

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Localisation de débris spatiaux dans les basses orbites de la Terre

Référence : **SNA-DTIS-2026-02**
(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : octobre 2026

Date limite de candidature : juin 2026

Mots clés

Imagerie passive, filtre adaptatif, corrélations empiriques

Profil et compétences recherchées

Master recherche en mathématiques appliquées, physique des ondes, aéronautique et spatiale ...

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

On s'intéressera dans ce travail à la localisation d'objets à grande vitesse dans des milieux perturbés (typiquement des débris spatiaux dans les basses orbites de la Terre) par des techniques de corrélation empirique des signaux perçus. Celles-ci ont déjà démontré leur robustesse vis-à-vis des perturbations dans de nombreuses applications (Garnier-Papanicolaou 2016), notamment en sismologie ou en imagerie médicale. L'objectif visé ici est la détection, le suivi, et éventuellement l'imagerie de petites débris (quelques centimètres) ou satellites évoluant dans les orbites basses de la Terre (200 à 2000 km).

Dans les travaux existants (Borcea *et al.* 2017, Fournier *et al.* 2017), l'objet à détecter est modélisé par un point réflecteur se déplaçant à vitesse constante inconnue. Celle-ci, ainsi que la position de l'objet, sont déterminées par un traitement adapté des signaux réfléchis par l'objet et générés par un puissant émetteur au sol. Les récepteurs sont positionnés au sol, ou sur des drones évoluant à plus basses altitudes – typiquement 20 km dans les simulations réalisées par Borcea *et al.* (2017). En imagerie SAR (radar à synthèse d'ouverture), l'émetteur/récepteur est aéroporté et sa trajectoire détermine l'ouverture du système. De manière analogue, la trajectoire d'une cible mouvante définit l'ouverture d'un système radar à synthèse d'ouverture inverse (ISAR).

Dans cette recherche, on étudiera dans un premier temps deux méthodes d'imagerie proposées dans la littérature. La première, appelée filtrage adaptatif (matched filter), est classique et consiste à corréler, en tenant compte de l'effet Doppler et du retard de phase lié au mouvement de la cible, les signaux émis avec les signaux reçus. La seconde est plus originale et consiste à corréler, toujours en tenant compte de l'effet Doppler et du retard de phase, les signaux enregistrés par deux récepteurs distants, l'ouverture du système étant ainsi caractérisée par cette distance. Les deux méthodes ont des performances comparables en terme de résolution, de l'ordre de quelques centimètres dans la direction de vol de l'objet et la bande X de fréquence (8-12 GHz). Toutefois les images obtenues par la seconde approche sont indépendantes de la position de l'émetteur et de la forme des signaux émis, et sont de plus statistiquement stables vis-à-vis des perturbations de l'atmosphère. On tâchera donc dans un second temps d'exploiter ces propriétés pour étendre la technique d'imagerie par corrélations empiriques de signaux reçus à plusieurs objets proches, tels que des essaims de débris spatiaux, ou en tenant compte des dimensions finies de l'objet, tel qu'un satellite. Les modèles et simulations numériques réalisées seront idéalement confrontés à des données réelles.

Collaborations envisagées

Josselin Garnier (Pr École polytechnique, CMAP), Chrysoula Tsogka (Pr UC Merced)

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Traitement de l'Information & Systèmes

Lieu (centre ONERA) : Palaiseau

Contact : Éric Savin

Tél. : +33(0) 146 734 645

Email : eric.savin@onera.fr

Directeur de thèse

Nom : Éric Savin

Laboratoire : CentraleSupélec

Tél. : +33(0) 146 734 645

Email : eric.savin@centralesupelec.fr

Pour plus d'informations : <https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche>