

## PROPOSITION DE POST-DOCTORAT

**Intitulé : Simulation haute performance de l'évolution microstructurale à chaud des métaux par une approche couplée milieux généralisés et champ de phase**

Référence : **PDOC-MAS-2021-05**

(à rappeler dans toute correspondance)

**Début du contrat : 01/01/2022**

**Date limite de candidature : 15/11/2021**

**Durée : 18 mois- Salaire net : environ 25 k€ annuel**

**Mots clés** Calculs intensifs, Grands déformations, Rotations

**Profil et compétences recherchées** Doctorat en mécanique des milieux continus ou mathématiques appliquées (ou éventuellement en informatique)

Bonne connaissance de la programmation (C++, Python, ...)

### Présentation du projet post-doctoral, contexte et objectif

Lors de chargements thermomécaniques, la microstructure des métaux peut subir des évolutions importantes via une combinaison de niveaux de déformations viscoplastiques élevés, de germination de nouveaux grains, d'apparition de sous-joints de grains ou de migration des joints de grains. Anticiper ces évolutions est essentiel pour maîtriser les propriétés mécaniques du matériau qui peuvent être modifiées de manière significative par le traitement. Proposer un modèle cohérent à l'échelle des grains (quelques microns), tenant compte de tout ces phénomènes est une tâche complexe et les simulations associées présentent un coût de calcul élevé.

Récemment, (A. Ask et al. 2018, 2019) a proposé un modèle couplant un modèle de plasticité cristalline d'ordre supérieur et une approche de champ de phase pour décrire le mouvement des joints de grains. La plasticité cristalline se fonde sur un continuum de Cosserat qui, en plus des degrés de libertés classiques présente des degrés de liberté de rotation. Ce modèle est actuellement implémenté en deux dimensions et se limite aux petites perturbations. Pour simuler des applications réalistes ce modèle doit être étendu aux grandes déformations et aux cas tridimensionnels. L'un des objectifs du post-doctorant sera de contribuer à cette tâche.

La complexité du modèle développé et la finesse des maillages éléments finis nécessaire pour décrire précisément la microstructure et son évolution conduisent à des coûts de calculs élevés. L'utilisation de machine de calcul massivement parallèle est alors indispensable.

Au travers du code éléments finis Z-set (<http://www.zset-software.com>) et du solveur parallèle AMPFETI (C. Bovet et al. 2017, 2021), l'Onera dispose déjà de méthodes de calcul haute performance. Celles-ci doivent cependant être adaptées au modèle développé, notamment car les degrés de libertés de rotation requièrent un traitement particulier. Le second objectif du post-doctorant sera d'évaluer, proposer et d'implémenter les adaptations nécessaires pour permettre l'exploitation de ces méthodes de haute performance.

Le résultat attendu de ce projet post-doctoral est l'implémentation d'une version efficace et robuste du modèle de plasticité cristalline et de champ de phase discuté ci-dessus pour des simulations sur des volumes polycristallins représentatifs exposés à de grandes déformations à température élevée. Le projet s'inscrit dans l'ANR JCJC MOOMIN qui rassemble le département matériaux et structure de l'Onera, le Centre de matériaux de l'école des Mines de Paris, et le LSPM de l'université Paris 13. Le chercheur postdoctoral travaillera avec le logiciel d'éléments finis Z-set codéveloppé par l'ONERA et l'École des Mines de Paris.

**Collaborations extérieures**

École des Mines de Paris

**Laboratoire d'accueil à l'ONERA**

Département : MAS/DMAS/M3S et MAS/DMAS/MS2

Lieu (centre ONERA) : Châtillon

**Contact** : Anna Ask, Christophe Bovet

Tél. : 0146734680      Email : [anna.ask@onera.fr](mailto:anna.ask@onera.fr), christophe.bovet@onera.fr