

Offre de stage

Intitulé : Production de cartes de distribution de bananiers non cultivés en Guadeloupe pour alimenter la surveillance de la Fusariose race tropicale 4 du bananier

Date de clôture : 01 décembre 2026

Dates du stage : 6 mois, démarrage possible entre le 1^{er} février et le 1^{er} mars 2027

Contexte et objectifs :

La banane dessert est le fruit le plus commercialisé au monde [1], mais sa culture est menacée par la fusariose race tropicale 4 (FocTR4), maladie contre laquelle aucune méthode de lutte efficace n'existe à l'heure actuelle [2]. FocTR4 est causée par le champignon tellurique *Fusarium oxysporum f. sp. cubense*, capable d'infecter un large éventail de variétés de bananiers [3].

Détectée à Mayotte en 2019, la maladie est encore absente de Guadeloupe, mais le risque d'entrée et d'établissement sur l'île reste élevé. Son introduction pourrait entraîner d'importants dommages économiques pour la filière banane, qui occupe une place importante dans l'activité socio-économique de ce territoire [4, 5]. Des réseaux de surveillance biologique ont été mis en place pour détecter les premiers cas ou les zones déjà atteintes [6].

La présence de plantes hôtes étant le premier facteur d'établissement de la maladie, la surveillance est principalement tournée vers les surfaces cultivées en banane, essentiellement du sous-groupe « Cavendish », documentées dans les bases officielles comme le Registre Parcellaire Graphique [7]. Or les bananiers présents hors de ces zones agricoles (jardins publics ou privés, friches, bords de route) représentent aussi des hôtes potentiels de la maladie qui pourraient favoriser la propagation et la survie du champignon hors des exploitations. Faute d'information sur leur répartition, ils ne sont pas intégrés aux plans de surveillance.

Le stage explorera la possibilité de modéliser la répartition des espèces du genre *Musa* à partir de l'identification automatisée d'images opportunistes. En Martinique, l'analyse de 182 000+ images géoréférencées de la base open source Mapillary par l'API Pl@ntNet a mené à 34 000+ identifications exploitables, dont 749 avec au moins un bananier (score $\geq 0,1$) [8, 9]. Un travail exploratoire a couplé ces détections à des modèles de distribution d'espèces s'appuyant sur des prédicteurs issus d'imagerie satellite. Les modèles font mieux que le hasard pour deux espèces (*Musa balbisiana*, *Musa × paradisiaca*), mais leur transférabilité spatiale reste limitée et la validation externe insuffisante.

Le stage prolonge cette démarche à la Guadeloupe en élargissant les sources de données d'occurrence (Google Street View, éventuellement acquisitions 360° en propre), en évaluant la fiabilité des détections et la sensibilité au seuil de confiance, en consolidant la modélisation, puis en exploitant les cartes de distribution des différentes espèces de *Musa* qui contribueront à développer des outils de surveillance et d'anticipation du risque d'introduction de la FocTR4 sur le territoire Guadeloupéen.

Ces travaux s'inscrivent dans le cadre du projet FEDER Guadeloupe Une Santé, un projet réunissant plusieurs unités du CIRAD, l'INRAE, l'Institut Pasteur et le CHU de Guadeloupe. Il cherche à renforcer la durabilité des agroécosystèmes, la sécurité alimentaire et la protection de la santé des populations, en réduisant leur vulnérabilité face aux risques sanitaires.

Il s'appuie sur une approche interdisciplinaire et intégrée des risques sanitaires humains, animaux, végétaux et environnementaux, et cible l'étude de maladies infectieuses prioritaires pour le territoire guadeloupéen (dont FocTR4), afin de mieux comprendre leurs dynamiques, anticiper leur émergence et promouvoir des pratiques agricoles et sanitaires durables et résilientes.

