

## PROPOSITION DE SUJET DE THESE

**Intitulé : Pistage fin de satellites**

Référence : **TIS-DTIS-2024-30**  
(à rappeler dans toute correspondance)

**Début de la thèse** : octobre 2024

**Date limite de candidature** : avril 2024

**Mots clés** : surveillance de l'espace, pistage, astrodynamique, fusion de données, estimation, association

### Profil et compétences recherchées

Intérêt prononcé pour l'abstraction et les mathématiques. Des compétences préalables en contrôle, estimation, astrodynamique et informatique (Python, C++) seront un avantage certain.

### Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

La surveillance de l'espace est devenue un enjeu critique, compte-tenu des services rendus (localisation, télécommunications, gestion de crises) alors que le nombre d'objets en orbite augmente fortement. Depuis plusieurs décennies, l'ONERA a acquis une expertise reconnue en surveillance de l'espace, étayée par le développement de deux catégories de systèmes de pointe. Il s'agit d'une part de moyens d'orbitographie, comme le radar de surveillance des orbites basses GRAVES ou le prototype de station optique actuellement construit pour étendre la couverture aux orbites moyennes à hautes. Ces systèmes sont à grand champ, pour maximiser le nombre d'objets détectés et en dresser un catalogue permettant de les identifier et d'anticiper leurs positions. D'autre part, l'ONERA développe des moyens de caractérisation à haute résolution et à faible champ. Pour ceux-ci, la performance est d'autant meilleure qu'il est possible de prévoir la position des objets observés, c'est-à-dire que les moyens d'orbitographie sont précis.

Une fois un satellite détecté et les observables mesurées (selon les capteurs : projections de position ou de vitesse), l'orbitographie consiste à estimer ses paramètres orbitaux à partir de plusieurs mesures le long de sa trajectoire ainsi que d'un modèle du potentiel de gravité et des autres contributeurs. La qualité de ce pistage est fortement dépendante de la précision des mesures et des modèles, du nombre de cibles ayant des paramètres voisins (problématique d'association), de la diversité des capteurs employés (problématique de fusion) et du compromis entre la précision visée et le temps de calcul. Ainsi, la grande précision de notre station optique (une fraction de seconde d'arc) conjuguée au besoin d'anticipation fine nous pousse à optimiser cette étape de pistage.

L'objectif de la thèse est d'identifier les algorithmes de pistage les mieux adaptés à la dynamique des satellites et aux mesures optiques, de raffiner au maximum les modèles associés sous contrainte de temps de calcul, de les mettre en œuvre au sein d'un simulateur numérique puis sur les données réelles (de nos capteurs voire d'autres), afin d'élaborer *in fine* un catalogue sur des cibles de références et des outils de prévision de position. Les paramètres libres de la séquence de mesure elle-même, comme les instants ou les paramètres d'observation sur des cibles connues, seront optimisés (planification). Enfin, la précision de ces outils sera évaluée sur des satellites de référence ou par l'observation de conjonction stellaires.

### Collaborations envisagées

Co-encadrement par Lamberto Dell'Elce, spécialiste d'astrodynamique dans l'équipe McTao de l'Inria.

Partenariat en cours de montage avec l'Air Force Research Lab sur l'inter-comparaison de prédiction fines.

#### Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Traitement de l'Information et Systèmes

Lieu (centre ONERA) : Palaiseau

**Contact** : Frédéric Cassaing Tél. : +33 1 80 38 65 71

Email : [Frederic.Cassaing@onera.fr](mailto:Frederic.Cassaing@onera.fr)

#### Directeur de thèse

Nom : Frédéric Cassaing

Laboratoire : ONERA/DTIS

Tél. : +33 1 80 38 65 71

Email : [Frederic.Cassaing@onera.fr](mailto:Frederic.Cassaing@onera.fr)