

## PROPOSITION DE STAGE 2021

**Organismes partenaires :** INRAE *Institut Agro* CIRAD Sud'Expé  
**Lieux du stage :** CIRAD Lavalette, 34398 Montpellier  
**Durée :** 6 mois  
**Dates :** à partir de février / mars 2021  
**Niveau :** Stage de fin d'études BAC + 5 (Ingénieur ou Master 2)  
**Profil du stage :** Recherche appliquée

### **INTITULE DU STAGE : IA et réseau de neurones pour l'analyse d'images collectées par drone : détection et cartographie des dysfonctionnements du système d'irrigation dans un verger**

**Contexte et problématique :** Les prévisions liées au changement climatique soulignent les risques accrus de déficit hydrique en productions végétales. Face à ces risques, la bonne gestion de la ressource en eau est un élément capital pour la production agricole, et notamment pour la production fruitière, qui est souvent irriguée. Par souci d'économie de la ressource, de nombreux vergers sont irrigués par des systèmes localisés parcimonieux. Ces systèmes, bien que très performants, sont soumis à des dysfonctionnements, générant de l'hétérogénéité dans la répartition de l'eau au sein de la parcelle, ce qui peut être préjudiciable au rendement et/ou à la qualité des productions. Le suivi de l'évaporation relative d'une culture peut être réalisé par thermographie infrarouge (TIR) (Jones, 1999) et par imagerie thermique à haute résolution embarquée sur un drone (Gomez-Candon et al, 2016). Par ailleurs, l'utilisation d'un capteur multi-spectral rend possible le calcul d'indices de végétation, qui, couplés aux données de température de couvert, permettent d'obtenir des informations sur l'utilisation de l'eau par les arbres (Delalande et al., 2018). Ces données peuvent également être utilisées pour faciliter la détection de zones d'excès ou de déficit d'eau dans le verger, alertant ainsi sur le potentiel dysfonctionnement du système d'irrigation. Ce sujet s'inscrit dans l'axe thématique 5 du GIS en proposant le développement d'un outil de surveillance de l'intégrité du système d'irrigation.

**Objectifs généraux du stage / Résultats attendus :** L'objectif de ce stage, qui s'inscrit dans la suite d'un projet Européen (Friendly Fruit, soutenu par l'eit Climate-KIC), est de délivrer une application basée sur un algorithme de reconnaissance des arbres en situation de déficit hydrique et d'autres en situation d'excès d'eau, signalant un potentiel dysfonctionnement du système d'irrigation, en utilisant les données spectrales acquises dans différents spectres (VIS, PIR et IRT). La sortie attendue est une application capable de réaliser la cartographie des « hot spots » et des « cold spots », potentiellement des zones présentant une fuite ou un excès d'eau, immédiatement après l'acquisition des images par drone. Pour cela, l'algorithme doit être rapide et simple à mettre en œuvre car il sera utilisé directement par des non spécialistes.

Un travail précédent a permis de mettre au point un premier algorithme, qui utilise l'ensemble des bandes spectrales, et qui parvient à détecter des zones de déficit hydrique. Une version beta de l'application est disponible. Le résultat attendu cette année est l'amélioration des performances et de la robustesse de l'algorithme, et l'extension à la détection d'arbres souffrant d'un excès d'eau.

Plusieurs actions seront envisagées et seront à discuter : i) gagner en temps de traitement et en discrimination en adaptant l'algorithme pour un travail uniquement sur la bande IRT, la plus pertinente, ii) améliorer sa robustesse sur pommier en intégrant d'autres jeux de données (autres caméras, autres parcelles), iii) ouvrir vers d'autres espèces que le pommier, iv) améliorer l'application (y compris le design si possible). Enfin dans la mesure du possible, un test réel sur des parcelles de fruitiers sera réalisé.

### **Publications de l'équipe d'accueil (INRAE):**

Coupel-Ledru, A., Pallas, B., Delalande, M., Boudon, F., Carrie, E., Martinez, S., Regnard J.L., and Costes, E. 2019. Multi-scale high-throughput phenotyping of apple architectural and functional traits in orchard reveals genotypic variability under contrasted watering regimes. Horticulture Research (2019) 6:52. <https://doi.org/10.1038/s41438-019-0137-3>

Delalande, M., Gómez-Candón, D., Coupel-Ledru, A., Labbé, S. and Regnard, J.L., 2018. Do multispectral and thermal IR high-resolution UAS-borne imagery help in phenotyping the tree response to water stress at field? Case studies in apple diversity population and varietal assays. International Horticultural Congress IHC2018, Istanbul, TUR (2018-08-12 - 2018-08-16). (comm sans proceedins/actes)

