

## Résumés

### Session Posters 4 : Légumineuses et réduction de l'usage des pesticides

#### Maladies virales sur légumineuses à graines en 2020 : état des lieux et facteurs explicatifs

**A. MOUSSART, C. BRIER, M.-n. EVEN, B. BAMME, J. CARPEZAT**

Terres Inovia, France

Au printemps 2020, les pucerons sont arrivés très précocement sur les cultures de pois, féverole et lentille et la pression a été particulièrement forte et parfois difficile à maîtriser dans certains secteurs. En plus des dégâts directs qu'ils peuvent occasionner, ces insectes sont vecteurs de virus, et des symptômes de viroses plus ou moins typiques sont rapidement apparus dans de nombreuses parcelles.

Étant donné le nombre de parcelles concernées et l'ampleur des dégâts occasionnés, Terres Inovia a réalisé un observatoire afin d'une part, de connaître les virus responsables de ces symptômes, et d'autre part, d'acquérir des connaissances sur l'épidémiologie des maladies virales, deux préalables indispensables à la gestion du risque. Cette étude a concerné le pois, la féverole, la lentille et dans une moindre mesure le pois chiche, peu concerné par les attaques de pucerons. Au total, 85 parcelles dont 37 de pois, 16 de féverole, 27 de lentille et 5 de pois chiche ont été suivies. Deux échantillons de plantes, l'un avec symptômes et l'autre asymptomatique, ont été prélevés dans chaque parcelle. Les symptômes ont été décrits et des analyses sérologiques (DAS ELISA) ont été réalisées afin d'identifier les virus présents. Neuf virus parmi les plus fréquents sur légumineuses ont été recherchés : le Pea Enation Mosaic Virus (PEMV), le Bean Leaf Roll Virus (BLRV), le Pea Seed-borne Mosaic Virus (PSbMV), le Beet Western Yellow Virus (BWYV), l'Alfalfa Mosaic Virus (AMV), le Cucumber Mosaic Virus CMV, le Bean Yellow Mosaic Virus (BYMV), le Clover Yellow Vein Virus (CIYVV) et le Pea Streak Virus (PeSV). Un questionnaire a également permis de recueillir des informations sur chaque parcelle, notamment sur l'itinéraire technique.

Les résultats obtenus montrent que les neuf virus recherchés sont bien présents en France sur pois, féverole, lentille et/ou pois chiche. Certains sont toutefois beaucoup plus fréquents que d'autres, avec une fréquence pouvant varier en fonction des espèces végétales. Le nombre moyen de virus détectés par parcelle varie de 2 à 5 en fonction des espèces. Les virus concernés sont tous principalement transmis à la parcelle par les pucerons, le Pea Seed borne Mosaic Virus (PSbMV) pouvant également être transmis par la semence. L'étude du climat et des itinéraires techniques des parcelles enquêtées permet de contextualiser cet état des lieux des virus et des dégâts occasionnés.

## AsCoLuP : Ascochyta Colletotrichum Lupin Pois chiche

**A. Penant<sup>1</sup>, Q. Lambert<sup>1</sup>, A. Penaud<sup>1</sup>, A. Moussart<sup>1</sup>, I. Sérandat<sup>2</sup>, V. Grimault<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Terres Inovia, France; <sup>2</sup>GEVES, France

Projet AsCoLuP : mieux comprendre l'ascochytose du pois chiche et l'antracnose du lupin afin d'identifier des leviers de lutte alternatifs

L'ascochytose du pois chiche et l'antracnose du lupin sont des maladies mal connues ayant un impact fort sur le rendement. Transmises par la semence, elles limitent aujourd'hui l'extension des aires de production de ces espèces.

Ces deux espèces présentent un réel intérêt agroenvironnemental pour les rotations céréalières : capables de fixer l'azote atmosphérique via leurs nodosités, elles sont autonomes pour leur nutrition azotée, et apportent de la fertilité au sol, permettant de diminuer la quantité d'azote minéral apportée sur la céréale suivante. Plantes à pivot, elles permettent une restructuration du sol. Intégrées dans une rotation céréalière, elles auront comme effet de rompre le cycle des maladies et ravageurs des céréales, diminuant là encore les interventions sur la céréale suivante.

