



PROPOSITION DE STAGE 2026-2027

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 de recherche.

>Axes thématiques du GIS : <https://www.gis-fruits.org/groupe-thematiques>

>Partenaires du GIS : <https://www.gis-fruits.org/presentation-du-gis/membres-du-consortium>

Organismes partenaires : (1) INRAE (2) GRCETA Basse Durance (3) Institut Agro

Lieux du stage : INRAE d'Avignon et GRCETA Basse Durance, déplacements ponctuels en PACA et Occitanie

Durée : 6 mois

Dates : Mars/Avril à Août/Septembre 2027

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

Profil du stage : Recherche appliquée

Date de diffusion : 01/10/2027

INTITULE DU STAGE : Evaluation de l'utilisation estivale des différents systèmes d'apport en eau en verger, sur le microclimat de la parcelle, la physiologie des arbres fruitiers et la qualité des fruits

Contexte et problématique :

L'augmentation des températures et la fréquence accrue d'épisodes extrêmes (sécheresses prolongées, fortes chaleurs, hivers doux ou gels tardifs...) modifient la phénologie et le fonctionnement physiologique des arbres, et affectent la régularité et la qualité de la production (Giguère et al., 2026). Les fortes chaleurs estivales inhibent l'initiation florale (Heide et al., 2020) mais le phénomène est peu caractérisé à ce jour. Le changement climatique est ainsi associé à de nombreux facteurs de risque de diminution de la productivité des vergers, notamment dans le bassin méditerranéen (Barbier et al., 2016). Les producteurs sont donc en attente de leviers techniques pour garantir la régularité de production et la qualité dans les vergers dans ce contexte de fortes chaleurs.

L'adaptation des vergers au changement climatique ne peut reposer sur le seul choix du matériel végétal. Elle doit également s'appuyer sur la capacité à agir sur les conditions de production à l'échelle de la parcelle. Le microclimat d'un verger résulte de l'interaction de nombreux facteurs : architecture du verger, caractéristiques et couverture du sol, enherbement, haies, filets et dispositifs d'ombrage, mais également les modalités d'apport d'eau. L'ensemble de ces leviers peut être envisagé dans une réflexion globale sur la « climatisation des parcelles », c'est-à-dire sur la capacité à moduler le microclimat d'un système de culture afin de maintenir des conditions favorables au fonctionnement du végétal et à la production.

Ce stage se focalisera sur le levier « eau ». Les systèmes d'apport d'eau (irrigation, anti-gel) peuvent en effet modifier les conditions thermiques et hygrométriques pendant les épisodes extrêmes. Dans un contexte de raréfaction de la ressource, l'enjeu est également d'optimiser les apports d'eau en fonction des besoins du végétal et des objectifs de protection.

Le stage cherchera ainsi à déterminer dans quelle mesure différents systèmes d'apport d'eau, utilisés seuls ou combinés, peuvent contribuer à réguler le microclimat du verger et à maintenir des conditions favorables au développement et à la production. Il s'inscrit dans une approche de conception de systèmes arboricoles suffisamment robustes, modulables et adaptables pour faire face à une diversité de situations climatiques, y compris celles qui ne sont pas encore caractérisées à ce jour.

Objectifs généraux du stage / Résultats attendus :

L'objectif du stage est de caractériser les effets de différents systèmes d'apport d'eau et de leurs combinaisons sur le microclimat d'un verger et sur la réponse du végétal. Il s'agira notamment :

- d'évaluer leurs effets sur le fonctionnement physiologique et le développement des arbres ;
- d'étudier leur influence sur la floraison, la nouaison et le développement des fruits ;
- d'évaluer leur capacité à limiter les effets des aléas climatiques extrêmes (gel, canicule, sécheresse...) ;
- d'analyser les conséquences sur la qualité des fruits (le calibre, les coups de soleil, le cracking, la chute des fruits, la conservation) ;
- d'identifier les systèmes ou combinaisons présentant le meilleur potentiel d'adaptation.

Le travail devra également permettre d'identifier les variables et capteurs pertinents pour caractériser le microclimat.

