



INSTITUT CLÉMENT ADER



## Proposition de stage

12 semaines – Niveau Master 1

avril-juin 2020 (dates flexibles)

Le stage est réalisé en Unité Mixte de Recherche, à l'Institut Clément Ader, site de Toulouse, sous contrat avec l'ISAE-SUPAERO et en lien avec des partenaires industriels, notamment DynaS+, distributeur et expert du logiciel LS-DYNA®.

**Contexte** : Aérospatial et réservoir de carburant de satellites soumis à des phénomènes vibratoires.

L'objet de ce stage s'inscrit dans un projet plus global visant à doter le secteur spatial d'un outil simplifiant la certification des réservoirs cryogéniques de satellites et lanceurs spatiaux.

Les carburants de propulsion usuels, dits propergols, sont des produits constitués d'un mélange de comburant et de combustible (LOX, LH2, CH4, Xénon, ...) hautement dangereux, qui posent de grandes difficultés manipulatoires pour des essais réels. Des méta-matériaux de substitution "équivalents au Xénon" sont donc envisagés.

**Sujet** : Le projet se concentre sur la spécification et la caractérisation expérimentale de méta-matériaux de type billes aux propriétés vibratoires dynamiques devant représenter le Xénon.

Le(s) méta-matériau(x) imaginé(s) est(sont) formé(s) par un ensemble de sphères dont les propriétés, notamment les contacts, interfaces et densités, permettent de reproduire au plus près le comportement et les modes induits par les fluides non newtonien habituellement contenus dans les réservoirs cryogéniques (coques minces orthotropes). Deux échelles d'étude sont distinguées : l'une, locale, spécifique aux propriétés constituants le méta-matériau et l'autre, globale, traitant de l'interaction fluide/structure et dynamique dans le réservoir.

Missions principales : (I) Caractériser des billes et matériaux granulaires et (II) Assister sur les essais.

**Tâches** : La contribution attendue lors de ce stage se situe sur différentes tâches :

- Etudier les divers phénomènes intrinsèques aux méta-matériaux équivalents au Xénon avec objectif d'améliorer la compréhension, la sélection et la spécification des méta-matériaux de substitution.
- Définir des tests expérimentaux de caractérisation des matériaux granulaires et mener leur réalisation.
- Etudier le comportement dynamique des billes sélectionnées placées dans un prototype de réservoir.
- Mener une réflexion sur les phénomènes de couplage méta-matériau/réservoir, à savoir sur l'amortissement, le contact, la capillarité, les mouvements de convection et la microgravité.
- Enfin, éventuellement, faire des apports au développement et la constitution d'un modèle numérique.

**Mots-clés** : Matériaux granulaires – Billes – Vibration – Caractérisation – Essais expérimentaux – Réservoir

**Rémunération mensuelle** : env. **560 €** (gratification au tarif en vigueur).

**Démarrage** : **avril 2020** (au plus tard **mai 2020**) pour une durée de **12** semaines.

**CV et Lettre de motivation** sont à adresser :

à Jean-Emmanuel CHAMBE : [jean-emmanuel.chambe@isae-supaeo.fr](mailto:jean-emmanuel.chambe@isae-supaeo.fr) (05.61.17.10.79)  
Yves GOURINAT : [yves.gourinat@isae-supaeo.fr](mailto:yves.gourinat@isae-supaeo.fr) (05.61.33.81.17)  
Miguel CHARLOTTE : [miguel.charlotte@isae-supaeo.fr](mailto:miguel.charlotte@isae-supaeo.fr) (05.61.33.89.57)