

STAGE : Optimisation topologique de modèles non-linéaires par la méthode de lignes de niveau

Au sein de l'IRT SystemX, environnement interdisciplinaire et multiculturel (Alstom, Bull, EDF, Safran, Université Paris-Saclay, Inria, Institut Mines Telecom, Kalray, OVH, Renault, Sherpa, Systematic Paris-Region...), vous travaillerez dans le projet de recherche intitulé TOP (*Topology Optimization*).

Les bureaux d'études sont aujourd'hui confrontés au défi de définir des systèmes mécaniques à partir de cahiers des charges de plus en plus exigeants. Parmi les outils industriels permettant de répondre à cet enjeu, l'optimisation topologique d'une pièce consiste à obtenir la distribution de matériau la plus efficace au sein d'un volume de conception donné, tout en respectant un ensemble d'exigences fonctionnelles. Dans ce cadre, la méthode des lignes de niveau [1] constitue une alternative prometteuse aux technologies présentes dans les outils proposés dans le commerce. Un objectif du projet TOP est d'approfondir les développements scientifiques nécessaires pour pouvoir traiter de manière robuste une demande d'ingénierie complexe et multi-physique.

Le stage proposé aura pour but de développer des méthodes numériques dans le cadre de l'application de la méthode des lignes de niveau à l'optimisation topologique de pièces mécaniques soumises à des phénomènes non-linéaires: contact, plasticité, grandes déformations et flambage. Dans un premier temps, il s'agira d'approfondir les travaux de recherche déjà effectués sur le contact et la plasticité [2,3]. Concernant la thématique du contact, on visera la réalisation de cas d'application plus proches de la réalité industrielle et la prise en compte de l'autocontact. Concernant la thématique de la plasticité, il s'agira de prendre en compte du temps dans le modèle d'évolution (seul le cas stationnaire a été étudié, bien qu'il soit d'une utilité limitée en pratique) et l'interaction avec d'autres phénomènes (viscoplasticité, écrouissage, endommagement, fatigue, etc.). Dans un deuxième temps, il s'agira d'étendre les travaux précédents [1,4,5] au travers de l'étude de fonctions objectifs différentes de la compliance en grandes déformations. Le flambage sera utilisé comme une contrainte dans un problème d'optimisation avec une autre équation d'état.

Le démarrage d'une thèse encadré par Grégoire Allaire et François Jouve est envisageable à l'issue du stage.

[1] Allaire G., Jouve F. & Toader A.M. : « Structural optimization using sensitivity analysis and a level-set method », *Journal of Computational Physics* (2004).

[2] Allaire G. & Maury A. : «Shape optimisation with the level set method for contact problems in linearized elasticity » (in preparation).

[3] Allaire G. & Maury A. : «Shape optimisation with the level set method for static perfect plasticity » (in preparation).

[4] De Gournay F. : «Optimisation de formes par la méthode des lignes de niveau», *Ecole Polytechnique* (2005).

[5] Allaire G. & Delgado G. : «Stacking sequence and shape optimization of laminated composite plates via a level-set method», *Journal of the Mechanics and Physics of Solids* (2016).

Vos missions seront donc les suivantes :

- Comprendre la méthode des lignes de niveau et son application à l'optimisation topologique ;
- Etendre les travaux effectués autour des modèles de contact en élasticité linéaire et de plasticité statique;
- Etendre les travaux effectués autour des modèles de grandes déformations et de flambage;
- Réaliser des tests de validation/comparaison sur des cas académiques afin de comprendre l'impact de la prise en compte de ces nouveaux phénomènes sur la forme optimale de la pièce.

Le profil recherché : Élève issu d'un M2 en mathématiques appliquées ou d'une grande école d'ingénieur. Un profil en mécanique numérique ayant des connaissances sur la méthode des lignes de niveau pourrait être également apprécié. Le stage aura une durée de 6 mois environ et se déroulera sur le site IRT SystemX à Palaiseau.

Vos Compétences sont :

- Optimisation,
- Modélisation et équations aux dérivées partielles,
- Mécanique des solides,
- Calcul scientifique,
- Programmation (notions de Scilab ou Freefem++ souhaitables),
- Méthode des lignes de niveau (souhaitable).

Vos aptitudes personnelles sont :

- Capacité d'adaptation,
- Ouverture d'esprit,
- Avoir envie de travailler en collaboration.

Référence : [STAGE_2017_TOP_08_01](#)

Pour postuler : stages@irt-systemx.fr