



PROPOSITION DE STAGE 2024-2025

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 réalisées 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) GRCETA (3) La Pugère
Lieux du stage : GRCETA de Basse Durance et INRAE Avignon (Unité PSH), déplacement ponctuels en PACA à prévoir.
Durée : 6 mois
Dates : mars – août 2025
Niveau : Stage de fin d'études BAC + 5 (Option Ingénieur, ou Master 2)
Profil du stage : Recherche appliquée

INTITULE DU STAGE : Optimisation des méthodes de pulvérisation des biopesticides contre le carpocapse des pommes (*Cydia pomonella* L.)

Contexte et problématique : Le développement de stratégies de production qui minimisent le recours aux pesticides issus de la chimie de synthèse est devenu un enjeu majeur pour l'agriculture actuelle et future. C'est particulièrement le cas pour la pomiculture qui est l'une des cultures les plus traitées dans le monde. Dans le contexte actuel de réduction des produits phytosanitaires, le contrôle biologique est de plus en plus utilisé en complément de la lutte chimique. Différentes méthodes de lutte biologique sont disponibles pour les agriculteurs pour lutter contre le carpocapse des pommes comme la pulvérisation de virus de la granulose (CpGV) ou de *Bacillus thuringiensis* (Bt). L'efficacité de ces méthodes n'est toutefois pas toujours suffisante.

Actuellement, les deux bio-insecticides à base de micro-organismes (CpGV et Bt) précédemment cités se heurtent à des problèmes d'efficacité au verger. La qualité et la quantité de pulvérisation peuvent être des facteurs explicatifs. En effet, la larve de carpocapse des pommes doit ingérer une quantité suffisamment importante de virus ou de toxine bactérienne entre son éclosion et sa pénétration dans le fruit, moment à partir duquel elle ne sera plus accessible aux traitements. Suite à des travaux de recherche et d'expérimentation menés en 2024 avec un test hybride* (Delpech, 2024), il s'est avéré que la qualité de la pulvérisation à la surface du végétal est le levier principal pour améliorer l'efficacité des produits de biocontrôle contre le carpocapse. La surface de feuille couverte par les produits de biocontrôle doit être supérieure à des seuils précis pour que l'insecte ait une grande probabilité d'ingérer le biopesticide et que le niveau de protection du verger soit assuré.

Dans les exploitations, la qualité de la pulvérisation recherchée est généralement identique quel que soit le produit utilisé (hormis pour les traitements à base d'huile ou d'argile ou de savon par exemple). Or, l'efficacité des biopesticides tels que le virus, étant directement lié au niveau de pulvérisation, la mise au point d'une

méthode de diagnostic de la qualité de pulvérisation des biopesticides chez les producteurs devient primordiale.

* méthodologie du test hybride : pulvérisation de feuilles, séchage puis dépôt de larves néonates de carpocapse des pommes sur ce support traité durant des laps de temps variables, , et récupération des larves pour les mettre sur du milieu artificiel non traité pendant 7 jours puis estimation du pourcentage de mortalité.

Objectifs généraux du stage / Résultats attendus :

Dans un premier temps, les premiers objectifs de ce stage seront de :

- confirmer le niveau optimal de couverture du végétal par les biopesticides (59%) (Delpech, 2024) pour garantir l'efficacité des biopesticides grâce à la méthodologie du test hybride.
- établir une méthode de diagnostic de la qualité de pulvérisation des biopesticides pour les exploitations agricoles
- standardiser et automatiser la qualification de la répartition de la pulvérisation sur feuilles en vergers via imagerie
- identifier les leviers techniques permettant d'atteindre la qualité de pulvérisation nécessaire à une bonne efficacité des biopesticides

Dans un second temps, en fonction des résultats obtenus dans la première partie de ce stage, le la stagiaire pourra:

- évaluer la rémanence des biopesticides au verger grâce à la méthodologie du test hybride
- évaluer les facteurs d'appétences des feuilles de pommiers pour des larves néonates de carpocapse des pommes (variétés, appétant alimentaire, barrière physique...).

