



INRAE



L'INSTITUT  
agro Rennes  
Angers

## 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) IFPC                      (3) Institut Agro Angers

*Dont l'école membre du GIS le cas échéant : Institut Agro*

**Lieux du stage :** INRAE Le Rheu (équipe PRP / Unité BIA)

**Durée :** 6 mois

**Dates :** premier semestre 2023

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

**Profil du stage :** Recherche appliquée

### **INTITULE DU STAGE : Etude exploratoire de l'impact d'une conduite de vergers cidricoles bas intrant sur la composition en polyphénols et en protéines des jus de pomme.**

Contexte et problématique : La filière cidricole a enclenché une dynamique de transformation rapide de ses modes de production avec une réduction importante des intrants. Un marqueur de cette évolution est une montée en puissance du verger cidricole conduit en Agriculture Biologique (AB): fin 2021, plus de 30 % des surfaces sont converties (et 10 % sont en cours de conversion). Cela représente entre 2016 et 2020, un triplement des surfaces en AB. La proportion des fruits issus de l'AB dans l'élaboration de produits (jus et cidres) jusqu'à récemment minoritaire devient maintenant significative.

Dans ce contexte de culture avec moins d'intrants, l'hypothèse est que l'arbre solliciterait beaucoup plus ses propres mécanismes de défense parmi lesquels interviendraient les voies métaboliques des polyphénols et celles des protéines de défenses (Pathogenesis related protein). Ces métabolites secondaires et ces protéines spécifiques se retrouveraient potentiellement en concentration plus importantes dans les fruits et dans les jus avec des conséquences sur la qualité (instabilité colloïdale, amertume et astringence accrue et potentiel d'oxydation augmenté). Suivant les contextes de culture, les voies métaboliques impliquées et l'intensité de ces mécanismes de défense pourraient varier, ce qui augmenterait la variabilité de la matière première à transformer. La gestion de cette variabilité accrue devra se faire avec la contrainte de réduction des intrants en transformation ajoutant de la difficulté au maintien ou à l'évolution des caractéristiques organoleptiques souhaitées pour les différents produits de la filière.

### Objectifs généraux du stage / Résultats attendus :

Ce stage vise à : i) acquérir des références sur l'impact d'une réduction des intrants phytosanitaires et de la fertilisation azotée minérale sur la composition en polyphénols et en protéines des jus de pomme cidricole et ii) identifier les conséquences (instabilité colloïdale et saveur) sur les produits transformés en particulier sur le jus de pomme.

Point i) des échantillons de mouts issus du projet Verger de Demain (<https://ecophytopic.fr/recherche-innovation/concevoir-son-systeme/projet-verger-cidricole-de-demain-2>) sont déjà disponibles. Ils sont issus d'un dispositif expérimental dont l'objectif est de comparer sur différents sites et différentes variétés un itinéraire agronomique classique à un itinéraire faible intrant basé sur des approches agro-écologiques. Au-delà de l'évaluation des efficacités environnementales, sociales et de l'incidence technico-économique de ces systèmes plus agro-écologiques, il s'agit également d'évaluer l'impact de ces pratiques sur la qualité des produits finis. Des premiers éléments ont déjà montré des effets sur la quantité d'azote et la quantité globale de polyphénols (analyse Folin) contenu dans les jus. Il s'agira d'aller plus loin dans cette caractérisation des jus de pomme et d'en effectuer un profilage polyphénolique qualitatif et quantitatif détaillé (Verdu et al., 2014) en considérant également certaines molécules phénoliques issues de l'oxydation enzymatique (Castillo-Fraire et al., 2022). Les protéines des jus seront analysées sur la plateforme BIBS (Nantes) (Millet et al., 2020).

Point ii) un modèle de complexation « tanins/protéines » utilisant une ou plusieurs protéines modèles (BSA, PRP) sera utilisé pour estimer la capacité tannante des échantillons de mouts en lien avec la perception de l'astringence (Castillo-Fraire et al., 2021). La capacité à générer des troubles pourra être explorée par l'application de traitement thermique (Millet et al., 2020).

Les résultats de ce stage se placent dans une approche plus générale autour de questions transversales entre l'amont et l'aval sur les productions/transformations végétales voire la question de santé globale avec des effets des métabolites secondaires à la fois pour la santé des plantes mais aussi pour la santé humaine (produits plus riches en micronutriments). Le modèle pomme à cidre représente également un modèle d'intérêt car elles sont plus riches en polyphénols et donc expriment plus fortement une réponse.

