

PROPOSITION DE POST-DOCTORAT

Intitulé : Optimisation du partage des ressources d'une constellation de satellites d'observation

Référence : **PDOC-DTIS-2023-04**
(à rappeler dans toute correspondance)

Début du contrat : janvier 2023

Date limite de candidature : décembre 2022

Durée : 12 mois, éventuellement renouvelable une fois - **Salaire net :** environ 25 k€ annuel

Mots clés : optimisation combinatoire, recherche opérationnelle, intelligence artificielle, allocation de ressources, optimisation distribuée, satellites d'observation.

Profil et compétences recherchées : docteur en recherche opérationnelle ou intelligence artificielle, avec un goût pour la modélisation, l'algorithmique et le traitement d'applications. Des connaissances dans le domaine des satellites ne sont pas nécessaires pour candidater.

Présentation du projet post-doctoral, contexte et objectif

Le développement des **constellations de satellites d'observation de la Terre** est aujourd'hui un enjeu majeur pour répondre à des besoins allant de l'observation ponctuelle de zones d'intérêt très ciblées à l'observation régulière de grandes zones pour lesquelles des phénomènes doivent être surveillés (catastrophes naturelles type feux de forêt ou crues, situations de conflits...).

Dans ce contexte, une question importante consiste à déterminer comment les **ressources disponibles au sein d'une constellation** comportant des dizaines de satellites peuvent être allouées aux différents utilisateurs du système, sachant qu'il n'est généralement pas possible de répondre simultanément à toutes les requêtes d'observation pour des raisons de charge maximale des satellites. Pour apporter des garanties plus fortes à certains utilisateurs clés, par exemple des institutions étatiques de sécurité civile ou défense, un concept possible consiste à leur **préalouer des portions d'orbites**, ou autrement dit des plages temporelles qu'ils pourront utiliser librement pour programmer leurs observations, indépendamment des autres requêtes qui pourraient arriver au fil de l'eau.

Dans les travaux proposés ici, un premier volet consiste à aborder cette problématique comme un problème d'**optimisation combinatoire** dans lequel des portions d'orbite doivent être préalouées sur le long terme (plusieurs jours, semaines ou mois) à partir des demandes formulées par les utilisateurs clés. On s'intéressera en particulier à des demandes d'observation répétitives de grandes zones (échelle d'une région ou d'un pays). En termes de recherche opérationnelle, le problème à traiter est un **problème de couverture** impliquant certaines spécificités liées au système physique considéré. Parmi ces spécificités, on rencontre notamment des contraintes sur le type des capteurs aptes à couvrir une zone (individuellement ou conjointement), sur les angles d'observation maximum requis pour observer, ou encore sur le niveau d'énergie des satellites. D'autres questions concernent la satisfaction partielle des demandes, ou encore le besoin pour le système central qui préalloue les portions d'orbite de conserver des capacités d'observation pour les demandes des utilisateurs standards du système.

Un deuxième volet du problème porte sur l'utilisation de **mécanismes d'optimisation distribuée** à chaque étape où il est nécessaire d'envoyer aux satellites des plans d'observation effectifs sur les quelques heures à venir. Pour cela, l'optimisation distribuée peut servir au système central pour solliciter des utilisateurs clés qui sous-utiliseraient les portions d'orbite qui leur ont été préalouées, ou pour envisager des scénarios où des requêtes d'observation tierces arriveraient directement à destination des utilisateurs clés, sans passer par le système central.

En fonction du profil de la candidature retenue, l'accent des travaux du post-doc sera mis sur l'un des volets d'étude mentionnés ci-dessus. Les travaux s'appuieront également sur des premiers développements menés sur la thématique, ainsi que sur des données d'entrée représentatives.

Quelques références liées au sujet proposé :

- *Maqrot, S., Roussel, S., Picard, G., and Pralet, C. Orbit slot allocation in Earth observation constellations. In 11th Conference on Prestigious Applications of Artificial Intelligence (PAIS'22).*
- *Picard, G. Auction-based and distributed optimization approaches for scheduling observations in satellite constellations with exclusive orbit portions. In International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS-22).*
- *Lenzen, C., Duath, M., Fruth, T., Petrak, A., Gross, E. (2021) Planning area Coverage with low priority. In International Workshop on Planning and Scheduling for Space (IWSPSS'21).*

Collaborations extérieures

Cette offre de post-doc s'inscrit dans le cadre d'un projet financé en partie pour BPI France et piloté par Airbus Defence and Space (Airbus DS), acteur central dans le domaine des satellites d'observations de la Terre. Le post-doc donnera donc également lieu à des échanges avec Airbus DS.

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Département Traitement de l'Information et Systèmes

Lieu (centre ONERA) : Toulouse

Contact : Gauthier Picard, Cédric Pralet, Stéphanie Roussel

Email : gauthier.picard@onera.fr, cedric.pralet@onera.fr, stephanie.roussel@onera.fr