

PROPOSITION DE POST-DOCTORAT

Intitulé : Détection de structures souterraines par imagerie radar aéroportée

Référence : **PDOC-DEMR-2022-01**
(à rappeler dans toute correspondance)

Début du contrat : janvier 2023

Date limite de candidature : juin 2023

Durée : 18 mois - Salaire brut : environ 35 k€ annuel

Mots clés

Imagerie, radar, SAR, détection, filtrage, polarimétrie, multi-fréquence, basse fréquence, sub-surface

Profil et compétences recherchées

Docteur en traitement du signal – télédétection micro-ondes.

Des connaissances en géo-sciences seront un plus.

Présentation du projet post-doctoral, contexte et objectif

Les données de télédétection acquises dans le domaine micro-ondes offrent de nombreuses opportunités pour l'observation de la Terre et trouvent des applications tant sur les surfaces continentales qu'océaniques. Cependant, de par leur capacité à pénétrer le milieu observé, les ondes radar peuvent également être exploitées pour le sondage en sub-surface et notamment pour la télédétection de structures et d'objets enfouis. L'objectif de ce travail de recherche postdoctoral est de développer des méthodologies de détection innovantes dans le contexte spécifique de l'imagerie SAR de sub-surface.

Des données SAR expérimentales ont été acquises par le capteur aéroporté SETHI de l'ONERA en bandes de fréquence X (9.5 – 10.0 GHz), L (1.25 – 1.4 GHz) et UHF (225 – 380 MHz), en polarisation complète et résolution métrique sur différents sites et à différentes saisons. Des objets et structures souterraines ont été imagées simultanément à ces trois longueurs d'onde et selon différents angles d'observation en site et gisement. Des informations terrain précises (nature et humidité du sol, profondeur d'enfouissement ...) ont été recueillies lors de ces campagnes d'essai en vol. L'ONERA dispose ainsi d'un jeu de données SAR expérimentales particulièrement riche et original qui va permettre d'évaluer la pertinence des capteurs SAR basse fréquence pour l'imagerie de sub-surface, notamment en contexte non désertique.

Cette évaluation de l'imagerie SAR basse fréquence pour l'observation d'objets et structures enfouis nécessite l'utilisation de méthodes de détection avancées. De nombreuses méthodes de détection [1] et de détection de changement [2,3,4] ont été développées à l'ONERA mais celles-ci n'ont jamais été évaluées dans le contexte de l'imagerie de sub-surface. On cherchera en particulier à bénéficier de la richesse d'information apportée par l'acquisition de données en bande X, L et UHF simultanément pour améliorer le taux de détection tout en rejetant les détections en surface.

Le travail à réaliser pendant ce travail de recherche post-doctoral est le suivant :

1. Prise en main des données SAR expérimentales et bibliographie sur la télédétection micro-ondes en sub-surface,
2. Evaluation des outils de détection dans des images multivariées disponibles à l'ONERA sur données SAR expérimentales exploitant notamment de la diversité (polarimétrique, interférométrique, angulaire, spectrale, temporelle, etc.),
3. Développement de nouvelles méthodologies de détection (détection de cible, détection d'anomalie, détection de changement) pour la détection en sub-surface, notamment à partir d'images SAR multi-fréquences,

4. Exploitation et valorisation des données et des résultats obtenus,
5. Publications scientifiques.

Le candidat bénéficiera du co-encadrement par deux équipes, l'une spécialisée dans le développement de méthodologies de détection innovantes, l'autre dans l'acquisition et l'exploitation de données SAR expérimentales, obtenues dans des configurations de mesures originales.

Les travaux de recherche feront l'objet de publications dans la revue *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* sur le thème *Dual-frequency radar imagery: subsurface detection*.

Références

[1] A. Mian, J.-P. Ovarlez, A. M. Atto and G. Ginolhac, "Design of New Wavelet Packets Adapted to High-Resolution SAR Images With an Application to Target Detection", *Geoscience and Remote Sensing*, IEEE Transactions on, 57(6), pp.3919-3932, June 2019, DOI: 10.1109/TGRS.2018.

[2] A. Mian, G. Ginolhac, J.-P. Ovarlez and A. M. Atto, "New Robust Statistics for Change Detection in Time Series of Multivariate SAR Images", *Signal Processing*, IEEE Transactions on, 67(2), pp.520-534, Jan. 2019, DOI: 10.1109/TSP.2018.2883011.

[3] A. Mian, A. Collas, A. Breloy, G. Ginolhac, J.-P. Ovarlez, "Robust Low-rank Change Detection for Multivariate SAR Image Time Series", *Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing (IEEE-JSTARS)*, IEEE Journal of, 13, pp.3545-3556, 2020, DOI: 10.1109/JSTARS.2020.2999615.

[4] A. Mian, G. Ginolhac, J.-P. Ovarlez, A. Breloy, F. Pascal, *An Overview of Covariance-based Change Detection Methodologies in Multivariate SAR Image Time Series*, Chapter 3 in *Change Detection and Image Time Series Analysis*, Vol. 1, ISTE/Wiley Encyclopedia of Sciences - Remote Sensing Imagery, A. M. Atto, F. Bolovo and L. Bruzzone (eds.), 2021.

Collaborations extérieures

DGA/Direction Technique, DGA/Techniques Terrestres, INRAP et la communauté des archéologues

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Electromagnétisme et Radar

Lieu (centre ONERA) : Salon-de-Provence

Contact : S. Angelliaume – J.P. Ovarlez

Tél. : 04 90 17 65 12

Email : sebastien.angelliaume@onera.fr / jean-philippe.ovarlez@onera.fr