

**AFPP – ONZIÈME CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LES MALADIES DES PLANTES
TOURS – 7 AU 9 DÉCEMBRE 2015**

SEPTORIOSE DU LIN : SUIVI DE L'INOCULUM SUR PAILLES INFECTÉES

B. BAMME ⁽¹⁾, R. VALADE ⁽²⁾, A. PENAUD ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Terres Inovia, 1 avenue Lucien Brétignières, 78850 Thiverval-Grignon FRANCE,
b.bamme@terresinovia.fr, a.penaud@terresinovia.fr

⁽²⁾ Arvalis, avenue Lucien Brétignières, 78850 Thiverval-Grignon FRANCE
R.VALADE@arvalisinstitutduvegetal.fr

RÉSUMÉ

La septoriose est une des principales maladies qui affectent le lin oléagineux. Dans le cadre d'un projet CASDAR Semences et sélection variétale « SeptoLIN », un suivi de pailles infectées a été réalisé au cours de l'automne, montrant non seulement la présence de pycnides de *Septoria linicola* mais surtout celle de périthèces, ce qui témoigne de l'existence de la forme sexuée *Mycosphaerella linicola* en France, potentiellement responsable des contaminations primaires des lins d'hiver.

Mots-clés : Lin oléagineux, septoriose, périthèces, *Mycosphaerella linicola*.

ABSTRACT

PASMO : OBSERVATION OF STUBBLE AS SOURCE OF INOCULUM

Pasmo is a major disease affecting linseed. In the frame of a CASDAR project "SeptoLIN", infected linseed stubble were observed during the fall, showing not only the presence of pycnidia of *Septoria linicola* but also, most importantly, pseudothecia, indicating the existence of the teleomorph *Mycosphaerella linicola* in France, potentially responsible for primary contamination of winter linseed.

Keywords: Linseed, pasmo, pseudothecia, *Mycosphaerella linicola*.

INTRODUCTION

La septoriose du lin, également nommée pasmo, affecte plus particulièrement le lin oléagineux d'hiver en France, tout comme en Angleterre où cette maladie est estimée comme la plus dommageable sur lin graine depuis l'introduction des variétés d'hiver (Perryman *et al.*, 2009).

L'agent pathogène de la septoriose du lin est *Septoria linicola* (Speg.) Garassini. (téléomorphe : *Mycosphaerella linicola* Naumov). Le champignon est capable d'attaquer toutes les parties de la plante, pouvant provoquer des défoliations, des cassures de la tige et des pédicelles des capsules, ces dernières pouvant être stériles ou produire des graines contaminées. Au final, ces dommages impactent fortement le rendement en graines mais aussi le rendement en huile et en fibre (Rashid, 2003 ; Perryman *et al.*, 2000).

La forme asexuée du champignon (*S. linicola*) est présumée être la forme principale de l'inoculum. Des pycnides se forment sur les lésions et produisent des pycnidiospores transportées par éclaboussures, animaux et insectes (Halley *et al.*, 2004). Du fait de leur grande taille, les pycnidiospores sont supposées ne pas être dispersées par le vent (Christensen *et al.*, 1953). Néanmoins, l'agent pathogène pourrait être dispersé sur de longues distances grâce à des ascospores produites dans des périthèces formés sur les semences infectées ou les résidus de culture et pouvant survivre jusqu'à quatre ans (Sanderson, 1963 ; Halley, communication personnelle, 2007). Mais cette forme sexuée (*Mycosphaerella linicola*) a rarement été identifiée. Au Canada, Gillis (2009) indique que la présence d'ascospores est quasi inexistante et que c'est la phase asexuée qui contribue à la survie hivernale de *S. linicola* sur les résidus de culture avec la formation de pycnides. En revanche, Perryman *et al.* (2009) ont mis en évidence en Angleterre la présence d'ascospores de *M. linicola* dans l'air grâce à un piégeage de spores. Ils ont montré que des émissions d'ascospores étaient possibles dès l'automne et ont proposé un cycle de vie de l'agent pathogène sur les variétés oléagineuses de lin d'hiver.

