

RÉPONSE DE LA CROISSANCE FOLIAIRE DES *POACEAE* AU CHANGEMENT CLIMATIQUE PAR UNE APPROCHE DE MODÉLISATION STRUCTURE-FONCTION INTÉGRANT LES INTERACTIONS TROPHIQUES ET HYDRIQUES

Thèse de Victoria **ACKER**¹

Analysée par Christian **HUYGHE**²

Directeur de Thèse : Jean-Louis **DURAND**, Directeur de recherche, INRAE UR P3F (Unité de recherche pluridisciplinaire prairies et plantes fourragères)

Co-directeur de Thèse : Romain **BARILLOT**, Chargé de recherche, INRAE UR P3F (Unité de recherche pluridisciplinaire prairies et plantes fourragères)

Victoria Acker présente un parcours académique et scientifique d'une grande richesse, marqué par une **double compétence en ingénierie et en agrosciences**.

Une thèse innovante sur les *Poaceae*

La thèse porte sur la **réponse de la croissance foliaire des *Poaceae*** (graminées) face au changement climatique. Ce travail s'appuie sur une approche pluridisciplinaire combinant expérimentations en milieu contrôlé et modélisation mécaniste structure-fonction (FSPM) pour décrypter les interactions entre le carbone (C), l'azote (N) et l'eau.

Contexte et Enjeux

Les *Poaceae* sont essentielles à la sécurité alimentaire mondiale, couvrant 40 % des terres émergées et, en agriculture, fournissent la majorité des ressources céréalières et fourragères. La croissance de leurs feuilles est un processus vital car elle détermine la surface d'échange pour la photosynthèse et la transpiration. Les feuilles sont également un lieu très important pour le métabolisme azoté. Cependant, leur croissance est sensible aux variations climatiques

¹Thèse pour obtenir le grade de docteur de l'Université de Poitiers, Faculté des Sciences Fondamentales et Appliquées, École Doctorale 649 : « *Rosalind Franklin* » - Énergie - Environnement - Biosanté, Secteur de Recherche : Physiologie Végétale, présentée et soutenue le 17 avril 2025.

² Membre de l'Académie d'agriculture de France, section 1, « Productions végétales ».

attendues, notamment l'augmentation du CO₂ atmosphérique, la hausse des températures et la fréquence accrue des sécheresses. Avant cette thèse, aucun modèle ne permettait d'intégrer mécaniquement l'ensemble des interactions entre l'eau, le carbone et l'azote sur l'allongement foliaire.

Méthodologie : Entre expérimentations et modélisation

La démarche s'est articulée autour de trois axes principaux :

1. **Expérimentations en milieu contrôlé** : Victoria Acker a étudié trois espèces en C₃ (blé tendre, fétuque élevée et ray-grass anglais) sous deux concentrations de CO₂ (200 et 800 ppm) combinées à des régimes hydriques contrastés.
2. **Développement du modèle CNW-Wheat** : En étendant le modèle préexistant *CN-Wheat*, et en le faisant évoluer vers une nouvelle version dénommée CNW-Wheat, elle a intégré pour la première fois le transport de l'eau du sol vers la plante, ainsi qu'une co-régulation de la croissance par le métabolisme C-N et la turgescence. Ce modèle utilise les formalismes de **Lockhart (1965)** et **Ortega (1985)** pour simuler l'allongement irréversible et les déformations élastiques des tissus.
3. **Expérimentations virtuelles** : Le modèle a été utilisé pour simuler des scénarios climatiques futurs et identifier des traits d'adaptation.

Résultats majeurs

Les travaux ont permis de mettre en évidence plusieurs phénomènes clés :

- **Effet atténuateur du CO₂** : Une forte concentration en CO₂ réduit la conductance stomatique et la transpiration instantanée. Cela ralentit le dessèchement du sol, permettant de maintenir l'allongement foliaire plus longtemps et de retarder l'arrêt de la croissance dû à la sécheresse.
- **Compensations morphologiques** : Si le CO₂ favorise l'économie d'eau à l'échelle de la feuille, cet effet peut être contrebalancé au niveau de la plante entière par une augmentation importante de la surface foliaire et du tallage, conduisant parfois à une consommation d'eau totale équivalente ou supérieure.
- **Validation du modèle** : le modèle CNW-Wheat a démontré une excellente capacité à reproduire des traits réalistes (dimensions foliaires, dynamique d'allongement, potentiels hydriques) observés en conditions réelles.

Portée scientifique

Cette thèse aboutit à la création d'un outil prédictif innovant capable de simuler le fonctionnement interne de graminées en C₃ à une échelle spatio-temporelle fine. En reliant mécaniquement l'architecture 3D aux flux trophiques et hydriques, Victoria Acker offre à la recherche agronomique un levier pour **anticiper les performances des cultures futures** et identifier les traits foliaires les mieux adaptés aux nouveaux régimes climatiques. Ceci pourra

servir de ressource à la fois pour le développement d'idéotypes en création variétale et pour explorer des modes de conduites en vue d'une adaptation aux climats futurs.

En conclusion

Comme souligné par le jury de thèse dans le rapport de soutenance, on doit noter la **qualité pédagogique** du travail qui a été retrouvé dans sa présentation. Ces travaux, déjà publiés en partie dans la revue *Annals of Botany* en 2024, déjà cités trois fois, sont un pas en avant significatif pour la recherche agronomique sur les poacées.

Les travaux novateurs de cette thèse s'inscrivent pleinement dans le champ d'intérêt de l'Académie d'agriculture de France et justifie pleinement sa valorisation sur le Site et dans la Mensuel.