

Prix de mémoire de fin d'études de la Fondation Xavier Bernard

ANNEE : 2019

TITRE : Impact des sources de résistance variétale sur l'évolution du pouvoir pathogène des populations d'*Aphanomyces euteiches* dans des successions culturales de légumineuses

AUTEUR : Théo Leprévost

ECOLE : L'institut Agro | Agrocampus Ouest

Laboratoire d'accueil : INRAE – UMR IGEPP, Domaine de la Motte, 35653 LE RHEU Cedex

Rapporteurs : Marie-Thérèse Esquerré-Tugayé et Judith Burstin

Résumé : La pourriture racinaire causée par *Aphanomyces euteiches* est une maladie majeure du pois. La création de variétés résistantes suite à l'identification et la validation de régions génomiques (ou QTL, Quantitative Trait Loci) associées à la résistance est prometteuse pour lutter contre cette maladie. Afin d'anticiper le déploiement durable de ces résistances, nous avons étudié l'évolution au champ sur quatre ans du potentiel infectieux (PI) du sol et de l'agressivité de populations d'*A. euteiches* dans des successions de lignées de pois, en alternance ou non avec de la féverole résistante. Mes travaux ont montré que la culture de génotypes de pois partiellement résistants et les systèmes alternés pois-féverole ont permis de limiter le PI du sol. Une augmentation de la fréquence d'isolats agressifs a été observée dans le sol après monoculture d'une lignée de pois porteuse de deux QTL de résistance. Ces résultats suggèrent l'érosion possible de l'effet de QTL de résistance et encourage leur cumul dans les futures variétés pour limiter durablement la pourriture racinaire.

Abstract : Common root rot caused by *Aphanomyces euteiches* is a major disease of pea. Breeding for resistant varieties is promising since genomic regions (or QTL, Quantitative Trait Loci) associated with resistance have been identified and validated. In order to anticipate the sustainable deployment of resistance QTL, this study aimed to evaluate the evolution of soil inoculum potential (IP) and aggressiveness of *A. euteiches* populations, in a four year-infested field trial of successions of pea lines and faba bean varieties grown in single or alternate cropping systems. Soils cultivated with partially resistant pea genotypes or alternating pea and resistant faba bean showed little increase in soil IP. However, the frequency of aggressive isolates increased in soil after four years of single cropping with a pea line with two resistance QTL. These results suggest the possible erosion of resistance QTL effects and encourage their combination in future varieties to limit durably common root rot.

Contexte et enjeux : Dans un contexte global de transition agro-écologique, la culture de pois protéagineux présente un intérêt majeur : (i) la graine de pois est une source de protéines pour l'alimentation animale et humaine, alternative aux tourteaux de soja majoritairement importés, (ii) elle facilite la réduction des intrants azotés dans les rotations du fait de sa capacité à fixer l'azote atmosphérique à partir de symbioses racinaires, et (iii) elle permet d'allonger les rotations agricoles et ainsi de limiter les cycles de reproduction des bioagresseurs des autres cultures. Cependant, la culture de pois protéagineux est fortement contrainte par une instabilité des rendements, associée à de nombreux stress biotiques et abiotiques. La pourriture racinaire molle du pois, due à l'agent pathogène *Aphanomyces euteiches*, est la maladie tellurique la plus préjudiciable sur pois de printemps. Les principales méthodes de gestion de la maladie sont l'évitement des parcelles infestées, diagnostiquées par un test de potentiel infectieux (PI), et la diversification des rotations avec des cultures hôtes résistantes, telle que la féverole, ou des variétés tolérantes de pois. Depuis 20 ans, les travaux de recherche ont permis d'identifier 7 principaux QTL (Quantitative Trait Loci) de résistance partielle à la maladie, dont un QTL majeur *Ae-Ps7.6* associé à la résistance au pathotype I d'*A. euteiches* exclusivement présent en France. Ces QTL ont été validés, seuls ou par combinaisons de 2

ou 3 QTL, dans des lignées quasi-isogéniques (ou NILs, Near-Isogenic Lines). À ce jour, les capacités d'évolution des populations d'*A. euteiches* restent peu documentées. Une faible variabilité génétique a été identifiée au sein des populations d'*A. euteiches* présentes dans les régions françaises de culture du pois. Néanmoins, une diversité d'agressivité sur légumineuses et NILs de pois a été observée au sein de ces populations, comprenant certains isolats agressifs sur NILs porteuses du QTL majeur *Ae-Ps7.6*. La durabilité des QTL, identifiés en nombre limité, est donc questionnée face aux capacités potentielles d'adaptation des populations de l'agent pathogène à ces QTL.

