

## Proposition de sujet de stage de Master 2 pour 2021

**Sujet :** Estimation des proportions variétales au sein de mélanges de grains de blé par une approche de spectrométrie proche infra-rouge et d'imagerie hyper-spectrale

**Unités :** UMR [GQE - Le Moulon](#) (Génétique Quantitative et Evolution) et UMR [AGAP](#) (Amélioration Génétique et Adaptation des Plantes méditerranéennes et tropicales)

**Équipe d'accueil :** GQE/[DEAP](#) (Diversité, Evolution et Adaptation des Populations), resp. Jérôme Enjalbert

**Adresse :** Université Paris-Saclay, INRAE, CNRS, AgroParisTech, GQE - Le Moulon, 91190, Gif-sur-Yvette, France

**Encadrement :** [Timothée Flutre](#) (CR INRAE), Meije Gawinowski (doctorante)

**Mots clés :** traitement du signal, proche infra-rouge, hyper-spectral, mélanges variétaux, blé

**Rémunération :** gratification mensuelle d'environ 550 €

### Contexte

La transition agroécologique implique, entre autres, une diversification spatio-temporelle des peuplements agricoles. Parmi les stratégies possibles, celle de *bet-hedging* consistant à mélanger plusieurs génotypes d'une même espèce est de plus en plus utilisée par les agriculteurs (Barot et coll., 2017). L'intérêt de tels peuplements hétérogènes pour lutter contre les épidémies fongiques est bien documenté, mais une telle hétérogénéité peut aussi aggraver certaines formes de compétition pour les ressources. Afin de comprendre les mécanismes sous-jacents, nous comparons notamment les rendements de nombreuses variétés cultivées en pur et dans différents mélanges. Mais pour ces derniers, nous ne disposons que du rendement total du mélange : il manque l'information de la proportion de grains récoltés par variété au sein d'un mélange.

### Objectifs du stage

Les techniques d'imagerie et spectrométrie sont de plus en plus utilisées pour caractériser des échantillons agricoles (Miralbés, 2008 ; Compan et coll., 2013). Le stage aura pour but général d'évaluer la capacité de la spectrométrie proche infra-rouge et de l'imagerie hyper-spectrale pour estimer les proportions variétales au sein de mélanges de grains de blé. Le 1<sup>er</sup> objectif consistera à évaluer l'estimation des proportions variétales au sein de grains issus de plantes semées en pur et mélangés à la main en proportions connues. Le 2<sup>e</sup> objectif consistera à quantifier un éventuel effet « mélange » sur les grains issus de plantes semées en mélange. Enfin, le 3<sup>e</sup> objectif appliquera ces techniques à un essai au champ pour comparer les rendements de chaque variété en pur versus en mélange, et selon la composition de ces derniers.

Dans le cadre du projet PerfoMix, une expérimentation<sup>1</sup> a été menée sur les parcelles agricoles de l'UMR GQE à la ferme du Moulon. Elle a impliqué 8 variétés de blé tendre d'hiver cultivées en pur et des mélanges de 2, 3 ou 4 de ces variétés semées équitablement. Les grains récoltés à l'été 2020 ont servi à mettre en place un dispositif expérimental permettant de répondre aux objectifs listés ci-dessus. Ces grains vont être analysés sur les appareils d'imagerie de l'UMR AGAP à Montpellier. Ceux-ci comprennent un 1<sup>er</sup> spectromètre proche infra-rouge (SPIR) permettant d'analyser des grains par lots, un 2<sup>e</sup> SPIR permettant d'analyser des grains individuellement, et une caméra hyper-spectrale pour grains individuels également.

Les données d'imagerie seront disponibles avant le début du stage, et un pré-traitement aura déjà été effectué, le stagiaire pourra ainsi se concentrer sur l'analyse. Pour les données sur grains individuels, il s'agira de prédire la variété des grains à partir de leur signal spectral, notamment via des modèles de régression en haute dimension (Hastie et coll., 2009). Une décomposition de la variance sera aussi réalisée pour évaluer l'importance des différences entre génotypes (Ryckwaert et coll., 2020). Concernant les images issues de la caméra hyper-spectrale, un objectif annexe d'analyse d'image consistera à développer un algorithme permettant d'identifier la face des grains de blé, ceux-ci ayant un sillon sur l'une des faces.

### Profil du candidat(e)

Formation générale de niveau Master 1 en mathématiques appliquées, avec un attrait pour le traitement du signal et l'analyse de données, et un intérêt pour la génétique et l'agroécologie en particulier. La connaissance des concepts de régression en grande dimension est nécessaire. La maîtrise d'un langage de programmation est requise, de préférence R et Python. L'utilisation de bibliothèques comme numpy et des bonnes pratiques de programmation (git, tests) sont des atouts.

### Références

Barot S, Allard V, Cantarel A, Enjalbert J, Gauffreteau A, Goldringer I, Lata J-C, Le Roux X, Niboyet A, Porcher E. 2017. Designing mixtures of varieties for multifunctional agriculture with the help of ecology. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 37.

Compan F, Ecartot M, Roumet P. 2013. Mesure de la qualité du grain de blé dur par spectrométrie proche infrarouge. *Cahier des Techniques de l'INRA* 80.

Hastie T, Tibshirani R, Friedman J. 2009. *The elements of statistical learning*. New York, NY: Springer New York.

Miralbés C. 2008. Discrimination of European wheat varieties using near infrared reflectance spectroscopy. *Food Chemistry* 106: 386–389.

Ryckwaert M, Gorretta N, Henriot F, Marini F, Roger J-M. 2020. Reduction of repeatability error for analysis of variance-Simultaneous Component Analysis (REP-ASCA): Application to NIR spectroscopy on coffee sample. *Analytica Chimica Acta* 1101: 23–31.

---

<sup>1</sup> Voir l'actualité en ligne <http://moulon.inrae.fr/news/expe-performix/>