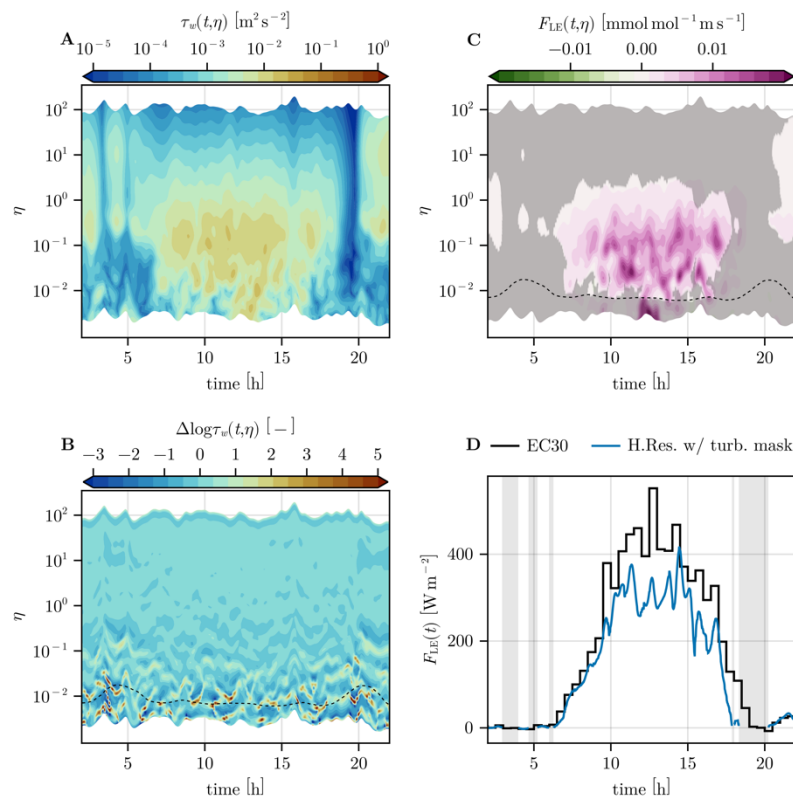


INTERPLAY



Résilience à la sécheresse des écosystèmes à espèces mixtes résultant de l'interaction entre l'hydraulique végétale et les interactions entre les espèces

Responsable scientifique : Matthias CUNTZ, UMR Silva

Partenaires Labex : Gabriel Destouet (UMR Silva), Emilie Joetzjer (UMR Silva), Nikola Besic (LIF, IGN Nancy), Cyrille Rathgeber (UMR Silva)

Collaborations : Jérôme Ogée (ISPA, INRA Bordeaux), Jean-Christophe Domec (ISPA, INRA Bordeaux), Christiane Werner (Uni Freiburg, Germany), Maria da Conceição Caldeira (Uni Lisbon, Portugal), Andreas Rigling, Arthur Gessler (WSL Zurich, Switzerland)

Action thématique concernée : WP2

Contexte —

L'estimation des flux à partir de mesures effectuées par des tours de flux à covariance de Foucault se heurte au problème de l'intégration des flux uniquement dans le cas d'une turbulence entièrement développée et dans des environnements non stationnaires avec des composantes advectives.



La méthode standard de la covariance de Foucault fonctionne sur des signaux de longueur fixe, ce qui nécessite la connaissance d'une longueur de temps de corrélation maximale ainsi que des étapes de post-traitement évaluant l'adéquation et la qualité des données. Des tests statistiques sont effectués pour évaluer si les estimations de flux ont été réalisées pendant une turbulence suffisamment développée et si elles ont été corrompues par des composantes advectives. Les tests avec la vitesse de frottement u^* ou Ωw , les tests en régime permanent et la similarité de la variance du flux sont désormais standard pendant et après les calculs de flux. Des méthodes plus élaborées, telles que l'optimisation de l'ogive, sont utilisées pour traiter l'advection. Un inconvénient important de tous ces tests statistiques est qu'ils ne tiennent pas compte de l'ensemble de l'intervalle de temps, par exemple une demi-heure, s'ils détectent une défaillance.

Objectifs —

Les analyses à l'échelle du temps (temps-fréquence) ont été utilisées comme alternative à l'approche standard de l'analyse temporelle pour estimer les flux de l'écosystème. En particulier, l'analyse par ondelettes, qui est bien adaptée à l'étude des processus non stationnaires et invariants à l'échelle tels que la turbulence, a été utilisée dans des travaux antérieurs. Elle présente la capacité de séparer les différentes composantes du flux dans l'espace temporel et, en tant que telle, pourrait être une alternative efficace pour l'estimation du flux en évitant les tests statistiques susmentionnés.

Démarche —

Pour résoudre ce problème, nous proposons un cadre général pour l'analyse des flux dans l'espace temporel, ainsi qu'une nouvelle méthode d'identification et d'extraction du transport turbulent qui évite les composantes advectives et ne nécessite pas de tests statistiques après les calculs de flux. La nouvelle méthode est basée sur l'analyse dans le domaine temporel de l'amplitude de la composante verticale du tenseur des contraintes de Reynolds et peut être considérée comme une transposition à l'échelle temporelle de tous les tests standard évoqués ci-dessus.

Resultats marquants —

- En conséquence directe, nous sommes en mesure d'estimer les flux à haute résolution temporelle sur des périodes et des échelles où la turbulence est suffisamment développée.
- Nous montrons l'application du cadre sur le site de la forêt de hêtres FR-Hes et démontrons sa relation avec les calculs standards de covariance des tourbillons.

Principales conclusions —

- Nous sommes en mesure de calculer les flux de l'écosystème à une résolution temporelle beaucoup plus élevée que les approches standard.
- Plusieurs étapes de post-traitement deviennent obsolètes avec l'approche temps-fréquence.

Perspectives —

- Notre méthodologie est mise en œuvre dans le paquetage Julia TurbulenceFlux.jl et est donc disponible pour l'ensemble de la communauté FLUXNET.
- Le cadre proposé et son code d'implémentation sont entièrement différentiables et ouvrent la voie à d'autres recherches, telles que l'étude des temps de réponse des écosystèmes de flux, ou l'analyse de sensibilité aux paramètres des ondelettes et de la fenêtre de moyennage.

Valorisation —

Publication: Gabriel Destouet, Nikola Besic, Emilie Joetzjer, and Matthias Cuntz, Time-Scale turbulence extraction and high-resolution flux estimation, *Atmospheric Measurement Techniques* (manuscript in preparation)

Présentation: Gabriel Destouet, Nikola Besic, Emilie Joetzjer, and Matthias Cuntz, Time-Scale turbulence extraction and high-resolution flux estimation, Solicited talk at the EGU General Assembly 2024, 14-19 April 2024, Vienna, Austria

Effet levier du project —

Le paquet Julia TurbulenceFlux.jl se trouve sur un dépôt Github et recevra un DOI lors de la publication de l'article : <https://github.com/gabdst/TurbulenceFlux.jl>