En France, l'existence et le rôle exact de la reproduction sexuée dans l'épidémiologie de la septoriose sont méconnus et il convient dans un premier temps de préciser si la forme sexuée est présente dans les cultures de lin d'hiver. L'objet de cette première étude est de procéder à une observation fine des fructifications du champignon sur des pailles fortement infectées à la récolte.

MATERIEL ET MÉTHODE

Des pailles de lin d'hiver atteintes de septoriose ont été collectées juste après récolte et conservées sur un sol enherbé de la station expérimentale de Grignon et maintenues humides. Ces pailles ont été observées une fois par semaine, sur la période du 30 octobre 2014 au 26 mars 2015.

Un lot de 20 pailles contaminées est observé à la loupe pour rechercher la présence de pycnides et de périthèces. Dès leur apparition, cinq pailles contaminées sont prélevées et placées en chambre humide pendant 24 heures. Une dissection de cinq fructifications par paille est alors réalisée sous loupe selon le protocole décrit pour *Leptosphaeria maculans* (Poisson, 1997) afin de distinguer les pycnides des périthèces. Une observation de l'état de maturation des périthèces présents est effectuée sous microscope en définissant trois stades : indifférencié, mature ou vide. Un périthèce est considéré mature lorsqu'au moins un asque est différencié et contient huit ascospores différenciées.

RESULTATS

Dès le premier prélèvement fin octobre, des fructifications de septoriose du lin sont présentes sur les pailles (photo 1).

Des pycnides de *S. linicola* et des périthèces de *M. linicola* sont observés sous microscope après dissection sous loupe. Les périthèces sont à un stade de maturation avancé puisqu'ils présentent des asques différenciés (photo 2a) qui comportent huit ascospores (photo 2a). Les ascospores différenciées sont hyalines, bicellulaires ; leurs dimensions sont de 13 et 14 µm de longueur et 2,5 à 4 µm de largeur. Les pycnidiospores sont également hyalines mais filiformes, deux à deux fois et demie plus longues que les ascospores, avec le plus souvent trois cloisons (photo 2c).

Photo 1 : Fructifications de septoriose sur paille de lin d'hiver
Fruiting bodies of pasmo on winter linseed stubble

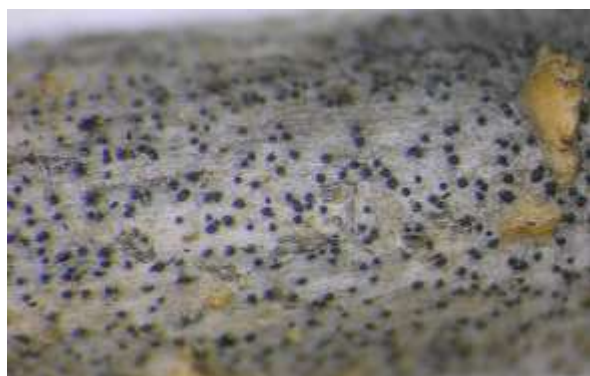
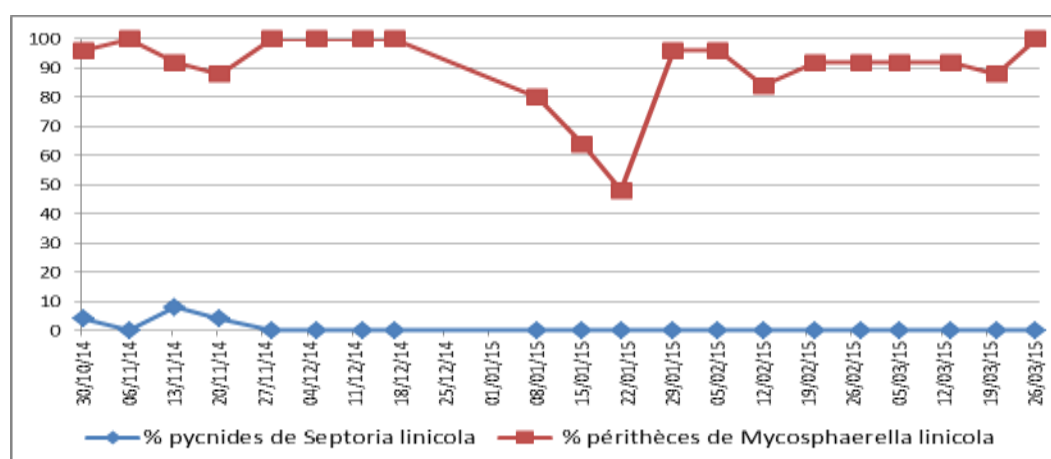


