



INRAE

L'INSTITUT
agro Rennes
Angers

CTIFL
SCIENCES & INNOVATION

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) Institut Agro Rennes-Angers (3) CTIFL

Dont l'école membre du GIS le cas échéant : Institut Agro Rennes-Angers

Lieux du stage : UMR IRHS, Equipe Respom, Angers

Durée : 6 mois

Dates : Janvier - Juin 2023

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

Profil du stage : Recherche appliquée

INTITULE DU STAGE : Etude de l'impact de la fertilisation azoté du pommier sur l'efficacité des Stimulateurs de Défense des Plantes (SDP) dans la lutte contre la tavelure.

Contexte et problématique : Le plan Ecophyto vise à réduire l'usage des pesticides dans les systèmes de culture. L'application des SDP constitue une alternative possible puisque ces produits ont un faible impact sur l'environnement et ne présentent pas d'action biocide sur les bioagresseurs. L'équipe de recherche **Respom (UMR IRHS, Angers)** s'intéresse depuis plusieurs années à leur usage sur le pommier, de l'étude de leur mode d'action au laboratoire jusqu'à leur intégration dans les itinéraires techniques de culture. L'utilisation au champ de SDP efficaces en conditions contrôlées n'est pas toujours convaincante en raison d'une forte variabilité des résultats. Plusieurs facteurs peuvent expliquer cette baisse d'efficacité : l'effet variétal, les contraintes abiotiques, l'interaction avec d'autres intrants de culture dont les fertilisants etc... Des travaux récents de l'équipe Respom (projet ANR-PPR **CapZéroPhyto**) conduits en conditions contrôlées sur jeunes plantules de pommier montrent une réelle interaction entre la fertilisation azotée et l'efficacité de protection d'un **SDP** contre le feu bactérien (*Erwinia amylovora*). Le stage vise à valider ces résultats pour un autre agent pathogène, majeur pour le pommier, *Venturia inaequalis* agent de la tavelure. Les résultats devraient permettre d'apporter des éléments de connaissances pertinents pour combiner au mieux la fertilisation azotée et l'application de SDP pour la construction et la validation expérimentale d'itinéraire technique limitant l'usage de pesticides pour la lutte contre la tavelure chez le pommier.

Objectifs généraux du stage / Résultats attendus : Le(a) stagiaire recruté(e) devra mener des essais en conditions contrôlées afin de tester l'impact de régimes azotés contrastés sur l'équilibre entre métabolisme I et II et ses conséquences sur la croissance des plantes et l'efficacité de plusieurs SDP contre la tavelure (*Venturia inaequalis*). Il/elle caractérisera l'état physiologique des plantules et l'induction des défenses par les SDP à l'aide de marqueurs moléculaires d'une part (expression de gènes par qPCR), phénotypage de la croissance des plantes et tests pathologiques d'autre part. L'expression de 28 gènes de défense est déjà utilisée en routine dans l'équipe (qPFD®). Il s'agira d'ajouter au diagnostic des gènes marqueurs du statut azoté et de l'induction des métabolismes I et II. Le/la stagiaire participera également à la validation de ces marqueurs pour des sujets adultes en conditions semi-contrôlées (arbres cultivés en conteneurs) soumis

également à différents régimes azotés et traités au SDP à l'aide d'un système de pulvérisation sur frondaison inspiré de Pulvéfix développé par le CTIFL et en cours de développement dans l'équipe.

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

Gaucher, M.; Heintz, C.; Cournol, R.; Juillard, A.; Bellevaux, C.; Cavaignac, S.; Coureau, C.; Giraud, M.; Lemaguet, J.; Berud, M.; Koké, E.; Crété, X.; Lemarquand, A.; Orain, G.; Brisset, M.-N. The Use of Potassium Phosphonate (KHP) for the Control of Major Apple Pests. *Plant Disease* 2022. <https://doi.org/10.1094/PDIS-01-22-0183-RE>.

