

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

**Lieux du stage :** UMR AGAP, Avenue agropolis, 34398 Montpellier  
**Durée :** 6 mois  
**Dates :** à partir de janvier 2022  
**Niveau :** Stage de fin d'études BAC + 5 ( Ingénieur ou Master 2)  
**Profil du stage :** Recherche appliquée

## Contexte général :

La disponibilité de nouvelles technologies modifie profondément l'agriculture moderne et permet d'envisager des solutions innovantes aux problèmes posés par le réchauffement climatique. La télédétection, couplée au traitement de données par deep learning, ont un potentiel important pour aider à la caractérisation de variétés végétales et la sélection des plus résilientes. 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 une approche de deep learning pour prédire les dates de floraison chez le pommier, 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 souhaitons proposer 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 une population de diversité de pommiers, implantée en 2014 sur la station expérimentale INRAe Diascope (Mauguio). A différentes périodes de l'année 2021 (printemps et automne), des collectes d'images RVB et multi-spectrales ont été acquises sur le verger, grâce à des capteurs embarqués par drone, pour caractériser différentes phases du développement des arbres tel que la sénescence (changement de couleur puis chute des feuilles). Parallèlement à ces acquisitions, des notations expertes ont été réalisées sur les arbres à la floraison et à la sénescence. Au printemps 2022, des relevés des dates de floraison et de l'évolution de la phénologie seront réalisés.

## Objectifs généraux du stage / missions confiées au stagiaire :

L'objectif du stage est de développer un pipeline automatisé capable de prédire les dates de floraison à partir des images acquises en 2021 et des relevés du printemps. Les missions qui seront confiées au stagiaire seront :

- 1) Préparation des données sous forme d'ortho-mosaïques
- 2) Mise en place de méthodes de normalisation
- 3) Génération d'une base de données de patches représentant chaque arbres en utilisant des information GPS
- 4) Développement et entraînement d'un réseau de neurones type CNN pour la prédiction des dates de floraison

- 5) Étude de sensibilité du modèle développé au nombre et type de dates d'acquisition considérées, au nombre et type de canaux RVB et multi-spectraux considérés.
- 6) Test sur des bases de données externes (pêchers en Espagne) des résultats de prédiction.

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

### **Profil souhaité:**

- Connaissances en informatique : Machine Learning, Deep Learning, réseaux de neurones.
- Connaissances en mathématiques et en statistiques : méthodes de normalisation, etc.
- Compétences opérationnelles : bonnes capacités de codage (Python), des connaissances sur les frameworks d'apprentissage profond (Keras, Tensorflow, Py Torch, ...), connaissance de Fiji
- Autonomie ; Curiosité pour la biologie;
- Langues : français et/ou anglais courant

### **Indemnisation:**

La rémunération selon barème légal des stages sera de 600€ mensuel, avec accès au restaurant d'entreprise du CIRAD le midi (hors situation de télétravail).

### **Encadrements:**

**Frédéric Boudon, CIRAD, UMR AGAP, Équipe Phenomen** : [frederic.boudon@cirad.fr](mailto:frederic.boudon@cirad.fr)

avec l'appui de :

Magalie Delalande, INRAe, UMR AGAP, Équipe Afef : [magalie.delalande@inrae.fr](mailto:magalie.delalande@inrae.fr)

Evelyne Costes, INRAe, UMR AGAP, Équipe Afef : [evelyne.costes@inrae.fr](mailto:evelyne.costes@inrae.fr)

Emmanuel Faure, CNRS, LIRMM, Équipe Icar : [emmanuel.faure@lirmm.fr](mailto:emmanuel.faure@lirmm.fr)

### **Publications de l'équipe d'accueil et/ou relative au sujet :**

- 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.
- Virlet N et al., 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
- 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)
- 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).

**Dossier de candidature (CV et lettre de motivation) à envoyer à**  
**[frederic.boudon@cirad.fr](mailto:frederic.boudon@cirad.fr) et [magalie.delalande@inrae.fr](mailto:magalie.delalande@inrae.fr)**

**avant le 15 décembre**