

# Étude du potentiel de la super-résolution de données de télédétection pour la cartographie d'occupation du sol

## Contexte

A l'heure actuelle, une pléthore de missions satellitaires recueille en permanence des données de télédétection décrivant la surface de la Terre selon diverses modalités (par exemple, SAR ou optique) et à différentes résolutions spatiales et temporelles. Par conséquent, une même zone d'étude peut être couverte par des informations hétérogènes et multimodales. Ces informations sont d'une importance capitale pour surveiller les phénomènes spatio-temporels et produire des cartes d'occupation des sols afin de faciliter une agriculture durable, le suivi de l'artificialisation et les décisions de politique publique. Ces dernières années, la communauté des chercheurs en télédétection a porté son attention sur l'utilisation d'approches fondées sur l'apprentissage profond (ou *deep-learning*). Ces approches permettent d'intégrer des acquisitions de capteurs complémentaires disponibles sur la même zone d'étude [1], dans le but d'exploiter l'interaction entre des sources ayant différents contenus spectraux et spatiaux. L'objectif est d'améliorer la cartographie d'occupation du sol en tirant parti de toutes les sources d'imagerie disponibles.

Une tâche particulièrement intéressante pour la communauté de télédétection est l'augmentation de la résolution spatiale des images satellitaires à travers un processus dit de super-résolution [2]. Ce processus permet d'améliorer la résolution spatiale d'une image pour faciliter des analyses expertes ainsi que pour la classification supervisée ou la segmentation sémantique d'imagerie satellitaire [3]. Aujourd'hui, pour accomplir cette tâche, les méthodes de *deep-learning* de type Réseau Génératif Adverse (*Generative Adversarial Networks*, GAN) [2] ou d'autres approches basées sur des erreurs de reconstruction [4] sont de plus en plus utilisées du fait que leurs performances s'avèrent très intéressantes pour améliorer la résolution spatiale initiale des images satellitaires.

## Environnement

Le stage s'insère dans une collaboration de recherche entre le laboratoire UMR TETIS (<https://umr-tetis.fr/index.php/fr/>) et l'entreprise GEOFIT (<https://geofit.fr/>).

**TETIS** : L'objectif principal de l'UMR TETIS « Territoires, Environnement, Télédétection et Information Spatiale » (composée d'équipes du CNRS, CIRAD, INRAE et AgroParisTech) est de produire des connaissances, des théories et des méthodologies permettant de caractériser et de comprendre les dynamiques des territoires et de maîtriser l'information spatiale sur ces systèmes au service du développement territorial et de la gestion environnementale. Au sein de l'UMR TETIS, l'analyse et l'exploitation de données de télédétection pour des tâches de cartographie d'occupation du sol est une thématique centrale. Nous nous appuyons de plus en

plus sur des techniques d'apprentissage automatique/profond pour analyser ces données. Les expertises sur lesquelles les membres de ce projet pourront capitaliser pour mener à bien ce projet sont les suivantes : analyse de séries temporelles multisource, fusion de données, super-résolution et synthèse d'information bruitée.

GEOFIT : Avec plus de 50 ans d'expérience, GEOFIT GROUP est un acteur incontournable dans l'acquisition, le traitement et l'exploitation des données géographiques. Avec ses 950 collaborateurs en France et à l'international, le groupe croise les innovations technologiques les plus avant-gardistes pour participer à l'émergence du monde durable de demain. Labellisé RSE, le groupe adopte une stratégie responsable afin de garantir une performance durable et d'assumer pleinement les impacts de ses décisions.

### **Objectif du stage**

L'objectif du stage est de caractériser le potentiel de la super-résolution des images optiques Sentinel-2 (imagerie satellitaires multispectrales - 13 bandes spectrales couvrent du visible au proche/moyen visible - à 10m de résolution spatiale) à partir d'images optiques très haute résolution Spot-6/7 (imagerie satellitaires multispectrales - 1 bande panchromatique plus 4 bandes spectrales Rouge, Bleu, Vert et Proche Infrarouge - à 1,5m panchromatic et 6m multispectrales) pour la classification d'images au pixel.

En particulier, la mission de la personne recrutée seront:

- 1) Une étude bibliographique des méthodes à état de l'art en apprentissage profond, dans le domaine de la télédétection, pour la tâche de super-résolution spatiale;
- 2) La construction d'un jeu de données d'images Sentinel-2 et Spot-6/7;
- 3) Le choix de deux méthodes de super-résolution complémentaires, leur implémentation et leur application sur le jeu de données précédemment constitué;
- 4) L'évaluation des résultats des méthodes implémentées et leur comparaison en utilisant des métriques d'estimation de la qualité des images reconstruites;
- 5) L'évaluation des résultats obtenus avec les méthodes de super-résolution implémentées dans le contexte d'une application de classification supervisée d'images satellitaires sur une tâche de cartographie d'occupation du sol et/ou classification de la surface artificialisée.

### **Mot clés**

Apprentissage profond, Télédétection, Super-resolution, Occupation du sol, Linux, Python, TensorFlow, Orfeo ToolBox, GDAL, GPU

### **Profil du candidat(e) et compétences**

- Master en informatique ou un autre domaine des mathématiques appliquées, ou Diplôme d'Ingénieur.

- Connaissance requise du langage python, avec une première expérience de TensorFlow, Keras ou Pytorch.
- Compétences en traitement des signaux ou des images.
- Connaissance et expérience dans l'analyse de données de télédétection est un plus.
- Bon niveau en anglais (lecture).

**Date de démarrage** : Mars/Avril 2022

**Date de fin** : 6 mois depuis la date de démarrage

## Contacts

Rémi Cresson, Ingénieur de Recherche INRAE ( [remi.cresson@inrae.fr](mailto:remi.cresson@inrae.fr) )

Dino Ienco, PhD, HDR, Chercheur INRAE ( [dino.ienco@inrae.fr](mailto:dino.ienco@inrae.fr) )

Philippe Albert, GEOFIT ( [p.albert@geofit.fr](mailto:p.albert@geofit.fr) )

## References

- [1] D. Hong, L. Gao, N. Yokoya, J. Yao, J. Chanussot, Q. Du, B. Zhang: **More Diverse Means Better: Multimodal Deep Learning Meets Remote-Sensing Imagery Classification**. IEEE Trans. Geosci. Remote. Sens. 59(5): 4340-4354 (2021).
- [2] D. Guo, Y. Xia, L. Xu, W. Li, X. Luo: **Remote sensing image super-resolution using cascade generative adversarial nets**. Neurocomputing 443: 117-130 (2021)
- [3] X. Chen, Z. Li, J. Jiang, Z. Han, S. Deng, Z. Li, T. Fang, H. Huo, Q. Li, M. Liu: **Adaptive Effective Receptive Field Convolution for Semantic Segmentation of VHR Remote Sensing Images**. IEEE Trans. Geosci. Remote. Sens. 59(4): 3532-3546 (2021)
- [4] B. Huang, B. He, L. Wu, Z. Guo: **Deep Residual Dual-Attention Network for Super-Resolution Reconstruction of Remote Sensing Images**. Remote. Sens. 13(14): 2784 (2021)