Photo 2 : Contenu d'un périthèce avec asques et ascospores différenciés
Contents of a pseudothecium with differentiated asci and ascospores



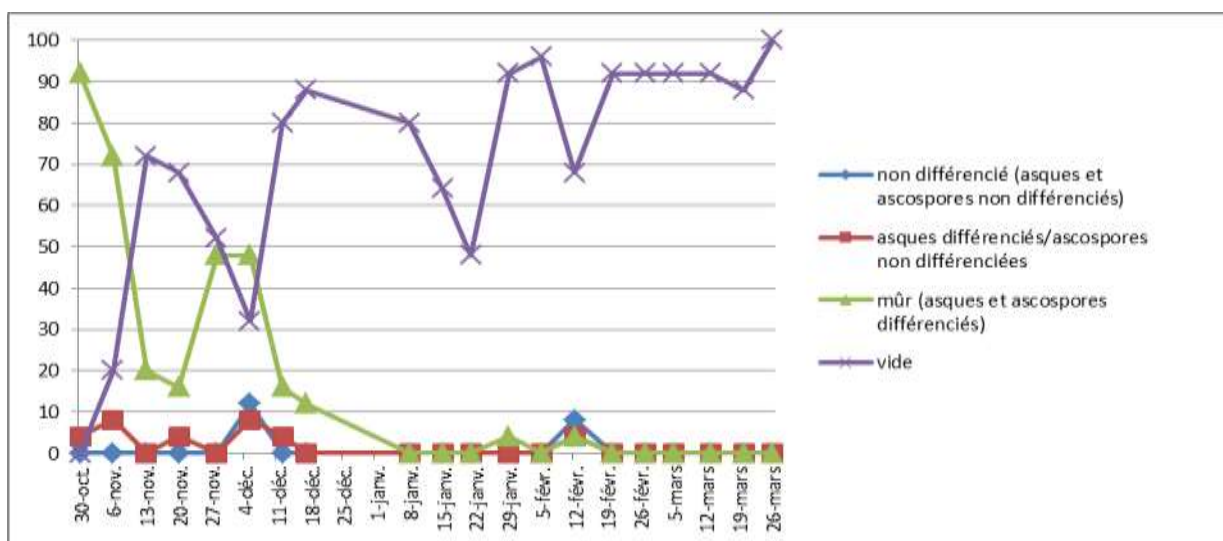
L'examen des pailles montre la présence des deux formes du champignon dès le début des observations (Figure 1). Les périthèces sont largement majoritaires, par contre les pycnides sont peu présentes parmi les fructifications prélevées (8 % maximum). Seules quelques pycnidiospores sont observées en présence d'ascospores (photo 2c). Après le 20 novembre, les pycnides ne sont plus observées jusqu'à la fin du suivi. En revanche, des fructifications d'autres champignons ont été observées comme des pycnides de *Phoma* sp. ou encore des périthèces de *Pleospora* sp, forme sexuée de *Stemphyllium* sp (présence d'asques et d'ascospores).

