



## PROPOSITION DE STAGE 2022-2023

Le GIS Fruits souhaite soutenir des stages étudiants de 6 mois, niveau Master 2 sur le thème des fruits et offre pour cela de financer des bourses de stages réalisés dans des labos INRAE. Le sujet proposé doit :

- i) s'inscrire dans les axes thématiques du GIS,
- ii) être construit en partenariat entre au moins 3 membres du GIS\*,
- iii) le stagiaire doit être encadré par un maître de stage INRAE.

\* Les trois partenaires proposant le stage ne doivent pas appartenir à la même unité.

>Axes thématiques du GIS : <http://www.gis-fruits.org/Le-GIS-Fruits/Axes-thematiques>

>Partenaires du GIS : <http://www.gis-fruits.org/Le-GIS-Fruits/Membres-fondateurs>

**Organismes partenaires : (1) INRAE (2) CIRAD (3) SUDEXPE**

*Dont l'école membre du GIS le cas échéant : Institut Agro*

**Lieux du stage : Montpellier**

**Durée : 6 mois**

**Dates : A partir de Janvier 2023**

**Niveau : Stage de fin d'études BAC + 5 (Option Ingénieur, ou Master 2)**

**Profil du stage : Recherche appliquée**

### **INTITULE DU STAGE : DeepFlowering: Prédiction des dates de floraison du pommier à partir d'images aériennes**

Contexte et problématique :

La disponibilité de nouveaux outils et de nouvelles technologies numériques modifie profondément l'agriculture moderne et permet d'envisager des solutions innovantes aux problèmes posés par le réchauffement climatique. La proxy-détection a un potentiel important pour aider à la caractérisation de variétés végétales et la sélection des plus performantes. Dans ce contexte, le projet FRUITFLOW s'intéresse à comprendre les mécanismes de floraison chez deux espèces fruitières de grande importance économique : le pommier et le pêcher. Une des ambitions de ce projet est de développer de nouvelles méthodologies pour prédire les dates de floraison, à l'aide d'images aériennes (dans le spectre du visible au proche infra-rouge), acquises par drone à des intervalles de temps réguliers.

Des premières études ont montré l'intérêt de solutions basées sur du deep learning pour la détection et le comptage des fleurs pour les cultures annuelles telles que le blé, le maïs, le sorgho, le riz et le coton. A partir de ces analyses, des méthodes d'estimations des dates de mise en place des épis (Desai et al. 2019, Zhao et al. 2021) ont été proposées. Ces solutions sont basées sur des approches de type réseaux CNN. En partant de ces travaux, nous avons testé en 2022 un réseau qui permettra de prédire la date de floraison d'une collection de pommiers contenant de nombreuses variétés. L'originalité de notre approche est de considérer des plantes pérennes dont la floraison est en partie déterminée l'année précédente.

Le stage portera sur la poursuite de la démarche engagée sur une population de diversité de pommiers, implantée en 2014 sur la station expérimentale INRAe Diascope (Mauguio, au Sud de Montpellier). A différentes périodes des années 2021 et 2022 (printemps et automne) des collectes d'images RVB et multispectrales ont été acquises sur le verger, grâce à des capteurs embarqués par drone, pour caractériser différentes phases du développement des arbres tel que le développement de la végétation puis sa sénescence (changement de couleur puis chute des feuilles). Parallèlement à ces acquisitions, des notations expertes ont été et seront réalisées sur les arbres à Mauguio, aux printemps 2022 et 2023, pour noter les dates de floraison et l'évolution de la phénologie.

### Objectifs généraux du stage / Résultats attendus :

L'objectif du stage est de réaliser des analyses génétiques et de prédire les dates de floraison à partir des images acquises en 2021 et 2022 et des relevés phénologiques du printemps, en s'appuyant sur un pipeline d'analyses automatisé développé en 2022.

Pour réaliser ce travail l'étudiant.e disposera de jeux de données images (jeux de données d'images RVB et multispectrales acquises sur les saisons 2021 et 2022), des coordonnées des centres des arbres de la parcelle, des dates de floraison des arbres au printemps 2021 et celle de 2022 (acquisition par I. Farrera, Equipe AFEF) et des données climatiques de la station expérimentale.

Les résultats attendus portent sur les analyses génétiques des données brutes issues des images et des index de végétation, la prédiction des dates de floraison par génotype et si le temps le permet l'étude de sensibilité des modèles au nombre de données considérées (date d'acquisition, nombre et type de canaux RVB et multispectraux), en lien avec les activités dominantes du stage (voir ci-dessous).

Publications de l'équipe d'accueil et/ou relative au sujet (et/ou au projet dans lequel s'insère le stage) :  
Coupel-Ledru et al. 2019. Multiscale high-throughput phenotyping of apple architectural and functional traits in orchards reveals genotypic variability under contrasted watering regimes. Horticulture Research 6:52.

Gómez-Candón et al. 2016. Field phenotyping of water stress at tree scale by UAV-sensed imagery: new insights for thermal acquisition and calibration. Precision agriculture, 17(6)

Delalande et al. 2020. 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. Acta Hort. 1279, 239-246

Desai et al. 2019. Automatic estimation of heading date of paddy rice using deep learning. Plant Methods 15.

Zhao et al. 2021. An Efficient Method for Estimating Wheat Heading Dates Using UAV Images. Remote Sensing 13(16).

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

Les missions qui seront confiées au stagiaire seront :

- 1) Analyse de la qualité des images produites sous forme d'ortho-mosaïques et leur normalisation
- 2) Alimentation d'une base de données de patches représentant chaque arbre en utilisant des information GPS
- 3) Calcul d'index de végétation à partir des images
- 4) Analyses génétiques des données brutes issues des images et des index de végétation
- 5) Entraînement du réseau de neurones de type CNN pour la prédiction des dates de floraison par génotype
- 6) Étude de sensibilité des modèles au nombre de données considérées (date d'acquisition, nombre et type de canaux RVB et multispectraux).

### **PROFIL REQUIS :**

- Dernière année de Formation Supérieure BAC + 5
- Connaissances en informatique pour l'utilisation de méthodes de Machine Learning, Deep Learning et de réseaux de neurones.
- Connaissances en statistiques et génétique quantitative : méthodes de normalisation, modèles linéaires et linéaires généralisés, etc.
- Compétences opérationnelles : Aptitude au travail en équipe, Intérêt pour la biologie, l'agronomie et la génétique
- Langues : français courant et anglais
- Permis de conduire (le cas échéant) : -

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

Selon la réglementation en vigueur pour 2023 (environ 600 €/mois) :

La rémunération selon barème légal des stages sera d'environ 661€ mensuel réactualisé en 2022

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

- logement : Non
- restauration : accès au restaurant d'entreprise du CIRAD le midi (hors situation de télétravail) avec un tarif subventionné
- déplacements : Si nécessaire pris en charge par frais de mission

**CONTACT MAITRE DE STAGE INRAE :**

(1) Maître de stage INRAE (obligatoire) Evelyne Costes  
Nom et fonction du responsable à contacter : Fernando Andres  
Adresse : UMR AGAP, Avenue Agropolis - Bat 1 - Bureau 26  
34398 Montpellier Cedex 05, France  
Tél. :04 67 61 75 08  
Site web (équipe et/ou projet) :  
Mail : [evelyne.costes@inrae.fr](mailto:evelyne.costes@inrae.fr)