

Proposition de sujet de stage (4 à 6 mois à réaliser au cours du 1^{er} semestre 2025)

I Intitulé du sujet de stage : Simulation d'impact du changement climatique sur la production de luzerne en Europe

II Equipe d'accueil

- Statut de l'Unité de rattachement : Unité de recherche INRAE (Institut National de la Recherche Agronomique)
- Directeur d'Unité : Philippe Barre
- Intitulé de l'équipe d'accueil : Unité de Recherche Pluridisciplinaire Prairies et Plantes Fourragères – Equipe écophysiole, 86600 LUSIGNAN
- Nombre de Chercheurs, Enseignants-Chercheurs (nombre HDR) : 6(3)

III Encadrant

- Nom, prénom : Louarn Gaëtan
- Qualité : DR INRAE
- Adresse : INRAE, BP6, 86600 Lusignan
- Tél. et Email : 0549556063, gaetan.louarn@inrae.fr

Co-encadrant(e) : Hélène Raynal, UMR AGIR, Toulouse

IV Contexte scientifique et enjeux (maximum 10 lignes)

Dans le contexte actuel de réduction des intrants agricoles, l'intérêt de l'insertion de légumineuses dans les systèmes de culture est plus que jamais d'actualité. Du fait de leur autotrophie pour l'azote (via fixation symbiotique de l'azote atmosphérique), ces espèces améliorent la fertilité des sols et contribuent fortement à la production de protéines pour les humains et les animaux d'élevage. La principale légumineuse utilisée dans le monde pour la production fourragère est la luzerne, pour laquelle des variétés contrastées, adaptées à différents pédoclimats, ont été sélectionnées.

Toutefois, dans un contexte de changement climatique, le potentiel d'adaptation que représente la diversité variétale actuelle, et les impacts sur la production et les services associés à la culture de luzerne, restent mal connus. Le projet européen BELIS (<http://www.belisproject.eu/>) vise à répondre à ces questions, notamment en mobilisant des approches de modélisation des cultures (modèle STICS).

V Objectifs du stage (maximum 20 lignes)

En Europe, des variétés de luzerne adaptées aux zones tempérées (type « Nord ») et méditerranéennes (type « Sud ») sont actuellement utilisées. Celles-ci présentent des différences de phénologie (niveau de dormance hivernale), de potentiel de production estivale et de sensibilité aux stress abiotiques (gel, stress hydrique). Dans un contexte de changement climatique, ces variétés présentent donc des profils assez différents quant aux risques de pertes de production (plus chaud et sec en été) et quant aux opportunités de production accrue au printemps ou dans de nouvelles zones plus septentrionales (précocité, tolérance au gel). Le modèle de culture STICS a été calibré et extensivement testé pour des variétés de type « Nord », mais pas pour des variétés de type « Sud ». Un jeu de données d'essais au champ permettant de comparer des variétés des deux types sur un gradient de sites en Europe a été constitué dans le cadre du projet BELIS.

Dans ce contexte, les objectifs principaux du stage seront :

- i) de contribuer à la calibration du modèle STICS pour des variétés de type « Sud » sur la base des données du réseau d'essai

- ii) de simuler la production des types « Nord » et « Sud » avec STICS sur un gradient de sites en Europe dans le climat actuel, et d'évaluer la cohérence des réponses comparées, notamment pour des conditions « extrêmes » (limites de distribution, gel, forts stress hydrique...)
- iii) de réaliser les premiers tests de simulation sur ce même gradient de sites pour des climats futurs du GIEC (scénario RCP 8.5)

Pour la réalisation de ces travaux, le stagiaire utilisera le logiciel R.

Ces résultats permettront de tirer un premier bilan sur la fiabilité des paramétrages du modèle, la définition d'itinéraires techniques « adaptatifs » pour des simulations en climats futurs, et les tendances de réponse de production de la luzerne dans différentes régions d'Europe.

VIII Publications pertinentes du laboratoire

Louarn, G., & Faverjon, L. (2018). A generic individual-based model to simulate morphogenesis, C–N acquisition and population dynamics in contrasting forage legumes. *Annals of Botany*, 121(5), 875-896.

Nendel, C., Reckling, M., Debaeke, P., Schulz, S., Berg-Mohnicke, M., Constantin, J., Raynal H., ... & Battisti, R. (2023). Future area expansion outweighs increasing drought risk for soybean in Europe. *Global Change Biology*, 29(5), 1340-1358.

Pégard, M., Barre, P., Delaunay, S., Surault, F., Karagić, D., Milić, D., ... & Julier, B. (2023). Genome-wide genotyping data renew knowledge on genetic diversity of a worldwide alfalfa collection and give insights on genetic control of phenology traits. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1196134.

Strullu, L., Beaudoin, N., Thiébeau, P., Julier, B., Mary, B., Ruget, F., ... & Louarn, G. (2020). Simulation using the STICS model of C&N dynamics in alfalfa from sowing to crop destruction. *European Journal of Agronomy*, 112, 125948.