Ces cultures tendent à se développer aujourd'hui aussi bien en agriculture biologique qu'en conventionnelle. Néanmoins, deux points freinent la progression des surfaces : la difficulté que peut représenter le désherbage, et la gestion des maladies, notamment de l'antracnose du lupin et de l'ascochytose du pois chiche : en cas de forte attaque, une parcelle peut être totalement détruite. La possibilité d'utilisation de traitement de semences chimiques étant incertaine, et aucun traitement de semences Utilisable en Agriculture Biologique (UAB) n'étant disponible, l'utilisation de semences saines demeure le levier d'action le plus important dans la lutte contre ces maladies, en complément de leviers agronomiques.

L'amont de la filière se mobilise également : il existe une demande des déposants français de pois chiche pour la reconnaissance du caractère de résistance/tolérance à l'ascochytose lors de l'inscription des variétés au Catalogue national, (caractère de DHS).

Les enjeux du projet ASCOLUP sont ainsi : de garantir une production de semences saines ; de connaître l'aire de répartition, la fréquence et la nuisibilité de ces maladies à l'échelle nationale ; de savoir précisément diagnostiquer leur présence et le risque associé au champ en lien avec le niveau de résistance des variétés de pois chiche et de lupin afin de proposer un conseil technique robuste ; et d'apporter aux agriculteurs et à leurs conseillers des solutions permettant une meilleure gestion des maladies.

Les objectifs poursuivis par le projet sont :

- la compréhension des dynamiques de développement et de contamination des races d'Ascochyta rabiei (pois chiche) et Colletotrichum lupini (lupin) dans un contexte français ;
- la mise au point de méthodes homogénéisées permettant une gestion commune et uniforme de ces maladies de la semence au champ ;
- l'identification de leviers agronomiques et de traitement de semences physiques permettant une maîtrise des maladies en production de semences ou de consommation ;
- l'impulsion d'une dynamique territoriale entre les acteurs de ces filières.

Résultats et valorisations attendus

Seront mis à disposition des acteurs des filières les données acquises sur ces maladies : répartition géographique, nuisibilité, impact du climat, méthode de détection sur semences, protocole d'évaluation de la résistance des variétés, itinéraires techniques adaptés et sécurisants pour la production de semences et de consommation en agriculture biologique et conventionnelle, analyse des pratiques culturales, cartographie des races d'Ascochyta rabiei (pois chiche) et de Colletotrichum lupini présentes sur le territoire français, résultats des traitements de semence UAB.

Partenaires du projet : Arterris, CRAB, CRAN, Epi de Gascogne, EPLEFPA Toulouse, FNAMS, GEVES, Jouffray Drillaud, LUBEM, Qualisol, Soufflet, SeineYonne, Terrena Innovation, Top Semence

## **Evaluation de l'impact d'aphanomyces euteiches sur le rendement de lignes quasi-isogéniques de pois au champ**

**Rivière J-P 1 , Lavaud C 2 , Vetel P1 , Declerck P 3 , Bébin T4 , Furet G 5 , Bourgeot R5 , Lecat S 5 , Herbommez J-F 2 , Rouillet G6 , Pilet-Nayel M-L 1**

1 IGEPP, INRAE, Institut Agro, Univ Rennes, 35653, Le Rheu, France 2 KWS-Momont, 59246, Mons en Pévèle, France 3 RAGT2n, 28150, Louville-la-Chenard, France 4 Florimond Desprez, 28700, Houville-la-Branche, France 5 Limagrain Europe, 77 390, Verneuil-l'Étang 6 Unisigma, GIE Recherche et Sélection, 60 480, Froissy, France jean-philippe.riviere@inrae.fr, marie-laure.pilet-nayel@inrae.fr 02.23.48.51.98/51.940

