

**Sujet de stage** : Etude des mécanismes de rupture des soudures en alliage d'aluminium 2219 par la technique de laminographie X.

**Partenaires industriels** : Euro cryospace

**Encadrement** : Yazid MADI, Thilo Morgeneyer, Christophe Leguyader (Euro Cryospace)

**Lieu du stage** : Centre des Matériaux Mines ParisTech

**Résumé** : L'objectif du stage est d'utiliser la technique de tomographie aux rayons X comme moyen d'investigation pour étudier les micro-mécanismes de rupture de la jonction soudée à température cryogénique des cadres-Y reliant la partie supérieure du réservoir d'hydrogène liquide (RLH<sub>2</sub>) et le réservoir d'oxygène liquide (RLO<sub>2</sub>) du lanceur ARIANE 5, dimensionné et fabriqué par Euro Cryospace. Pour cela, deux méthodologies seront envisagées : essais *in situ* à température ambiante et essais à posteriori d'éprouvettes testées à 20K. Divers paramètres de soudages seront éventuellement envisagés afin de corrélés afin d'étudier leur influence sur la microstructure et les micro-mécanismes de ruptures.

**Sujet :**

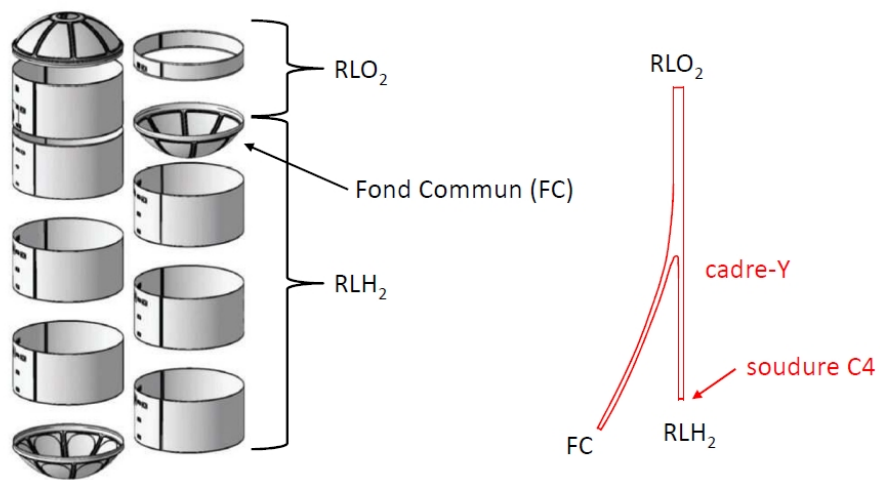
Le Réservoir Isolé et Equipé (RIE) de l'Etage Principal Cryotechnique (EPC) du lanceur ARIANE 5 est dimensionné et fabriqué par EURO CRYOSPACE. Il est constitué de deux réservoirs cylindriques fermés par des dômes héli-sphériques. Ces réservoirs sont réalisés à partir de viroles dont l'assemblage est effectué par soudage (soudures circulaires). Chaque virole est formée de trois panneaux également soudés (soudures longitudinales), obtenus par usinage et cintrage de tôles laminées en alliage d'aluminium 2219 T87. Dans le cadre de cette étude, nous nous intéressons à la rupture des soudures circulaires T87/T851 à température cryogénique des cadres-Y reliant la partie supérieure du réservoir d'hydrogène liquide (RLH<sub>2</sub>) et le réservoir d'oxygène liquide (RLO<sub>2</sub>). L'objectif du stage est d'utiliser la technique de tomographie aux rayons X comme moyen d'investigation pour étudier les micro-mécanismes de rupture de la jonction soudée. Deux types d'essais sont envisagés : i) observations d'essais *in situ* à l'ambiante sur jonctions soudées, sur éprouvettes de traction simple et sur éprouvettes de rupture de type Kahn, ii) observations à posteriori d'éprouvettes testées à température cryogénique. Divers paramètres de soudages seront éventuellement envisagés afin de corrélés leur influence sur la microstructure et les micro-mécanismes de rupture.

**Programme du stage :**

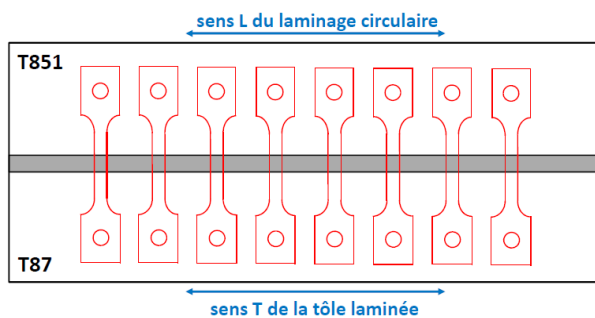
- Lecture et familiarisation sur les techniques de fabrication des cadres-Y et des soudures T87/T851, étude de la métallurgie du soudage des alliages de la série 2XXX et du soudage de la Virole/Cadre-Y, identification des paramètres influents ;
- Revue bibliographique des mécanismes de rupture ;
- Validation des mécanismes de rupture à l'ambiante sur éprouvette de traction : Réalisation des essais, observations des faciès de rupture, comparaison des essais réalisés à 20K ;

- Mise en œuvre de la campagne d'essais au synchrotron (ANKA – Allemagne) ;
- Exploitation des données synchrotron : reconstitution des images 3D, synthèse des observations qualitatives, analyses quantitatives, etc ;
- Analyses métallographiques complémentaires pour confirmer les mécanismes : faciès au MEB, EBSD, etc.
- Synthèse et proposition d'un scénario de rupture ;
- Rapport.

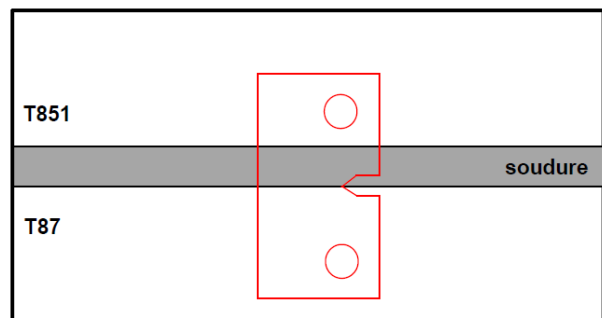
**Illustrations :**



Localisation des soudures circulaires entre le réservoir d'oxygène liquide ( $RLO_2$ ) et réservoir d'hydrogène liquide ( $RLH_2$ ).



Eprouvettes de traction.



Eprouvette de rupture Kahn.

Étude de la jonction soudée.