ, d'après [2]

Profil du candidat :

- Master 2 ou équivalent en mécanique ou mathématiques appliquées.
- Compétences en mécanique des milieux continus, méthodes numériques, méthode des éléments finis, appétence pour la programmation.
- Le stage se déroulera au Lamcos, INSA-Lyon, Campus Lyontech La Doua, Villeurbanne.
- Gratification : 4,35€/h brut

Candidature uniquement via le site : <https://tally.so/r/wLvGjp>

Bibliographie

- [1] M. Occelli. Explicit Dynamics IGA: LR B-Splines implementation in the Radioss solver. PhD thesis, INSA-Lyon, 2010.
- [2] G. Sangalli, M. Tani. Matrix-free weighted quadrature for a computationally efficient Isogeometric k-method. Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, vol. 338, pp. 117-133, 2018.
- [3] J. Cornejo-Fuentes, T. Elguedj, D. Dureisseix, A. Duval. A cheap preconditioner based on fast diagonalization method for matrix-free weighted- quadrature isogeometric analysis applied to nonlinear transient heat transfer problems. Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, vol. 414, pp. 116157, 2023.
- [4] A. Duval, T. Elguedj. YETI: Yet another iga code, URL: <https://lamcosplm.insa-lyon.fr/projects/yeti>. Distributed under LGPL licence, 2023.