La pourriture racinaire précoce, due à l'agent pathogène tellurique *Aphanomyces euteiches*, est l'une des maladies les plus dommageables sur la culture du pois en France. Aucune variété résistante n'est actuellement disponible. L'étude génétique de la résistance polygénique chez le pois a permis d'identifier sept principaux QTL (Quantitative Trait Loci) contrôlant la résistance partielle (Hamon et al 2013). Ces QTL ont été introgressés dans différentes variétés de pois par Back-cross Assisté par Marqueurs, résultant en la création de lignées quasi-isogéniques (NILs, Near-Isogenic-Lines, Lavaud et al 2015). Un total de 157 NILs dont les génomes ne diffèrent que par un, deux ou trois des sept principaux QTL de résistance dans trois fonds génétiques différents, ainsi que 18 lignées témoins, ont été évalués pour la résistance à *A. euteiches* au champ sur un réseau multi-local de 6 pépinières infestées et sur 2 années (2014, 2015). Les résultats ont permis de sélectionner 24 NILs partiellement résistantes et comportant différentes combinaisons de QTL. La présente étude a visé à évaluer le potentiel de rendement des 24 NILs en conditions saines versus infestées au champ, afin d'étudier l'effet des combinaisons de QTL de résistance différenciant les NILs sur la limitation des pertes de rendement en parcelles infestées. Les 24 NILs ont été évaluées en semis de printemps avec 8 témoins (4 sensibles et 4 partiellement résistants) dans des micro-parcelles de 10-12m<sup>2</sup>, à raison de 3 répétitions, sur un réseau de 5 sites d'expérimentation dans les régions centre Val-de-Loire et Hauts de France, de 2017 à 2019. Huit d'entre elles ont également été évaluées en semis d'hiver sur 2 sites et sur les 3 années. Les résultats ont montré peu d'écarts de rendement entre sites sains et infestés dans les essais de pois d'hiver, révélant un faible impact de la maladie sur ce type de pois. Dans les essais de pois de printemps, des différences significatives ont été observées entre rendements en parcelles saines et infestées, quel que soit le site d'expérimentation, malgré une intensité d'épidémie très variable entre les 3 années d'étude. Un index a été établi afin de classer les lignées selon leur différentiel de rendement entre sites sains et infestés. Ce classement révèle que les lignées possédant le QTL majeur Ae-Ps7.6, seul ou en combinaison avec le QTL mineur Ae-Ps4.1, subissent moins de pertes de rendement de manière assez régulière sur tous les sites. Ces résultats (i) confirment l'impact de la pourriture racinaire due à *A. euteiches* sur le rendement du pois, (ii) permettent de déterminer les combinaisons de QTL les plus efficaces dans les NILs évaluées pour limiter la nuisibilité de la maladie, et (iii) permettent d'identifier des géniteurs et combinaisons de QTL d'intérêt pour la création de variétés de pois dont le rendement sera moins affecté par la pourriture racinaire précoce. Hamon et al. (2013). BMC Plant Biology 13:45 Lavaud et al. (2015). Theor Appl Genet, 128:2273-2288 Mots-clés : *Aphanomyces euteiches*, NILs, QTL, rendement, réseau multi-local, *Pisum sativum*

## Identification de sources de résistance à *Aphanomyces euteiches* chez le pois

**A. Lesné, C. Lavaud, I. Glory, G. Morin, M.-L. Pilet-Nayel**

IGEPP, INRAE, Institut Agro, Univ Rennes, 35653, Le Rheu, France

Dans un contexte d'agriculture plus respectueuse de l'environnement et d'une demande en protéines végétales croissantes, la culture du pois protéagineux présente un intérêt majeur en France mais son développement est impacté par l'instabilité de son rendement due à sa sensibilité aux stress. L'une des maladies majeures du pois est due à l'oomycète tellurique *Aphanomyces euteiches* provoquant une pourriture racinaire molle et engendrant des pertes de rendements pouvant être totales. Sans moyen de lutte chimique efficace, la lutte génétique a été une voie de recherche privilégiée depuis 25 ans. Ainsi, les progrès réalisés en génétique et sélection (Hamon et al 2013 ; Lavaud et al, 2015) à partir de sources de résistance identifiées ou sélectionnées aux USA, ont permis d'inscrire récemment les premières variétés tolérantes en France. Néanmoins, les niveaux de résistance dans les lignées de sélection restent peu élevés et l'identification de nouvelles sources de résistance est indispensable pour augmenter les niveaux de résistance dans les programmes de sélection du pois.

