

Proposition de stage de Master : Vision par ordinateur pour la caractérisation par imagerie et LiDAR de couverts mélangés blé - pois/féverole

Contexte

Accroître la diversité végétale cultivée émerge comme l'un des leviers pour s'orienter vers une agriculture plus durable. Dans ce contexte, les cultures associées, définies comme le mélange de deux espèces dans un même champ apparaissent comme une piste intéressante à explorer (**voir photos ci-contre**). Pour l'agriculture, l'enjeu actuel est d'améliorer la performance globale de ces associations via une meilleure utilisation des ressources environnementales disponibles (eau, azote, lumière...).

Culture associée de blé-pois (en haut) et de blé-féverole (en bas) dans le Sud de la France. Bedoussac et al. (2015).



La connaissance des caractéristiques propres aux deux espèces cultivées permettrait d'explicitier le fonctionnement des cultures associées pour déterminer quelles espèces fonctionnent « bien » ensemble.

Cela nécessite généralement de réaliser des analyses destructives qui sont longues et coûteuses si bien qu'il y a actuellement un fort enjeu à développer des méthodes non destructives pour estimer ces caractéristiques.

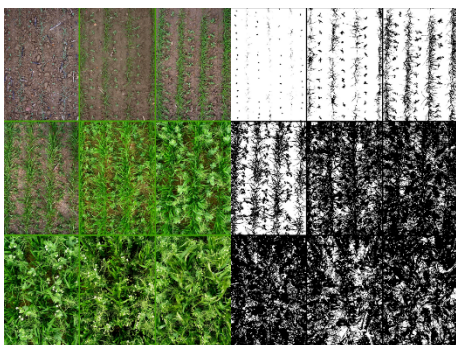
Objectif du stage

Évaluer le potentiel d'un suivi de phénotypage à haut-débit pour caractériser le développement d'une culture associée légumineuse-céréale.

Robot de phénotypage unique, conçu par l'INRA et ARVALIS

Pour cela, un suivi du développement de plusieurs couverts en mélange sera réalisé à l'aide de techniques d'imagerie (images RGB et multispectrales 6 bandes) et des systèmes LiDAR¹. Ces images et nuages de points 3D du couvert seront acquis par drone et par un robot de phénotypage au champ développé spécifiquement pour le phénotypage au champ des grandes cultures (**voir photo ci-contre**). Ces techniques seront mises en œuvre sur un essai agronomique implanté à l'automne 2018 comparant différents couples d'espèces (blé -pois et blé - féverole).

Dynamique de la couverture du sol par l'association blé-pois d'hiver.



Analyse d'image

En utilisant les capteurs disponibles (LiDAR, caméra RGB, caméra multispectrale) et la vision par ordinateur nous souhaitons tester la capacité à estimer différentes variables d'intérêt permettant d'expliquer une large part de la variation de concurrence entre les deux espèces à savoir : 1) **le taux de couverture** (la surface occupée) globale et par chaque espèce (**voir illustration ci-contre**) et 2) **la hauteur du couvert** en essayant d'individualiser chacune des espèces des mélanges.

Il s'agit donc de traiter différents problèmes de **reconnaissance** et de **caractérisation** de végétaux. Pour cela, plusieurs méthodes d'analyse d'images seront explorées et deux grandes pistes nous semblent aujourd'hui en mesure de

¹ <https://www.phenome-fppn.fr/Projets-methodologiques/Capteurs-et-methodes>

répondre à nos objectifs : l'utilisation de **méthodes traditionnelles en vision**, à base de signatures et de classification supervisée et l'utilisation de **réseaux de neurones profonds**. De plus, le dispositif d'acquisition disponible nous permettra d'expérimenter des techniques de fusion de données multicapteurs (caméras multispectrales, LiDAR, caméras obliques, GPS).

L'essai mis en place est constitué de 21 micro-parcelles de 24 m² chacune comprenant des cultures pures et des cultures associées (différentes combinaisons de blé + pois ou féverole). Des mesures manuelles non destructives et destructives seront réalisées régulièrement et constitueront une vérité terrain afin de valider les estimations des variables obtenues par les outils numériques.

Travaux à réaliser

- Le stagiaire participera à l'acquisition des données « image » sous l'autorité de l'équipe de l'Unité Expérimentale
- L'étudiant **traitera les données et analysera les résultats** de ces expérimentations
- L'étudiant **conduira une analyse bibliographique à jour** en lien avec cette thématique **et rédigera un état de l'art** sur les méthodes de traitement d'image dans le domaine du végétal et plus particulièrement des cultures associées

Contacts

- **Jean-Baptiste Puel** : Traitement d'images ; puel@irit.fr
- **Philippe Burger** : Acquisition d'images ; Philippe.Burger@inra.fr
- **Etienne-Pascal Journet et Laurent Bedoussac** : Agronomie et Expérimentation au champ ; Etienne-Pascal.Journet@inra.fr ; Laurent.Bedoussac@inra.fr
- **Noémie Gaudio** : Modélisation ; Noemie.Gaudio@inra.fr

Conditions matérielles du stage

- **Durée** : 5 à 6 mois de mars à juillet / août
- **Lieu de stage** : Toulouse (IRIT-université Paul-Sabatier ; INRA-UMR AGIR à Auzeville)
- **Gratification de stage INRA** : environ 500 €/mois et accès au self INRA sur place le midi à prix étudiant

Compétences attendues

- Traitement d'image et vision par ordinateur
- Capacité rédactionnelle
- Maîtrise de l'anglais scientifique

Quelques références bibliographiques

Bedoussac L. et Justes E. (2010) Dynamic analysis of competition and complementarity for light and N use to understand the yield and the protein content of a durum wheat–winter pea intercrop, *Plant Soil* 330:37–54

Gai J. (2016) Plants Detection, Localization and Discrimination using 3D Machine Vision for Robotic Intra-row Weed Control. PhD thesis, Iowa State University

Haug S., Michaels A., Biber P. and Ostermann J. (2014) Plant classification system for crop /weed discrimination without segmentation, *IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision*, Steamboat Springs, CO, pp. 1142-1149.

Nogueira K., dos Santos J., Fornazari T., Silva, T., Morellato, P., Torres R. (2016) Towards vegetation species discrimination by using data-driven descriptors. 1-6. 10.1109/PRRS.2016.7867024

Potena C., Nardi D., Pretto A. (2016) Fast and Accurate Crop and Weed Identification with Summarized Train Sets for Precision Agriculture. *IAS 2016*: 105-121

Strothmann W., Ruckelshausen A., Hertzberg J., Scholz C., and Langsenkamp F. (2017) Plant classification with In-Field-Labeling for crop/weed discrimination using spectral features and 3D surface features from a multi-wavelength laser line profile system, *Computers and Electronics in Agriculture*, Volume 134, Pages 79-93, ISSN 0168-1699.

Taghavi Namin S., Esmailzadeh M., Najafi M., Brown T. and Borevitz J. (2018) Deep phenotyping: deep learning for temporal phenotype/genotype classification. *Plant Methods* 201814:66 <https://doi.org/10.1186/s13007-018-0333-4>