Vos missions :

Stage de fin d'études centré sur la modélisation de la distribution des bananiers (*Musa spp.*) à partir d'images opportunistes et d'outils d'IA, et sur son exploitation pour la surveillance de la FocTR4 du bananier. Concrètement, les missions du ou de la stagiaire incluront :

1. Elargissement des sources de données d'imagerie
 - a. Tester d'autres sources d'images 360° pour compléter Mapillary : campagnes Google Street View existantes, éventuellement acquisitions en propre avec caméras GoPro MAX2.
2. Calibration et évaluation des seuils de détection
 - a. Réannoter un échantillon d'images pour évaluer la fiabilité des détections PI@ntNet.
 - b. Calibrer les seuils de confiance et évaluer la sensibilité des résultats à ces seuils.
3. Modélisation de la distribution des *Musa spp.* en Guadeloupe
 - a. Tester différents modèles de distribution d'espèces (dont MaxEnt), et différentes sources de données de covariables environnementales (dont embeddings satellitaires).
 - b. Produire les cartes de distribution par espèce et groupe d'espèces en Guadeloupe (dont exploration des méthodes de combinaison des cartes par espèce)
4. Évaluer les cartes obtenues
 - a. Évaluation externe contre des bases d'occurrences indépendantes : GBIF, iNaturalist, SGBD du PNR et du conservatoire botanique, etc.
 - b. Évaluation de l'intérêt des cartes obtenues pour la surveillance FocTR4 (détermination de la fréquence d'observation permettant de modéliser correctement la dynamique tout en minimisant l'effort d'échantillonnage sur le terrain).

Pour aller plus loin (optionnel, selon l'avancement)

- Combiner les cartes de *Musa spp.* avec d'autres facteurs de risque pour affiner l'évaluation du risque FocTR4
- Transposer la démarche à un territoire où la maladie est présente (Mayotte).

- Communication scientifique :

- Participer à des échanges avec les acteurs de la surveillance, comme le groupe de travail FocTR4 de la Plateforme d'Epidémiosurveillance Végétale,
- contribuer à la valorisation des résultats (présentation en congrès, rédaction d'articles techniques et/ou scientifiques).

Livrables attendus :

- Jeu d'occurrences de *Musa spp.* avec évaluation des performances de détection (formats ouverts), et documentation associée.
- Cartes de distribution des *Musa spp.* et cartes d'intérêt pour la surveillance de FocTR4.
- Scripts reproductibles de la chaîne de traitement et de modélisation.

Environnement technique :

- Programmation : notebooks Python (geopandas, xarray).
- Échanges de données : possiblement via un serveur sous environnement Unix.
- APIs : Mapillary, Google Street View (sous réserve), Pl@ntNet.
- Modélisation : modèles de distribution d'espèces (MaxEnt et alternatives), embeddings satellitaires, i.e. Google Satellite Embeddings.
- Matériel : caméras 360° GoPro MAX2.
- Données : jeux de détection ouverts (Zenodo), Registre Parcellaire Graphique, bases d'occurrences (GBIF, iNaturalist).

Ce que vous allez apprendre :

- Exploiter des données opportunistes et des outils d'IA (reconnaissance d'images, données satellitaires) en tenant compte de leurs biais.
- Construire et évaluer des modèles de distribution d'espèces sur un territoire réel.
- Traduire des résultats de modélisation en cartes et recommandations opérationnelles pour un réseau de surveillance.
- Travailler en équipe pluridisciplinaire, en lien avec les acteurs de la surveillance sanitaire.

Profil recherché :

Niveau d'études : Master 2 ou dernière année d'école d'ingénieur – stage de fin d'études.

Le sujet se situe à la croisée de l'écologie des populations, de la vision par ordinateur et de la télédétection : profils en écologie quantitative, épidémiologie végétale, géomatique / télédétection ou science des données bienvenus.

