

# Proposition de projet de mastère spécialisé

## Design des Matériaux et des Structures

### Année 2018-2019

**Société partenaire** : Safran Tech

**Lieu de réalisation de l'étude** : Safran Tech/Pôle M&P

#### Encadrement

---

Jawad Badreddine (Safran Tech), Farida Azzouz et Kais Ammar (Centre des Matériaux -Mines ParisTech), Serge Kruch (Onera)

#### Titre

---

Simulation du grenailage d'un super alliage base nickel pour disques de turbines

#### Mots-clés

---

Grenailage ; MEF ; Dynamique ; Accélération des calculs

#### Contexte de l'étude

---

Le grenailage de précontrainte est un procédé de renforcement mécanique de surface communément utilisé dans l'industrie aéronautique et permet d'augmenter la durée de vie en fatigue de pièces métalliques. Le procédé consiste à projeter à grande vitesse des billes métalliques à la surface d'une pièce, dans le but principal d'y introduire des contraintes résiduelles de compression. Les effets induits (contraintes résiduelles de compression, écrouissage, rugosité...) pilotent en partie la durée de vie en fatigue de la pièce. Ainsi, la prise en compte du grenailage dans le dimensionnement des pièces grenillées fait l'objet de nombreuses études dans le monde, puisqu'elle pourrait permettre d'accroître les performances des pièces et/ou de les alléger. Pour y arriver, il est nécessaire de disposer d'outils capables de prédire l'état matière et de surface générés par le grenailage, en fonction des paramètres procédés utilisés. Un modèle multi-impacts paramétrique en Dynamic/Explicit pour la simulation du grenailage, associé à une loi de comportement EVP de type Chaboche-Lemaitre, a donc été développé dans le logiciel ABAQUS, puis validé avec des données expérimentales [1]–[15].

#### Objectif et travail proposé

---

Le stage proposé vise donc à exploiter le modèle afin de construire une base de données numérique. Vos missions s'articuleront autour des points suivants :

- Etude bibliographique sur la simulation numérique du grenailage.
- Prise en main du modèle paramétrique dans l'environnement de calcul de Safran Tech.
- Participation à la construction d'un plan d'expérience numérique optimisé.
- Mise en place et automatisation d'une stratégie de calcul (sur la base de fonctionnalités ABAQUS existantes) afin de réduire au mieux les temps de calcul actuels (via scripts Python/Fortran et/ou fonctionnalités de restart).
- Construction de la base de données numériques (lancement des simulations et analyse des résultats).

## Profil demandé

---

**Compétences techniques** : Calcul élément finis (ABAQUS) ; notions de programmation (Python) ; mécanique des matériaux et calculs de structures

**Compétences humaines** : Rigueur ; Curiosité ; Force de proposition ; Travail en équipe

## Références

- [1] V. Boyer, "Modélisation du grenailage d'un alliage de nickel avec prise en compte de l'écroissage et de la microstructure," 2017.
- [2] J. Goulmy, V. Boyer, L. Toulbi, P. Kanoute, S. Kruch, D. Retraint, and E. Rouhaud, "Assessment of shot-peening on fatigue life of Inconel 718 turbine disk," in *13th International conference on shot Peening (ICSP-13)*, 2017, pp. 87–91.
- [3] V. Boyer, J. Goulmy, E. Rouhaud, and D. Retraint, "A finite element model for simulation of shot-peening," in *13th International conference on shot Peening (ICSP-13)*, 2017, pp. 340–343.
- [4] J.-P. Goulmy, "Modélisation de l'impact du grenailage sur le comportement et l'endommagement en fatigue de l'Inconel 718," 2017.
- [5] L. Toulbi, P. Kanouté, S. Kruch, J. Goulmy, A. Seror, and A. Longuet, "Modélisation multi-échelle de l'Inconel 718 – Relation microstructure / comportement," in *SF2M 2015*, 2015.
- [6] R. Guiheux, "Comportement d'aciers à transformation de phase austénite-martensite pour la simulation du grenailage de précontrainte," ENSAM, 2017.
- [7] R. Guiheux, S. Berveiller, R. Kubler, D. Bouscaud, E. Patoor, Q. Puydt, P. Osmond, and B. Weber, "Shot peening analysis on TRIP780 steel exhibiting martensitic transformation," in *13th International conference on shot Peening (ICSP-13)*, 2017, no. Figure 1, pp. 329–334.
- [8] R. Guiheux, S. Berveiller, D. Bouscaud, R. Kubler, E. Patoor, and P. Quentin, "Effect of shot peening on microstructure of steels exhibiting a TRIP effect – Experimental and modeling approaches," in *12th international conference on Mechanical Behavior of Materials*, 2015.
- [9] R. Guiheux, S. Berveiller, D. Bouscaud, R. Kubler, E. Patoor, and Puy, "Influence du grenailage de précontrainte sur l'acier inoxydable AISI 301LN," in *Matériaux 2014*, 2014.
- [10] M. Gelineau, L. Barrallier, E. Rouhaud, R. Kubler, Q. Puydt, J. Badreddine, C. Mauduit, and B. Weber, "Residual stress field prediction and fatigue post processing for shot peened mechanical parts with complex geometry," in *13th International conference on shot Peening (ICSP-13)*, 2017, pp. 324–328.
- [11] M. Gelineau, "Etude de l'impact du grenailage sur la tenue en fatigue de composants mécaniques à géométrie complexe," 2018.
- [12] M. Gelineau, Y. Colaitis, E. Rouhaud, R. Kubler, L. Barrallier, and F. Chateau, "Modélisation des contraintes résiduelles de grenailage dans les pièces à géométrie complexe Résumé: Abstract:," in *22ème Congrès Français de Mécanique*, 2015.
- [13] R. Kubler, R. Rotinat, J. Badreddine, and Q. Puydt, "Analysis of shot peening blast by particle tracking and digital image correlation," in *13th International conference on shot Peening (ICSP-13)*, 2017, pp. 166–171.

- [14] J. Badreddine, C. Ernould, E. Guenier, Q. Puydt, and A. Hazotte, "A new method to quantify the heterogeneity of a shot stream - coverage and indent distribution," in *13th International conference on shot Peening (ICSP-13)*, 2017, pp. 24–28.
- [15] T. Chaise, J. Li, D. Nélias, R. Kubler, S. Taheri, G. Douchet, V. Robin, and P. Gilles, "Modelling of multiple impacts for the prediction of distortions and residual stresses induced by ultrasonic shot peening (USP)," *J. Mater. Process. Technol.*, vol. 212, no. 10, pp. 2080–2090, Oct. 2012.