

## PROPOSITION DE POST-DOCTORAT

**Intitulé : Etablissement d'une méthodologie pour le choix de critères de rupture avec prise en compte des effets de dispersion.**

Référence : **PDOC-DMAS-2024-01**  
(à rappeler dans toute correspondance)

**Début du contrat : 2025**

**Date limite de candidature : Aucune**

**Durée : 12 mois, éventuellement renouvelable une fois - Salaire brut : environ 38 k€ annuel (assurance médicale incluse)**

### Mots clés

Approche probabiliste, incertitudes, machine learning, critère de rupture

### Profil et compétences recherchées

Docteur en mécanique avec connaissances en probabilités ou docteur en mathématique appliqué ouvert à la mécanique.

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

Afin d'assurer la tenue de structures, tels que des avions, sous des chargements accidentels, il est nécessaire de disposer de modèles qui permettent des simulations prédictives, en particulier pour l'amorçage des fissures. Ces modèles s'appuient sur une analyse locale des états de contrainte et de déformation pour en déduire une variable d'endommagement. Cette variable caractérise la dégradation du matériau et peut être couplée ou non à la loi de comportement. On parle dans ce dernier cas de critère de rupture. Lorsque la variable d'endommagement atteint une valeur critique, on considère qu'une fissure s'amorce.

Le problème avec les modèles les plus couramment utilisés est qu'ils sont déterministes : pour un jeu de paramètres en entrée du calcul, un seul instant d'amorçage peut être prédit. Pourtant les essais montrent, quant à eux, une grande dispersion. L'approche classique consiste alors à considérer une valeur moyenne pour un état de contrainte ou de déformation et identifier un critère de manière déterministe en s'approchant au plus près des points de mesure pour la rupture dans l'espace considéré. Grâce à ce projet, nous souhaitons améliorer la prédictivité de nos calculs en nous tournant vers des approches probabilistes. A chaque critère de rupture considéré est associé non seulement une valeur moyenne, mais également une marge d'erreur liée à la dispersion des points correspondants à la rupture. On prendra également en compte l'incertitude de détermination de l'état de contrainte ou de déformation pour les points ayant atteint la rupture, qui est liée à la variabilité de la loi de comportement élasto-plastique du matériau.

Le premier objectif est de prendre en compte les deux sources d'incertitudes (dispersion à rupture et variabilité matériau au niveau de la loi de comportement élasto-plastique) afin de pouvoir déterminer un niveau de chargement global auquel la pièce peut être soumise sans amorçage de fissure, avec une confiance de 95% qu'il soit sous-estimé. Il en résulte un problème d'estimation de domaine de défaillance sous incertitudes. Les méthodes classiques répondant à ce type de problèmes couplent des méthodes de propagation d'incertitudes et des méthodes de machine learning (métamodèle de type probabilistic SVM, processus gaussiens, réseaux de neurones bayésiens, etc.). Une des particularités de ce travail consistera à mettre en place une méthodologie d'estimation sous incertitudes du domaine de défaillance.

Le second objectif sera ensuite de mettre en place une méthodologie pour choisir des critères de rupture (parmi les nombreux critères disponibles dans la littérature) en prenant en compte des effets de dispersion. Un nouveau critère de rupture basé sur une approche de type machine learning sera aussi à l'étude.

D'un point de vue pratique, la méthodologie sera mise en place à partir de données d'essais qui seront complétées au besoin par des données simulées. Afin de réduire les incertitudes relatives à l'estimation du domaine de rupture, des méthodologies d'enrichissement adaptatif pourront éventuellement être employées en faisant des appels parcimonieux à des simulations numériques. Pour valider le critère et sa marge, une étape de validation sur éprouvettes technologiques n'ayant pas servi à l'identification pourra être envisagée.

Ces travaux seront menés en collaboration avec le Département de Traitement de l'Information et Système de l'ONERA, dans le cadre d'un projet de recherche avec Safran.

---

**Collaborations extérieures**

Safran

---

**Laboratoire d'accueil à l'ONERA**

Département : Département MATériaux et Structures

Lieu (centre ONERA) : Châtillon

**Contact** : Charles Bianchetti

Tél. : +33 1 46 73 46 64

Email : [charles.bianchetti@onera.fr](mailto:charles.bianchetti@onera.fr)