



Proposition de stage de niveau M2 (6 mois)

Prise en compte de l'effet priming dans la modélisation des flux de CO₂ dans les agroécosystèmes soumis au stress hydrique

Problématique et objectifs du stage

La disponibilité en eau et le stress hydrique sont intimement liés au cycle du carbone terrestre (van der Molen et al., 2011). **Le changement climatique augmente le stress hydrique et thermique de nombreux écosystèmes et en particulier des cultures** (Chaudhry and Sidhu, 2022). Le fonctionnement photosynthétique des agroécosystèmes commence à être connu de l'échelle de la feuille à celle de la parcelle et à haute fréquence d'acquisition (Baldocchi, 2003). En revanche, les flux de respiration le sont moins alors qu'ils constituent une composante essentielle du cycle du carbone terrestre.

Deux processus contribuent à la respiration de l'écosystème : la **respiration provenant des racines et de la rhizosphère** et la **respiration provenant de la décomposition de la matière organique du sol (MOS) par les organismes du sol**. Bien que les flux de CO₂ provenant du sol vers l'atmosphère soient relativement simples à mesurer (e. g. Pumpanen et al., 2004), la séparation du flux total en ses deux composantes est plus difficile (Rustad and Fernandez, 1998). Or il a été montré que **ces deux composantes réagissent de manière très contrastée avec une augmentation de température** (Wang et al., 2014). Il est donc **important de pouvoir mieux appréhender ces différentes composantes**.

Une technique utile pour séparer les deux composantes de la respiration du sol est la mesure de la **composition en isotope stable du carbone** ($\delta^{13}\text{C}$) du CO₂ produit. Cette technique exploite la différence naturelle de composition en isotope stable du carbone ($\delta^{13}\text{C}$) entre les plantes C3 (environ -28‰) et les plantes C4 (environ -14‰) due à leurs différences métaboliques (Kuzyakov, 2004). Cette technique permet également de détecter **l'effet priming**, changement temporaire de la minéralisation des matières organiques apportées au sol induit par l'apport d'un produit organique (Kuzyakov & Bol, 2006). Cette caractérisation est primordiale dans un contexte d'usage de **pratiques d'agriculture de conservation** utilisant notamment les cultures intermédiaires qui apportent énormément de matière au sol (Breil et al., 2023).

En outre, les systèmes de culture influencent la dynamique de l'eau des sols. Il a été montré notamment dans le bassin Adour-Garonne, qu'après plusieurs années de mise en œuvre de **pratiques d'agriculture de conservation** (non labour, semis direct et cultures intermédiaires), une **meilleure utilisation de l'eau** (Alletto et al. 2022) par une augmentation des **capacités de rétention d'eau** qui améliore l'alimentation en eau des plantes notamment en été ; une augmentation des **capacités d'infiltration** réduisant ainsi le ruissellement lors d'événements pluvieux intenses qui se produisent plus fréquemment en lien avec le changement climatique ; ainsi qu'une **exploration racinaire plus profonde**.

Dans ce contexte, le travail consistera à **améliorer les formalismes du module sol du modèle agrométéorologique AgriCarbon-EO** utilisé au CESBIO (Wijmer, T. et al., 2023) en lien avec la dynamique de l'eau. En particulier, le module COP (Breil et al. 2018) a permis d'intégrer **l'effet priming** dans le module sol, il reste à **calibrer et valider ce module à l'aide des jeux de données** de la SNO OSR SO (<https://osr.cesbio.cnrs.fr/>) ainsi que des données acquises dans le cadre du projet Bag'ages (Evaluation des performances de systèmes de culture mobilisant différentes pratiques agroécologiques dans le Bassin Adour-Garonne) qui ont permis de séparer et quantifier la proportion du CO₂ produit issue de la décomposition de la matière organique du sol MOS et la proportion issue de la respiration de la rhizosphère à l'aide des isotopes

stables (Mahjoubi, 2024). Il reste à étudier l'ajout de matière organique fraîche (sucre de canne C4) induisant un effet « priming » en analysant le jeu de données disponible qui permettra de valider le module COP et ainsi appréhender au mieux la **capacité des cultures à s'adapter aux sécheresses plus intenses liées au changement climatique mais aussi à agir comme levier d'atténuation du changement climatique.**

Compétences

Les candidat·e·s devront justifier d'un attrait pour le milieu de la recherche académique en écologie et sciences environnementales, d'une forte appétence pour la modélisation et la compréhension des processus biogéochimiques, d'une bonne connaissance de la programmation sous python et d'un esprit d'équipe.

