

## Résumés

### Session Posters 3 : Légumineuses, contraintes pédoclimatiques et changement climatique

#### Le phénotypage précoce de traits racinaires du soja au service de la caractérisation de la diversité variétale et de la conception de systèmes de culture agroécologiques

**E. DAYOUB<sup>1</sup>, J. R. LAMICHHANE<sup>2</sup>, L. CHAMPOLIVIER<sup>3</sup>, B. QUINQUIRY<sup>1</sup>, P. DEBAEKE<sup>2</sup>, P. MAURY<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Université de Toulouse, INRAE, INP-ENSAT Toulouse, UMR AGIR, F-31320, Castanet-Tolosan, France; <sup>2</sup>Université de Toulouse, INRAE, UMR AGIR, F-31320, Castanet-Tolosan, France; <sup>3</sup>Terres Inovia – Institut technique des oléagineux, des protéagineux et du chanvre, F-75378, Paris, France

Le soja (*Glycine max* (L.) Merr.) possède de nombreux atouts pour contribuer à la transition agroécologique des systèmes de culture en France, comme en atteste la forte proportion de soja cultivée en agriculture biologique. Cependant, cette culture de printemps est fortement impactée par la sécheresse estivale (Maury et al., 2015), en particulier pour les systèmes de culture du Sud de l'Europe confrontés au changement climatique global (Rojas et al., 2019). L'état hydrique du sol peut affecter cette culture dès la phase d'implantation en raison de sa forte sensibilité au stress hydrique (Lamichhane et al., 2020). Le phénotypage des traits racinaires apparaît essentiel pour augmenter et stabiliser le rendement sous climat actuel et futur (Battisti et Sentelhas, 2017). Des différences variétales concernant les traits racinaires du soja ont été rapportées (Matsuo et al., 2013) ; en revanche, nous ne disposons pas de références pour les variétés cultivées en France et en Europe. Cette étude vise à phénotyper les traits racinaires pour une gamme de variétés de référence au sein d'un continuum phénotypage-modélisation-conception de nouveaux idéotypes.

Dix variétés de soja (Schoving et al., 2020) ont été cultivées en mini-rhizotrons en conditions contrôlées avec deux conditions d'état hydrique du sol. Un suivi dynamique de l'architecture racinaire a été réalisé quotidiennement durant 10 jours à partir du semis. Différents traits morphologiques racinaires ont été mesurés à la fin de l'expérimentation à l'aide du logiciel WinRhizo-2013.

Les résultats montrent une variabilité intraspécifique significative pour la plupart des traits morphologiques racinaires dans les deux conditions d'état hydrique du sol. Cependant, aucune différence variétale d'architecture racinaire n'a été mise en évidence, l'architecture racinaire (angle entre les racines latérales et le sol) étant plus dépendante de l'état hydrique du sol. La longueur totale racinaire variant entre 94 et 284 cm par plante pour les deux variétés les plus contrastées. Des relations allométriques ont été identifiées entre la longueur totale des racines et la longueur de tige, la biomasse aérienne et la taille de la semence. L'étude a permis de classer les variétés de soja en 3 groupes selon leurs traits racinaires. Les variétés ayant une profondeur, une longueur et une densité racinaires élevées, ainsi qu'un angle racinaire également élevé pourraient être considérées comme de bonnes candidates à l'évitement du stress hydrique via une meilleure exploration du sol. Cependant, il est nécessaire de valider ces types variétaux à des stades plus avancés et dans d'autres conditions de culture. Le phénotypage des traits racinaires même précocement pourrait aider à mieux représenter le fonctionnement des variétés dans les modèles de simulation de culture. Ainsi, de nouvelles stratégies agronomiques mobilisant la diversité variétale pourront être testées pour améliorer l'efficacité hydrique du soja face au changement climatique.

Références:

Battisti, R. et al, 2017. Improvement of soybean resilience to drought through deep root system in Brazil. *Agron. J.* 109, 1612–1622.

Lamichhane, J. R. et al, 2020. Combining experimental and modeling approaches to understand Genotype x Sowing Date x Environment Interaction effects on emergence rates and grain yield of soybean. *Front. Plant Sci.*, 11,1–16.

Matsuo, N. et al, 2013. Root Growth of Two Soybean Cultivars Grown under Different Groundwater Level Conditions. *Plant Prod. Sci.* 16, 374–382.

