

Proposition de stage au CIRAD – UMR TETIS:

RemoteDeepMango : Deep Learning pour la détection, délimitation et discrimination d'arbres et de vergers de manguiers à partir d'images à très haute résolution spatiale.

Le CIRAD est engagé dans le développement agricole des Pays du Sud, où la réduction de la pauvreté et la sécurité alimentaire sont des préoccupations sensibles. Ce développement passe notamment par le déploiement de solutions numériques innovantes, incluant l'acquisition d'information sur les filières agricoles et les systèmes de cultures. En Afrique de l'Ouest, notamment, la compréhension et la modélisation des filières fruitières sont freinées par un manque de méthodes et d'outils adaptés pour caractériser les systèmes à base d'arbres fruitiers, souvent complexes (ex. systèmes agroforestiers). Dans ce contexte, le projet PixFruit (UPR HortSys) vise à acquérir des données sur la production de mangues aux échelles de l'arbre et du verger pour informer des modèles de production régionaux afin de fournir aux acteurs de la filière des informations précises et fiables répondant à leur besoin. Afin d'extrapoler les productions de mangues à l'échelle d'une région à partir des données relevées sur le terrain par l'application smartphone PixFruitApp en cours de développement, il est nécessaire de délimiter et de classifier les arbres et les vergers pour fournir des données d'entrées complémentaires (surface cultivée, type de système de culture, densité de plantation, composition variétale...) aux modèles régionaux.

Les produits de télédétection, par le biais de l'analyse des images satellites multispectrales à très haute résolution spatiale, sont désormais reconnus comme des outils numériques innovants pour l'aide à la décision en agriculture. Leur capacité à cartographier et caractériser les surfaces agricoles a été démontrée depuis plusieurs années dans le contexte des grandes cultures. Toutefois, en pratique ces outils sont encore loin d'être adaptés à l'arboriculture, et encore plus fortement aux systèmes agroforestiers. La variabilité et l'hétérogénéité spatiales et spectrales de l'arbre lui-même comme de la plantation d'arbres restent des défis méthodologiques en télédétection. Les résultats obtenus en délimitation comme en classification par les approches classiques pixels ou orientés objets (random forest, SVM, etc...) sont en effet très limités et peu précis, la plupart du temps dès les premiers niveaux de segmentation. Ils sont aussi contraints par un grand déploiement sur le terrain et difficilement généralisables d'un type de système arboricole à un autre. Il est donc aujourd'hui nécessaire de rechercher des méthodes d'analyse de données plus adaptées aux données volumineuses et aux indicateurs complexes et inhomogènes issus de la télédétection, pour assurer l'extraction d'informations pertinentes de manière plus automatique et générique.

Nous proposons donc mettre en place des méthodes de classification et de segmentation neuronales par apprentissage profond (deep learning) pour la production d'informations cartographiques à partir des données du capteur Pléiades.

- Le premier objectif est d'identifier et détourner les manguiers eux-mêmes, en tant qu'arbres individuels, qu'ils soient isolés ou en verger
- Le second objectif est de développer des outils permettant de détecter, délimiter et classifier les vergers dans un bassin de production.

Dans tous les cas, il s'agira d'obtenir de meilleurs résultats en segmentation (délimitation des vergers, détourage des arbres) et en classification (reconnaissance des vergers selon leur espèce majoritaire, classification typologique des vergers selon la structure et la composition variétale, identification de l'espèce fruitière...) qu'avec les outils utilisés auparavant dans l'équipe du projet.

Au cours de ce stage, l'étudiant(e) évaluera le potentiel des deux types de réseaux de neurones les plus utilisés, sur plusieurs architectures de données, pour délimiter et classifier les vergers: les réseaux convolutifs (CNN) sur deux images Pléiades acquises en mars et juillet 2017, puis des architectures basées sur une combinaison de CNNs et de réseaux récurrents (RNN) sur l'association de ces images Pléiades et d'une série temporelle Sentinel-2.

Enfin, il/elle analysera les performances du réseau Mask-RCNN (Regional Convolutional Neural Network) pour identifier et segmenter correctement les arbres.

La zone des Niayes au Sénégal (503 km²) fera office de zone d'étude, pertinente par sa diversité de systèmes de culture comprenant différents niveaux de complexité et de densité (monocultures, systèmes extensifs et systèmes agroforestiers) et de nombreuses espèces d'arbres cultivés (manguiers, agrumes, anacardiés, neems...). En outre, cette zone bénéficie d'une importante base de données de terrain (11 300 manguiers et 12 211 vergers détectés, détourés et classifiés) et d'une expertise agronomique obtenues dans le cadre du projet PixFruit, qui seront mis à disposition du stagiaire pour permettre la réalisation technique de cette étude.

Mots clefs :

Téledétection, images satellites, très haute résolution spatiale, deep learning, réseaux de neurones, délimitation, discrimination, classification, vergers, arbres.

Durée du stage: 6 mois, en 2021.

Accueil:

L'étudiant(e) sera hébergé(e) pour la durée de son stage à la Maison de la Télédétection, 500 Rue JF Breton, 34000 Montpellier. Il/elle aura à sa disposition une machine de calcul et un accès aux outils informatiques de la MTD.

Il/elle sera potentiellement soumis à des périodes de télétravail selon les circonstances sanitaires.

Encadrement:

Le/la stagiaire sera encadré par deux chercheurs de l'UMR TETIS du CIRAD: C. Lelong, spécialiste en télédétection expérimentée dans les milieux agroforestiers, et R. Interdonato, informaticien spécialisé dans l'intelligence artificielle. Il/elle bénéficiera aussi du réseau de collaborateurs du projet Pixfruit, dont E. Faye (UPR HortSys) chef de projet et spécialiste de la filière mangue en Afrique de l'Ouest, J. Sarron (UPR HortSys) agronome mangue et spécialiste du traitement d'images drone, et F. Borne (UMR AMAP), spécialiste en traitement d'images et réseaux de neurones.

Financement:

Ce stage est soutenu par l'institut Convergences en Agriculture Numérique #DigitAg et bénéficie à ce titre d'un budget de fonctionnement, permettant notamment d'enrichir la base de données.

La rémunération du stagiaire sera de l'ordre de 600 euros par mois, calculée sur la base d'un pointage journalier et de 35h de travail par semaine.

Profil souhaité

L'étudiant(e) sera spécialisé(e) dans le traitement des données numériques multidimensionnelles au format image. Il/elle sera en particulier sensibilisé(e) aux nouvelles approches de fouilles et d'analyses de données et les réseaux de neurones lui seront familiers. Il/elle devra être à l'aise en programmation, préférablement avec le langage Python et les bibliothèques pour le développement des réseaux des neurones (TensorFlow, PyTorch). Il/elle devra apprécier la découverte et l'exploration méthodologique, la démarche scientifique, et fera preuve d'un bon esprit d'analyse critique.

Un bon sens du travail en équipe est fortement souhaité, ainsi que le goût pour les collaborations interdisciplinaires. Une bonne culture dans les domaines thématiques de l'agroforesterie et de l'agriculture en Afrique de l'Ouest sera appréciée.

Candidatures :

Attention : cette proposition ne concerne que les stages d'étudiant sous convention avec une école ou une université : il ne s'agit pas d'une offre d'emploi.

Envoyer une lettre de motivation d'une page, précisant en outre la durée et période possible du stage, + 1 CV détaillé par email à : camille.lelong@cirad.fr et roberto.interdonato@cirad.fr.