

# Mastère Spécialisé

## Design des Matériaux et des Structures

(DMS)

### OFFRE DE SUJET MASTERE DMS 2024/2025

#### Encadrement

---

Nathanaël Amsing (SIRIUS SPACE SERVICES), Nicolas Madern, Aubin Geoffre et Farida Azzouz (MINES PARIS)

#### Titre

---

**Influence du formage à froid et du traitement thermique sur la tenue résiduelle de l'alliage Al2219**

#### Contexte

---

Sirius Space Services est une start-up française qui développe une gamme de lanceurs durables et réutilisables, dédiée au lancement de petits satellites. L'objectif du lanceur léger SIRIUS est de faire bénéficier les acteurs internationaux de l'industrie des nano, micro et minisatellites d'un placement en orbite rapide et précis de leurs produits.

Dans les structures aéronautiques, les niveaux et la distribution des déformations plastiques induites par le formage à froid dépendent de la géométrie, du procédé, en particulier de l'histoire de la mise en forme et du matériau. La certification des pièces passent souvent par des campagnes d'essais importantes entraînant des coûts et délais non négligeables. Le développement d'outils de modélisation performants et de bases de données enrichies permettrait de répondre de manière plus efficace (réduction du nombre/coût d'essais) aussi bien aux certificateurs qu'aux constructeurs.

#### Objectif et travail proposé

---

Le projet DMS vise tout d'abord à comprendre et à caractériser l'influence du formage à froid sur la tenue résiduelle de l'alliage d'aluminium 2219. En effet, en raison du formage à froid, un fort écrouissage et déformations plastiques pourraient être constatés dans le matériau. L'écrouissage peut être lié à d'importantes contraintes résiduelles. Cependant, l'effet du formage sur la tenue résiduelle des structures en alliage d'aluminium est loin d'être très documenté au point de fournir une procédure de prévision de cet effet sur la structure.

L'ambition de ce stage sera donc de caractériser les contraintes résiduelles et éventuellement de proposer des améliorations du procédé de formage. En effet, Sirius souhaite réutiliser les structures sur plusieurs vols et l'effet de ces contraintes résiduelles aura une influence non négligeable sur la justification en tolérance aux dommages. Les principales étapes seront :

- Recherche bibliographique approfondie sur le formage à froid et la tenue résiduelle de l'alliage Al 2219 ;
- Mesure de l'intensité des contraintes résiduelles sur des pièces formées à froid (structures – sous réserve possibilité de mesures non destructives) ou sur des éprouvettes usinées dans dans le matériau formé à froid. La technique de mesure des Contraintes Résiduelles (CR) sera choisie en fonction de la texturation cristalline du matériau ;

- Un cyclage thermique en conformité avec le chargement réel appliqué sur structure sera appliqué au matériau de l'étude. L'influence des cyclages thermiques sur l'intensité des CR sera étudiée ;
- Intégration des CR dans un modèle de propagation de fissures issu de la littérature. Si besoin, une caractérisation du comportement plastique du matériau sera effectuée afin de pouvoir modéliser le formage à froid, le retour élastique et les contraintes résiduelles avant de procéder au calculs de propagation de fissures.

### **Profil demandé**

---

De solides connaissances en mécanique et matériaux. Capacité d'analyse et de synthèse, de la rigueur de l'autonomie et une grande force de proposition. Un attrait pour le travail expérimental est un gage de réussite dans la réalisation de ce projet.