Quelques publications de l'équipe d'accueil relative au sujet :

Delpech F. (2024). Optimisation de la lutte biologique par micro-organismes contre le carpocapse des pommes, *Cydia pomonella*. Avignon. Rapport de stage

Olivares, J., **Siegwart, M.**, Gautier, M., Maugin, S., Gingueneau, L., & Gauffre, B. (2023). Genetic bases of codling moth (*Cydia pomonella*) resistance to the original isolate of *C. pomonella* Granulo Virus: CpGV-M. *Entomologia Generalis*, 43, 649-658.

Perrin, **M.**, Borowiec, N., Thaon, M., **Siegwart, M.**, Delattre, T., & Moiroux, J. (2023). Differential influence of temperature on the toxicity of three insecticides against the codling moth *Cydia pomonella* (L.) and two natural enemies. *Journal of Pest Science*, 1-13.

Perrin, M., Moiroux, J., Maugin, S., Olivares, J., Rault, M., & **Siegwart, M.** (2022). Cross effects of heat stress and three insecticides on the survival of the codling moth *Cydia pomonella* (L.): Investigating the molecular and biochemical mechanisms. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 185, 105139.

Lavoir, A. V., Michel, T., Poëssel, J. L., & **Siegwart, M.** (2022). Challenges in Developing Botanical Biopesticides for Pest Control. In *Extended Biocontrol* (pp. 161-170). Dordrecht: Springer Netherlands.

Siegwart, M., Maugin, S., Besse, S., Lopez-Ferber, M., Hinsberger, A., & Gauffre, B. (2020). Le carpocapse des pommes résiste au virus de la granulose. *Phytoma*, (738), p-45.

Siegwart, M., Graillot, B., Blachere Lopez, C., Besse, S., Bardin, M., Nicot, P. C., & Lopez-Ferber, M. (2015). Resistance to bio-insecticides or how to enhance their sustainability: a review. *Frontiers in plant science*, 6, 381.

ACTIVITÉS DOMINANTES CONFIÉES AU STAGIAIRE :

- Réalisation de test hybride sur le carpocapse des pommes
- Réalisation d'essais d'efficacité sur le terrain et terrain-laboratoire (notation, analyse de données, rédaction de rapport)
- Enquêtes des pratiques de pulvérisations
- Elaboration d'une méthodologie de diagnostic
- Analyse de données

PROFIL REQUIS :

- Dernière année de Formation Supérieure BAC + 5
- Connaissances et compétences opérationnelles :

Ce projet est destiné à un(e) étudiant(e) en Biologie, Protection des cultures. Il convient à un stage obligatoire de Master 2. Il est indispensable d'apprécier le travail en équipe, de terrain et en autonomie. Les capacités relationnelles seront des qualités appréciées.

- Langues : Français, Anglais scientifique
- Permis de conduire (le cas échéant) : Permis B

INDEMNISATION (SUR BUDGET INRAE-GIS FRUITS) :

Selon la réglementation en vigueur pour 2025 (environ 650 €/mois)

AVANTAGES PROPOSÉS (le cas échéant) :

- logement : Sera à la charge du stagiaire
- restauration : Frais réels lors de déplacements.
- déplacements : Des déplacements en vergers sont à prévoir ponctuellement avec les voitures de service.

CONTACT MAÎTRE DE STAGE INRAE :

Le stage sera co-encadré par Myriam Siegwart de l'INRAE PSH (Plantes et Systèmes de Culture Horticole), Sophie HARDY (GRCETA) et Carine MESTRE (Station d'Expérimentation La Pugère).

(1) Maître de stage INRAE (obligatoire)

Nom et fonction du responsable à contacter : Siegwart Myriam

Adresse : 228 route de l'aérodrome ; 84914 Avignon

Tél. : 04 32 72 24 44

Site web (équipe et/ou projet) : <https://www6.paca.inrae.fr/psb>

Mail : myriam.siegwart@inrae.fr