A la fin du stage, vous pourrez justifier d'une expérience dans milieu de la recherche académique en écologie et sciences environnementales, d'une meilleure connaissance des processus biogéochimiques dans les zones cultivées et d'une bonne mise en pratique d'analyse de données et de modélisation sous Python. Par ailleurs, vous apprendrez à utiliser les isotopes stables pour estimer quantitativement de façon séparée la respiration racinaire et la respiration rhizomicrobienne dans les sols.

Contexte professionnel

La·le stagiaire rejoindra l'antenne du CESBIO à Auch (<https://www.cesbio.cnrs.fr/>) en collaboration avec le laboratoire de Biotechnologies Agroalimentaire et Environnementale (LBAE). Elle·il sera amené·e à interagir avec deux chercheurs du CESBIO : Nathalie Pellé, MCF UPS et Ahmad Al Bitar, IR CNRS et un chercheur du LBAE Robin Beghin-Tanneau, MCF INP-EI Purpan.

Candidature

Pour candidater, envoyez CV et lettre de motivation à : nathalie.jarosz@iut-tlse3.fr, Ahmad Al Bitar ahmad.al-bitar@univ-tlse3.fr et robin.beghin@purpan.fr.

Références

- Alletto L. et al. (2022). Physical properties of soils under conservation agriculture: A multi-site experiment on five soil types in south-western France, *Geoderma*, Volume 428, 2022, 116228, ISSN 0016-7061, <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2022.116228>.
- Baldocchi, D.D. (2003). Assessing the eddy covariance technique for evaluating carbon dioxide exchange rates of ecosystems: past, present and future. *Global Change Biology*, 9, 479-492.
- Breil N. (2022). Mesure et modélisation spatialisées des flux de CO₂ aux interfaces entre le sol, les agroécosystèmes et l'atmosphère dans le contexte de la transition agroécologique. Doctorat de l'Université Toulouse délivré par l'Université Toulouse 3 Paul Sabatier, 206 pp.
- Breil, N.L., Lamaze, T., Bustillo, V., Marcato-Romain, C.-E., Coudert, B., Queguiner, S., Jarosz-Pellé, N., 2023. Combined impact of no-tillage and cover crops on soil carbon stocks and fluxes in maize crops. *Soil Tillage Res.* 233, 105782. <https://doi.org/10.1016/j.still.2023.105782>.
- Chaudhry, S., Sidhu, G.P.S., 2022. Climate change regulated abiotic stress mechanisms in plants: a comprehensive review. *Plant Cell Rep.* 41, 1–31. <https://doi.org/10.1007/s00299-021-02759-5>
- Kuzyakov, Y. (2004). Separation of root and rhizomicrobial respiration by natural ¹³C abundance: Theoretical approach, advantages, and difficulties. *Eurasian Soil Science*, 37, S79-S84.
- Kuzyakov, Y., Bol, R., 2006. Sources and mechanisms of priming effect induced in two grassland soils amended with slurry and sugar. *Soil Biol. Biochem.* 38, 747–758. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2005.06.025>.
- Mahjoubi A. (2024). Séparation des émissions de CO₂ à l'aide des isotopes stables sur une culture de maïs. Rapport de stage de M2 de l'université de l'Université de Paris Saclay, AgroParistech, 37 pp.
- Pumpanen, J. et al. (2004). Comparison of different chamber techniques for measuring soil CO₂ efflux. *Agricultural and Forest Meteorology*, 123(3-4), 159-176.
- Rustad, L.E. and Fernandez, I.J. (1998). Experimental soil warming effects on CO₂ and CH₄ flux from a low elevation spruce–fir forest soil in Maine, USA. *Global Change Biology*, 4(6), 597-605.
- van der Molen, M.K., et al. 2011. Drought and ecosystem carbon cycling. *Agricultural and Forest Meteorology* 151(7) 765-773.
- Wang, Y. et al. 2014. Responses of soil respiration and its components to drought stress. *Journal of Soils and Sediments* 14(1) 99-109.
- Wijmer, T. et al. (2023). AgriCarbon-EO: v1.0.1: Large Scale and High Resolution Simulation of Carbon Fluxes by Assimilation of Sentinel-2 and Landsat-8 Reflectances using a Bayesian approach, EGU sphere [preprint], <https://doi.org/10.5194/egusphere-2023-48>.