Objectifs et méthodes : Afin d'étudier les capacités d'évolution des populations d'*A. euteiches* face à (i) des systèmes de cultures alternées de pois et de féverole, et (ii) des stratégies de pyramidage de QTL au sein d'un même génotype de pois, un essai d'évolution expérimentale sur une parcelle naturellement infestée a été mis en place entre 2016 et 2019, à Bignan (56). L'essai comprend treize modalités de successions de culture incluant (i) des NILs de pois combinant 0, 1 ou 2 QTL dans un même fond génétique, en monoculture ou en alternance avec une variété de féverole résistante, et (ii) des variétés de féverole ou des lignées de pois témoins, résistantes ou sensibles, en monoculture. Le PI du sol a été suivi pour chaque modalité au cours des 4 années d'expérimentation. De plus, l'agressivité des populations d'isolats d'*A. euteiches* isolés en 2016 et 2019, à partir de 2 sols cultivés en monoculture avec une même NIL porteuse de 2 QTL, dont le QTL majeur *Ae-Ps7.6*, a été étudiée en conditions contrôlées sur une gamme différentielle de cinq lignées de pois.

Points forts : Les sols cultivés dans un système alterné pois-féverole ont permis de limiter l'augmentation du PI au cours des 4 années, comparés aux sols cultivés en monoculture de pois. De plus, les sols cultivés en monoculture avec des NILs de pois cumulant plusieurs QTL ont également permis de limiter l'augmentation du PI comparés aux sols cultivés avec des lignées de pois dépourvues de QTL. Néanmoins, l'analyse de l'évolution de l'agressivité des populations d'*A. euteiches* a montré que la proportion d'isolats agressifs avait augmenté de 13,5% en moyenne en 4 ans, au sein des 2 sols cultivés en monoculture avec une NIL de pois combinant 2 QTL. La sélection d'individus agressifs au sein d'une population d'un agent pathogène représente une force évolutive majeure, facteur d'érosion des résistances quantitatives. Cette étude suggère la possibilité d'érosion de l'effet du QTL majeur de résistance partielle *Ae-Ps7.6* par sélection d'isolats plus agressifs d'*A. euteiches* au cours du temps. Le développement de lignées cumulant divers QTL et l'alternance des cultures pois-féverole seraient des stratégies susceptibles de limiter la multiplication d'isolats agressifs et l'augmentation du PI des sols et ainsi de préserver l'efficacité des QTL au cours du temps dans les futures variétés.

Productions scientifiques : Un article de vulgarisation scientifique a été publié sur le réseau social professionnel LinkedIn le 04/06/2019 ^[1]. De plus, une communication orale a été effectuée lors du colloque de fin de projet PROGRAILIVE le 21/01/2020 ^[2].

Perspectives envisagées : Les travaux réalisés au cours de cette étude seront poursuivis par l'analyse de l'évolution de la fréquence d'isolats agressifs entre 2016 et 2019, au sein de 2 sols cultivés en monoculture avec une NIL de pois dépourvue de QTL. Cette analyse permettra de confirmer l'hypothèse d'un effet de sélection d'isolats plus agressifs exercée par les 2 QTL cumulés au sein de la NIL étudiée au cours du stage. L'analyse de l'évolution du PI et de l'agressivité des isolats sera poursuivie sur 4 années supplémentaires au sein des différentes successions de culture étudiées.

Appréciations personnelles : L'utilisation du QTL majeur de résistance partielle *Ae-Ps7.6* est actuellement privilégiée afin de créer des variétés de pois partiellement résistantes à la pourriture racinaire molle. Ce travail de stage de fin d'études apporte des premiers résultats suggérant la nécessité d'anticiper un éventuel contournement du QTL majeur par les populations d'*A. euteiches*. Le cumul de QTL au sein d'un même fond génétique et l'usage d'espèces de légumineuses résistantes au sein des rotations agricoles sont des stratégies prometteuses pour augmenter l'efficacité et la durabilité des résistances et, à terme, sécuriser les rendements des cultures de pois en France.

^[1] Disponible en ligne à l'adresse : <https://www.linkedin.com/pulse/la-r%25C3%25A9sistance-vari%25C3%25A9tale-une-solution-de-lutte-pour-du-th%25C3%25A9o-lepr%25C3%25A9vost/?trackingId=qF%2B08GsODLsxDmr%2FYJ0eTA%3D%3D>

^[2] Baranger A, Pilet-Nayel M-L (2020). Comprendre les maladies du pois pour mieux les gérer : Associations inter- et intra-spécifiques pour lutter contre l'ascochytose et l'aphanomyces du pois. Colloque de fin de projet PROGRAILIVE, 21 janvier 2020, Rennes [Comm orale]