

## PROPOSITION DE POST-DOCTORAT

**Intitulé : Identification de lois homogènes équivalentes des milieux multi-perforés avec prise en compte d'endommagement pour l'amélioration de la prédiction de durée de vie dans les chambres de combustion**

Référence : **PDOC-DMAS-2019-02**  
(à rappeler dans toute correspondance)

**Début du contrat** : automne 2019

**Date limite de candidature** : automne 2019

**Durée : 12 mois, éventuellement renouvelable une fois - Salaire net : environ 25 k€ annuel**

### Mots clés

Modèles de prédiction de durée de vie ; approches d'homogénéisation ; propriétés mécaniques ; endommagement ; chambres de combustion.

### Profil et compétences recherchées

Docteur en mécanique des matériaux ou des structures. Connaissances dans les approches de prédiction de durée de vie, les méthodes d'homogénéisation ou l'endommagement. Connaissance de la méthode des éléments finis. Goût pour le dialogue essais / calculs.

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

Les chambres de combustion des moteurs aéronautiques pour avions ou hélicoptères sont des structures complexes travaillant dans un environnement thermo-mécanique extrême, en particulier en raison des fortes pressions et des températures élevées rencontrées. Les mécanismes de plasticité et d'endommagement qui y sont observés illustrent la nécessité et la complexité de la mise en œuvre d'approches d'homogénéisation. En effet, les chambres de combustion sont constituées de très nombreuses perforations qui ont pour but de permettre l'injection dans la chambre d'un air frais, relativement à la flamme de combustion, afin de former une couche limite refroidie en paroi permettant d'abaisser les températures vues par les matériaux. Ces réseaux de perforations sont très denses. De plus, localement ils peuvent être proches des trous de dilution, perforations de beaucoup plus grand diamètre mais nettement moins nombreuses et espacées les unes des autres ; elles servent à l'injection du carburant dans la chambre. Toutes ces perforations sont autant de zones de concentration des contraintes dans lesquelles l'amorçage de fissures se fait préférentiellement lors des chargements thermo-mécaniques vus par les pièces en service. Du point de vue des motoristes, l'estimation de la durée de vie en service des pièces représente donc une problématique particulièrement critique, la propagation de macro-fissures à l'échelle de la pièce ayant lieu très rapidement compte tenu de la grande densité des perforations et des amorçages multiples observés.

Si le problème de l'étude de l'amorçage puis de la propagation d'une fissure au voisinage d'une perforation est un problème classique en mécanique de la rupture, dans le cas des chambres de combustion il est nécessaire de recourir à des lois homogènes équivalentes, chaque chambre pouvant contenir des dizaines de milliers de ces perforations. L'amorçage des fissures observées étant multi-site et plutôt uniforme au sein du réseau de perforations, il semble possible de développer des approches homogénéisées pour la prédiction de durée de vie. A l'ONERA, les approches que nous développons depuis de nombreuses années pour prédire la durée de vie des matériaux et des structures consistent en la caractérisation d'un cycle dit stabilisé pour lequel les grandeurs caractéristiques du chargement, telles que l'amplitude ou la valeur moyenne des contraintes, n'évoluent plus cycle à cycle. Une fois ce cycle défini, un post-traitement indépendant permet d'estimer la durée de vie à amorçage en faisant l'hypothèse que les cycles restants vus par la pièce seront toujours les mêmes. La durée de vie de la pièce est définie comme la durée de vie la plus courte estimée sur l'ensemble des points d'intégration. Il apparaît donc intéressant d'étudier la possibilité de proposer des modèles homogénéisés des milieux multi-perforés compatibles avec de tels post-traitements de durée de vie.

L'approche consistera dans un premier temps à faire une homogénéisation classique du milieu multi-perforé, sans tenir compte de l'endommagement à l'échelle locale, afin de proposer un milieu homogène équivalent du milieu perforé. Dans un second temps, la prise en compte de l'endommagement pour la prédiction de durée de vie pourra se faire de trois manières différentes. La façon la plus immédiate consistera à proposer une loi de fatigue du milieu homogène équivalent, comme il en existe une pour le matériau non-perforé, mais prenant en compte l'anisotropie induite par les perforations comme cela sera le cas pour la loi de comportement. Un enrichissement sera proposé au travers d'une étape de relocalisation des champs au voisinage de la zone affichée comme la plus critique lors du calcul sur éprouvette. Cette étape permettra de mieux estimer les champs locaux et donc la durée de vie, en tenant mieux compte des interactions entre perforations voisines. Les résultats obtenus seront comparés à des calculs de références réalisés avec des champs complets où chaque perforation sera maillée.

En fonction de l'avancée des travaux et des difficultés rencontrées, un enrichissement supplémentaire pourra être considéré en introduisant dans la loi homogène équivalente une variable d'endommagement afin de véritablement coupler détermination des champs de contrainte lors du calcul de structure et prédiction de la durée de vie.

Le candidat pourra s'appuyer sur les résultats d'une thèse sur le point de s'achever et d'une base d'essais sur éprouvettes multi-perforées réalisés dans le cadre d'un stage, et qu'il pourra être amené à compléter.

#### **Collaborations extérieures**

Non concerné

#### **Laboratoire d'accueil à l'ONERA**

Département : Département Matériaux et Structures

Lieu (centre ONERA) : Châtillon

**Contact** : Vincent Marcadon

Tél. : 01 46 73 45 24

Email : Vincent.Marcadon@onera.fr