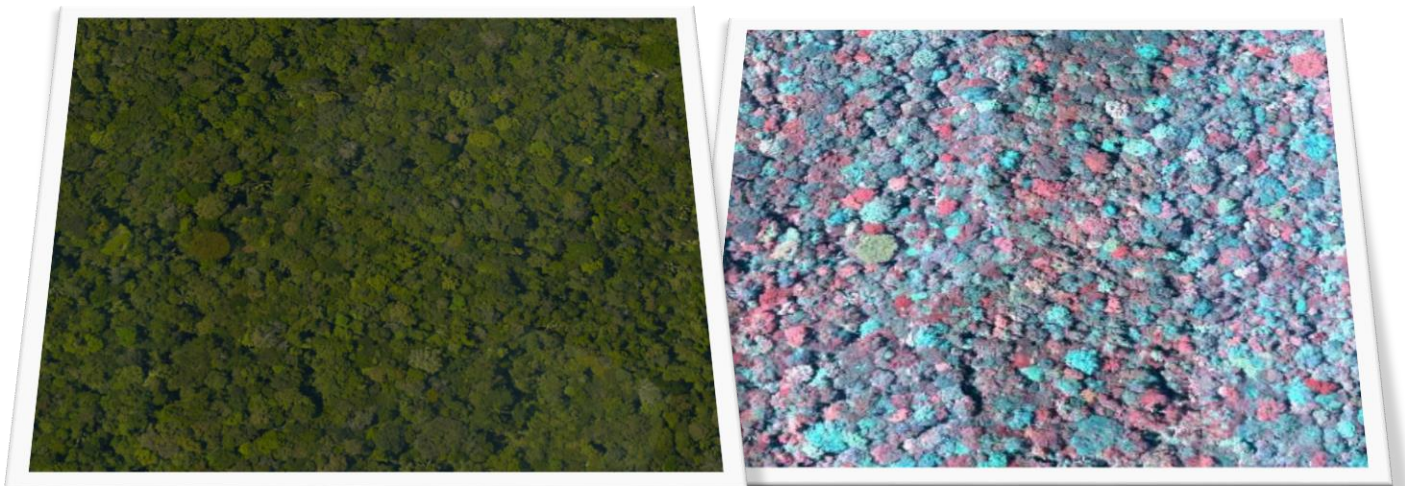


Deep-forest : Evaluation du potentiel de la photo THR pour l'identification des essences en forêt tropicale hétérogène

Mots-clés : réseaux de neurones profonds, identification d'arbres, forêt tropicale dense, gestion des ressources naturelle, biodiversité

Contexte : le projet Cartodiv (*Reconnaissance spécifique et cartographie des arbres de la canopée en forêt tropicale*¹) s'intéresse à **l'amélioration de la gestion et de l'exploitation des forêts tropicales dans un contexte de forte diversité biologique** où les difficultés d'identification botanique et les problèmes d'accessibilité limitent l'efficacité des inventaires au sol. Il vise à établir une méthode de cartographie des espèces de la canopée des forêts tropicales par télédétection aéroportée. Les points méthodologiques clefs reposent entre autres sur la fusion de données multi spectrales, la segmentation des houppiers et la discrimination des essences.



Photos aériennes de couverts en forêts tropicales denses : à gauche, données optique THR, à droite données multi spectrales.

L'identification et le suivi de la végétation reposent assez classiquement sur le calcul d'indices de végétation – basés sur les réponses dans le visible et le proche infra-rouge de la canopée – couplés à une méthode d'apprentissage permettant éventuellement d'intégrer aux données spectrales des informations morphologiques ou texturales (Mils et al. 2010, Ke and Quackenbush 2011). L'imprécision mesurée des cartographies réalisées à partir des données multi spectrales est essentiellement liée aux méthodes mêmes de classifications mises en œuvre, essentiellement limitées par le choix des descripteurs et/ou des bandes composites utilisées. Pérez-Ortiz et al. (2016) prouvent que le passage au THR ne suffit pas nécessairement à lever ces imprécisions et justifie l'utilisation de données hyper

¹ http://amap.cirad.fr/fr/edite_projet.php?projet_id=92

spectrales – *le plus souvent couplées aux acquisitions Lidar* – pour une meilleure discrimination des espèces observées (Matsuki and Yokoya 2015, Dian et al. 2016).

Mais dans tous les cas, les méthodes proposées / évaluées requièrent un jeu de d'apprentissage composé de données « annotées », un ensemble de descripteurs discriminants et un classifieur, *le plus souvent un algorithme de classement statistique* : le classifieur utilise le jeu d'apprentissage pour définir, à partir des descripteurs retenus, une stratégie de classification qui se traduit par un arbre de décision (Li et al. 2012, Alonzo et al. 2014, Delponte et al. 2014, Matsuki et al. 2015, Dian et al. 2016), La précision des résultats dépend essentiellement de deux aspects : la complétude du jeu d'apprentissage et la pertinence des descripteurs utilisés.

Aujourd'hui, les réseaux de neurones profonds -*Deep Learning*- semblent pouvoir supplanter avantageusement les approches de classification par apprentissage supervisé (Goëau et al. 2015) : les réseaux de neurones conduisent à des résultats plus précis tout en s'affranchissant (de la difficulté) du choix des descripteurs. Les premières études concernant l'utilisation de réseaux de neurones profonds (ou customisés) pour classer le contenu de données optiques (en lien avec la végétation) confirment ce constat (Chen et al. 2014, Castellucio et al. 2015).

