

Offre de stage : Analyse de séries temporelles d'images satellitaires

Serge Iovleff[°]

[°] Team Modal, Inria Lille Nord Europe, LPP UMR-8524, Université Lille, 59655 Villeneuve d'Ascq, France

1 Informations Pratiques

- **Durée** : 4 à 6 mois
- **Profils du candidat** : Master 2 ou équivalent disposant de compétences en classification supervisée, non supervisée, optimisation et programmation R/C/C++ (recommandé).
- **Contact** : Serge Iovleff (serge.iovleff@inria.fr), maître de conférence à l'Université Lille et membre de l'équipe Modal d'Inria Lille Nord-Europe.
- **Lieu du stage** : Équipe Modal de l'Inria Lille Nord-Europe, 40 Avenue du Halley, 59650 Villeneuve-d'Ascq, France.
- **Rémunération** : Environ 500 euros par mois.
- **Site Web** : <https://modal.lille.inria.fr/CloHe/>

2 Contexte

La télédétection satellitaire permet d'observer les paysages sur des échelles spatiales importantes, avec une fréquence de revisite régulière et pour un coût financier modéré (en particulier avec les politiques de libre accès aux données mises en place par l'Union Européenne). Dans le cadre du programme Européen *Copernicus*, les constellations *Sentinel-1* et *Sentinel-2* fournissent actuellement une couverture complète du territoire national tous les 5 jours, à une résolution spatiale décamétrique et cela dans plusieurs domaines du spectre électromagnétique. Il est ainsi possible de suivre les évolutions intra- et inter-annuelle des écosystèmes à une résolution spatiale fine à l'échelle du territoire.

Une problématique importante concerne l'échantillonnage temporel irrégulier des pixels à traiter. En raison de l'orbite des satellites *Sentinel-1&2*, couplée à la présence de nuages, les pixels observés n'ont pas les mêmes instants d'acquisition. Cette hétérogénéité d'échantillonnage requiert un pré-traitement important lorsque des méthodes conventionnelles d'analyses sont utilisées [IAT⁺15]. En effet, pour être opérantes ces méthodes sont contraintes de représenter un pixel par un vecteur de taille constante, ou chaque composante correspond à une acquisition spectro-temporelle. Il est alors nécessaire de filtrer et de recalibrer temporellement tous les pixels à traiter, *e.g.*, environ 6 500 milliards de pixels pour la France.

Pour exploiter complètement l'information fournie par les séries temporelles d'images "nouvelle génération", des développements méthodologiques sont donc nécessaires. Cela concerne à la fois la gestion de grands volumes de données et la prise en compte de la nature temporelle des séries.

3 Objectifs du Stage

Le point de départ du travail est la définition d'une méthode d'analyse permettant de classer un pixel quels que soient les instants d'échantillonnage temporel. Nous allons considérer que les échantillons, conditionnellement aux classes, sont distribués selon des *processus Gaussiens*. De plus, nous relâcherons l'hypothèse d'échantillonnage temporel irrégulier en supposant simplement que chaque pixel x_i est observé T_i fois durant l'année (ou plus généralement durant la période d'analyse), T_i dépendant donc de la localisation géographique, de l'orbite du satellite, des nuages et ombres observés pour x_i . Nous relâcherons ensuite l'hypothèse de gaussianité et nous attacherons à d'autres distributions de type Student.

Le cœur des travaux de ce stage s'attachera à spécifier les méthodes et les outils (R/C/C++) pour apprendre les paramètres des *processus Gaussiens* et de leurs extensions. En particulier, lors de la création du processus Gaussien, des bases fonctionnelles temporelles vont être définies. Elles devront prendre en compte à la fois l'évolution temporelle (corrélation forte des mesures entre deux instants proches et faible lorsque les instants sont éloignés) et la réponse spectrale à un instant donné (corrélation inter-bandes). Cette étape est importante car l'utilisation d'une base adaptée permet à la fois de s'affranchir du bruit et des données manquantes tout en capturant l'information utile à l'analyse. Précisons toutefois qu'il n'est pas envisagé ici de lisser/projeter les pixels sur cette base, mais d'exprimer la fonction de décision à partir de cette représentation spectro-temporelle de manière à pouvoir l'appliquer sur n'importe quel échantillonnage temporel.

4 Candidature

Pour candidater, prendre contact par courriel (joindre un CV détaillé) :

— serge.iovleff@inria.fr

Références

- [IAT⁺15] Jordi Inglada, Marcela Arias, Benjamin Tardy, Olivier Hagolle, Silvia Valero, David Morin, Gérard Dedieu, Guadalupe Sepulcre, Sophie Bontemps, Pierre Defourny, and Benjamin Koetz. Assessment of an operational system for crop type map production using high temporal and spatial resolution satellite optical imagery. *Remote Sensing*, 7(9) :12356–12379, 2015.