

Proposition de stage de Master 2 / ingénieur – année universitaire 2025-2026

Apprentissage séquentiel et actif de la stabilité du rendement dans les agrosystèmes diversifiés

Contexte et objectifs du stage

Pour réduire l'utilisation des intrants de synthèse (engrais, pesticides, herbicides), des alternatives à l'agriculture conventionnelle ont été proposées, reposant toutes en partie sur une augmentation de la diversité des espèces cultivées dans les exploitations et les paysages agricoles. A l'échelle de la parcelle agricole, les cultures associées (deux espèces cultivées simultanément dans un même champ) apparaissent comme une stratégie de diversification particulièrement intéressante, avec des effets positifs sur la productivité (rendement annuel). Ces effets sont bien documentés sur la productivité à un instant t (Mahmoud et al., 2025), mais la stabilité temporelle de la production reste peu étudiée alors que c'est un aspect essentiel pour les agriculteurs.

Ce stage participe à la dynamique de recherche sur la quantification empirique de la stabilité de la production dans les cultures associées, au travers de deux composantes : l'une en analyse de données complexes, l'autre en apprentissage actif. L'importance relative de ces deux composantes pourra être ajusté selon les compétences et les préférences du candidat ou de la candidate.

1) Analyse de données complexes : en se basant sur un corpus de données regroupant 37 expérimentations agronomiques impliquant des cultures associées céréale-légumineuse et les cultures pures correspondantes (Gaudio et al., 2024), le premier objectif sera d'estimer le paramètre complexe qu'est la stabilité de la productivité des espèces, dans un contexte de données manquantes.

2) Apprentissage actif : la caractérisation fine de la stabilité étant éminemment difficile à mettre en évidence empiriquement, un deuxième objectif sera d'étudier un cadre théorique pour la mise en place d'expériences séquentielles en agroécologie en se basant sur les bandits stochastiques (Thuot et al., 2025). Après avoir fait une revue de littérature sur les problèmes de tests séquentiels et les problèmes d'exploration pure en tests séquentiels, la personne recrutée étudiera numériquement et théoriquement des procédures active d'estimation de la stabilité.

Un financement de thèse (localisée à Montpellier) est en cours de demande et pourra être envisagé à l'issue du stage.

Mots clés

Analyse de données hétérogènes, tests séquentiels, bandits stochastiques, agroécologie.

Compétences souhaitées et profil recherché

Profil recherché : bac + 5 en mathématiques, statistiques ou biostatistiques.

Compétences : nous recherchons une personne possédant des compétences en statistiques/mathématiques et en programmation (comme R), avec un goût pour les applications et le numérique. Des connaissances en agronomie ne sont pas nécessaires, mais une certaine appétence et curiosité pour l'étude des systèmes agroécologiques est importante.

Informations pratiques

Localisation du stage : INRAE Occitanie, Montpellier (UMR MISTEA) ou Toulouse (UMR AGIR).

Le stage peut être basé dans l'[UMR MISTEA](#) (Mathématiques Informatique et Statistiques pour l'Environnement et l'Agronomie) sur le campus de la Gaillarde de l'Institut Agro à Montpellier, ou dans l'[UMR AGIR](#) (Agroécologie - Innovations - TeRritoires) sur le campus d'Auzeville-Tolosane à Toulouse.

Il est supervisé par Nicolas Verzelen (UMR MISTEA), chercheur en statistiques et apprentissage, et Noémie Gaudio (UMR AGIR), chercheuse en agroécologie.

Durée du stage : 6 mois.

Indemnité de stage en vigueur en 2026, soit environ 560 €/mois ; congés de 2.5 j/mois.

Date limite de candidature : janvier 2026 (pour un début en février/mars).

Personnes contact

CV et lettre de motivation à envoyer avant fin janvier à Nicolas Verzelen (nicolas.verzelen@inrae.fr) et Noémie Gaudio (noemie.gaudio@inrae.fr).

Références en lien avec le sujet de stage (accessibles en ligne)

Gaudio N, Mahmoud R, Bedoussac L, Justes E, Journet EP, Naudin C, Hauggaard-Nielsen H, Jensen ES, Pelzer E, Corre-Hellou G, Kammoun B, Viguer L, Barillot R, Couëdel A, Hinsinger P, Casadebaig P (2024). A global dataset gathering 37 field experiments involving cereal-legume intercrops and their corresponding sole crops. *Zenodo* (V2.0.0). <https://doi.org/10.5281/zenodo.8081576>

Mahmoud R, **Gaudio N**, Gendre X, Hilgert N, Casadebaig P (2025). Differences in growth features between species are driving cereal-legume intercrop yield: a statistical learning approach based on aggregated dataset. *European Journal of Agronomy* 170, 127767. <https://hal.science/hal-05155592v1>

Thuot V, Carpentier A, Giraud C, **Verzelen N** (2025). Clustering with bandit feedback: breaking down the computation/information gap. In proceedings of *The 36th International Conference on Algorithmic Learning Theory*. pp. 1221-1284. <https://proceedings.mlr.press/v272/thuot25a.html>