

Fiche de proposition de stage en traitement d'images

Nom de l'entreprise : Commissariat à l'Energie Atomique et aux énergies alternatives / ENS Paris, Département de Géosciences (université PSL)

Adresse : CEA-DASE, Bruyères-le-Châtel, 91297 Arpajon Cedex / ENS Paris, 24 rue Lhomond 75005 Paris

Nom des tuteurs : Béatrice PINEL-PUYSSEGUR (CEA), Romain JOLIVET (ENS Paris)

Email : beatrice.puysegur@cea.fr, romain.jolivet@ens.fr **Téléphone :** 01.69.26.40.00

Lieu de travail : Bruyères-le-Châtel, Département Analyse, Surveillance, Environnement / Paris

Rattachement hiérarchique : Jean Michel LAGRANGE

Durée : 6 mois

Non-fermeture de phase en interférométrie radar satellitaire pour la mesure de la déformation du sol

L'interférométrie radar est une technique permettant d'accéder à des mesures de déplacement du sol inférieures au cm, si les différents effets (présence de l'atmosphère, topographie, etc.) sont correctement pris en compte. Cependant, récemment, la communauté a pris conscience de la présence d'un effet supplémentaire à l'origine d'un biais de mesure de déformation, en particulier sur des zones naturelles agricoles ou végétalisées [1]. Ce terme provient de la variation de la propagation de l'onde dans le sol ou la végétation, due à la variation de l'humidité. Contrairement aux autres termes déjà bien maîtrisés, ce dernier rompt l'hypothèse de "fermeture de phase" qui était communément admise : étant donné trois acquisitions, cette hypothèse stipule que la somme des différences de phase (ou interférogrammes) entre deux acquisitions successives est égale à la différence de phase entre la première et la dernière acquisition. Il s'agit donc à la fois d'un bruit qu'il nous faut corriger pour mesurer la déformation et d'un signal potentiellement exploitable. En cas de non-fermeture de phase, de nombreuses méthodes d'évaluation de la vitesse de déformation du sol classiquement utilisées en interférométrie radar induisent un biais et doivent donc être révisées afin de prendre en compte ce terme.

Ce stage de M2 s'inscrit dans le cadre du Laboratoire de Recherche Conventionné Yves Rocard, structure de collaboration entre le Département de Géosciences de l'ENS Paris et le CEA-DAM. Des études portant sur la non-fermeture de phase y ont déjà été initiées.

Le stage a plusieurs objectifs :

- D'une part, le stagiaire devra investiguer l'origine de la non-fermeture de phase à partir de longues séries temporelles interférométriques issues du satellite Sentinel-1 qui fournissent plusieurs centaines d'images par zone. Pour cela, il devra évaluer le terme de non-fermeture attaché à chacun des interférogrammes ;
- D'autre part, la méthode MuLSAR [2] permet de filtrer une base de données d'interférogrammes enroulés à partir de la redondance entre différents chemins reliant deux dates d'acquisition. Si l'on considère la base de données radar comme un graphe dont les nœuds représentent les acquisitions et les liens les interférogrammes, cette méthode combine les différents chemins existant entre deux nœuds pour réduire le bruit aléatoire affectant la phase. Bien qu'efficace, cette méthode repose sur l'hypothèse de fermeture de phase, ce qui doit induire un biais. Un des buts du stage sera d'établir de quelle manière il est possible d'estimer correctement la phase interférométrique filtrée, connaissant ce phénomène de non-fermeture. De plus, les performances de la nouvelle version de MuLSAR devra être étudiée au regard de certaines propriétés du graphe de données (nombre de connexions par exemple).

Ce stage permettra au candidat d'acquérir des compétences relatives aux techniques de traitement de l'image et de théorie des graphes. Le stagiaire évoluera au sein d'une équipe composée de scientifiques spécialistes de la géophysique (ENS) et de la télédétection (CEA). Les développements seront effectués sous Python.

[1] F. De Zan, M. Zonno and P. López-Dekker, "Phase Inconsistencies and Multiple Scattering in SAR Interferometry," in IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 53, no. 12, pp. 6608-6616, Dec. 2015, doi: 10.1109/TGRS.2015.2444431.

[2] Pinel-Puysségur, B.; Michel, R.; Avouac, J.-P., "Multi-Link InSAR Time Series: Enhancement of a Wrapped Interferometric Database," IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, vol.5, no.3, pp.784,794, June 2012, doi: 10.1109/JSTARS.2012.2196758