

Sujet : Maladies racinaires : Border cells et AGPs au service des cultures de légumineuses normandes en contexte de changement climatique

Acronyme : MadiBA

Direction de thèse : VICRÉ Maïté

Unité de recherche : GlycoMEV

Etablissement : Université Rouen Normandie

Type de financement : Contrat doctoral Etablissement

Contact : maite.vicre@univ-rouen.fr

L'agriculture doit faire face à de sérieux défis pour répondre aux besoins de 9 milliards de personnes d'ici 2050. La Normandie est l'une des régions agricoles les plus productives en France et la culture des légumineuses représente un levier essentiel pour faire face aux contraintes démographiques et environnementales futures. En effet, les graines de protéagineuses constituent une source majeure de protéines végétales destinées à l'alimentation humaine et animale. Par ailleurs ces plantes présentent l'avantage d'enrichir naturellement le sol en azote, améliorant ainsi le rendement des cultures suivantes tout en limitant l'apport d'intrants.

Le pois représente la principale culture de légumineuses mais les rendements sont en forts déclin. L'une des raisons principales est la maladie de la pourriture racinaire occasionnée par le pathogène *Aphanomyces euteiches* pour lequel aucun moyen curatif n'est disponible. Les printemps pluvieux favorisent la propagation de la maladie et les parcelles restent infectieuses plusieurs années. Par ailleurs, les printemps secs, de plus en plus fréquents sont une nouvelle menace pour les cultures de protéagineux. Tandis que les effets d'une sécheresse tardive au stade floraison et formation des graines sont bien documentés, l'impact d'un stress hydrique précoce sur l'établissement du système racinaire est peu étudié. Dans le contexte actuel de changement climatique, l'imprévisibilité des conditions météorologiques printanières conduit à la nécessité d'obtenir des cultivars pouvant faire face à la fois à la maladie de la pourriture racinaire et à un stress hydrique précoce. Pour cela, il est nécessaire d'avoir une bonne compréhension des mécanismes moléculaires et cellulaires impliqués dans les mécanismes de tolérance de la racine de pois aux stress biotiques et abiotiques au stade jeune plantule.

Le système racinaire a longtemps été négligé mais il est maintenant reconnu que la sélection de traits racinaires est un élément clé pour l'établissement de cultures plus écoresponsables. Étant donné le rôle central que jouent les racines pour la santé des plantes, il est nécessaire de mieux comprendre l'impact de stress et/ou d'agents pathogènes sur le fonctionnement du système racinaire du pois. La défense racinaire des légumineuses est donc un sujet ambitieux et d'actualité. Au sein du laboratoire GlycoMEV, nous avons proposé le modèle du piège extracellulaire de racine (ou RET pour « Root Extracellular Trap ») par analogie au « Neutrophyl Extracellular trap » des mammifères pour expliquer le mécanisme de protection à l'apex racinaire. Nous avons montré que les cellules frontières et le mucilage, éléments constitutifs du RET, sont impliqués dans la réponse racinaire au stress hydrique. De plus, nous avons mis en évidence que les arabinogalanes-protéines (AGPs) du RET interviennent dans les interactions entre racines et l'oomycète *A. euteiches* lors des premières étapes de l'infection. Nous émettons l'hypothèse qu'il existe une corrélation entre la réponse racinaire (RET et AGPs), la tolérance au stress hydrique et à l'infection par *A. euteiches*. Le projet MadiBa a pour ambition d'élucider le mode d'action des AGPs racinaires du pois dans les réponses précoces aux stress. en réponse aux stress précoces. Pour cela, des approches d'imagerie cellulaire incluant la microscopie confocale à balayage laser, la microscopie électronique à transmission, l'immunocytochimie couplées à des études biochimiques permettront une caractérisation fine

du RET. Des approches de transcriptomiques et des approches fonctionnelles permettront une meilleure compréhension de l'implication des glycomolécules du RET dans la réponse aux stress. Des valorisations à plus long terme incluent l'identification de gènes d'intérêt qui pourront être utilisés pour la recherche de mutants chez le pois (application fondamentale pour le laboratoire) ou pour l'identification de nouveaux gènes de sélection (pour nos partenaires semenciers).

Agriculture faces serious challenges in meeting the needs of 9 billion people by 2050. Normandy is one of France's most productive agricultural regions, and the cultivation of leguminous plants represents an essential lever for coping with future demographic and environmental constraints. Indeed, protein seeds are a major source of plant proteins for human and animal consumption. In addition, these plants have the advantage of naturally enriching the soil with nitrogen, thus improving yields of subsequent crops while limiting the use of inputs. Peas are the main legume crop, but yields are declining sharply even in Normandy. One of the main reasons for this is the root rot disease caused by the root pathogen *Aphanomyces euteiches*, for which no curative means are available. Rainy springs favor the spread of the disease, and soils remain infectious for several years. In addition, increasingly frequent dry springs pose a new threat to protein crops. While the effects of late drought on flowering and seed formation are well documented, the impact of early water stress on root system establishment is poorly investigated. In the current context of climate change, the unpredictability of weather conditions leads to the need for cultivars that can cope with both root rot disease and early water stress. For this, it is necessary to improve our understanding of the molecular and cellular mechanisms involved in pea root tolerance to biotic and abiotic stresses at the young seedling stage.

The root system has long been neglected, but it is now recognized that the selection of root traits is a key element in the establishment of more eco-responsible crops. Given the central role played by roots in plant health, it is necessary to better understand the impact of stress and/or pathogens on the functioning of the pea root system. Root defense in legumes is therefore an ambitious subject. In the GlycoMEV laboratory, we have proposed the RET (Root Extracellular Trap) model, by analogy with the mammalian Neutrophil Extracellular Trap, to explain the protection mechanism at the root apex. We have shown that border cells and mucilage, both components of RET, are involved in the root response to water stress. In addition, we have demonstrated that the arabinogalactan-proteins (AGPs) of the RET are involved in interactions between roots and the oomycete *A. euteiches* during early infection. Furthermore, we hypothesize that there is a correlation between the root response (RET and AGPs), tolerance to water stress and infection by *A. euteiches*. The MadiBa project aims to elucidate the mode of action of pea root AGPs in response to early stresses. To achieve this goal, cell imaging approaches including confocal laser scanning microscopy, transmission electron microscopy and immunocytochemistry, coupled with biochemical studies, will enable fine characterization of the RET. Transcriptomic and functional approaches will enable to provide new information regarding the role of RET glycomolecules in response to stress. Longer-term applications include the identification of genes of interest that can be used to search for mutants in pea (a fundamental application for the laboratory) or to identify new selection genes (for our seed partners).