

SEPTORIOSE DU LIN

LES PREMIERS JALONS

de la résistance variétale



Des essais au champ (inoculation artificielle) ont révélé des différences variétales de sensibilité à la septoriose.

© C. Souch, Terre de Lin

Des avancées majeures dans la connaissance de la septoriose sur le lin viennent d'être obtenues. Des outils de caractérisation variétale sont désormais utilisables, ouvrant ainsi la porte à une lutte génétique qui deviendra très vraisemblablement un des leviers majeurs de la lutte intégrée contre cette maladie.

Au cours du projet SeptoLIN⁽¹⁾, plus de 170 souches de *Septoria linicola* (encadré) ont été isolées, à partir de lin fibre et de lin graine, dans différents bassins de production français. Cette mycothèque, conservée par Arvalis, est une importante source de matériels pour l'ensemble de la filière [études microbiologiques, inoculations artificielles...].

En parallèle, le génome de deux souches de *S. linicola* a été séquencé, ce qui a généré les premières ressources génomiques pour cette espèce pathogène. Les deux souches ont été sélectionnées sur la base de leur hôte d'origine (lin fibre ou lin oléagineux) et de leur origine géographique (Ile-de-France ou Sud-Ouest). Une analyse phylogénétique a précisé la proximité génétique de *S. linicola* avec les espèces *Zymoseptoria tritici* (septoriose du blé), *Cercospora zeae* (cercosporiose du maïs) et *Septoria musiva* (septoriose du peuplier). Ces

génomés inédits, prochainement publiés, pourront être à la base d'études moléculaires fonctionnelles et évolutives chez cette espèce.

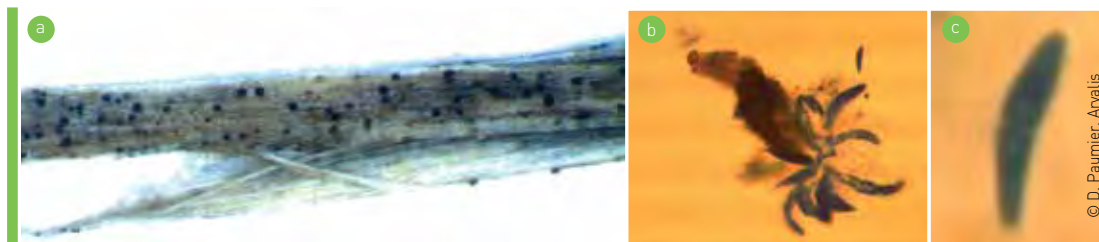
Une première en France : la reproduction sexuée identifiée et caractérisée

La forme asexuée du champignon (*S. linicola*) est suspectée d'être la forme principale de propagation du champignon entre deux saisons épidémiques. Pendant la période épidémique en saison de culture, des pycnides se forment sur les lésions et produisent des pycnidiospores dispersées par éclaboussures, animaux et insectes. Du fait de leur grande taille, les pycnidiospores sont supposées ne pas être dispersées par le vent. Néanmoins, *S. linicola* peut survivre sous forme de pseudothèces, fructifications produisant des ascospores (spores issues de la reproduction sexuée) transportées par le vent sur de longues distances. Les

En savoir plus

Téléchargez les recommandations pour diagnostiquer la septoriose au champ sur <http://arvalis.info/1fv>.

SEPTORIA LINICOLA : une forme sexuée observée avec certitude



(a) Pseudothèces de *M. linicola*, loupe binoculaire x10. (b) Asques et ascospores, microscope x100. (c) Une ascospore, microscope

Figure 1 : Photos de la forme sexuée du champignon.

pseudothèces se retrouvent sur les semences et les résidus de culture, où ils peuvent se conserver jusqu'à quatre ans. La forme sexuée (*Mycosphaerella linicola*) n'a pas été identifiée dans toutes les régions du monde et est très peu documentée en Europe.

Le laboratoire de pathologie végétale d'Arvalis a mis en évidence, pour la première fois en France, la présence de cette forme sexuée. Des pailles de lin fibre collectées au champ ont été étudiées grâce à une technique adaptée de la septoriose du blé mise au point par l'Inra (Frédéric Suffert, Unité Bioger). Cette technique a permis d'observer des pseudothèces, d'en isoler les ascospores (figure 1), de les mettre en culture et d'utiliser les souches ainsi isolées pour vérifier la pathogénicité des isolats sur le lin (vérification du postulat de Koch). L'observation de symptômes typiques ainsi que la présence de pycnides et de cirrhes confirme sans aucun doute que les pseudothèces observés appartiennent à l'espèce *S. linicola* et que la reproduction sexuée du champignon existe en France.

