

Titre : Estimation de la variabilité spatiale et temporelle des teneurs superficielles en carbone organique du sol agricole, sur la base de méthodes d'apprentissage automatique, combinant imagerie satellite et mesures in situ

Responsables :

Eric Ceschia, eric.ceschia@inrae.fr

Rémy Fieuzal, remy.fieuzal@univ-tlse3.fr

Sujet :

En fonction des pratiques culturales mises en œuvre, les surfaces agricoles vont émettre du carbone dans l'atmosphère, ou en capter, notamment grâce à l'enrichissement du sol en matière organique via des pratiques comme les cultures intermédiaires ou l'enfouissement des pailles. Cette possibilité de stockage a conduit à l'initiative 4 pour 1000 ou la loi Européenne sur le Carbon Removal certification Framework. Dans un contexte de politiques visant à la neutralité carbone, la cartographie du carbone organique du sol (SOC) constitue un enjeu majeur, fournissant une information clés pour l'aide à la décision et la gestion des terres agricoles.

En fournissant des observations régulières de la surface à une résolution décimétrique, les images délivrées par les satellites de la mission Sentinel-2 constituent une opportunité pour la surveillance des paramètres de subsurface. En effet, les capteurs à bord des satellites opèrent dans différentes longueurs d'onde, donnant accès une information avec des capacités prédictives intéressantes concernant les propriétés du sol. Différents algorithmes d'apprentissage automatique (e.g., partial least squares regression (PLSR), random forest (RF), support vector machine (SVM) ou neural network (NN)) peuvent alors être mis en œuvre pour prédire le SOC de surface (Urbina-Salazar et al., 2021, Vaudour et al., 2022, Zayani et al., 2023).

L'objectif de ce stage consiste à estimer la variabilité spatiale et temporelle du carbone organique de la surface des sols agricoles. Le stage s'inscrit dans le cadre de l'OSR SO (<https://osr.cesbio.cnrs.fr/>), les travaux seront focalisés sur un réseau d'exploitations agricoles qui mettent en œuvre différentes rotations et pratiques culturale depuis un nombre d'année variable. Le stage débutera par une étude bibliographique. Par la suite, les travaux porteront sur l'analyse des bases de données de mesures du carbone organique superficiel acquises lors de différentes campagnes expérimentales (2018, 2020...), qui permettront de tester des algorithmes déjà référencés, et de développer de nouvelles approches concernant l'estimation de la variable cible. Suite aux différents exercices et si les résultats le permettent, les analyses porteront sur l'étude du lien entre les variations spatiales et temporelles de SOC et le développement de la végétation observé au cours des différents cycles de culture et interculture. Selon la motivation et l'avancée des travaux, il sera possible d'envisager l'utilisation de données radar.

Références bibliographiques :

Urbina-Salazar, D.; Vaudour, E.; Baghdadi, N.; Ceschia, E.; Richer-de-Forges, A.C.; Lehmann, S.; Arrouays, D. Using Sentinel-2 Images for Soil Organic Carbon Content Mapping in Croplands of Southwestern France. The Usefulness of Sentinel-1/2 Derived Moisture Maps and Mismatches between Sentinel Images and Sampling Dates. *Remote Sens.* **2021**, *13*, 5115. <https://doi.org/10.3390/rs13245115>

Vaudour, E.; Gholizadeh, A.; Castaldi, F.; Saberioon, M.; Borůvka, L.; Urbina-Salazar, D.; Fouad, Y.; Arrouays, D.; Richer-de-Forges, A.C.; Biney, J.; et al. Satellite Imagery to Map Topsoil Organic Carbon Content over Cultivated Areas: An Overview. *Remote Sens.* **2022**, *14*, 2917. <https://doi.org/10.3390/rs14122917>

Zayani, H.; Fouad, Y.; Michot, D.; Kassouk, Z.; Baghdadi, N.; Vaudour, E.; Lili-Chabaane, Z.; Walter, C. Using Machine-Learning Algorithms to Predict Soil Organic Carbon Content from Combined Remote Sensing Imagery and Laboratory Vis-NIR Spectral Datasets. *Remote Sens.* **2023**, *15*, 4264. <https://doi.org/10.3390/rs15174264>

Profil recherché :

- étudiant en école d'ingénieur ou en Master 2 universitaire,
- attrait et compétences concernant l'analyse et les outils de traitements de données (ex. compétences en programmation de préférence connaissance de R),
- bases en télédétection souhaitées
- intérêt pour les problématiques environnementales ou agronomiques,
- autonome et organisé dans le travail

Candidature :

Lettre de motivation + CV à envoyer par e-mail à eric.ceschia@inrae.fr et remy.fieuzal@univ-tlse3.fr avant fin Novembre.

Lieu du stage : laboratoire CESBIO à Toulouse (<https://www.cesbio.cnrs.fr/>)