

## OFFRE SE STAGE

**Sujet de stage : Analyse de 18 ans de données de flux de gaz à effet de serre : Comprendre les dynamiques climatiques à long terme sur le site agricole ICOS Grignon**

### Contexte général :

La station ICOS Grignon, intégrée au réseau européen **ICOS (Integrated Carbon Observation System)**, collecte des données continues sur les flux de gaz à effet de serre (GES) depuis 2005. Gr ce à ces mesures à long terme, il est possible de mieux comprendre les interactions complexes entre les écosystèmes et le climat, ainsi que d'alimenter des modèles précis du cycle du carbone.

Le site de Grignon suit une rotation culturale triennale comprenant des cultures de blé d'hiver, de ma  ensilage, d'orge d'hiver et de colza. Avant le ma , des cultures intermédiaires pièges à nitrates (CIPAN), telles que la moutarde, la phac lia et parfois le sarrasin, sont cultivées.

Les flux de GES sont déterminés par la méthode de **covariance des turbulences (Eddy Covariance)**, une technique standardisée au sein du réseau ICOS, qui permet de mesurer en continu les échanges de gaz (comme le CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O) entre la surface terrestre et l'atmosphère.

Sur le site de Grignon, nous disposons d'une multitude de capteurs mesurant de nombreuses variables environnementales, telles que :

- Température de l'air et du sol, humidité relative, teneur en eau du sol ;
- Paramètres météorologiques : température, humidité relative (HR), direction et vitesse du vent, rayonnements ;
- **Mesures d'eddy covariance** couplant des anémomètres à ultrasons **Gill R3-50** et **HS-50** avec des analyseurs de gaz **Licor 7500** (open path) et **Licor 7200** (closed path).

Cette infrastructure complète permet une analyse approfondie des flux de GES et des interactions entre les conditions météorologiques et les échanges atmosphériques. La longue série temporelle de données (2005-2024) offre une opportunité unique d'étudier les dynamiques des flux dans un contexte de changement climatique. La continuité des mesures sur près de deux décennies offre une opportunité unique d'analyser les tendances à long terme et de mieux

comprendre la réponse des écosystèmes aux changements climatiques. Plus d'informations sur la station sont disponibles sur [le site officiel de la station ICOS Grignon](#).

### **Objectifs du stage :**

L'objectif de ce stage est d'évaluer les incertitudes associées aux mesures des flux de GES, en fonction des instruments utilisés et des paramètres de traitement des données avec le logiciel [EddyPro](#). Le stagiaire pourra se concentrer sur les aspects suivants :

1. **Évaluation de la qualité des données et des biais potentiels** : analyser les pertes dues aux conditions météorologiques pour l'analyseur open path et les pertes de hautes fréquences dans les mesures du closed path, afin de mieux comprendre les incertitudes liées aux différents systèmes de mesure.
2. **Comparaison des instruments** : comparer les flux de CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O mesurés par les instruments Licor 7500 et 7200 durant une période de chevauchement. Vous examinerez les différences méthodologiques et leurs impacts sur les résultats.
3. **Contrôle qualité des données de concentration de CO<sub>2</sub>** par validation croisée avec les données d'autres stations atmosphériques proches (par exemple, [Saclay](#)), afin de vérifier la qualité des calibrations effectuées.
4. **Intégration de facteurs correctifs pour améliorer la précision des flux de GES** : développer et appliquer des facteurs correctifs dérivés des analyses comparatives entre les instruments et des validations croisées
5. **Homogénéisation de la série temporelle** : contribuer à l'homogénéisation d'une série temporelle de données allant de 2005 à 2024. Cette longue période de mesure offre un potentiel important pour la publication et permet d'étudier les dynamiques des flux dans un contexte de changement climatique. L'analyse des tendances à long terme vous donnera une perspective précieuse sur la réponse des écosystèmes aux changements climatiques.
6. **Mesures de terrain** : contribuer aux mesures sur le terrain, notamment lors de la récolte du blé et à des mesures d'estimation de la biomasse, des résidus de culture et de l'indice de surface foliaire (LAI). Cela complétera votre analyse des données environnementales.

### **Le profil que nous cherchons :**

- **Formation recommandée** : Le candidat idéal est un(e) étudiant(e) de niveau Master 2, inscrit(e) dans une formation en lien avec l'environnement, l'écologie, la modélisation ou les sciences des données. Une bonne connaissance des interactions entre écosystèmes et climat ainsi qu'un intérêt pour les mesures de terrain et l'analyse de données environnementales seront des atouts.
- **Compétences recherchées** :
  - o Connaissance de base ou intérêt pour l'analyse de données environnementales et à interpréter les résultats avec rigueur (idéalement en R)

- Connaissances des flux de gaz à effet de serre et les flux de chaleur sensible, ou un intérêt pour se former dans ce domaine.
- Intérêt pour les mesures sur le terrain : estimation de la biomasse, résidus, LAI, et participation à la récolte des cultures.
- Motivation, curiosité scientifique, capacité à travailler de manière autonome tout en intégrant une équipe de recherche et capacités rédactionnelles.
- **Compétences acquises en fin de stage :**
  - Maîtrise des outils et techniques avancées pour le traitement et l'analyse de données environnementales avec R, incluant la gestion de séries temporelles longues.
  - Expertise renforcée sur les mécanismes d'échanges entre écosystèmes et atmosphère, avec une compréhension approfondie des flux de gaz à effet de serre (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O) et de chaleur sensible.
  - Acquisition d'une méthodologie rigoureuse pour la collecte de données de terrain : évaluation de la biomasse, des résidus, et de l'indice de surface foliaire (LAI).
  - Aptitudes renforcées à travailler au sein d'une équipe de recherche et à contribuer à des publications scientifiques sur les dynamiques des flux dans le contexte du changement climatique.

### **Modalités d'accueil :**

**Lieu :** INRAE - UMR ECOSYS, 22 place de l'Agronomie, 91120 Palaiseau

**Déplacements :** ponctuels à la ferme expérimentale AgroParisTech à Thiverval-Grignon

**Type de stage :** Master 2

**Durée du stage :** 6 mois

**Date de démarrage :** à partir de Février 2025

**Rémunération :** gratification mensuelle environ 650 euros/mois

### **Modalités pour postuler :**

Transmettre une lettre de motivation et un CV par e-mail à

- Carmen Kalalian: [carmen.kalalian@inrae.fr](mailto:carmen.kalalian@inrae.fr)
- Benjamin Loubet : [benjamin.loubet@inrae.fr](mailto:benjamin.loubet@inrae.fr)
- Pedro-Henrique Herig-Coimbra : [pedro-henrique.herig-coimbra@inrae.fr](mailto:pedro-henrique.herig-coimbra@inrae.fr)

**Date limite pour postuler : 15/12/24**