

Proposition de stage M2 ou 3^e année d'ingénieur agronome en épidémiologie végétale - 6 mois (mars à août 2026)

Etude de la survie de la rouille noire du blé (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) en France, entre compartiments naturel et cultivé

Contexte et objectifs

Après plusieurs décennies d'insignifiance, *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* (*Pgt*), agent causal de la rouille noire du blé, a réapparu dans plusieurs pays en Europe. Depuis 2021, des signalements sont rapportés chaque année dans divers endroits en France, laissant craindre la réémergence de cette maladie. Deux hypothèses, non-exclusives, pourraient expliquer cette situation : (i) une origine distante de l'inoculum (spores dispersées sur de longues distances via le mouvement de masses d'air) ; (ii) une survie locale de l'inoculum, permise soit par le cycle de reproduction sexuée sur l'hôte alternant (*Berberis vulgaris*), soit par l'effet « green bridge », c'est-à-dire la survie durant l'interculture sur d'autres hôtes (repousses, graminées sauvages et autres céréales cultivées).

La survie inter-hôtes reste encore peu étudiée et pourrait aussi jouer un rôle entre deux saisons de culture. La subdivision de *P. graminis* en différentes formes spéciales repose sur la capacité des souches à infecter un hôte donné, mais la frontière entre groupes reste encore mal déterminée. Les souches *Pgt* infectent le blé et *P. graminis* f. sp. *secalis* (*Pgs*) le seigle. Cependant, des recherches ont révélé que *Pgt* et *Pgs* sont génétiquement similaires, suggérant que certaines souches pourraient posséder un spectre d'hôtes plus étendu. Par exemple, certaines souches de *Pgt* seraient capables d'infecter des poacées sauvages comme *Elytrigia* spp., mais aussi d'autres céréales cultivées. Sur la plupart des autres graminées sauvages on retrouve des souches phylogénétiquement proches de *P. graminis* f. sp. *avenae* (*Pga*), qui infecte l'avoine.

Démarche scientifique

Le/la stagiaire s'intégrera dans un projet de recherche conduit dans le cadre d'une thèse ayant pour site d'étude la Côte-d'Or, où *P. graminis* est à la fois présent en zones agricoles et naturelles, concomitamment à l'hôte alternant (*B. vulgaris*).

(1) Il/elle travaillera sur le rôle de la reproduction sexuée dans la survie locale à l'interface entre compartiments naturel et cultivé, en **participant** à la 3^{ème} année de collecte de données :

- **Echantillonnage 2026** : collecte de feuilles de *B. vulgaris* présentant des écidies (stade sexuée) et de poacées contenant des urédies (stade asexué) en ciblant les zones agricoles (déplacement d'une semaine à prévoir en Côte d'Or mi-mai et éventuellement fin juin).
- **Recovery** (phénotypage) : inoculation des écidies récoltées sur une gamme d'hôtes (poacées sauvages et céréales) afin d'avoir un premier indice sur la spécificité d'hôte.
- **Analyses phylogénétiques** : extraction d'ADN, amplification du gène codant pour EF1- α par PCR, séquençage Sanger et construction d'arbres phylogénétiques pour identifier les groupes génétiques.

- Utilisation de **marqueurs génétiques spécifiques** mis en place pour distinguer *Pgt* et *Pgs*.

Ainsi, le premier objectif du stage est de compléter les données déjà obtenues en 2024 et 2025 et de contribuer à confirmer les tendances observées lors des années précédentes.

(2) Il/elle **prendra en charge** l'étude du rôle de l'effet *green bridge* (cycle asexué) dans la survie locale à partir des échantillons et des résultats acquis lors de la prospection de 2025.

- **Tests de spécificité d'hôte** : expériences d'infections croisées, utilisant un panel de poacées (graminées sauvages et cultivées) et de souches de *P. graminis* issues d'hôtes spécifiques, visant à évaluer la capacité des souches locales à infecter différentes espèces et de mieux caractériser leur gamme d'hôtes. L'attendu va de la conduite des expériences jusqu'à l'analyse des résultats.

Cet aspect, encore non exploré dans le cadre de la thèse, est un apport original au projet de recherche et constitue le deuxième objectif du stage.

Profil du candidat recherché

Nous recherchons un.e étudiant.e en **troisième année d'ingénieur agronome** ou en **Master 2 universitaire** ayant suivi une formation dans plusieurs des disciplines suivantes : biologie des plantes et des champignons, phytopathologie, épidémiologie végétale, écologie, microbiologie, génomique, phylogénie ou génétique. Une appétence pour les approches expérimentales, la capacité à travailler avec R en autonomie pour analyser les données (statistiques), et une bonne compréhension de l'anglais sont requis. Curiosité scientifique, polyvalence, rigueur, capacité d'écoute et de travail en équipe sont des qualités qui seront appréciées.

Les résultats obtenus seront présentés dans un rapport écrit et lors d'une présentation au sein de l'unité d'accueil. Ils contribueront également à l'avancement du projet de thèse en cours.

Informations supplémentaires

Gratification : environ 550 €/mois

Lieu : INRAE UR BIOGER, Université Paris-Saclay, campus AgroParisTech, 22 Place de l'agronomie – 91120 Palaiseau

Encadrement : Alicia Culot (doctorante en 2^e année de thèse) et Frédéric Suffert (ingénieur de recherche)

Contact : CV et lettre de motivation à alicia.culot@inrae.fr et frederic.suffert@inrae.fr

Références :

Berlin A, Kvaschenko J, Justesen AF, Yuen J (2013). Rust fungi forming aecia on *Berberis* spp. In Sweden. Plant Disease, 97(10), 1281-1287. <https://doi.org/10.1094/PDIS-10-12-0989-RE>

Bryan A, Korolev A, Bergmann S, Boshoff WH, Flath K, Justesen AF, Schulz, P, Visser B, Saunders DG (2024). Comparative genomics identifies genetic markers linked to structural variations that differentiate *Puccinia graminis tritici* and *secalis formae speciales*. Plant Pathology, 73(6), 1542-1552. <https://doi.org/10.1111/ppa.13890>

Patpour M, Hovmøller MS, Rodriguez-Algaba J, Randazzo B, Villegas D, Shamanin V, Berlin A, Flath K, Czembor P, Hanzalova A, Sliková S, Skolotneva ES, Jin Y, Szabo L, Meyer KJ, Valade R, Thach T, Hansen JG, Justesen AF (2022). Wheat stem rust back in Europe: diversity, prevalence and impact on host resistance. *Frontiers in Plant Science*, 13, 882440.

<https://doi.org/10.3389/fpls.2022.882440>

Rodriguez-Algaba J, Hovmøller MS, Schulz P, Hansen JG, Lezaun JA, Joaquim J, Randazzo B, Czembor P, Zemeca L, Slikova S, Hanzalová A, Holdgate S, Wilderspin S, Mascher F, Suffert F, Leconte M, Flath K, Justesen AF (2022). Stem rust on barberry species in Europe: Host specificities and genetic diversity. *Frontiers in Genetics*, 13, 988031.

<https://doi.org/10.3389/fgene.2022.988031>

Valade R, Boixel A-L, Meyer K, Suffert F (2022). 2021, l'Odyssée de l'espèce *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* (rouille noire) en France. Retour sur une année exceptionnelle qui pose la question de l'endémicité de la rouille noire du blé et incite à maintenir l'effort d'épidémiosurveillance en systèmes céréaliers. *Phytoma - La défense de végétaux*, 754, 45-50. <https://bioger.versailles-saclay.hub.inrae.fr/content/download/6312/55598?version=1>