Soutenance de thèse de Benjamin GAC

Le lundi 16 novembre 2026 à 9h

020G - ENSSAT, Lannion

Titre: De la mesure optique aux traits de fluorescence pour l'étude de la photosynthèse en phénotypage de plein champ

Mots clés : Fluorescence chlorophyllienne; lidar; photosynthèse; traits; phénotypage

Résumé: Le phénotypage de plein champ nécessite des méthodes capables de caractériser l'activité photosynthétique des couverts végétaux, dont l'hétérogénéité spatiale constitue un verrou majeur pour la mesure et l'interprétation. Cette thèse développe des approches photoniques reliant la fluorescence chlorophyllienne à des traits physiologiques assimilables dans les modèles mécanistes de photosynthèse. Un lidar de fluorescence mesurant à distance la fluorescence stationnaire à l'échelle foliaire a été développé. Une voie passive associée au dispositif interroge la fluorescence induite par le soleil sur la même zone foliaire. Cette mesure conjointe conduit à la construction du trait évalué en environnement contrôlé puis sur maïs en plein champ, avec des variations associées à la strate du couvert et au cycle diurne. Un formalisme est proposé pour convertir les signaux de fluorescence en traits fondés sur le taux de transport d'électrons effectif. Une campagne de mesures par pince foliaire met en évidence des contrastes entre strates et modalités hydriques à partir de ces traits. Le développement d'un lidar de fluorescence permettant la mesure de ces traits et compatible avec les plateformes de phénotypage haut débit, constitue la perspective instrumentale de ce travail.

Rapporteurs avant soutenance :

Jean ALRIC Directeur de recherche, CEA, Cadarache

Yves GOULAS Ingenieur de recherche, Laboratoire de Météorologie Dynamique

Composition du jury :

Examinateur · trice · s :

Nathalie GAVEAU Professeur, Université de Reims Champagne-Ardenne

Llorenç CABRERA-BOSQUET Ingénieur de recherche, INRAE-LEPSE

Christelle AUPETIT- BERTHELEMOT Professeur, Université de Limoges

Davide BUCCI Maitre de conférences, Grenoble-INP, PHELMA

Co-dir. de thèse :

Luiz POFFO Professeur, Université de Limoges

Encadrant de thèse :

Antoine FOURNIER Ingenieur de recherche, Arvalis

Title: From optical measurement to fluorescence traits for the study of photosynthesis in field phenotyping

Keywords : Chlorophyll fluorescence; lidar; photosynthesis; traits; field phenotyping

Abstract: Field phenotyping requires measurement approaches that can resolve photosynthetic activity across spatially heterogeneous plant canopies. This thesis investigates photonic methods for deriving physiological traits from chlorophyll fluorescence that are suitable for integration into mechanistic models of photosynthesis. A fluorescence lidar was designed to remotely measure steady-state fluorescence at the leaf scale. The instrument was complemented by a passive optical channel that retrieves sun-induced fluorescence from the same leaf area. Combining active and passive fluorescence measurements enabled the definition of the trait, which was evaluated under controlled conditions and subsequently applied to field-grown maize. Its variations revealed distinct responses among canopy layers, throughout the diurnal cycle. A complementary framework was developed to derive traits based on the effective electron transport rate. Leaf-clip measurements demonstrated their ability to discriminate between canopy layers and water treatments. Building on these results, the next instrumental development consists of incorporating a saturating light pulse into the fluorescence lidar to enable spatially resolved retrieval of these physiological traits on high-throughput field phenotyping platforms.