Les pailles, supports de dissémination

Les travaux menés dans un second temps par Terres Inovia ont étudié la dynamique d'apparition et de maturation de pseudothèces sur les pailles lors des trois années du projet. L'analyse des fructifications a confirmé la présence très majoritaire de pseudothèces sur les pailles. Quelques pycnides ont pu être observées mais à une fréquence faible. L'analyse montre la présence de pseudothèces matures sur pailles de lin dès la récolte (juillet). Les pseudothèces matures (capables de produire des ascospores disséminées par le vent) ont été très abondants d'octobre à novembre. Au printemps, la fréquence de ces pseudothèces matures s'est avérée très faible, voire nulle. La comparaison de la cinétique de maturation des pseudothèces lors des trois campagnes met en avant des similitudes entre les années (figure 2). Ces données épidémiologiques aboutissent à l'hypothèse forte que

REPRODUCTION SEXUEE : un rôle majeur dans le développement de la septoriose du lin

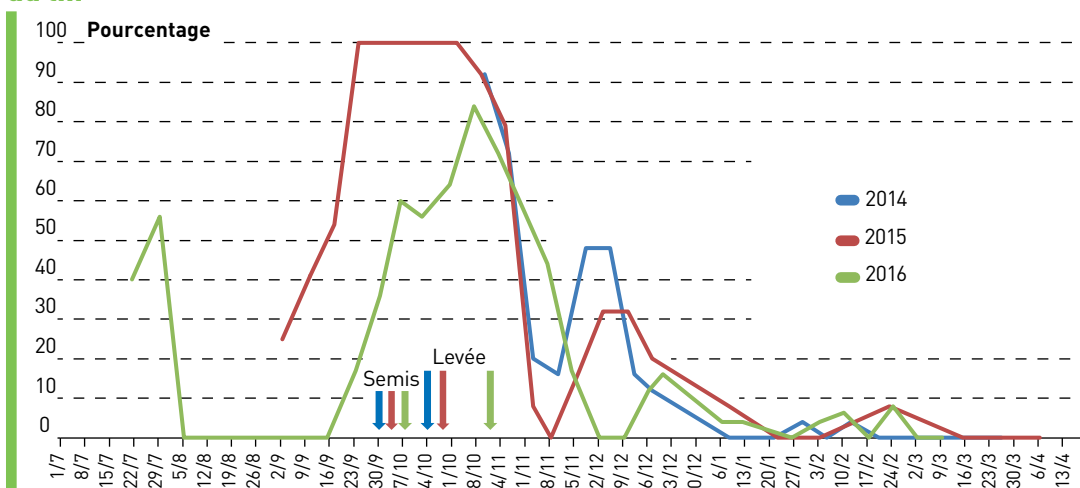


Figure 2 : Pourcentage de pseudothèces mûrs sur pailles de lin au cours des trois années du projet SeptoLIN⁽¹⁾. En 2014 et 2015, le pourcentage de pseudothèces matures a atteint son maximum au mois d'octobre, avant un second pic de maturation en novembre. En 2016, la cinétique a été similaire, avec un décalage temporel et une plus faible fréquence de pseudothèces matures (effet supposé de la pluviométrie). En 2015 et 2016, des symptômes de septoriose ont été observés respectivement dès le 23 novembre et le 14 décembre. En 2014, les premiers symptômes ont été observés le 21 mars, mais il est très probable qu'ils soient apparus plus tôt en saison (symptômes précoces moins connus et moins surveillés à l'initiation du projet).

SENSIBILITE VARIETALE : des tests validés sur les cotylédons et les feuilles



(a) Pycnides à J+19 après inoculation sur cotylédons. (b) Symptômes à J+6 après inoculation sur feuilles. (c) Symptômes à J+19 sur tiges.

Figure 3: Observations réalisées lors du test de caractérisation de la sensibilité variétale du lin à la septoriose.

la reproduction sexuée joue un rôle majeur dans le développement épidémique de la septoriose du lin et qu'une attention doit être portée à la gestion des pailles.

