Sujet de thèse ouvert au concours de l'école doctorale
SIE – Université Paris-Est « Sciences, Ingénierie et Environnement »

Effet des changements globaux sur l'holobionte (plante et microorganismes associés) : focus sur les métabolismes carboné et azoté du haricot commun.

Encadrement et contacts :

Pr. Anne Repellin
01 45 17 65 65
repellin@u-pec.fr

Dr. Ruben Puga-Freitas
01 45 17 14 67
ruben.puga-freitas@u-pec.fr

Candidature :

Veuillez envoyer les candidatures (lettre de motivation, relevés de notes et CV) à A. Repellin et R. Puga-Freitas

Dates :

Clôture des candidatures : 15 avril 2022
Début de la thèse : 1er Octobre 2022

Durée: 3 ans

Laboratoire :

iEES Paris - Equipe EcoPhyS
Université Paris Est Créteil
Bâtiment P1 2ème étage
61 avenue du General de Gaulle
94010 CRETEIL Cedex

Contexte :

Alors que l'impact des changements globaux est largement étudié, l'impact direct d'une exposition combinée, à l'ozone et au manque d'eau, sur la physiologie des plantes, reste à ce jour relativement peu documenté. Or, il a été démontré, que les concentrations futures en O_3 et une modification de la répartition des pluies, en lien avec les teneurs en azote dans les sols (cycle de l'azote) sont susceptibles d'avoir un effet important sur le fonctionnement des écosystèmes (Simpson *et al.*, 2014). La plupart des contraintes de l'environnement (telles que O_3, sécheresse, carence azotée) entraînent un stress oxydant qui affecte négativement les processus cellulaires (et *in fine* la physiologie de la plante). Le maintien de l'homéostasie redox apparait ainsi comme un élément clé dans l'adaptation des plantes aux changements globaux. Ce rôle central de l'homéostasie redox doit désormais être pris en compte dans les contextes actuel et futur qui prévoient que les plantes auront à subir des combinaisons de contraintes abiotiques. Un second élément déterminant la réponse des plantes aux facteurs de l'environnement, qu'ils soient biotiques ou abiotiques, est la rhizosphère et les bactéries qui la colonisent (Lakshmanan *et al.*, 2014; Berg *et al.*, 2016; Dessaux *et al.*, 2016). En effet, des niveaux élevés en O_3 en association à des augmentations de température impactent la diversité et l'abondance des microorganismes du sol (Changey *et al.*, 2018). Or à ce jour, les contributions de l'holobionte (c'est-à-dire l'association de la plante avec des micro-organismes du sol) à l'adaptation des plantes à une contrainte environnementale sont rarement prises en compte bien que la valeur sélective de la plante (fitness) et donc ses capacités évolutives dépendent en partie du microbiote qui lui est associé (Liu et al, 2021). L'objectif principal de ce travail de doctorat est d'améliorer notre compréhension de l'impact de contraintes environnementales (O_3 et sécheresse en combinaison) sur les métabolismes carboné et azoté des plantes en lien avec leur homéostasie redox et en intégrant l'influence des microorganismes associés du sol.

Sujet :

Ce projet est basé sur une série d'expérimentations en conditions contrôlées incluant deux génotypes (S156 et R123 ; Reinert & Eason, 2000) de haricot commun (*Phasoleus vulgaris* L.) soumis à différents niveaux d'ozone (30 et 110 ppb) et à une sécheresse contrôlée. Ces génotypes se caractérisent par une réponse contrastée à l'ozone, le génotype S156 est très sensible à l'ozone tandis que le R123 est globalement résistant, ce qui en fait deux modèles d'étude couramment utilisés dans les programmes de bio-indication (Burkey *et al.*, 2005).

Au cours de ces expériences, l'activité et les niveaux de carbonylation de l'enzyme clé RubisCO seront évalués *in vitro*. Les activités des protéases ainsi que du protéasome seront déterminées et reliées au degré de carbonylation de la RubisCO, voir du

protéome soluble foliaire. Différents métabolites clés (Glutathion, ascorbate, NADP …) impliqués dans l'homéostasie redox seront dosés.

En parallèle, des paramètres physiologiques (échanges gazeux, fluorescence chlorophyllienne, quantification des pigments et traits foliaires) seront mesurés afin d'évaluer des activités *in vivo* de la RubisCO, et l'impact de la carbonylation sur son activité. Les conséquences sur la remobilisation de l'azote seront étudiées par l'intermédiaire de dosages élémentaires (C et N), de la mesure de teneurs solubles en protéines, de marqueurs moléculaires (SAG12) ainsi que par l'utilisation de l'isotope stable ^{15}N (en tant qu'isotope environnemental ou en marquage).

Enfin, la diversité et l'abondance microbienne du sol seront évaluées par une approche de séquençage haut débit ciblant les régions 16S rRNA et ITS pour estimer les diversités bactérienne et fongique respectivement. Les suivis de l'abondance de microorganismes impliqués dans le cycle de l'azote seront effectués en ciblant par qPCR des gènes codant pour des enzymes clés du cycle de l'azote.

Profil recherché :

- Master 2 en écophysiologie végétale ou équivalent,
- Expérience en expérimentation végétale et méthodes de mesures écophysiologiques,
- Bonnes compétences en analyse et gestion de données ainsi qu'en statistiques (programmation R),
- Bonne maîtrise de l'anglais,
- Des connaissances dans certaines techniques analytiques (isotopie ^{15}N) serait appréciées.

Bibliographie :

Lakshmanan et al., 2014 - Plant Physiology 166:689–700.

Berg et al., 2016 – Journal of Experimental Botany 67:995–1002.

Dessaux et al., 2016 - Trends in Plant Science 21:266–278.

Simpson et al., 2014 - Current Opinion in Environmental Sustainability 9–10: 9–19.

Reinert & Eason, 2000 - Journal of the American Society for Horticultural Science 125: 222– 227.

Changey et al., 2018 – Environmental Pollution 242:113-125. doi.org/10.1016/j.envpol.2018.06.073

Burkey et al., 2005 - Journal of Environmental Quality 34:1081–1086.

Lyu et al., 2021 - Microrganisms 9:675.