

Proposition de stage ingénieur/master

“ Dimensionnement et tests d’un moteur fusée à ergols liquides ”

Encadrement

- Hugo QUINTENS (hugo.quintens@ensma.fr)
- Marc BELLENOUE (marc.bellenoue@ensma.fr)

Contexte

Depuis plusieurs années le domaine spatial connaît un essor très important. La course à la réduction des coûts des lancements a entraîné l’apparition de nouveaux acteurs privés comme Blue Origin et Space X.

Une des voies pour réduire le coût des lancements est la ré-utilisation des lanceurs. Cette solution doit également être associée à une simplification de la mise en œuvre d’un lancement. Les systèmes propulsifs à ergols liquides, qu’ils soient cryogéniques ou non, sont alors d’excellents candidats, puisqu’ils autorisent de multiples rallumages ainsi qu’une modulation de la poussée, nécessaire pour faire atterrir le système.

Sujet de stage

L’objectif de ce stage concerne l’étude de la motorisation de fusées expérimentales (FUSEX) lancées par Planète Science sur le centre du C’Space. Celles-ci sont classiquement équipées de systèmes propulsifs à ergols solides. Dans le cadre du NAASC (Nouvelle Aquitaine Académique Space Center) il est proposé de dimensionner un moteur à ergols liquides stockables respectant la réglementation européenne Reach en lieu et place du moteur à ergol solide. Le moteur cible envisagé est le BARASINGA (Figure 1).

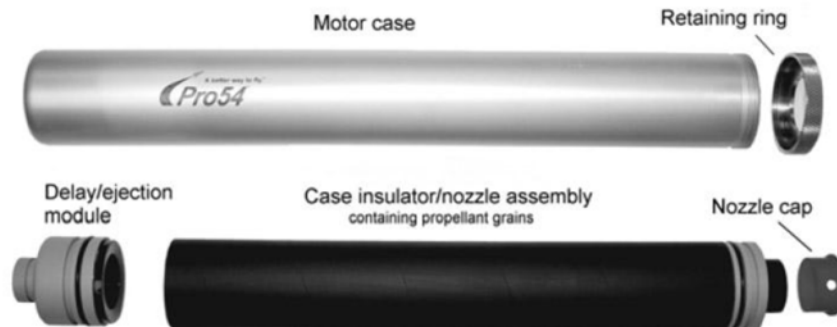


Figure 1 : Système de Propulsion solide BARASINGA

Dans le cas de la présente étude, l’oxydant retenu est du peroxyde d’hydrogène fortement concentré (87,5 % en masse). Le fuel sera soit de l’éthanol soit un substitut de kérosène spatial. Ces couples d’ergols sont étudiés depuis 2014 dans le cadre d’une collaboration entre le CNES et PPRIME (Projet Ergols Avancés : PERGOLA [1-8]). L’objectif, à terme, est de réaliser un tel système propulsif et de le fiabiliser par des tests sur les bancs d’essais de PPRIME et de participer à un lancement d’une FUSEX NAASC organisé par le C’Space. La première étape dans le dimensionnement du moteur a été de reconstruire les performances du moteur cible à remplacer (Figure 2). Une architecture générale du système a également été définie.

Il s'agit, aujourd'hui, de dimensionner le moteur et l'ensemble de ses sous-systèmes (ligne d'alimentation, réservoirs, système d'allumage, système de contrôle commandes) en s'appuyant sur des campagnes de test, notamment du système d'injection, sur le banc hydraulique AILEFS. Cette étude s'appuiera sur les données de la littérature, sur des modélisation 0D et 2D et sur les analyses des tests réalisés sur l'injecteur.

