

PROPOSITION DE STAGE M2

Titre : **Développement d'un outil d'aide à l'échantillonnage d'analyses de terre sur les parcelles à partir de données spatiales et de télédétection**

Position du problème :

Les analyses de terre en parcelles agricoles sont des outils indispensables de gestion de la fertilité des sols et d'équilibre des cultures implantées. Il s'en réalise plus de 300 000/an en France, uniquement financées par les agriculteurs.

L'échantillon prélevé (normativement sur une surface de 100 m² – NF X 31-100), adressé au laboratoire est supposé être représentatif de la parcelle ou d'une partie homogène de la parcelle. Cet échantillonnage se pratique aujourd'hui à l'aveugle.

A partir des nouvelles données satellitaires, la société Auréa, premier laboratoire Français d'Analyses de terre – 70% du marché - (filiale de l'institut technique Arvalis), souhaiterait doter les agriculteurs et leurs conseillers d'une application leur permettant de choisir les sites de prélèvements pour caractériser au mieux les parcelles visitées.

Le principe général de ce choix consisterait à définir, à l'intérieur des parcelles, des unités de gestion intra-parcellaires (UGI) considérées comme homogènes et permanentes vis à vis des propriétés de sol à analyser et de positionner au mieux, pour chacune de ces UGI, un point de prélèvement représentatif.

La délimitation numérique de telles unités homogènes est une pratique courante en agriculture de précision mais ceci est réalisé avec un volume de données très coûteux d'acquisition dont l'accès reste élitiste et souvent non rentable économiquement. Il est donc nécessaire d'envisager une approche alternative pour une agriculture « précise » (1 à 4 UGI par parcelle) utilisant des données aisément accessibles. Parmi ces données, les données de télédétection Sentinel semblent être les plus appropriées.

Objectif :

Construire et évaluer un outil opérationnel et automatisable de délimitation des unités de gestion intra-parcellaires et d'optimisation des prélèvements pour analyse de sol à partir de 2 types de données test :

- sur un petit ensemble de parcelles pilotes référencées avec des analyses de terre échantillonnées selon un maillage fin
- sur un ensemble vaste de parcelles de plusieurs régions naturelles comportant pour chacune le couple : analyse de terre/point géolocalisé de l'échantillonnage

Démarche

La démarche retenue comprendra cinq étapes :

1. **Etude bibliographique.** Recensement des travaux similaires, et notamment en liaison avec le stockage carbone et les MO du sol.
2. **Détermination de dates d'intérêt.** Mise au point d'une procédure de sélection des meilleurs dates utilisables des données Sentinel, selon des critères de qualité des images, des caractéristiques agronomiques et/ou statistiques.
3. **Délimitations d'unités de gestion intra-parcellaire à partir des données disponibles** (type MNT, cadastre,..) **et de télédétection Sentinel.** Les techniques de classification non supervisées classiquement pratiquées en agriculture de précision (ex fuzzy k-means) seront appliquées aux données Sentinel disponibles sur la parcelle.
4. **Définition des points de prélèvements pour chaque UGI:** Les unités de gestion intra-parcellaire identifiées seront comparées selon les dates sélectionnées. Une procédure sera mise au point pour retenir les UGI récurrents. Les points de prélèvement seront définis pour chaque UGI en optimisant leur proximité avec le barycentre de l'UGI dans l'espace des données de télédétection utilisée (minimisation de l'erreur d'estimation ponctuelle de propriétés par un seul site)
5. **Evaluation des démarches d'échantillonnages.** Les démarches décrites précédemment seront appliquées sur un petit ensemble de parcelles (différentes du premier jeu test) pour lesquelles des analyses de terre auront été réalisées par Aurea selon une grille régulière permettant d'approcher des valeurs moyennes de propriétés par UGI délimitées ainsi que les valeurs choisies de points de prélèvement. Trois questions seront explorées : 1) Les délimitations en UGI sont-elles significatives ?, 2) l'analyse de la terre au point de prélèvement défini pour une UGI est-elle proche de la moyenne sur l'UGI ? et 3) l'utilisation combinée des délimitations d'UGI et des analyses de terre sur les points de prélèvement sélectionnés permet-elle d'approcher les valeurs moyennes et diversités des parcelles vis à vis des propriétés pérennes de sol ? A comparer avec une démarche d'un point pris au hasard sur la parcelle par le préleveur.

Résultats attendus

- Une (ou des) procédures automatisables de délimitation d'UGI et de choix de points de prélèvement, pour une parcelle donnée définie par son polygone SIG.
- Ces procédures devront faire appel à des données accessibles en temps réel, Sentinel et autres, avec le souci d'un temps de traitement compatible avec le timing de l'opérateur.
- Une évaluation de la valeur ajoutée de cette procédure par rapport à la pratique existante

Intérêt pédagogique et scientifique :

- Résolution d'un problème concret posé par le leader français du conseil agronomique (Aurea AgroSciences)
- Point clé des données sols, point d'entrée obligatoire pour tous travaux sur la transition agro-écologique, biodiversité des sols, séquestration du CO₂, diminution des intrants, ..
- Maillon aujourd'hui encore manquant pour calculer avec rigueur la rémunération des agriculteurs pour le Carbone stocké dans leurs parcelles.
- Utilisation d'un jeu de données d'analyses de terre habituellement très difficiles d'accès et permettant des évaluations crédibles des méthodes testées, ce qui ouvre la possibilité de valorisation du travail par un article scientifique dans une revue internationale.
- Acquisition d'expérience dans des données de télédétection et des outils ré-utilisables en agriculture numérique, volet d'importance croissante pour Auréa et Arvalis, et pour l'agriculture en général.

- Déroulement :** Le travail est réalisé en partenariat avec le Laboratoire CESBIO (UMR 5126) sous la responsabilité de Vincent Bustillo, maître de conférences à l'IUT d'Auch. Le travail sera également suivi côté Aurea par Frédéric Merelle, ingénieur agronome. Il associera traitement numérique sous Matlab et/ou Python et/ou R, traitement géomatique sous SIG, et rédaction scientifique.
- Pré-requis :** Formation en agronomie, mathématiques appliquées, systèmes d'information géographiques, télédétection. Pratique du logiciel Python, ou R, ou Matlab ou forte volonté de se former à leur utilisation.
- Conditions :** Travail localisé soit à Orléans (45), sur le site technique d'AUREA ou à Auch (32), sur le site de l'IUT, au sein de l'antenne du CESBIO. Possibilité de visiter les parcelles testées.