

### **Proposition de stage au CIRAD – UMR TETIS:**

#### **Application de méthodes de détection de communautés multicouches sur réseaux complexes issus de séries temporelles d'images satellitaires pour la stratification des paysages agricoles**

Le CIRAD est engagé dans le développement des agricultures 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 des méthodologies alternatives pour modéliser et analyser les informations contenues dans les séries temporelles d'images satellitaires.

Dans ce contexte, le projet AMORIS a pour objectif d'explorer les possibilités de caractérisation spatio-temporelle de paysages à grande échelle par une approche de modélisation fondée sur les objets géographiques à des échelles plus fines, en passant donc par une représentation du paysage sous forme de graphes multiples d'interaction à dimensions élevées. Un modèle qui d'appuie sur de tels réseaux complexes conduit à une représentation spatiale des données satellitaires qui va au-delà de la cartographie classique : en prenant notamment en compte les différents types de relations entre objets ou segments identifiés dans les images, correspondant aux éléments « primitifs » du paysage (parcelles agricoles, tâches de végétation naturelle, îlots et structures artificialisés, etc.), ces modèles structurent l'information permettant de remonter vers l'identification d'unités paysagères à plus grande échelle, ayant une connotation « fonctionnelle » homogène dans le paysage. De plus, cette modélisation sous forme de réseaux complexes permet d'appliquer des méthodes récentes d'analyse de réseaux afin de caractériser ces unités paysagères à partir d'information non seulement spectrale ou texturale, et ce de façon non supervisée. Ces connaissances obtenues permettent par exemple de mettre en relief l'organisation spatiale des entités qui constituent un paysage en complément de leur dynamique temporelle.

L'objectif de ce stage est d'étudier de façon exhaustive comment des méthodes de détection de communautés multicouches (Magnani et al. 2019)<sup>1</sup> peuvent être utilisées pour obtenir une stratification automatique du paysage agricole. Une méthodologie proposée en 2019 dans le cadre du même projet (Interdonato et al., 2019)<sup>2</sup> sera utilisée pour modéliser une série temporelle d'images satellitaires Sentinel-2 sous forme de réseaux multicouches. Différentes méthodes de détection de communautés multicouches seront ensuite testées pour l'identification des différentes unités paysagères.

Plusieurs zones d'étude seront prises en considération, localisées dans des pays de l'Afrique de l'Ouest, et notamment au Burkina Faso et au Sénégal. Ces zones agricoles représentent en effet un terrain particulièrement intéressant pour la méthodologie proposée en raison de la fragmentation et de l'évolution constante des paysages les englobant.

<sup>1</sup> Matteo Magnani, Obaida Hanteer, Roberto Interdonato, Luca Rossi, Andrea Tagarelli : Community Detection in Multiplex Networks. CoRR abs/1910.07646 (2019) <https://arxiv.org/abs/1910.07646>

<sup>2</sup> R. Interdonato, R. Gaetano, D. Lo Seen, M. Roche, G. Scarpa : Extracting Multi-Layer Networks from Sentinel-2 Satellite Image Time Series. Network Science, Cambridge University Press (2019)

### **Mots clefs :**

Analyse des réseaux, détection de communautés, réseaux multicouches, réseaux complexes, télédétection, images satellites, stratification du paysage agricole

**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 conditions sanitaires.

### **Encadrement:**

Le/la stagiaire sera encadré par deux chercheurs de l'UMR TETIS du CIRAD: R. Interdonato, informaticien spécialisé dans analyse des réseaux et science de données, et R. Gaetano, informaticien spécialiste en science des données et télédétection.

### **Financement:**

Ce stage est soutenu par le projet TOSCA AMORIS ("Analyse et MODélisation des Réseaux complexes issus de l'Imagerie Satellitaire"), financé par le Centre national d'études spatiales (CNES).

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 la fouille des données, et plus spécifiquement dans l'analyse des réseaux complexes et fouille de graphes.

Il/elle devra être à l'aise en programmation, préférablement avec le langage Python. 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 le domaine thématique de l'agriculture en milieu tropicale sera appréciée.

### **Candidatures :**

Attention : cette proposition ne concerne que les stages d'étudiants 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 [roberto.interdonato@cirad.fr](mailto:roberto.interdonato@cirad.fr).