



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

INRAE



Proposition de stage M2 (2027) : Evaluation de restrictions d'irrigation sur les productions et le bilan hydrique de vergers par modélisation combinée à des données de télédétection.

LA STRUCTURE D'ACCUEIL	
Laboratoires	UMR 1114 EMMAH : Environnement Méditerranéen et Modélisation des Agro-Hydrosystèmes (équipe DREAM) : https://www6.paca.inrae.fr/emmah UR 1115 PSH : Plantes et systèmes de cultures Horticoles https://psh.paca.hub.inrae.fr/
Bref descriptif des laboratoires	L'UMR EMMAH développe des recherches sur les interactions entre cultures et ressources en eau sous influence du changement climatique, en particulier le déficit hydrique. L'équipe DREAM (Dynamique des territoires, fonctionnement des Espaces Agricoles et Modélisation) vise à comprendre le fonctionnement des espaces agricoles, et en particulier la dynamique de la production végétale en fonction du contexte agropédoclimatique, les interactions entre la production végétale et les ressources hydriques et l'évolution des systèmes de culture soumis aux contraintes des changements globaux. Elle s'appuie notamment sur des données de télédétection pour prendre en compte la variabilité des surfaces étudiées. L'UR PSH étudie les productions horticoles alimentaires, principalement fruits et légumes consommés en frais. Les objectifs finalisés sont de contribuer à la mise au point de scénarios techniques et paysagers permettant de promouvoir la qualité des produits récoltés dans le respect de l'environnement. La réalisation de ces objectifs s'appuie sur des études au niveau de la plante, de ses fruits, et de populations de bioagresseurs, destinées à mieux comprendre leurs réponses à l'environnement. Elle s'appuie également sur des études au niveau des systèmes de culture permettant de représenter le fonctionnement des plantes en interaction avec l'environnement physique et biotique et les interventions culturales.
LE STAGE	
Contexte	En milieu méditerranéen, les tensions sur les ressources disponibles en eau et en sol sont de plus en plus importantes. Les territoires vont devoir s'adapter en visant une gestion sobre des ressources. Dans ce cadre, le projet CASDAR BRAVEAU : Besoins en eau et stratégies d'irrigation efficaces en verger, pour une meilleure gestion de l'eau face au changement climatique, coordonné par le CTIFL, propose de tester des méthodes innovantes et plus efficaces de pilotage de l'irrigation, et à faire avancer les connaissances sur la détection des stress et sur les besoins en eau des cultures fruitières. Des expérimentations sont menées par différents partenaires du projet sur des vergers conduits en irrigation classique et restreinte sur divers départements couvrant l'Ardèche, la Drôme, le Vaucluse, les bouches du Rhône le Gard, et l'Isère. Différentes observations (dendromètres, sondes sols et imagerie satellitaire) sont suivies sur quelques parcelles. Le projet propose également de réaliser un travail d'étude de redéfinition des besoins en eau sur plusieurs cultures fruitières du projet (pêche, pomme), par la modélisation. Le modèle Qualitree (Miras-Avalos et al., 2013) développée par l'UR PSH permet de simuler différentes stratégies d'irrigation et d'évaluer les impacts sur le rendement de pêchers et pommiers. Son utilisation demande de connaître un certain nombre de paramètres relatifs au sol et aux pratiques précisément, notamment les dates des apports d'eau et les doses. Ces informations sont difficiles à obtenir spatialement sur de larges territoires. La télédétection, permet d'obtenir des variables comme l'indice foliaire (LAI) ou l'humidité de surface qui sont simulées par le modèle (Rouault et al., 2024a; Rouault et al., 2024b; Weiss et al., 2020).