Une différence de sensibilité variétale avérée

Afin de caractériser la résistance variétale à la septoriose, un test en conditions contrôlées a été mis au point dans le projet SeptoLIN. Ce test visait à faire exprimer des symptômes sur les différents organes de la plante (cotylédons, feuilles, tiges et capsules; figure 3). Les symptômes peuvent apparaître dès six jours après inoculation sur les cotylédons et les feuilles. Le test a également mis en évidence des symptômes sur les tiges, mais avec une faible reproductibilité. De même pour les capsules, des symptômes ont été observés mais la méthode, moins répétable, est très dépendante de la précocité des variétés. De plus, la durée du test (plus de deux mois) rend difficile une utilisation en routine pour du criblage variétal. Par conséquent, les tests pathologiques sont validés pour les cotylédons et les feuilles mais doivent encore être améliorés pour les tiges et les capsules. Une expérimentation complémentaire a montré que les graines des capsules contaminées peuvent être atteintes et donc que la maladie pourrait être transmise par les semences.

La sensibilité variétale de 22 génotypes (15 variétés de lin fibre et 7 variétés de lin oléagineux) a été évaluée pour six souches de *S. linicola*. Les principaux résultats font ressortir des différences variétales significatives et corrélées pour les cotylédons et pour les feuilles. Un autre résultat majeur est la différence de sensibilité variétale entre les cultivars de type lin fibre et les cultivars de type oléagineux. Dans les expérimentations menées, les lins fibres sont significativement plus sensibles que les lins oléagineux.

Ces essais ont également mis en évidence l'absence de résistance totale vis-à-vis des six souches testées. La différence observée entre les variétés est donc probablement liée à des résistances quantitatives (l'action de plusieurs gènes confère

la résistance). Du côté de l'agent pathogène, ces travaux révèlent des différences d'agressivité entre les souches et selon l'hôte d'origine (lin fibre ou lin graine).

Des variétés mieux caractérisées

Ces résultats sont très encourageants pour la filière car ils montrent que du progrès génétique est possible. De plus, la tendance d'un clivage de sensibilité entre le lin fibre et le lin oléagineux donne des pistes pour aller chercher, dans un premier temps, des résistances quantitatives dans du matériel « élite » peu exotique.

De nombreux essais basés sur des inoculations artificielles au champ ont été menés lors du projet. Ils ont mis en évidence l'intérêt d'inoculer artificiellement les variétés et permis d'identifier les meilleures méthodes de notations représentatives de la pression maladie. A court terme, ces protocoles aboutiront à caractériser plus précisément les variétés face à la septoriose. Même si les essais n'ont pas mesuré avec précision la nuisibilité de la maladie sur le lin oléagineux et le lin fibre, ils ont confirmé, au champ, que des différences de sensibilité existent entre les variétés. Les efforts de sélection devraient ainsi améliorer la résistance du lin à la septoriose.

(1) Projet coordonné par Arvalis, financé par le compte d'affectation spéciale développement agricole et rural (CASDAR), en partenariat avec les acteurs de la filière lin : Terres Inovia, Geves, Terre de lin, Linea, l'Inra UMR BIOGER et LABOULET.

Romain Valade - r.valade@arvalis.fr

ARVALIS - Institut du végétal

Blandine Bammé - b.bamme@terresinovia.fr

Terres Inovia

Merci à Delphine Paumier (Arvalis), Annette Penaud (Terres Inovia), Frédéric Suffert, Lilian Gout (Inra), Sylvain Lecomte (LINEA), Véronique Tramcourt (Laboulet), Céline Souc (Terre de Lin), Christelle Godin (GEVES) pour la relecture de l'article.

UN AGENT PATHOGÈNE RÉPANDU

Septoria linicola (Speg.), agent causal de la septoriose du lin historiquement nommée pasmo, affecte la production de lin dans de nombreuses régions du monde, dont la France. Ce champignon ascomycète, favorisé par des conditions tempérées humides, attaque toutes les parties aériennes de la plante. Il peut provoquer des défoliations significatives, des chutes de capsules et des cassures de la tige pénalisant très fortement le rendement en huile et en fibre. Les capsules peuvent être stériles ou produire des graines contaminées.