Publications de l'équipe d'accueil et/ou relative au sujet (et/ou au projet dans lequel s'insère le stage) :

Juillion, P; Lopez, G; Fumey, D; Lesniak, V; Génard, M; Vercambre, G (2024) Combining field experiments under an agrivoltaic system and a kinetic fruit model to understand the impact of shading on apple carbohydrate metabolism and quality. *Agroforestry systems*, 98, 8, 2829-2846, <https://doi.org/10.1007/s10457-024-00965-0>

Juillion, P; Lopez, G; Fumey, D; Lesniak, V; Génard, M; Vercambre, G (2022) Shading apple trees with an agrivoltaic system: Impact on water relations, leaf morphophysiological characteristics and yield determinants. *Scientia Horticulturae*, Volume 306, 111434 <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111434>

Wilhelm de Almeida L, Ojeda H, Pellegrino A, Torregrosa L. 2024. Carbon trade-offs in the fruits of fungus-tolerant *Muscadinia* × *Vitis* hybrids exposed to water deficit. *Plant Physiology and Biochemistry* 212 :108774 doi :10.1016/j.plaphy.2024.108774

Wilhelm de Almeida L, Pellegrino A, Fontez B, Torregrosa L, Ojeda H. 2023. Short and long-term acclimation to water status at leaf and plant level of fungus-tolerant genotypes: This article is published in cooperation with the 22nd GiESCO International Meeting. *OenoOne*, 57(2):203-218 doi: 10.20870/oeno-one.2023.57.2.7431

ACTIVITES DOMINANTES CONFIEES AU STAGIAIRE :

- Concevoir et mettre en œuvre un protocole expérimental de caractérisation du microclimat d'une parcelle ;
- Installer et suivre un réseau de capteurs permettant de mesurer notamment température et humidité de l'air et température du sol et du végétal ;
- Réaliser des observations physiologiques et phénologiques sur les arbres et suivre certains critères de production et de qualité des fruits ;
- Analyser et mettre en relation les données microclimatiques, physiologiques et agronomiques ;
- Valoriser les résultats pour la communauté scientifique et les producteurs ;
- Travailler en interaction avec différentes compétences : recherche fondamentale, recherche appliquée et production.

PROFIL REQUIS :

- Dernière année de Formation Supérieure BAC + 5
- Connaissances : physiologie végétale, statistiques, agronomie
- Compétences opérationnelles : rigueur dans l'organisation, sens de l'écoute et de l'observation, esprit d'initiatives, qualité relationnelle, intérêt pour le travail de terrain, autonomie.
- Langues : Français, Anglais scientifique
- Permis de conduire : Permis B

INDEMNISATION (SUR BUDGET INRAE-GIS FRUITS) :

Selon la réglementation en vigueur pour 2027 (environ 680 €/mois)

AVANTAGES PROPOSES (le cas échéant) :

- logement : Sera à la charge du stagiaire
- restauration : Sera à la charge du stagiaire sauf pendant les déplacements
- déplacements : Des déplacements en vergers sont à prévoir ponctuellement avec les voitures de service

CONTACT MAITRE DE STAGE INRAE :

(1) Maître de stage INRAE (obligatoire)

Nom et fonction du responsable à contacter : Vercambre Gilles (chercheur)

Adresse : PSH, site Agroparc, Domaine St Paul, 228, route de l'Aérodrome, Site Agroparc - CS 4050984914 Avignon Cedex 9

Tél. : 04 32 72 24 76

Site web (équipe et/ou projet) : <https://psh.paca.hub.inrae.fr/axes-de-recherche/axe-cqfd-compromis-croissance-qualite-des-fruits-defense-sous-contraintes-a-biotiques>

Mail : gilles.vercambre@inrae.fr

Bibliographie :

Barbier, J.M., Baur, C., Bertuzzi, P., Bondeau, A., Couderc, V., Courbet, F., Curt, T., Dalstein-Richier, L., Davi, H., and Delmotte, S. (2016). Les effets du changement climatique sur l'agriculture et la forêt en Provence-Alpes-Côte d'Azur. Association pour l'innovation et la recherche au service du climat (AIR), 40 p., 2016, Les Cahiers du GREC-PACA, 9782956006022.

Giguère L., Garrett, R.D., Stigler, M., Dow, G.J. (2026) Harnessing adaptation has increased French apple yields but heat stress mitigation will become essential by 2050. *Nature food*, 7, 321–327 321, <https://doi.org/10.1038/s43016-026-01333-0>

Heide, O. M., Rivero, R., & Sørnsteby, A. (2020). Temperature control of shoot growth and floral initiation in apple (*Malus × domestica* Borkh.). *CABI Agriculture And Bioscience*. <https://doi.org/10.1186/s43170-020-00007-6>