

**Contacts :**

Service Ressources Humaines : [rh.contractuels@ensma.fr](mailto:rh.contractuels@ensma.fr) / 05 16 08 01 52

Responsables scientifiques : M. Jonathan CORMIER - [jonathan.cormier@ensma.fr](mailto:jonathan.cormier@ensma.fr) (ISAE-ENSMA / Institut P')  
M. Yves NADOT - [yves.nadot@ensma.fr](mailto:yves.nadot@ensma.fr) (ISAE-ENSMA / Institut P')  
M. Dimitri MARQUIE - [dimitri.marquie@safrangroup.com](mailto:dimitri.marquie@safrangroup.com) (SAFRAN AIRCRAFT ENGINES)

## APPEL À CANDIDATURE

### Post-Doctorat – Modélisation de la durée de vie en HCF/VHCF des superalliages base nickel monocristallins pour aubes de turbine

Vu l'article L. 412-4 du code de la recherche.



**Poste à pourvoir à partir de mi-Avril 2022**

**Durée du contrat : 2 ans**

Quotité de travail : 100%

Nombre de poste(s) à pourvoir : 1

Référence de l'offre : 2022-PMM-02



**Affectation :**

**ISAE-ENSMA / Institut P' (UPR CNRS 3346)**

Département Physique et Mécanique des Matériaux  
Axe Endommagement et Durabilité (ENDO)

## PROFIL DE POSTE

### CONTEXTE DE LA MISSION

Les superalliages à base de nickel monogranulaires sont couramment employés pour la fabrication des aubes de turbine dans les parties les plus chaudes des moteurs aéronautiques. Leur microstructure est composée d'une forte fraction volumique de précipités  $g'$  (structure intermétallique ordonnée L12) cohérents avec la matrice  $g$  (structure cristalline austénitique désordonnée) [1, 2]. Si leur microstructure, composition chimique et procédés d'élaboration ont été optimisées afin de leur conférer une très bonne tenue en traction et en fluage à chaud, leur emploi pour les aubages requiert un dimensionnement en fatigue vibratoire (HCF/VHCF) tel qu'imposé par les autorités de certification (EASA/FAA) [3-5]. Ce travail de post-doc se positionne donc ce contexte, et sur la base des nombreux travaux réalisés à l'Institut P' / ISAE-ENSMA depuis 5 ans [6-13].

Les objectifs principaux du post-doc seront les suivants :

- Caractérisation de l'effet du gradient de contrainte en VHCF, notamment via :
  - La conception d'une éprouvette à gradient, capable d'essais ultrasonores à haute température ;
  - La mise au point d'un essai et de son instrumentation (notamment mesure de la température avec prise en compte de l'auto échauffement dans la zone à concentration de contrainte).
- Développement d'un modèle proposant, pour l'AM1, la prédiction des limites d'endurance aux rapports de charge où une interaction des phénomènes de fatigue et de fluage est rencontrée [10, 12], dans le type de chargement suivant :
  - Essai VHCF dans des conditions faisant entrer en compétition les phénomènes de fatigue et de fluage ;
  - Essai VHCF sur éprouvette ayant subi un essai de fluage préalable (mise en radeaux), sur la base des connaissances déjà acquises au préalable [13].

Une contribution aux travaux suivants sera également réalisée :

- Exploitation d'essais VHCF pour une construction fiable des diagrammes de Haigh-Goodman. Une partie des essais seront faits sur éprouvettes nues, les autres sur éprouvettes ayant différents états de surface (sablage, grenailage, revêtement NiAlPt...).
- Caractérisation de l'influence de la température, en particulier identification de la température seuil où l'effet du temps disparaît, pour différents rapports de charge :
  - Essais spécifiques aux différents couples température/rapport de charge ;
  - Identification des mécanismes d'endommagement (analyse MEB).
- Instrumentation des moyens d'essais, pour caractérisation des effets de l'auto échauffements (travaux réalisés dans le cadre de la chaire industrielle ANR Self-Heating).
- Essais de VHCF sur CMSX4 SLS, visant à valider la représentativité du comportement de la nuance de CMSX4 utilisée par Safran Helicopter Engines, notamment sur les faibles rapports de charge.

L'ensemble de ces travaux sera mené en collaboration étroite avec Safran Aircraft Engines.

## DÉPÔT DE CANDIDATURE

CV et lettre de motivation sont à envoyer à l'adresse : [rh.contractuels@ensma.fr](mailto:rh.contractuels@ensma.fr) (en indiquant la référence 2022-PMM-02)  
(Si vous êtes bénéficiaire de l'obligation d'emploi, il vous est possible de joindre la copie de votre RQTH)

**Contacts :**

Service Ressources Humaines : [rh.contractuels@ensma.fr](mailto:rh.contractuels@ensma.fr) / 05 16 08 01 52

Responsables scientifiques : M. Jonathan CORMIER - [jonathan.cormier@ensma.fr](mailto:jonathan.cormier@ensma.fr) (ISAE-ENSMA / Institut P')  
M. Yves NADOT - [yves.nadot@ensma.fr](mailto:yves.nadot@ensma.fr) (ISAE-ENSMA / Institut P')  
M. Dimitri MARQUIE - [dimitri.marquie@safrangroup.com](mailto:dimitri.marquie@safrangroup.com) (SAFRAN AIRCRAFT ENGINES)

## APPEL À CANDIDATURE

### Post-Doctorat – Modélisation de la durée de vie en HCF/VHCF des superalliages base nickel monocristallins pour aubes de turbine

*Vu l'article L. 412-4 du code de la recherche.*

#### TECHNIQUES MISES EN OEUVRE

- Calcul des éléments finis ;
- Essais de fatigue HCF ;
- Essais de fatigue VHCF ;
- Métallographie ;
- Traitements thermiques ;
- Analyses par microscopie électronique à balayage.

#### CONNAISSANCES SOUHAITÉES

- Anglais (maîtrise indispensable) ;
- Métallurgie ;
- Comportement des superalliages.

## PROFIL RECHERCHÉ



**Diplôme : Niveau Bac + 8 – Doctorant (précédé d'une formation ingénieur en aéronautique)**

**Domaines : Mécanique des matériaux et/ou métallurgie**

Goût prononcé pour les approches expérimentales.

#### **Conditions particulières de recrutement :**

*La validation de l'embauche sur ce poste sera conditionnée par la délivrance d'une autorisation d'accès à la Zone à Régime Restrictif (ZRR) du laboratoire de recherche d'affectation.*

## DÉPÔT DE CANDIDATURE

CV et lettre de motivation sont à envoyer à l'adresse : [rh.contractuels@ensma.fr](mailto:rh.contractuels@ensma.fr) (en indiquant la référence 2022-PMM-02)  
(Si vous êtes bénéficiaire de l'obligation d'emploi, il vous est possible de joindre la copie de votre RQTH)