Chavonet, E.; Gaucher, M.; Warneys, R.; Bodelot, A.; Heintz, C.; Juillard, A.; Cournol, R.; Widmalm, G.; Bowen, J. K.; Hamiaux, C.; Brisset, M.-N.; Degrave, A. Search for Host Defense Markers Uncovers an Apple Agglutination Factor Corresponding with Fire Blight Resistance. *Plant Physiology* 2022, 188 (2), 1350–1368. <https://doi.org/10.1093/plphys/kiab542>.

Bénéjam, J.; Ravon, E.; Gaucher, M.; Brisset, M.-N.; Durel, C.-E.; Perchepped, L. Acibenzolar-S-Methyl and Resistance Quantitative Trait Loci Complement Each Other to Control Apple Scab and Fire Blight. *Plant Dis* 2021, 105 (6), 1702–1710. <https://doi.org/10.1094/PDIS-07-20-1439-RE>.

Marc, M.; Cournol, M.; Hanteville, S.; Poisson, A.-S.; Guillou, M.-C.; Pelletier, S.; Laurens, F.; Tessier, C.; Coureau, C.; Renou, J.-P.; Delaire, M.; Orsel, M. Pre-Harvest Climate and Post-Harvest Acclimation to Cold Prevent from Superficial Scald Development in Granny Smith Apples. *Scientific Reports* 2020, 10 (1), 6180. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63018-3>.

Marolleau, B.; Gaucher, M.; Heintz, C.; Degrave, A.; Warneys, R.; Orain, G.; Lemarquand, A.; Brisset, M.-N. When a Plant Resistance Inducer Leaves the Lab for the Field: Integrating ASM into Routine Apple Protection Practices. *Front. Plant Sci.* 2017, 8, 1938. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01938>.

ACTIVITES DOMINANTES CONFIEES AU STAGIAIRE :

- Travail en collaboration avec une équipe de serristes
- Culture de plantes et de microorganismes
- Planification, organisation et suivi d'essais en serre et sur aire à conteneurs
- Réalisation et analyse d'expériences de biologie moléculaire (extraction d'ARN, rétrotranscription, PCR, qPCR)
- Phénotypage de plantes : pathologique (notation de symptômes) et physiologique (utilisation du Dualex) et morphométriques (mesures de croissance)
- Analyse statistique des résultats
- Synthèse et présentation des résultats

L'ensemble de ces activités sera mené sous la supervision des encadrants directs (Mathilde Orsel INRAE et Mickaël Delaire Institut Agro Rennes-Angers) et avec l'aide technique et les conseils du doctorant de l'équipe travaillant sur la même thématique. Des réunions régulières seront organisées avec Anne-Duval Chaboussu (CTIFL) afin de rendre compte des résultats obtenus et réfléchir en conséquence aux essais à mener.

PROFIL REQUIS :

- Dernière année de Formation Supérieure BAC + 5
- Connaissances : Biologie moléculaire, Physiologie et Pathologie végétales.
- Compétences opérationnelles : savoir-faire technique en analyse moléculaire souhaité (mais formation en interne possible), bonne capacité analytique et rédactionnelle, rigueur et assiduité.
- Langues : Français ou Anglais
- Permis de conduire (le cas échéant) : pas nécessaire

INDEMNISATION (SUR BUDGET INRAE-GIS FRUITS) :

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

AVANTAGES PROPOSES (le cas échéant) :

- logement : non
- restauration : oui (accès au restaurant INRAE)
- déplacements : oui (si besoin)

CONTACT MAITRE DE STAGE INRAE :

(1) Maître de stage INRAE (obligatoire)

Nom et fonction du responsable à contacter : Mathilde ORSEL, CR INRAE

Adresse : 42 rue Gorges Morel. CS 60057. 49041 Beaucouzé cédex 01

Tél. : 02 41 22 57 84

Site web (équipe et/ou projet) : <https://www6.angers-nantes.inrae.fr/irhs/Recherche/Resistance-du-pommier-et-du-poirier-aux-bioagresseurs>

Mail : mathilde.orsel-baldwin@inrae.fr