Virlet N, Lebourgeois V, Martinez S, Costes E, Labbé S, Regnard JL. 2014. Stress indicators based on airborne thermal imagery for field phenotyping a heterogeneous tree population for response to water constraints. Journal of Experimental Botany. 65: 5429-5442

Gómez-Candón, D., Virlet, N., Labbé, S., Jolivot, A., & Regnard, J. L. 2016. Field phenotyping of water stress at tree scale by UAV-sensed imagery: new insights for thermal acquisition and calibration. Precision agriculture, 17(6), 786-800

Gómez-Candón D., Delalande M., Vincourt S., Mathieu V., Créte X., Labbé S., Regnard J.L. 2017. Contribution of High-Resolution Multispectral and Thermal-Infrared Airborne Imagery to Assess the Behavior of Fruit Trees Facing Water Stress: Proof of the Concept and First Results in an Apple Variety Field Trial. EFITA WCCA 2017 Conference, Montpellier SupAgro, Montpellier, France, July 2nd-6th, 2017

### **ACTIVITES DOMINANTES CONFIEES AU STAGIAIRE :**

- Etat de l'art, bibliographie (réseaux de neurones, classification, librairies python, applications de cartographie open sources, ...)
- Prise en main de l'algorithme actuel (travail sur Linux),
- Adapter l'algorithme, intégrer de nouveaux jeux de données, entrainer à nouveau le réseau,
- Comparer l'efficacité de l'algorithme multi-bandes versus l'IRT seul

### **PROFIL REQUIS :**

- Dernière année de Formation Supérieure BAC + 5
- Connaissances : informatique Machine Learning, Deep Learning, réseaux de neurones. Des connaissances en SIG open source seraient un plus
- Compétences opérationnelles : bonnes capacités de codage (Python requies, C++ est un plus), des connaissances sur les frameworks d'apprentissage profond (Keyras tensorflow, Py Torch, ...), forte autonomie nécessaire
- Langues : français et/ou anglais courant
- Permis de conduire (le cas échéant) : transport en commun qui desservent le site

### **INDEMNISATION (SUR BUDGET INRAE-GIS FRUITS) :**

Selon la réglementation en vigueur pour 2021 (environ 661 €/mois)

### **AVANTAGES PROPOSES (le cas échéant) :**

- logement : --
- restauration : accès au restaurant d'entreprise du CIRAD
- déplacements : --

### **CONTACT MAITRE DE STAGE INRAE :**

Nom et fonction du responsable à contacter : Magalie Delalande, Phénotypage aéroporté

Adresse : UMR AGAP, TA-A 108/3 Avenue Agropolis, 34398 Montpellier Cedex 5

Tél. : +33(0)4.67.61.75.07

Site web (équipe et/ou projet) : <https://umr-agap.cirad.fr/>

Mail : [magalie.delalande@inrae.fr](mailto:magalie.delalande@inrae.fr)

## Environnement du stage, encadrement (non exhaustif)

**Maître de stage INRAE : *Magalie Delalande*** (Ingénieur de recherche)

Supervision du projet : l'expérimentation, acquisition des jeux de données et analyse par traitement d'image des jeux de données, accueil et suivi au quotidien du stagiaire ; réalisation des objectifs IA et application cartographique.

**CIRAD, UMR AGAP**, équipe PhénoMEM : ***Grégory Beurier***

Chercheur en Sciences informatique-modélisation-IA : encadrement sur les aspects algorithmes, réseaux de neurone,

**Institut Agro : *Prof. Jean Luc Regnard*** (Professeur Emérite)

Rôle et implication dans l'encadrement de l'étudiant ou dans le déroulement du stage : Professeur Emérite à SupAgro Montpellier ; Connaissances des arbres et de leur suivi en verger. Encadrement sur les aspects écophysiologie et agronomie des arbres en verger, veille bibliographique

**CIRAD UMR Tétis**, équipe ATTOS : ***Audrey Jolivot***,

Collecte de données, télépilote de drone, adaptation des acquisitions à la configuration du terrain – encadrement pour la cartographie (appli)

**SudExpé (Marsillargues) : *Xavier Créte***

Accueil et gestion des expérimentations, choix des parcelles et conduite des protocoles expérimentaux, Contact filière, conseil utilisateurs.