

## PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DEMR-2025-13**  
(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Palaiseau

Département/Dir./Serv. : DEMR/MATS

Tél. : 0180386633

Responsable(s) du stage : David Bourgeois

Email : David.bourgeois@onera.fr

### DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Traitement du Signal Radar et Guerre Electronique

Type de stage :  Fin d'études bac+5  Master 2  Bac+2 à bac+4  Autres

### Intitulé : Radar Passif Satellitaire

Sujet :

Ce travail s'inscrit dans le cadre des travaux de type radar passif : thématique menée de longue date à l'ONERA. Il s'agit, ici, d'étudier un point particulier lié à la potentielle exploitation des signaux satellitaires de type Starlink depuis une base de réception installée au sol.

De manière plus précise, ce stage vise à déterminer précisément le satellite Starlink correspondant effectivement au signal enregistré à partir d'une station terrestre.

En effet, les satellites Starlink volent en constellation et les two lines, si elles permettent de connaître, sur une plage de temps réduite, l'ensemble des satellites Starlink potentiels, ne permettent pas de déterminer lequel de ces satellites correspond à la bande de fréquence enregistrée par notre système de réception.

L'approche considérée pour cette détermination réside dans l'estimation de l'écart fréquentiel entre notre station de réception et l'émetteur enregistré. Ce décalage fréquentiel comporte, a priori, deux composantes : la première est liée à une différence d'horloge entre le satellite et notre récepteur, la seconde est liée au mouvement du satellite vis-à-vis de notre récepteur. La différence d'horloge va entraîner une erreur stable sur des durées courtes alors que le mouvement du satellite entraîne des variations rapides. L'objectif sera donc de vérifier si l'estimation de cette variation rapide permettra de discriminer l'émetteur enregistré parmi l'ensemble (Two Lines) des émetteurs possibles.

Cette analyse sera, a priori, mise en œuvre sur des signaux expérimentaux enregistrés par l'unité DEMR/SERA basée à Salon de Provence.

Le projet comportera donc les étapes suivantes :

- 1) Exploitation des two lines et détermination du décalage fréquentiel (Doppler) depuis une station de réception au sol
- 2) Apprentissage des principales caractéristiques des signaux Starlink et de la modulation COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex)
- 3) Cas 1 : Estimation du décalage fréquentiel entre l'émission et la réception à partir des propriétés de la modulation COFDM (avec intervalle de garde). Cette propriété sera explicitée par les membres de l'ONERA.
- 4) Cas 2 : Estimation du décalage fréquentiel à partir des beacons (porteuses spécifiques intégrées dans le signal Starlink)
- 5) comparaison des variations temporelles de ces estimations d'écarts fréquentsiels avec l'évolution Doppler issue de l'exploitation des Two lines et ... sélection du satellite le plus probable à la vue de ces comparaisons.
- 6) conclusion et analyse des résultats en fonction de la méthode d'estimation de l'écart fréquentiel entre les composantes d'émission et de réception (propriété COFDM versus exploitation des beacons de Starlink)

Est-il possible d'envisager un travail en binôme ? Non

Méthodes à mettre en oeuvre :

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Recherche théorique                | <input type="checkbox"/> Travail de synthèse             |
| <input checked="" type="checkbox"/> Recherche appliquée     | <input type="checkbox"/> Travail de documentation        |
| <input checked="" type="checkbox"/> Recherche expérimentale | <input type="checkbox"/> Participation à une réalisation |

Possibilité de prolongation en thèse : A renseigner

**Durée du stage :**

Minimum : 4 mois

Maximum : 6 mois

Période souhaitée : premier semestre 2025

### PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis :

Connaissance en traitement du signal.

Matlab ou à défaut Python

Ecoles ou établissements souhaités :

Ecole d'ingénieur (ou équivalent ayant dispensé des cours de base en traitement du signal)

GEN-F218-4