Objectifs du stage	L'objectif du stage proposé vise à -i) dans un premier temps valider les variables biophysiques dérivées de données de télédétection (d'images Sentinel 2) sur les différents vergers suivis à partir d'observations faites au sol. Les coefficients culturaux dérivés des images seront aussi calculés par parcelles. L'UMR EMMAH a développé par ailleurs des algorithmes pour suivre le stock en eau des sols de vergers à partir de données Sentinel 1 et 2 (Courault et al, 2024, Doussan et al, 2024). Cette approche sera évaluée sur les parcelles instrumentées. -ii) Dans un second temps, il s'agira d'utiliser le modèle Qualitree pour reproduire la croissance de la biomasse et des fruits et les variations de stocks d'eau dans le sol. Des outils d'optimisation de paramètres seront mises en place en utilisant le module CroptimizR développé par Samuel Buis de l'équipe DREAM (Buis et al., 2023). Le travail consistera à comparer les sorties simulées par le modèle en termes de LAI et d'humidité des sols aux observations satellitaires afin de retrouver les bons paramètres d'irrigation des parcelles suivies. L'étudiant (e) pourra participer aux observations ponctuelles sur le terrain (photos hémisphériques sur les vergers). Il (elle) traitera et analysera les images de télédétection. La partie modélisation se fera avec l'aide de Gilles Vercambre et Samuel Buis (UR PSH)
Date et durée du stage	Démarrage : fev/avril 2027 Durée : 4 -6 mois
Lieu/modalités	INRAE Avignon. UMR EMMAH – Web : https://www6.paca.inrae.fr/emmah
Activités attendues	-Contribution aux mesures ponctuelles pour valider les variables biophysiques sur vergers -analyses des données images à mettre en lien avec les indicateurs sur le développement du couvert et le stock d'eau dans le sol -Rédaction de comptes rendus hebdomadaires et du rapport final. -Réalisation à minima d'une présentation orale de ses travaux et participation aux réunions de travail de l'équipe et du projet. Le/la stagiaire : travaillera avec les équipes DREAM de l'UMR EMMAH, et de l'UR PSH et sera amené.e à se déplacer (accompagné.e) sur le terrain. Il/elle pourra éventuellement avoir l'occasion de découvrir et de contribuer aux autres activités de l'unité, par exemples : autres sorties de terrain,
Conditions pratiques	- Gratification : 4.05€/h de présence en 2023 (soit environ 540 à 590 €/mois) - Participation INRAE aux frais de repas de midi (restaurant inter-entreprises à proximité) et aux transports en commun. - Comité d'Entreprise (ADAS) pour un accès aux activités sportives et culturelles - Le domaine de l'INRAE est situé à 8 km du centre-ville d'Avignon (ligne de bus, location de vélo à l'INRAE à bas coût).

INFORMATIONS GENERALES

Profil recherché	– M2 en cours plutôt orienté agronomie – Intérêt pour la modélisation et la télédétection – Motivations pour l'analyse de données – Goût pour le travail en équipe (autres stagiaires, thésards, techniciens et chercheurs) – Maîtrise des outils bureautique et utilisation de R (ou Rstudio) souhaitée – Organisation, rigueur, autonomie – Aptitude rédactionnelle
Contacts et responsables du stage	Pour plus d'informations et candidater : envoyer un CV ainsi qu'une lettre de motivation aux adresses mails suivantes : Dominique COURAULT : dominique.courault@inrae.fr, Simon Charrière@inrae.fr Gilles.vercambre@inrae.fr

Références

- Buis, S., Lecharpentier, P., Vezy, R. and Giner, M., 2023. CroptimizR: a package to estimate parameters of crop models. Zenodo.
- Courault, D., Doussan, C., Lopez-Lozano, R., Zohoré, U., Khaly, P., Chanzy, A., ... & Pouget, G. (2022, July). Potentialities of sentinel products for monitoring water status of agricultural plots and phenology of cherry trees in Southeastern France. In *IGARSS 2022-2022 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium* (pp. 5602-5605). IEEE.
- Miras-Avalos, J.M. et al., 2013. Assessment of the water stress effects on peach fruit quality and size using a fruit tree model, QualiTree. *Agricultural Water Management*, 128: 1-12.
- Doussan, C., Kalenga Tshingomba, U., Baghdadi, N., Flamain, F., Chapelet, A., Pouget, G., & Courault, D. (2024). Assessing the possibilities of Sentinel products for qualifying and quantifying soil water status of agricultural systems in southern France. *European Geosciences Union General Assembly 2024 (EGU24)*, 19172.
- Rouault, P. et al., 2024a. High-resolution satellite imagery to assess orchard characteristics impacting water use. *Agricultural Water Management*, 295: 108763.
- Rouault, P. et al., 2024b. Phenological and Biophysical Mediterranean Orchard Assessment Using Ground-Based Methods and Sentinel 2 Data. *Remote Sensing*, 16(18): 3393.
- Weiss, M., Jacob, F. and Duveiller, G., 2020. Remote sensing for agricultural applications: A meta-review. *Remote sensing of environment*, 236: 111402.