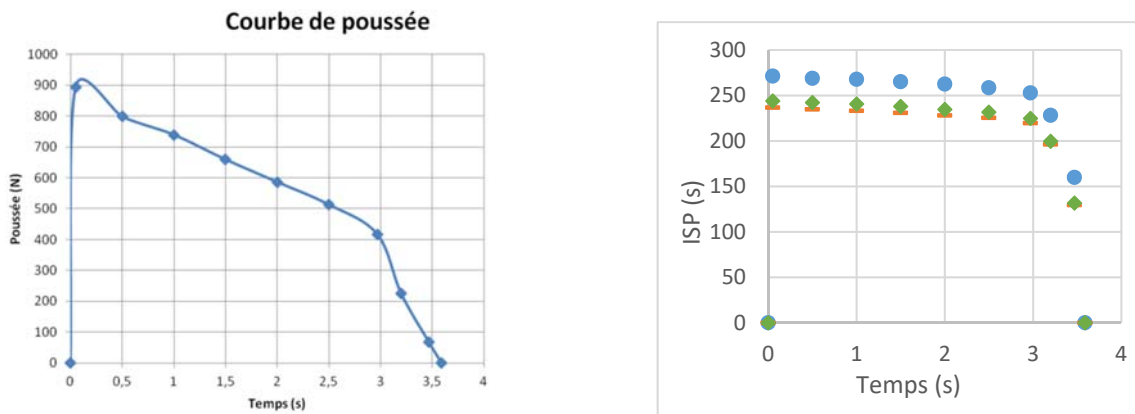


Figure 2 : Reconstruction des performances du BARASINGA

Profil

Etudiant en Master ou école d'ingénieur en mécanique des fluides, énergétique, combustion.

Des compétences de base en métrologie (mesures physiques et optiques) seront fortement appréciées. La connaissance d'un langage de programmation non compilé de type Matlab ou Python s'avérera également un plus, notamment pour le post-traitement des essais. Une première expérience d'utilisation d'outils de simulation numérique tels qu'OPENFOAM serait un atout indéniable pour la candidature.

Le candidat devra faire preuve également d'autonomie, **de curiosité scientifique** et de capacité à communiquer avec les différents membres de l'équipe.

Références

- [1] Riaud N., Boust B. and Bellenoue M., " Effects of fuel properties on the combustion of storable bipropellants: alkanes, ethanol with hydrogen peroxide", Int. Journal of Energetic Materials and Chemical Propulsion, DOI:10.1615/IntJEnergeticMaterialsChemProp.2019028347, Volume 18 (2), 2019.
- [2] Indiana C., Boust B, Azuma N. and Bellenoue M., " Effect of Injector Design on the Combustion of Ethanol and Hydrogen Peroxide Sprays ", J. of Propulsion and Power, 2019, DOI: 10.2514/1.B37286.
- [3] Indiana C., Bellenoue M. and Boust B., " Experimental investigation of drop size distribution with impinging liquid jets using phase oppler anemometer ", Int. J. of Energetic Materials and Chemical Propulsion , Volume 14 issue 3, 2015.
- [4] Riaud N., Boust B. and Bellenoue M., " Atomization and combustion of a single unlike-triplet spray of storable bipropellants: hydrogen peroxide with ethanol or alkanes. ", 8th European Conference for Aeronautics and Space Sciences, EUCASS 2019, Madrid, Spain, 1-4 July 2019.
- [5] Boust B., Bellenoue M., Labarthe E. and Guelou Y., "Combustion Performance of Green Storable Bi-Propellants for Space Propulsion ", 54th AIAA/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference, Cincinnati (OHIO USA) 9-11 July 2018.
- [6] Boust B., Michalski Q., Clavierie A. Indiana C. and Bellenoue M., " Characterization of liquid impinging jet injector sprays for bi-propellant space propulsion", 28th European Conference on Liquid Atomization and Spray Systems, ILASS 2017, Valencia (Spain) 6-8 September 2017.
- [7] Indiana C., Boust B., Bellenoue M. and Petitot S., " Experimental Combustion Investigations from Like-Impingement Sprays of Green Propellants " AIAA Propulsion and Energy Forum and Exposition 2016, Joint Propulsion Conference, Salt Lake City, UTAH, 25-27 July 2016.