AGROFLUX

Amélioration du bilan GES de l'agrosystème par l'assimilation de données sur les flux de surface

DURÉE
1/02/2023 – 1/05/2027

BUDGET
956 196 €

DESCRIPTION DU PROJET

L'agriculture est responsable de plus de 10 % des émissions de gaz à effet de serre (GES) dans l'UE. La quantification des échanges surface-atmosphère de GES est cruciale pour décider quels agrosystèmes et quelles pratiques doivent être privilégiés dans le cadre de la réduction de notre empreinte environnementale. À ce jour, ces échanges sont surveillés à l'aide de tours à flux, qui sont organisées en réseaux continentaux (ICOS pour l'Europe), et de la base de données mondiale FLUXNET. La pierre angulaire de ces infrastructures est la mesure micro-météorologique par eddy-covariance (EC) en un point unique.

Cependant, un problème de longue date de FLUXNET est la sous-estimation systématique des flux de gaz pour des conditions atmosphériques spécifiques, car les informations sur les processus de transport à une échelle inférieure à la méso-échelle générés par l'hétérogénéité de la surface ne sont pas directement disponibles. La méthode d'eddy-covariance repose sur l'idée que dans des conditions de forte turbulence, et pour un terrain et des conditions d'écoulement suffisamment homogènes, le transport du CO2 (ou également de la chaleur) est dominé par le transport turbulent vertical. La méthode échoue donc lorsque la turbulence est faible et que les flux advectifs ne sont pas négligeables ; cela conduit à des sous-estimations systématiques (i) du flux de gaz à l'état de traces (p. ex. CO2), en particulier dans des conditions atmosphériques stables, typiques des nuits sans nuages, et (ii) de l'énergie disponible, en particulier dans des conditions atmosphériques de convection libre, typiques des journées ensoleillées sans vent.

Dans le projet de recherche actuel, afin de résoudre ces problèmes, nous pensons que nous pouvons réaliser une avancée significative dans la reconstruction de la source de la tour de flux d'EC en tirant parti et en combinant les progrès scientifiques et technologiques récents dans (I) les mesures, (II) les simulations et (III) les techniques d'inférence et d'assimilation. L'objectif est de fournir des procédures de correction afin d'améliorer l'évaluation des bilans de GES réalisée pour les différents types d'agrosystèmes.

Tout d'abord, AGROFLUX vise à améliorer l'estimation des propriétés des flux dans la couche limite atmosphérique (Atmospheric Boundary Layer, ABL) inférieure grâce à des mesures atmosphériques innovantes et à leur combinaison. Plus précisément, nous compléterons les mesures des tours EC par des mesures du vent et des mesures scalaires basées sur les tours, le Wind Doppler LIDAR (WDL) et les véhicules aériens sans pilote (UAV), en accordant une attention particulière à l'observabilité des quantités ciblées dans les scénarios micro-météorologiques spécifiques discutés ci-dessus. Cela implique l'optimisation des modèles de balayage WDL, de la conception du drone lui-même et des stratégies de vol du drone.

Deuxièmement, ce projet utilisera des simulations aux grandes échelles pour la couche limite atmosphérique qui couvrent les échelles allant de l'ABL aux instruments-mêmes qui seront utilisés. En particulier, cela implique la simulation de la couche limite de l'atmosphère jusqu'à des échelles fines dans la région proche de la paroi afin de reproduire les mesures de la tour EC. Cet environnement virtuel permettra de reproduire des scénarios d'émission réalistes, mettant en lumière des événements à une échelle inférieure à la méso-échelle, et de reproduire les mesures effectuées par l'équipement AGROFLUX.

AGROFLUX

Enfin, AGROFLUX vise à tirer parti de l'évolution des méthodes d'inférence et des techniques d'apprentissage automatique pour générer des estimations de flux plus précises, même dans les scénarios affectés par l'advection. Cela implique l'utilisation d'un modèle abordable sur le plan informatique qui sera alimenté par les mesures à assimiler. Le développement d'un tel modèle, et en particulier de ses termes de fermeture de la turbulence, nécessitera la calibration hors ligne (ou l'entraînement dans une perspective d'apprentissage automatique) de grandes quantités de données qui ne fournissent pas les informations attendues sur les quantités d'intérêt.

AGROFLUX exploitera deux sites ICOS belges : Lonzée et Vielsalm qui offrent déjà de nombreuses données EC. Le projet se concentrera toutefois sur le site de culture FLUXNET/ICOS-ESFRI de Lonzée où des campagnes de mesures extensives combinant les différentes techniques de mesure (I) seront menées pour servir la simulation (II) et permettre l'étalonnage du modèle (III).

Le site de culture de Lonzée peut être considéré comme un site assez simple en termes de micro-météorologie (terrain plat et horizontal, canopée courte et régulière). Nous nous attendons à ce qu'il permette le transfert du modèle et des méthodes vers des sites similaires dans le réseau de tours à flux (par exemple, la moitié des stations belges de l'écosystème ICOS ont une orographie et une structure de végétation similaires, à savoir les sites de Lochristi et de Maasmechelen).

En proposant un moyen d'améliorer les flux de surface (horizon à court terme), potentiellement transférable au réseau de tours à flux, AGROFLUX ouvre donc également la voie à une amélioration de la qualité de toutes les applications en aval associées et des produits dérivés (horizon à moyen terme). C'est par exemple le cas pour les flux globaux de carbone qui sont estimés à partir de données satellitaires utilisant des méthodes d'apprentissage automatique, et qui doivent être calibrés/validés à l'aide du réseau mondial de tours à flux par EC. Un autre exemple est celui des expériences de tours de flux appariées comparant les stratégies de gestion des écosystèmes (par exemple, semis direct contre labour conventionnel, cultures à faible utilisation d'engrais contre cultures conventionnelles, etc.). Ces applications pourraient répondre à divers besoins environnementaux et politiques, notamment les marchés du carbone, les choix en matière de politique climatique, l'amélioration des rapports nationaux sur les émissions de gaz à effet de serre, la prévision du changement climatique grâce à un meilleur étalonnage des modèles d'extrapolation et de pronostic.

COORDONNEES

Coordinateur

Philippe Chatelain
Université catholique de Louvain (UCLouvain)
Institute of Mechanics, Materials, and Civil engineering (iMMC)
philippe.chatelain@uclouvain.be
https://uclouvain.be/fr/repertoires/philippe.chatelain

Partenaires

Bernard Heinesch
Université de Liège (ULiège)
Biosystems Dynamics and Exchanges (BioDynE) research axis
bernard.heinesch@uliege.be
www.gembloux.ulg.ac.be/biodyne

Quentin Laffineur
Institut Royal Météorologique de Belgique (IRM)
Ozone - UV - Aerosol group
quentin.laffineur@meteo.be
ozone.meteo.be

Johan Meyers
Katholieke Universiteit Leuven (KU Leuven)
Mechanical Engineering Department
johan.meyers@kuleuven.be
www.mech.kuleuven.be/en/tme/research/tfso

LIENS

Site web: https://uclouvain.be/en/research-institutes/immc/agroflux.html

Groupe LinkedIn: https://www.linkedin.com/groups/14271584