Sujet : le/la stagiaire travaillera à partir de différents **jeux d'images multi-échelles** (cf. Fig. 1) acquises en 2016 par le CNES sur trois points spécifiques à haute valeur ajoutée scientifique :

- l'évaluation du **réseau Mask R-CNN** (He et al. 2017) – ou équivalent - pour l'**identification des essences** à partir de données optiques dans des images pré-segmentées de **couverts forestiers denses** ;
- la recherche et l'évaluation d'un réseau permettant de coupler **détection et identification** des essences à partir de données optiques dans des images non segmentées ;
- l'évaluation de l'**efficacité de prédiction** du réseau, abordant de fait les questionnements complexes (et souvent tus) de la constitution des jeux de validation (enrichissement, transfert de connaissances) et de la « vérité terrain », des méthodes d'estimation de l'erreur (incluant sur et sous-segmentation des objets),...

Le stage comprendra plusieurs volets, en particulier :

- une étude bibliographique approfondie sur l'application des réseaux de neurones au traitement de données aéroportées de forêts denses et hétérogènes en termes de contenu et d'agencement ;
- une interaction forte avec les personnels de recherche impliqués dans le projet Cartodiv-DendroLidar (*Reconnaissance spécifique et cartographie des arbres de la canopée en forêt tropicale ET télédétection individu centrée pour l'évaluation de la ressource en bois d'œuvre en Guyane française*) et basés pour la plupart à Montpellier ;
- une phase d'**implémentation et de développement** visant à déployer et customiser les réseaux ciblés sous environnements TensorFlow et/ou Keras dans des **conteneurs Singularity** afin d'en faciliter le transfert, voire la mise en production ;
- une étape critique de validation du / des réseau(x) pour identifier leurs limites dans le contexte applicatif de la qualification de l'état de développement d'objets visuellement très proches et de pointer les améliorations envisageables à courts et moyens termes.

Les résultats de ce stage poseront les bases des méthodes de traitement et d'analyse qui seront publiées dans une revue appliquée.

Durée souhaitée du stage : 6 mois entre Janvier et Octobre 2019

Profil recherché : Le profil requis de l'étudiant(e) correspond préférentiellement aux formations des masters 2 (ou équivalents) en traitement d'images ou du signal, vision ou analyse de données visuelles. Le/la candidat(e) devra présenter un intérêt pour les méthodes de classification par apprentissage et notamment les réseaux de neurones profonds. Des connaissances en programmation orientée objet (C++, Java) et en langage de script (Python) seront nécessaires. La maîtrise des OS Linux, en particulier Ubuntu, sera appréciée.

Informations complémentaires : Le/la stagiaire sera basé(e) à Montpellier à l'UMR AMAP – [botanique et Modélisation de l'Architecture des Plantes et des végétations](#) du CIRAD. Il /elle sera encadré(e) par Philippe BORIANNE (AMAP – philippe.borianne@cirad.fr). Indemnités de stage : **environ 540 € /mois + accès cantine CIRAD.**

Candidature : Il est demandé à chaque candidat de fournir un CV et une lettre de motivation (1 page max) par email aux encadrants. Une audition en présentielle ou par skype se tiendra courant décembre.

Références bibliographiques

- Castelluccio, M., Poggi, G., Sansone, C., Verdoliva, L. 2015. *Land use classification in remote sensing images by convolutional neural networks*. arXiv preprint arXiv:1508.00092.
- Chen, Y., Lin, Z., Zhao, X., Wang, G., Gu, Y. 2014. *Deep learning-based classification of hyperspectral data*. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 7(6), 2094-2107.
- Dian, Y., Pang, Y., Dong, Y., Li, Z., 2016. *Urban Tree Species Mapping Using Airborne LiDAR and Hyperspectral Data*. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 1-9.
- Goëau, H., Bonnet, P. Joly., A. 2015. *LifeCLEF Plant Identification Task 2015*. CEUR-WS. CLEF: *Conference and Labs of the Evaluation forum, Sep 2015, Toulouse, France. Working Notes of CLEF 2015 - Conference and Labs of the Evaluation forum - Toulouse, France, September 8-11*. <<http://ceur-ws.org/Vol-1391/>>. <hal-01182795>
- He, K., Gkioxari, G., Dollár, P., & Girshick, R. (2017, October). *Mask r-cnn*. In *Computer Vision (ICCV), 2017 IEEE International Conference on* (pp. 2980-2988). IEEE.
- Ke, Y., Quackenbush, L.J., 2011. *A review of methods for automatic individual tree crown detection and delineation from passive remote sensing*. *Int. J. Remote Sens.* 32 (17), 4725–4747.
- Matsuki, T., Yokoya, N., & Iwasaki, A. (2015). *Hyperspectral tree species classification of Japanese complex mixed forest with the aid of LiDAR data*. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 8(5), 2177-2187.
- Mills, S.J., Castro, M.P.G., Li, Z., Cai, J., Hayward, R., Mejias, L., Walker, R.A., 2010. *Evaluation of aerial remote sensing techniques for vegetation management in power-line corridors*. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.* 48 (9), 3379–3390.
- Pérez-Ortiz, M., Peña, J. M., Gutiérrez, P. A., Torres-Sánchez, J., Hervás-Martínez, C., López-Granados, F., 2016. *Selecting patterns and features for between-and within-crop-row weed mapping using UAV-imagery*. *Expert Systems with Applications*, 47, 85-94.
- Shelhamer, E., Long, J., & Darrell, T. (2016). *Fully convolutional networks for semantic segmentation*. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*