De larges travaux de criblages de ressources génétiques et de sélection ont été effectués aux USA dans les années 1990 mais les sources de résistance identifiées aux USA n'ont pas toujours montré une efficacité vis-à-vis des souches française d'*A. euteiches* du fait de différents pathotypes présents en France et dans différentes régions des USA. Cette étude a donc visé à identifier de nouvelles sources de résistance chez le pois, efficaces vis-à-vis de souches françaises d'*A. euteiches*. La démarche poursuivie a consisté à (i) identifier dans les principaux centres de ressources génétiques (INRAE, France ; John Innes Center, UK ; CGN, Pays Bas ; VIR, Russie ; USDA-ARS, USA) des lignées de pois dites « exotiques », appartenant à des collections et/ou déjà décrites pour la résistance à la pourriture racinaire ou à d'autres maladies, (ii) multiplier en serre les lignées collectées, (iii) évaluer la résistance intrinsèque de l'ensemble du matériel génétique en chambre climatisée au stade plantule vis-à-vis d'une souche française de référence, puis (iv) évaluer les meilleures lignées pour la résistance en conditions contrôlées vis à vis de plusieurs souches d'*A. euteiches*.

Un total d'environ 1900 lignées a été collecté et évalué pour la résistance en chambre climatique vis-à-vis de la souche RB84 d'*A. euteiches* (Riec sur Belon, Finistère), au sein de tests multiples contenant un set commun de génotypes témoins résistants et sensibles permettant les comparaisons entre tests et l'identification des meilleures lignées. Plusieurs espèces, sous-espèces de *Pisum*, origines géographiques, types de semis, types cultivés et types morphologiques ont été représentés dans les lignées évaluées. A l'issue de ces tests, une sélection de lignées a été évaluée pour la résistance en conditions contrôlées vis-à-vis de trois autres souches d'origine géographique et/ou pathotype différents (Ae78, France ; Ae87 et Ae109, USA ; Wicker et al, 2001), en comparaison avec la souche RB84. L'ensemble des résultats obtenus a permis d'identifier un faible nombre de sources de résistance partielle à *A. euteiches* dans la variabilité naturelle étudiée au sein du genre *Pisum*. Par la suite, les meilleures lignées ont été évaluées sur un réseau franco-américain multi-local et pluri-annuel de pépinières infestées. Elles ont été génotypées pour identifier leur contenu en haplotypes aux principaux locus de résistance identifiés (Desgroux et al, 2016). Certaines de ces lignées ont également été utilisées pour la construction de matériel génétique permettant d'identifier et de cumuler de nouveaux locus de résistance dans des lignées de pois agronomiques.

Desgroux et al (2016). BMC Genom. 17:124

Hamon et al (2013). BMC Plant Biol 13:45

Wicker et al (2001). Eur J Plant Pathol 107: 919–929

## **Optimisation de la gestion des bruches et de la transformation des féveroles et des lentilles pour de nouveaux produits agroalimentaires contenant des protéines végétales**

**E. SAMAIN<sup>1</sup>, A.-S. VOISIN<sup>2</sup>, M. GABET<sup>3</sup>, A. ARRACHID<sup>1</sup>, L. BEDOUSSAC<sup>4</sup>, J.-F. BAROT<sup>1</sup>, P. HALLIER<sup>1</sup>, E. BOUZIDI<sup>1</sup>, C. SALLES<sup>5</sup>, L. BRIAND<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Groupe Soufflet, 10400 Nogent sur Seine, France; <sup>2</sup>Agroécologie, AgroSup Dijon, CNRS, INRA, Univ. Bourgogne Franche-Comté, 21000 Dijon, France; <sup>3</sup>UMR Agronomie, INRA, AgroParisTech, Université Paris-Saclay, 78850, Thiverval-Grignon, France; <sup>4</sup>Université de Toulouse, ENFA, UMR INRA-INPT/ENSAT 1248 AGIR, Auzeville, BP 52627, 31326 Castanet-Tolosan, France; <sup>5</sup>Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation, UMR6265 CNRS, UMR1324 INRA, Université de Bourgogne, Agrosup Dijon, F-21000 Dijon, France

Le projet de recherche initié en 2019 par la collaboration entre le groupe SOUFFLET et l'INRAe a pour objectif l'optimisation de la culture et de la transformation des féveroles et lentilles pour de nouveaux produits agroalimentaires contenant des protéines végétales. Le premier enjeux est de pérenniser la production de ces légumineuses tout en réduisant l'utilisation des pesticides par une approche agroécologique. Cette dernière vise à identifier des techniques culturales alternatives de lutte contre la bruche, un ravageur d'intérêt de ces cultures grâce à une acquisition de connaissances de la biologie de cet insecte et de ses ennemis naturels et à la compréhension et quantification de la contribution de ces différents processus et leviers agronomiques. Le second est la compréhension de la formation d'off notes et de l'amertume dans des farines de féveroles.