

## Titre du stage

« Développement sur radio-logicielle d'une passerelle LoRa améliorée pour communication par satellite en orbite basse »

## Liste des encadrants (tuteurs du stage) :

**Guillaume FERRÉ**, Laboratoire IMS Bordeaux, [guillaume.ferre@ims-bordeaux.fr](mailto:guillaume.ferre@ims-bordeaux.fr)

**Bertrand LE GAL**, Laboratoire IMS Bordeaux, [bertrand.legal@ims-bordeaux.fr](mailto:bertrand.legal@ims-bordeaux.fr)

## Contexte :

L'internet des objets ou encore IoT est amené à occuper une place de plus en plus importante dans notre vie quotidienne. La capacité des technologies de communications numériques IoT à améliorer notre vie quotidienne a été largement démontré dans des cas d'usages comme la ville intelligente, les voitures autonomes, l'agriculture connectée, etc. Cependant, pour être connecté à Internet un objet doit être à proximité de communication d'une passerelle. Ainsi, on estime qu'actuellement uniquement 25% de la surface de la terre est connectable à Internet. Afin d'assurer une couverture totale de la surface du globe, le déploiement de passerelles orbitant en orbite basse est devenu une réalité. Par exemple, la société Kinéis déploie une constellation de nano-satellites ou les communications sont basées sur le bien connu protocole Argos. Cependant, le défi technique de ces constellations IoT repose dans la capacité de faire des communications dans les mêmes conditions que bon nombre de systèmes terrestres IoT actuels, à savoir en utilisant les bandes libres d'utilisation ou la puissance rayonnée et les duty cycles sont bien plus contraignants que ceux auxquels sont contraints les communications Argos.

Parmi les technologies de communications IoT envisagées pour communiquer par satellite en orbite basse, il y a la technologie LoRa. Pour rendre LoRa compatible avec des communications spatiales, il faut proposer un récepteur en mesure de lutter contre les problèmes : (1) de collisions dues au FoV (Field of view) du satellite, et (2) de variations Doppler dues à la vitesse relative du nano-satellite par rapport à la terre (de l'ordre de 25000km/h aux orbites envisagées).

L'objectif du stage est d'implémenter sur radio-logicielle (compatible espace) un récepteur amélioré basé sur la technologie LoRa ainsi qu'un algorithme de traitement des interférences.

## Missions :

Ce projet consiste à implémenter ce traitement d'interférence et un démodulateur LoRa sur radio-logicielle. Le(a) stagiaire prendra en charge et réalisera les missions suivantes :

- Faire une étude bibliographique sur la technologie LoRa (i.e comprendre la chaîne de transmission et de réception de la technologie LoRa) afin de pouvoir mettre en place les aspects théoriques de ce travail.
- Étudier le fonctionnement d'un prototype C++ LoRa, montrer son bon fonctionnement en décodant des trames LoRa sans interférences. Ce récepteur devra être validé en utilisant des vrais nœuds LoRa fournis. Le fonctionnement de ces nœuds devra également être étudié afin de pouvoir les programmer en vue de la mise en place d'un environnement de test.
- Modifier les blocs de démodulation et de décodage du prototype LoRa afin d'y intégrer une nouvelle méthode de codage et le traitement d'interférences (un code Matlab pourra être fourni en guise de vérification) mais également une évolution de la technologie LoRa brevetée par l'équipe.
- Développer une interface graphique afin de surveiller en temps réel les résultats expérimentaux tels que l'intégrité des trames, le nombre d'erreurs, etc.

**Profil :**

- Niveau d'études : Bac + 4, Master 1 ou école d'ingénieur.
- Compétences en langage de programmation : C/C++, Python et Matlab.
- Une connaissance des technologies de communications de l'IoT serait un plus

**Type de financement demandé**

- Gratification M1, maximum 3 mois

**Durée du stage** (nombre de mois) = 3 mois

**Date de début et date de fin envisagées** = 1 juin – 30 septembre

(car fermeture du laboratoire pendant 3 semaines en août)