



Analyse expérimentale de l'influence du taux d'écroutissage des aciers à très haute résistance sur la rupture ductile

Lieu du stage : Safran Tech et Centre des Matériaux

Encadrement : M. Mazière et C. Defaisse (CDM), L. Marcin (SAFRAN TECH)

Mots-clés : Instabilité, comportement plastique, aciers haute résistance, rupture ductile.

Contexte de l'étude

Introduits dans les années 60 pour des applications militaires, les aciers à très haute résistance (aciers « maraging ») se sont progressivement répandus dans le secteur aéronautique civil. Leur tenue mécanique exceptionnelle permet de repousser un peu plus loin les limites de la conception en autorisant des structures plus compactes et plus légères. Avec l'apparition des aciers de dernière génération, des questions se posent quant à leur comportement jusqu'à la rupture notamment dans le cas des chargements multiaxiaux rencontrés en service. En traction, ces aciers montrent un allongement à la rupture assez faible même si localement le matériau se déforme de plusieurs dizaines de pourcent avant de rompre. En torsion, la faible capacité d'écroutissage engendre des phénomènes d'instabilité de type pliage, ou de localisation de la déformation. Globalement, le comportement en rupture ductile a été assez peu étudié dans la littérature, d'autant moins pour les taux de triaxialité faibles (entre 0 et 1/3) auxquels sont soumises les pièces aéronautiques situées dans les trains d'atterrissage ou les moteurs (flexion et/ou torsion).

Objectifs du projet

Il s'agit d'une étude essentiellement expérimentale qui porte sur l'influence de l'écroutissage sur la rupture due soit à une localisation de la déformation, soit à une instabilité de type flambage. Différents aciers à très haute résistance ont été retenus afin de balayer différents profils-types de courbe d'écroutissage. Leurs propriétés mécaniques en traction pure se caractérisent par une très forte résistance mécanique, de 1500 à plus de 2000 MPa, et ce pour une déformation correspondante faible, inférieure à 5 %. Une campagne expérimentale sera menée afin de choisir et d'identifier les lois de comportement plastique jusqu'au-delà de la striction mais également pour étudier leur ruine sous différents types de sollicitations. Les aspects micro-mécaniques étant de première importance lors de la rupture, des observations des mécanismes d'endommagement ainsi qu'une caractérisation des microstructures propre à chaque matériau seront réalisées. Les résultats obtenus permettront de modéliser et de comprendre les mécanismes de rupture de ces aciers sous différents types de chargement. Le programme de travail comporte donc les étapes suivantes :

- préparation des campagnes expérimentales (choix des matériaux et des traitements thermiques, définition des conditions d'essai, métrologie, définition du protocole expérimental, pré-simulation des essais...);
- réalisation des essais de traction et traction/torsion;
- analyse des échantillons post-mortem (observation des faciès de rupture, recherche de bandes de localisation, visualisation de l'endommagement...);
- traitement des données (analyse des essais, identification de modèles de comportement...).