Maury, P. et al, 2015. Le semis très précoce : une stratégie agronomique pour améliorer les performances du soja en France ? Ocl22.D503

Rojas, M. et al, 2019. Emergence of robust precipitation changes across crop production areas in the 21st century. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 116, 6673–6678.

Schoving C. et al, 2020. Combining simple phenotyping and photothermal algorithm for the prediction of soybean phenology: application to a range of common cultivars grown in Europe, *Front. Plant Sci.*, 10,1–14.

## Mesure de la hauteur de légumineuses fourragères pérennes par photogrammétrie à partir d'images acquises avec un drone

**S. Mahieu, F. Surault, E. Roy, D. Combes, M. Ghesquière, G. Louarn, E. Frak, B. Julier**

INRAE, France

Bien décrire la variabilité génétique des légumineuses fourragères pérennes est un préalable indispensable à la conception de prairies et de systèmes fourragers performants, durables et résilients. Dans le but de comparer la capacité des variétés fourragères pérennes à produire de la biomasse, les protocoles de sélection intègrent de nombreuses mesures de hauteurs répétées sur plusieurs cycles de repousses (Hazard et Ghesquière, 1997). Ces mesures, réalisées manuellement à l'aide d'une règle graduée ou d'une règle électronique (Herbomètre® modifié), sont très consommatrices de temps et peuvent contraindre à limiter la taille des essais ou la fréquence des mesures sur des expérimentations nécessitant des milliers de mesures. L'analyse d'images acquises avec un drone par photogrammétrie numérique apparaît comme un outil de phénotypage prometteur pour alléger la forte charge de travail liée à ces mesures de hauteurs (Surault et al., 2018). Dans l'objectif de tester la précision et la fiabilité de cet outil pour prédire la hauteur de trois espèces de légumineuses fourragères pérennes, des vols de drone ont été effectués sur deux essais : Un premier essai comportant 132 micro-placettes en culture pure de trèfle blanc, trèfle violet et luzerne (Essai A) et un second essai, variétale, comportant 440 micro-placettes de Luzerne en culture pure (Essai B). Trois vols de drones ont été répétés à 5 jours d'intervalle en juin 2018 sur l'essai A et 18 vols ont été effectués au cours de 4 cycles de repousse entre avril et novembre 2019 sur l'essai B, parallèlement à des mesures de hauteurs manuelles du couvert avec une règle ou un herbomètre. Les vols ont été effectués à une altitude de 9 m avec un espacement de 2 m entre les lignes de vols. A partir de ces acquisitions, des nuages de points ont été générés à l'aide du logiciel de photogrammétrie Agisoft Metashape. La hauteur du couvert dans chaque micro-placette a été estimée en soustrayant l'altitude des points du sol à l'altitude des points les plus hauts du couvert. Différents pourcentages de pixels en partant du pixel le plus haut ont été testés pour estimer la hauteur du couvert afin de trouver la meilleure corrélation entre les hauteurs manuelles et les hauteurs estimées par photogrammétrie, dites « hauteurs drone ».

Pour chaque date des deux essais, des corrélations correctes entre les hauteurs drone et les hauteurs manuelles ont été obtenues en prenant 10% des pixels les plus hauts pour les trois espèces avec des  $R^2$  compris entre 0.55 et 0.96. Sur l'essai A, des coefficients de régression similaires ont été obtenues pour les trois espèces avec une différence moyenne entre les hauteurs prédites et manuelles, toutes espèces et dates confondues, de -0.8 mm. Sur l'essai B, les coefficients des régressions sont significativement différents entre dates et entre cycles. Les hauteurs drone sont en moyenne plus faibles de 7.8 cm (min -0.01 cm - max 21.04 cm selon les dates). Ces différences de hauteur, liées à la présence des adventices dans certaines placettes, sont significatives pour 17 dates sur 18. Malgré cela, le classement des variétés est similaire avec les deux méthodes pour 11 dates sur 18.

Nos résultats montrent que les prédictions de hauteurs du couvert par photogrammétrie numérique à partir de photographies acquises avec un drone pour ces trois légumineuses fourragères pérennes sont très corrélées aux mesures de hauteurs manuelles. Dans un avenir proche, cet outil de phénotypage pourra être utilisé en routine en alternative aux mesures manuelles pour prédire la hauteur et suivre la cinétique de croissance des plantes.

Remerciements : Nous remercions les projets européens INVITE et EUCLEG.