

1.- DESCRIPTION DU SUJET

Titre : *Etude de l'impact de la date d'acquisition de données multispectrales Sentinel-2 sur la cartographie du Carbone Organique*

Contexte et objectifs

Une connaissance spatialisée de la teneur en Carbone Organique (CO) des sols constitue un enjeu environnemental majeur, en lien notamment avec l'évaluation des stocks de carbone. Le taux de CO dans les sols peut être estimé à partir de données de laboratoire Visible-Proche Infra-Rouge (Vis-PIR, 400-2500 nm), via l'utilisation de méthodes telles que les modèles de régression (e.g. [Viscarra Rossel et al., 2006](#)). Cette démarche d'estimation a été transposée avec succès en télédétection hyperspectrale aéroportée (e.g. [Selige et al. 2008](#)) et plus récemment en télédétection superspectrale satellitaire via le capteur Sentinel-2 ([Vaudour et al., Soumis](#)), offrant ainsi des représentations spatialisées de cette propriété clé. Ces cartographies constituent ainsi une source de données nouvelles et complémentaires des données pédologiques classiquement recueillies sur le terrain.

Néanmoins les méthodes actuelles en Télédétection restent inopérantes en présence de végétation. En effet le couvert végétal perturbe le signal de réflectance Vis-PIR et empêche l'utilisation du spectre acquis sur une telle couverture (même partielle) pour l'estimation de la propriété de sol recherchée (y compris le Carbone Organique) ([Bartholomeus et al., 2010](#)). Et la couverture végétale varie dans le temps, de par sa nature (type de culture ou couvert naturel) et le climat. Ainsi la couverture de surfaces de sol nu exploitable par télédétection Vis-PIR pour une cartographie de propriété de sol, dépend de la date d'acquisition des données de télédétection Vis-PIR. Par ailleurs, les sols nus exploitables diffèrent par leurs états de surface, notamment l'humidité, ainsi que la rugosité liée aux opérations culturales, dont les variations sont à même de perturber la prédiction ([Ebengo Mwampongo, 2017](#)).

Le stage vise à produire une cartographie de teneur en CO à partir de données superspectrales et multitemporelles S2, et d'une image S2 « composite » de sols nus (agrégation des pixels de sols nus de plusieurs images S2). Ces cartographies seront alors comparées, afin d'étudier *i*) l'impact de la date d'acquisition et de ses conditions d'état de surface et *ii*) la valeur ajoutée d'une agrégation des pixels de sols nus de plusieurs images S2 sur la cartographie du CO. Il s'agira d'évaluer s'il est préférable d'utiliser une mosaïque multodate ou bien de sélectionner la(les) date(s) optimales (et de définir les critères permettant d'identifier cet optimum).

Méthodologie et démarche :

Ce travail s'appuiera sur une base de données collectées sur un site localisé en milieu cultivé tempéré (plaine de Versailles, France, 221 km²), sur lequel nous disposons d'échantillons de sol de surface ayant fait l'objet de mesures de teneur en CO, et de données Sentinel-2 (niveau 2B) acquises à plusieurs dates. Ce projet comportera les étapes suivantes :

- utilisation d'une mosaïque d'images S2 ou image « composite » de sols nus (agrégation des pixels de sols nus de plusieurs images S2). Analyse des procédures de recalage inter-dates complémentaires aux corrections d'effets atmosphériques effectuées dans le cadre de la chaîne de production des produits Sentinel 2B.

- analyse de sensibilité du seuil de NDVI (indice de végétation) permettant de masquer les zones végétales, soit de la mosaïque, soit des images monodate. Un seuil de NDVI drastique permet de limiter les risques de mauvais masquage de végétation verte, mais entraîne également une réduction de couverture de sol nu. Un compromis devra donc être trouvé entre *l'assurance d'une identification de pixels de sol nu* et *l'élimination des surfaces trop éloignées d'une*

situation de sol nu.

- construction des modèles de prédiction de CO pour chaque image puis application de ces modèles à l'ensemble des pixels de sol nus.
- analyse de ces cartographies via l'analyse de variogrammes et l'analyse de variance à l'échelon pixellaire. Mise en lien avec des informations de rugosité recueillies en 2017.
- selon l'avancement, mise en œuvre de modèles géostatistiques afin de couvrir l'intégralité de la zone d'étude.

Compétences souhaitées : programmation sous R, mathématiques appliquées et télédétection. Des connaissances en pédologie seront un atout.

Ce stage s'inscrit dans le contexte du projet national CNES-TOSCA pour le développement du Centre d'Expertise Scientifique de Cartographie Numérique des Sols, du pôle de données surfaces continentales THEIA.

2.- MODALITES D'ACCUEIL

Equipe(s) d'accueil : UMR ECOSYS Pôle Sol, Centre de Grignon ; BP01 - 78850 Thiverval-Grignon

Indemnité : 554,40 €/mois (+ indemnités de transport francilien)

Hébergement : envisageable sur campus de Grignon (s'y prendre au plus tôt)

3.- ENCADREMENT

Responsable principal : Mme VAUDOUR Emmanuelle, Maître de Conférences AgroParisTech, UMR ECOSYS

Tel : 01-30-81-52-75 ; email : emmanuelle.vaudour@agroparistech.fr

Co-encadrement :

C. Gomez, IRD, UMR LISAH Montpellier. email : cecile.gomez@ird.fr

D. Arrouays et T. Loiseau, UE INFOSOL, Orléans.

4.- REFERENCES DES ENCADRANTS

Ebengo Mwampongo, D., 2017. Apport du couplage radar/optique SENTINEL1/2 à la prédiction des teneurs en carbone organique des sols cultivés. Mémoire de Master 2, « Gestion des Sols et des Services Ecosystémiques », Univ. Paris Sud, UMR ECOSYS INRA AgroParisTech, stage soutenu le 12 septembre 2017.

Gomez, C., Viscarra Rossel, R.A., McBratney, A.B., 2008. Soil organic carbon prediction by hyperspectral remote sensing and field vis-NIR spectroscopy: an Australian case study. *Geoderma* 146, 403–411.

Ouerghemmi, W., Gomez, C., Naceur, S., Lagacherie, P., 2016. Semi-blind source separation for the estimation of the clay content over semi-vegetated areas using VNIR/SWIR hyperspectral airborne data. *Remote Sens. Environ.* 181, 251–263.

Vaudour, E., Gilliot, J.M., Bel, L., Lefevre, J., Chehdi, K., 2016. Regional prediction of soil organic carbon content over temperate croplands using visible near-infrared airborne hyperspectral imagery and synchronous field spectra. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 49, 24-38.

Vaudour, E., Gomez, C., Fouad, Y., Lagacherie, P., 2017. SENTINEL-2 image capacities to predict common topsoil properties of temperate and Mediterranean agroecosystems. *Remote Sensing of Environment*, soumis.

Zaouche, M., Bel, L., Vaudour, E., 2017. Mapping topsoil organic carbon content and assessing prediction error per sample site over a small agricultural region using regression cokriging of soil properties and DEM data. *Geoderma Regional*, 10, 126-137.