



Offre de thèse

Phénotypage de la résilience à la verse et identification de ses déterminants chez le blé tendre (*Triticum aestivum*)

Laboratoire d'accueil :

UMR PIAF (INRAE - Université Clermont-Auvergne) (Physique et physiologie Intégratives de l'Arbre en environnement Fluctuant)

Equipe MECA (BioMECAnique de l'Arbre)

Campus des Cézeaux à Aubière, France

Encadrement de thèse : Mélanie Decourteix et Bruno Moulia (HDR)

Détails du contrat :

Financement acquis

Contrat de 36 mois à **démarrer en septembre 2026**.

Employeur : Université Clermont-Auvergne (demi-bourse IRC-SAE (I-SITE CAP20_25) + demi-bourse département INRAE AES)

Description du sujet de thèse :

Soumises au double défi de la gravité et du vent, les plantes ne peuvent rester droites que par un contrôle actif de leur posture. Chez les céréales, le phénomène de verse est à l'origine d'importantes pertes de rendement. Depuis la révolution verte, la réduction du risque de verse a été obtenue en améliorant la résistance des variétés, par la réduction de la hauteur des tiges, *via* l'introgression de gènes de nanisme *rht* (variétés semi-naines) et l'usage de régulateurs chimiques de croissance.

Ces deux approches arrivant désormais à leur limite, il nous semble intéressant d'explorer la possibilité d'un changement de paradigme. Nous proposons donc d'étudier **les mécanismes à l'origine de la résilience à la verse (par redressement actif de la tige après une verse racinaire)** qui ont été, comparativement aux traits de résistance, très peu étudiés.

Les travaux proposés dans le cadre de ce projet de thèse cherchent à répondre à cet enjeu actuel en apportant des bases pour une meilleure compréhension des interactions génotype x environnement x conduite de culture dans ce contexte de la verse et en donnant de nouveaux éléments pour la définition d'idéotypes capables de rétablir efficacement une posture verticale suite à des aléas.

Tous les végétaux terrestres à port érigé ont développé des mécanismes de récupération après une verse, qui relèvent du contrôle postural. Nos travaux ont montré que trois processus doivent être pris en compte : la perception du stimulus, le contrôle de la réponse, et l'actuation motrice du redressement. Les mécanismes sous-jacents à ces trois processus ont été étudiés surtout chez les dicotylédones, et très peu chez les céréales, où ils font intervenir des structures spécialisées, les pulvini, qui réalisent les trois processus conjointement. Les fibres collenchymateuses des pulvini, organisées en gros amas et capables de s'allonger

différentiellement entre deux faces d'un même pulvinus, seraient cruciales pour l'actuation. En ce qui concerne la perception du stimulus, nous avons montré de manière générique que le contrôle postural ne résulte pas de la seule perception de l'inclinaison (graviperception) ; les plantes doivent aussi percevoir leur propre courbure. L'identification de ces capacités de proprioception est récente chez les espèces végétales et vient tout juste d'être démontrée chez le blé tendre. De plus, nos travaux antérieurs ont montré que, chez les dicotylédones, la rapidité de convergence et le port final de la tige sont déterminés par la balance de ces deux perceptions, qui peut être mesurée par le Balance Number B.

Objectifs de la thèse

- Déterminer les traits importants pour une résilience à la verse efficace chez le blé tendre (*Triticum aestivum*)
- Identifier une éventuelle association de ces traits à une variabilité génétique,

Atteindre ces objectifs nécessitera au préalable de déterminer si le Balance Number B est un proxy de la variabilité génétique des capacités de résilience des variétés de blé tendre et si les fibres collenchymateuses des pulvini sont responsables à la fois de la sensibilité proprioceptive et de l'actuation dans la résilience à la verse.

Programme de recherches

Tâche 1 : Détermination des sensibilités gravi- et proprioceptives et du balance number B en conditions contrôlées

Cette première étape du projet consistera à poursuivre l'acquisition de cinétiques de courbure et décourbure de talles de blé tendre au moyen d'un système de prises de vues automatisées. Elles seront analysées à l'aide de procédures d'analyse d'images qui ont été développées au laboratoire pour la plante modèle *Arabidopsis* et pour le peuplier, et qui seront adaptées au cas d'une tige segmentée et articulée par les pulvini. L'obtention des sensibilités gravi- et proprioceptives au moyen de ce phénotypage assisté par modèle nous permettra ensuite de comparer des génotypes.

Tâche 2 : Caractérisation des propriétés sensibles et motrices des fibres collenchymateuses

L'étudiant(e) sélectionné(e) caractérisera l'élongation cellulaire des fibres collenchymateuses entre les faces des pulvini pendant les phases de courbure et de décourbure. Il mènera des expérimentations visant à progresser dans notre compréhension de ce phénomène par l'analyse des mécanismes physiologiques (gradients hormonaux et mouvements d'eau), cellulaires (organisation du réseau d'actine) et moléculaires (expression de gènes) permettant d'intégrer les réponses gravi- et proprioceptives.

Tâche 3 : Modélisation du contrôle postural d'une tige de blé et analyse de sensibilité

L'étudiant(e) sélectionné(e) participera à la conceptualisation d'un modèle biophysique qui sera implémenté en collaboration avec les biophysiciens de l'équipe. Une analyse de sensibilité de tous les paramètres du modèle sera réalisée afin de déterminer les traits influençant le plus fortement le contrôle postural. La validité du modèle sera testée en confrontant des sorties aux données expérimentales de la tâche1.

Tâche 4 : Etude de la variabilité génétique au champ

Une campagne de mesures de la variabilité génétique de la résilience à la verse sera menée en collaboration avec l'UMR GDEC (Génétique, Diversité, Ecophysiologie des Céréales).

Profil recherché

Deux types de profils sont envisagés pour cette thèse :

- Soit un(e) étudiant(e) en Master 2 en biologie ayant des compétences en physiologie végétale ainsi qu'en analyse de données et statistiques.

- Soit un(e) étudiant(e) physicien/biophysicien en Master 2 ou école d'ingénieur ayant un intérêt pour la biologie végétale.

Dans les deux cas, le/la candidat(e) devra démontrer une motivation et un intérêt pour la biologie végétale et l'interdisciplinarité. De plus, une première expérience dans la conduite d'expérimentations végétales est souhaitée.

La thèse inclura une visite de plusieurs mois dans un laboratoire à l'étranger. Mobilité et maîtrise de l'anglais scientifique sont donc essentiels.

Procédure pour candidater

Date limite de candidature 25 juin 2026

Les candidatures sont à envoyer à melanie.decourteix@uca.fr

Les meilleurs candidats seront présélectionnés pour une audition (début juillet-date à définir).

Veillez fournir **dans un seul fichier PDF** les documents suivants :

- un CV détaillé
- une lettre de motivation rédigée par vos soins
- les relevés détaillés des notes de 1^{ère} et 2^{ème} année de master
- une lettre de recommandations de chacun de vos encadrants de stage (notamment des stages de M1 et M2)
- votre rapport de M2