

PROPOSITION DE STAGE 2020-2021

Niveau M2 ou dernière année d'École d'ingénieur

Cartographie de typologie de couvert forestier par imagerie satellitaire multi-source et multi-temporelle à travers des techniques d'apprentissage profond.

Etablissement : CIRAD - UMR Tetis

lieu du stage : Maison de la Télédétection, 500, rue Jean François Breton – Montpellier (34)

Contexte

Le suivi de l'état des forêts tropicales est d'importance mondiale (Herold et al. 2019). Il appelle le suivi dans la durée et sur de grandes surfaces de variables « biophysiques » de structures forestières (couvert, hauteur de canopée, biomasse épigée, ...) et d'indicateurs de diversité spécifique et fonctionnelle. Le suivi du couvert arboré, notion polysémique, a fait l'objet de travaux importants, principalement basés sur les séries d'images satellitaires longues à moyenne résolution ou haute résolution spatiale (MODIS, Landsat, respectivement), Ceci a débouché sur des produits cartographiques ambitieux à des échelles pantropicales et mondiales (e.g. Avitabile et al. 2012; Hansen et al. 2013 ; Kubayashi et al. 2016). Cependant, ces produits recèlent des faiblesses de plusieurs ordres. Si celles-ci n'opèrent pas leur intérêt, tant que l'ampleur des surfaces peut permettre la compensation des imprécisions locales, elles rendent leurs utilisations hasardeuses pour des applications demandant de se focaliser sur des surfaces plus restreintes (*downscaling*), ou requérant un niveau de précision supérieur à celui effectif (qui n'est pas toujours explicite, d'ailleurs).

Le projet **Sé2coul**, a pour objectif de traduire les opportunités, offertes par les données Sentinel-1 et Sentinel-2, pour le suivi et la caractérisation des forêts, en tirant partie : i) De la densification temporelle des séries temporelles d'images satellitaires et de leur accroissement en résolution spatiale. Ceci doit permettre d'aller bien au-delà de ce qui peut déjà être fait actuellement avec les séries HR de type « Landsat » (par exemple via le Google Earth Engine) pour corriger les effets instrumentaux dans l'optique de détection de changements francs de couvert (déforestation, feu, plantation, ...), ou de détections de perturbations localisées (exploitation, chute d'arbres, ...). ii) La facilitation de l'usage conjoint des données radar et optiques (Sentinel-1 et -2). En complément de l'optique, l'information radar en bande C (bien que probablement saturante à des niveaux assez bas de couvert et de biomasse) est sensible à la structure tridimensionnelle, et peut aider à lever des ambiguïtés dans les végétations complexes,

ouvertes (par exemple pour le suivi de la dynamique des trouées, naturelles ou non), ou marquées par des variations saisonnières d'humidité (y compris du substrat). iii) Le développement de techniques d'intelligence artificielle (deep-learning) pour tirer parti des atouts des données Sentinel dans la perspective spécifique de la caractérisation biophysique des composantes ligneuses de la végétation dans des contextes tropicaux variés. Il est envisagé dans l'esprit de TWINNS (TWIn Neural Networks for Sentinel data ; Ienco et al. 2019).

Le projet aura pour objectif de traduire ces opportunités en avancées significatives concernant l'estimation de caractéristiques fondamentales de la végétation ligneuse : (i) structure : Hauteur de canopée, LAI, biomasse épigée, (ii) diversité, (iii) signature fonctionnelle saisonnière.

Bibliography

Herold M, Carter S, Avitabile V et al (2019) The role and need for space-based forest biomass-related measurements in environmental management and policy. *Surv Geophys*.

Avitabile, V.; Baccini, A.; Friedl, M.A.; Schmullius, C. Capabilities and limitations of Landsat and land cover data for aboveground woody biomass estimation of Uganda. *Remote Sens. Environ.* 2012, 117, 366–380

Hansen MC, Potapov PV, Moore R et al (2013) High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *Science* 342:850–

Kobayashi T., Tsend-Ayushi J., Tateishi R. (2016). A new global tree-cover percentage map using MODIS data. *International Journal of Remote Sensing* 37(4): 969-992.

Ienco D., R. Interdonato, R. Gaetano and D. Ho Tong Minh: Combining Sentinel-1 and Sentinel-2 Satellite Image Time Series for land cover mapping via a multi-source deep learning architecture. *ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing*. 158: 11-22 (2019).

Objectifs du Stage

En s'appuyant sur des méthodes d'apprentissage profond, l'objectif de ce stage est d'évaluer le potentiel de tels méthodes pour la cartographie et la caractérisation des typologies de couvert forestier à l'aide d'imagerie multi-source Sentinel-1 et Sentinel-2 sur des terrains d'étude telles que la Guyane, le Cameroun et le Sénégal. Un ou deux terrains d'études, parmi ceux listés par avant, seront choisis en accord avec les chercheurs partenaires du projet (UMR AMAP).

Pour cela, nous allons nous appuyer sur des séries temporelles d'images satellitaires radar/optique pour mieux reconnaître les différentes typologies de couvert forestier. Afin de l'évaluation, la méthode d'apprentissage profond sera aussi comparée à des méthodes plus classiques et communément utilisées en télédétection (par exemple Random Forest ou SVM). Un deuxième objectif, si le temps le permettra, sera dédié à l'utilisation de techniques déjà disponibles au sein de l'UMR TETIS pour évaluer le potentiel

des données radar/optique (Sentinel-1 et Sentinel-2) pour l'estimation de variables biophysiques (i.e. LAI ou autre) toujours à travers des méthodes d'apprentissage profond.

Description du contenu du stage

Les principales étapes envisagées pour la réalisation du stage sont :

- Analyse bibliographique sur les méthodes d'apprentissage profond pour le couplage radar/optique pour la cartographie automatique.
- Mise en place du jeu de données :
 - Prise en main des données existantes
 - Téléchargement des série temporelle d'images Sentinel-1 et Sentinel-2
 - Prétraitement des données satellitaires
 - Préparation du jeu de données pour l'évaluation
- Identification d'une méthode d'apprentissage profond déjà existante.
- Mise en place de telle méthode dans le contexte de la cartographie de la typologie du couvert forestier
- Évaluation de la méthode déployée à travers une analyse quantitative ainsi qu' une analyse qualitative.
- Rédaction du rapport et préparation de la soutenance.

Profil souhaité :

- Master II ou dernière année d'école ingénieur en Traitement du Signal, Informatique ou Télédétection,
- Compétences : programmation informatique et géomatique
- Bonne connaissance des méthodes de machine learning et deep learning
- Goût pour la recherche scientifique et l'interdisciplinarité
- Maîtrise de l'anglais et bonne capacité rédactionnelle

Conditions de réalisation du projet

- Durée du projet : 6 mois
- Rémunération : 600 € / mois en moyenne + remboursement des frais de mission, le cas échéant

Contacts pour le stage:

- Raffaele Gaetano: raffaele.gaetano@cirad.fr
- Dino Ienco: dino.ienco@inrae.fr