

AGROFLUX

Verbetering van het broeikasgasbudget van het landbouwsysteem door gegevensassimilatie van oppervlaktefluxen

DUUR
1/02/2023 – 1/05/2027

BUDGET
956 196 €

PROJECT BESCHRIJVING

De landbouw is verantwoordelijk voor meer dan 10% van de uitstoot van broeikasgassen in de EU. De kwantificering van de uitwisseling van broeikasgassen tussen het oppervlak en de atmosfeer is cruciaal om te beslissen welke landbouwsystemen en -praktijken voorrang moeten krijgen in het kader van de vermindering van onze ecologische voetafdruk. Tot nu toe worden deze uitwisselingen gecontroleerd met behulp van fluxmasten, die zijn georganiseerd in continentale netwerken (ICOS voor Europa), en de wereldwijde FLUXNET database. De hoeksteen van deze infrastructuur is de micrometeorologische eenpuntsapparatuur met eddy-covariance (EC).

Een al lang bestaand probleem van FLUXNET is echter de systematische onderschatting van gasfluxen voor specifieke atmosferische omstandigheden, omdat informatie over de sub-mesoschaal transportprocessen die worden gegenereerd door heterogeniteit van het oppervlak niet direct beschikbaar is. De eddy-covariance methode is gebaseerd op het idee dat in turbulente en voldoende homogene omstandigheden op het terrein en in de stroming, het transport van CO₂ (of ook warmte) wordt gedomineerd door het verticale turbulente transport. De methode faalt dus voor lage turbulentie en wanneer de advectieve fluxen niet verwaarloosbaar zijn; dit leidt tot een systematische onderschatting van (i) de spoorgasflux (bv. CO₂), in het bijzonder in stabiele atmosferische omstandigheden, typisch voor wolkenloze nachten en van (ii) de beschikbare energie, in het bijzonder in atmosferische vrije convectieve omstandigheden, typisch voor zonnige windstille dagen.

In het huidige onderzoeksproject geloven we dat we, om deze problemen op te lossen, een belangrijke doorbraak kunnen realiseren in de reconstructie van EC fluxtorenbronnen door recente wetenschappelijke en technologische vooruitgang op het gebied van (I) metingen, (II) simulaties en (III) inferentie- en assimilatietechnieken te benutten en te combineren. Het doel is om correctieprocedures aan te bieden om de beoordeling van de broeikasgasbudgetten voor de verschillende soorten agrosystemen te verbeteren.

Ten eerste is AGROFLUX gericht op het verbeteren van de schatting van stromingseigenschappen in de onderste atmosferische grenslaag (atmospheric boundary layer, ABL) door middel van innovatieve atmosferische metingen en de combinatie daarvan. Specifiek zullen we EC-torenmetingen aanvullen met wind- en scalaire metingen op basis van torens, Wind Doppler LIDAR (WDL) en onbemande luchtvaartuigen (UAV), met bijzondere aandacht voor de waarneembaarheid van de beoogde grootheden in de hierboven besproken specifieke micrometeorologische scenario's. Dit omvat de optimalisatie van WDL-scanningpatronen, van het UAV-ontwerp zelf en van de UAV-vluchtstrategieën.

Ten tweede zal dit project Large Eddy Simulations gebruiken voor de atmosferische grenslaag die schalen bestrijkt van de ABL tot de instrumenten die gecombineerd zullen worden. Dit houdt in het bijzonder de simulatie in van de ABL tot op de fijnste schalen in het gebied dicht bij de wand om de metingen van de EC-toren te reproduceren. Deze virtuele omgeving zal het mogelijk maken om realistische emissiescenario's te reproduceren, om zo gebeurtenissen op sub-mesoschaal te verhelderen, en de metingen daarvan, uitgevoerd door de AGROFLUX-apparatuur, te repliceren.

AGROFLUX

Tot slot wil AGROFLUX gebruik maken van de geavanceerde inferentiemethoden en machine-learning (ML) om nauwkeurigere fluxschattingen te genereren, zelfs in scenario's met advection. Dit impliceert het gebruik van een rekenkundig betaalbaar model dat wordt gevoed met de te assimileren metingen. De ontwikkeling van zo'n model, en in het bijzonder van de voorwaarden voor turbulentiesluiting, vereist de offline kalibratie (of training vanuit het oogpunt van machine-learning) van grote hoeveelheden gegevens die wel de verwachte inzichten in de grootheden van belang opleveren.

AGROFLUX zal twee Belgische ICOS-sites exploiteren: Lonzée en Vielsalm, die al uitgebreide EC-gegevens bieden. Het project zal zich echter concentreren op de FLUXNET/ICOS-ESFRI-gewaslocatie in Lonzée, waar uitgebreide meetcampagnes zullen worden uitgevoerd waarin de verschillende meettechnieken (I) worden gecombineerd ten behoeve van simulatie (II) en van modelkalibratie (III).

Door een manier voor te stellen om de oppervlaktefluxen te verbeteren (op korte termijn), die potentieel overdraagbaar is op het netwerk van fluxmasten, opent AGROFLUX daarom ook perspectieven voor het verbeteren van de kwaliteit van alle bijbehorende toepassingen en afgeleide producten (op middellange termijn). Dit is bijvoorbeeld het geval voor mondiale koolstoffluxen die worden geschat op basis van satellietgegevens die gebruik maken van machine-learning en die moeten worden gekalibreerd/gevalideerd met behulp van het mondiale netwerk van EC-fluxmasten op de grond. Een ander voorbeeld zijn de gekoppelde flux-toren experimenten waar strategieën voor ecosysteembeheer worden vergeleken (bijv. no-till vs. conventioneel ploegen, bemestingsarm telen vs. conventioneel telen, etc.). Deze toepassingen kunnen een verscheidenheid aan milieu- en beleidsbehoeften dienen, waaronder koolstofmarkten, klimaatbeleidskeuzes, verbetering van nationale rapportage over broeikasgasemissies, voorspelling van klimaatverandering door betere kalibratie van opschalings- en prognosemodellen.

CONTACT INFORMATIE

Coördinator

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>

Partners

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

Koninklijk Meteorologisch Instituut van België (KMI)
Ozone - UV - Aerosol group
quentin.laffineur@meteo.be
ozone.meteo.be

Johan Meyers

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

LINKS

Website: <https://uclouvain.be/en/research-institutes/immc/agroflux.html>

LinkedIn group: <https://www.linkedin.com/groups/14271584>