

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DMAS-2025-19**
(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Châtillon

Département/Dir./Serv. : DMAS/MS2-MC²

Tél. : +33 1 46 73 48 72

Responsable(s) du stage : Johann Rannou,
François-Xavier Irisarri, Lander Vertonghen

Email : johann.rannou@onera.fr
francois-xavier.irisarri@onera.fr

DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Mécanique structurale, conception et optimisation des structures

Type de stage : Fin d'études bac+5 Master 2 Bac+2 à bac+4 Autres

Intitulé : Design d'un élément de train d'atterrissage par optimisation topologique

Sujet :

Le contexte actuel pousse les industriels de l'aéronautique à diminuer drastiquement la consommation en carburant des avions qu'ils conçoivent. Parmi les différentes pistes possibles, la réduction de la masse via l'optimisation de la forme des structures constitue un axe de recherche prometteur. En particulier, du fait de l'émergence de nouvelles techniques de fabrication robotisée (fabrication additive, placement de fibres, etc), l'optimisation topologique connaît aujourd'hui un fort engouement. Celle-ci consiste à optimiser la disposition du matériau, c'est-à-dire, la présence ou l'absence de matière en chaque point du volume, pour définir in fine la forme de la pièce.

Dans ce contexte, ce stage a pour objectif d'élaborer une démarche d'optimisation de forme appliquée à une pièce de train d'atterrissage pour explorer le domaine de conception ouvert par la fabrication additive. La forme extérieure globale de la pièce étant très contrainte, il s'agit en particulier d'étudier la pertinence de l'emploi de matériaux architecturés à l'intérieur même de la pièce. Le travail envisagé consiste ainsi à développer une méthodologie capable d'appréhender simultanément l'échelle globale de la pièce et l'échelle locale de la microstructure. Ce caractère multiéchelle pose un challenge aux algorithmes d'optimisation envisagés dans la mesure où les coûts de calculs seront très importants. Pour répondre à cette difficulté, on tâchera d'exploiter les capacités de calcul massivement parallèle du code éléments finis Z-set, déployé sur les supercalculateurs de l'ONERA.

La première phase du travail consistera à développer et adapter le code d'optimisation au contexte du calcul parallèle en s'appuyant sur des travaux récents [1], notamment issus de stages et de thèses [2]. La mise en œuvre se fera via l'interface Python du code Z-set développé par l'ONERA et l'école des Mines de Paris [3]. Dans un second temps, les performances de l'algorithme seront évaluées et les limites en termes de taille de problème seront identifiées. La dernière phase du stage consistera à appliquer ces développements au cas particulier de la pièce de structure étudiées. On tâchera d'adopter une approche dite *full scale*, c'est-à-dire que les différentes échelles décrites plus haut seront appréhendées au sein d'un modèle éléments finis unique.

Le stagiaire évoluera dans le contexte d'une collaboration entre deux unités de recherche. L'une d'elle est spécialisée notamment dans l'optimisation de structures, l'autre est spécialisée dans le développement et la mise en œuvre de méthodes éléments finis. Ce cadre collaboratif permettra au stagiaire d'avoir à la fois une vision externe et applicatives des techniques d'optimisation structurale et de développer une connaissance plus fine des outils numériques mis en œuvre.

[1] J. Rannou, C. Bovet , « Domain decomposition methods and acceleration techniques for the phase field fracture staggered solver », *International Journal for Numerical Methods in Engineering.*, vol. 125, sept. 2024, doi: 10.1002/nme.7544.

[2] L. Vertonghen, F.-X. Irisarri, D. Bettebghor, et B. Desmorat, « Gradient-based concurrent topology and anisotropy optimization for mechanical structures », *Comput. Methods Appl. Mech. Eng.*, vol. 412, p. 116069, juill. 2023, doi: 10.1016/j.cma.2023.116069.

[3] <http://zset-software.com/>

Est-il possible d'envisager un travail en binôme ? Non

Méthodes à mettre en oeuvre :

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Recherche théorique | <input type="checkbox"/> Travail de synthèse |
| <input checked="" type="checkbox"/> Recherche appliquée | <input type="checkbox"/> Travail de documentation |
| <input type="checkbox"/> Recherche expérimentale | <input checked="" type="checkbox"/> Participation à une réalisation |

Possibilité de prolongation en thèse : Oui

Durée du stage : Minimum : 4 mois Maximum : 6 mois

Période souhaitée : entre février et septembre 2025

PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis : Mécanique et/ou mathématiques appliquées, programmation python (voire C/C++), méthode des éléments finis	Ecoles ou établissements souhaités : Université ou école d'ingénieur
--	---