Aptitudes, compétences recherchées :

- Compétences dans au moins un de ces domaines : modélisation de la distribution des espèces ou écologie statistique, télédétection, vision par ordinateur.
- Programmation en Python (notebooks, geopandas, xarray).
- Aisance avec un environnement UNIX (ligne de commande, serveur distant).
- Sensibilité à la cartographie et bases en analyse spatiale.
- Rigueur dans l'annotation et l'évaluation des données.
- Goût pour le terrain apprécié (acquisitions d'images 360° possibles).
- Intérêt pour l'épidémiologie végétale, l'agriculture tropicale et la surveillance sanitaire.
- Travail en autonomie, force de proposition, esprit de synthèse.
- Permis B

Contraintes du stage : travail sur écran > 4 h/jour, travail en environnement tropical.

Lieu : Guadeloupe (station de Neufchâteau, Capesterre-Belle-Eau)

Renseignements sur le stage :

Encadrement :

- Jérémy LAVARENNE, Cirad – UMR TETIS (Le Lamentin, Martinique), chercheur, [ORCID](#) – encadrement à distance
- Mathilde CHEN, Cirad – UMR PHIM (Neufchâteau, Guadeloupe), co-animatrice du GT FocTR4 de la Plateforme ESV, [ORCID](#)

Gratification et avantages :

- Gratification selon le barème légal en vigueur pour tout stage supérieur à 2 mois (44 jours de présence) ; à titre indicatif, 4,35 € / heure de présence effective en 2025.
- Billet d'avion A/R Hexagone/Antilles
- Titres restaurant.
- Hébergement à coût limité sur la station expérimentale de Neufchâteau (sous réserve de disponibilité)

Candidature :

Pour toute question scientifique ou logistique et pour candidater (CV + lettre de motivation) : jeremy.lavarenne@cirad.fr ET mathilde.chen@cirad.fr. Ajouter impérativement [FOCTR4-MUSA-stage] dans le sujet du mail, sans quoi votre candidature ne sera pas prise en compte.

Références :

1. Observatoire des Marchés du CIRAD. Fiche 1 – La banane en chiffres.
2. FAO. [What is Fusarium Tropical Race 4?](#)
3. Ploetz, R. C. (2015). Fusarium wilt of banana. *Phytopathology*, 105(12), 1512–1521.
4. Office de développement de l'économie agricole d'Outre-mer (ODEADOM). [Filières – banane](#).
5. AGRESTE (2025). [GRAPH'AGRI](#).
6. [Visualisation des données de surveillance de la Fusariose Tropicale Race 4 sur bananiers \(FocTR4\)](#).
7. Data.gouv. [Registre Parcellaire Graphique \(RPG\)](#).
8. Jeu de détection Pl@ntNet sur images Mapillary – Martinique. [Zenodo](#).
9. Jeu de détection Pl@ntNet sur images Mapillary – Guadeloupe. [Zenodo](#).

Le Cirad en bref

Le Cirad est l'organisme français de recherche agronomique et de coopération internationale pour le développement durable des régions tropicales et méditerranéennes.

Avec ses partenaires, le Cirad co-construit des connaissances et des solutions pour inventer des agricultures résilientes dans un monde plus durable et solidaire. Il mobilise la science, l'innovation et la formation afin d'atteindre les objectifs de développement durable. Il met son expertise au service de tous, des producteurs aux politiques publiques, pour favoriser la protection de la biodiversité, les transitions agroécologiques, la durabilité des systèmes alimentaires durables, la santé (des plantes, des animaux et des écosystèmes), le développement durable des territoires ruraux et leur résilience face au changement climatique.

En intégrant le Cirad, vous rejoignez une organisation aux ambitions et valeurs fortes, qui a un impact concret sur le développement des régions tropicales et méditerranéennes.

Le Cirad ce sont :

- 1650 personnes salariées permanentes,
- 300 en expatriation,
- 320 dans les Drom,
- 1140 scientifiques,
- 400 doctorantes et doctorants par an
- 450 stagiaires par an

Retrouvez plus d'informations sur notre site Internet : www.cirad.fr

