

# Stage de césure ou de fin d'étude

4 à 6 mois

Titre :

**Développement des interfaces et de l'architecture électrique d'IonSat**

## Contexte du stage

Le Centre Spatial de l'École polytechnique propose et supervise des projets spatiaux à destination des étudiants de l'École polytechnique. Il est à l'origine d'un des premiers nanosatellites étudiant Française, X-CubeSat, déployé en orbite en 2017. Le CSEP rassemble et coordonne, à travers ses projets, des étudiants, des enseignants-chercheurs, des industriels et des agences spatiales, française et européenne. Il est soutenu financièrement et opérationnellement par le programme de mécénat d'enseignement Espace, science et défis du Spatial, porté par le professeur Pascal Chabert.

Le projet IonSat est un projet de nanosatellite 6U équipé d'un moteur à propulsion électrique, dédié à la démonstration de la faisabilité de missions nanosatellites en orbite très basse (300km). C'est un projet à la pointe des applications spatiales, à vocation pédagogique, le projet est mené aujourd'hui par une vingtaine d'étudiants, soutenus par de nombreux acteurs du spatial : industries (Thalès Alenia Space), agences (CNES, Onera).

## Description du stage, objectifs

L'objectif de ce stage est de participer au développement de l'architecture électronique et des bus de communication de IonSat. La plateforme IonSat prévoit une architecture distribuée où tous les nœuds peuvent communiquer entre eux via un bus commun. Les commandes sont reçues du sol via une liaison RF à deux bandes, puis elles sont transmises via le bus commun à l'ordinateur principal embarqué (OBC) qui exécutera la commande et demandera des informations aux charges utiles pour les renvoyer au contrôle au sol.

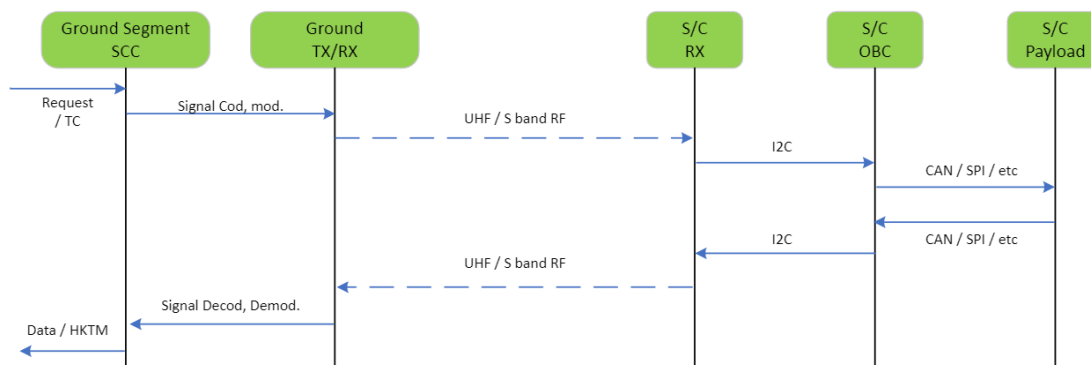


Diagramme de la séquence des messages

Comme la plupart des sous-systèmes du satellite sont des COTS provenant de différents fournisseurs, certains travaux doivent être effectués pour que chacun d'entre eux communique avec les autres par le biais de l'interface commune. De plus, les interfaces électriques, telles que le bus de données ou les lignes d'alimentation de certaines cartes, nécessitent une carte d'interface pour les rendre compatibles avec le reste des sous-systèmes. Les composants du CubeSat provenant de différents fabricants, il est également nécessaire de s'assurer que les cartes électroniques peuvent "parler" entre elles.

Concrètement, les tâches consisteront à concevoir, développer, intégrer et valider les IPs VHDL nécessaires au logiciel de vol et aux équipements de test, à développer les couches basses des drivers associés aux IPs VHDL, à développer les couches logicielles applicatives spécifiques à la mission et à participer à la validation du logiciel de vol. Une attention particulière sera accordée à la documentation, aux tests et à la validation.

L'objectif de ce stage consistera à :

- Développer, mettre en œuvre et valider les interfaces électriques dans le satellite.
- Concevoir et construire des prototypes de cartes d'interface pour tester les fonctionnalités de IonSat et la mise en œuvre du logiciel.
- Développer, implémenter et valider les communications entre l'ordinateur de bord (OBC) et les différents sous-systèmes, en implémentant un protocole de communication avec les autres cartes avec communication sur un port spécifique.
- Assurer la pérennité de l'ensemble des travaux pour les prochaines phases du projet nanosatellite.

Les notions de développement de logiciels et d'ingénierie des systèmes spatiaux seront prédominantes. Le stagiaire travaillera avec un ingénieur à temps plein du CSEP et pourra bénéficier de l'aide de l'équipe spatiale du Laboratoire de physique des plasmas, spécialisée dans la conception de matériel spatial et d'électronique embarquée. Des contacts fréquents sont également prévus avec les experts des agences aérospatiales françaises (CNES, ONERA) et des entreprises (Thalès) partenaires du projet IonSat.

## Profil recherché

- Niveau M1 ou M2 en génie électrique/électronique, informatique et programmation, ou domaines connexes.
- Expérience en programmation C/C++ ou FPGA (VHL).
- Connaissance des outils de conception Xilinx.
- Connaissance des bus de communication (I2C, CAN, RS422, etc.).
- Connaissance des sous-systèmes CubeSat.
- Connaissance des systèmes de type UNIX.
- Motivation personnelle et autonomie.
- Communication et travail en équipe.
- Bon niveau d'anglais.

**Durée envisagée :** 4 à 6 mois, à partir de février 2023.



Si vous êtes intéressé, faites-nous parvenir votre CV accompagné d'une lettre de motivation, en indiquant clairement vos dates de disponibilité.

**Contacts :**

Ricardo Colpari [colpari@lpp.polytechnique.fr](mailto:colpari@lpp.polytechnique.fr)