Ce stage prendra appui sur le projet SYDRA (Vers des SYstèmes ciDRicoles Agroécologiques), projet DEPHY Expé (2019-2024) piloté par l'IFPC et qui prend la suite du projet Verger de Demain. Ce stage s'inscrit également dans le programme de l'UMT Résilicidre (2022-2026), UMT portée par l'IFPC en collaboration avec les unités INRAE BIA et IRHS.

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

Castillo-Fraire, C., Branda, E., Poupard, P., Le Quere, J., Salas, E., de Freitas, V., Guyot, S., Soares, S., 2021. Interactions between polyphenol oxidation products and salivary proteins: Specific affinity of CQA dehydrodimers with cystatins and P-B peptide. FOOD CHEMISTRY 343. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128496>

Castillo-Fraire, C., Pottier, S., Bondon, A., Salas, E., Bernillon, S., Guyot, S., Poupard, P., 2022. NMR structural elucidation of dehydrodimers resulting from oxidation of 5-O-caffeoylquinic acid in an apple juice model solution. FOOD CHEMISTRY 372. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131117>

Millet, M., Poupard, P., Guilois-Dubois, S., Poiraud, A., Fanuel, M., Rogniaux, H., Guyot, S., 2020. Heat-unstable apple pathogenesis-related proteins alone or interacting with polyphenols contribute to haze formation in clear apple juice. FOOD CHEMISTRY 309. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125636>

Verdu, C., Childebrand, N., Marnet, N., Lebaill, G., Dupuis, F., Laurens, F., Guilet, D., Guyot, S., 2014. Polyphenol variability in the fruits and juices of a cider apple progeny. JOURNAL OF THE SCIENCE OF FOOD AND AGRICULTURE 94, 1305–1314. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6411>

### **ACTIVITES DOMINANTES CONFIEES AU STAGIAIRE :**

- Biochimie et chimie analytique appliquées aux polyphénols et aux protéines : Le/la stagiaire aura à charge de caractériser finement les profils polyphénoliques des échantillons essentiellement par la technique de HPLC ou UPLC couplée à la détection UV-Visible et la spectrométrie de Masse (MS). La technique de phloroglucinolyse sera mise en œuvre pour caractériser plus particulièrement la catégorie des tanins

condensés (ou procyanidines). Il sera également impliqué dans la préparation d'échantillon en vue de l'analyse des protéines.

- le/la stagiaire utilisera des techniques métabolomiques et statistiques de traitement des données issues de la chimie analytiques pour explorer l'impact du mode de culture (AB ou Bas Intrants versus conventionnel) sur la composition polyphénolique et protéique des jus de pomme cidricoles.
- le/la stagiaire mènera aussi des expérimentations en solutions modèles pour explorer la capacité d'agrégation tanins/protéines des mouts.
- Selon l'avancée des travaux, la pertinence des résultats et la disponibilité des échantillons de mout, le/la stagiaire pourra également s'impliquer dans un plan simple d'analyse sensorielle simple visant à conforter d'analyse biochimique.

### **PROFIL REQUIS :**

- Dernière année de Formation Supérieure BAC + 5
- Connaissances : biochimie des végétaux, des connaissances en chimie analytique sont un plus
- Compétences opérationnelles : Autonomie
- Langues : Français, Anglais
- Permis de conduire (le cas échéant) : si possible

### **INDEMNISATION (SUR BUDGET INRAE-GIS FRUITS) :**

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

### **AVANTAGES PROPOSES (le cas échéant) :**

- logement : -
- restauration : subvention cantine INRAE sur site
- déplacements : possibilité d'utiliser si besoin un véhicule de service

### **CONTACT MAITRE DE STAGE INRAE :**

(1) Maître de stage INRAE (obligatoire) : Sylvain GUYOT

Nom et fonction du responsable à contacter : Sylvain GUYOT

Adresse : INRAE, Bat. 305, Domaine de la Motte, 35653 Le Rheu Cedex

Tél. : 33 (0)2 23 48 52 09

Site web (équipe et/ou projet) : <https://www6.angers-nantes.inrae.fr/bia/Equipes-de-recherche/Polyphenols-Reactivite-Procedes-PRP>

Mail : [sylvain.guyot@inrae.fr](mailto:sylvain.guyot@inrae.fr)