Figure 1 : Fréquence des périthèces et pycnides de fin octobre 2014 jusqu'à mars 2015
Frequency of pseudothecia and pycnidia from late October 2014 to March 2015



Le suivi de la maturation des périthèces sur la période considérée ne montre qu'une faible proportion de périthèces indifférenciés et de périthèces avec présence d'asques différenciés mais sans ascospores. Par contre, dès la première observation des pailles le 30 octobre, plus de 90 % des périthèces sont déjà matures. La proportion de périthèces matures décroît rapidement jusqu'à 16 % le 20 novembre puis accuse une remontée à 45 % fin novembre – début décembre, peut-être liée à un artéfact d'échantillonnage, avant de chuter à nouveau. À partir du 8 janvier, les périthèces matures ne sont plus observés jusqu'à la fin du suivi, à l'exception de 4 % d'entre eux les 29 janvier et 12 février (Figure 2). Parallèlement à la décroissance du taux de périthèces matures, il est observé un accroissement des périthèces vides. À partir du 6 novembre, le taux de périthèces vides représente 20 % des fructifications observées ; il atteint 72 % dès le 13 novembre. Ce taux évolue pour atteindre plus de 80 % le 12 décembre et dépasser les 90 % à partir du 29 janvier et quasiment jusqu'à la fin des observations.

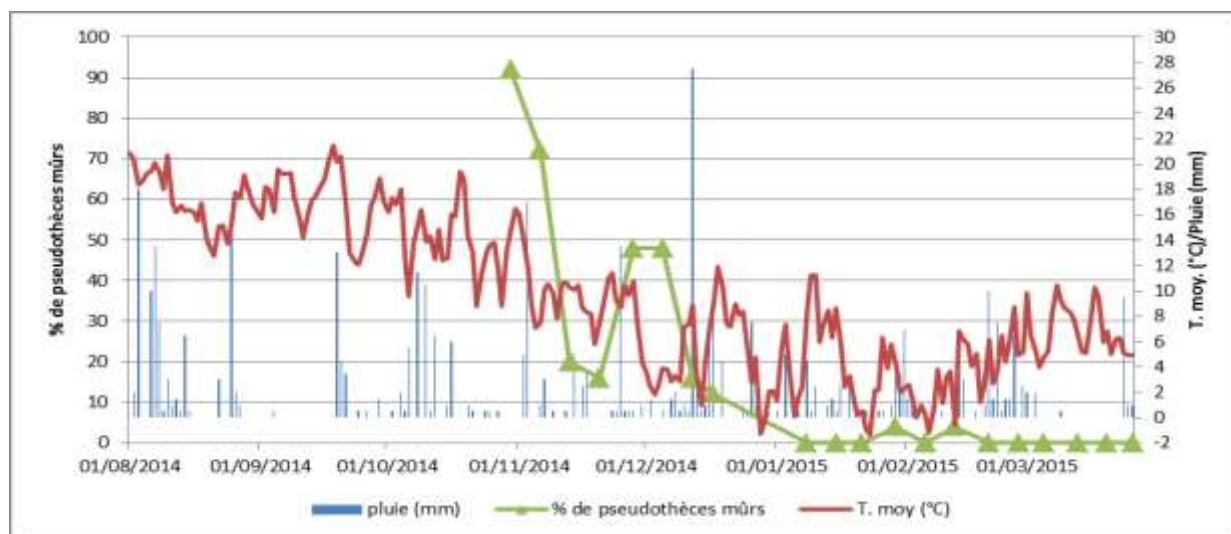
Figure 2 : Evolution de la maturation des périthèces de *M. linicola*
Evolution of the maturation of *M. linicola* pseudothecia



Les conditions climatiques de l'hiver 2014-2015 montrent que les températures moyennes diminuent progressivement, passant d'environ 15°C sur les derniers jours d'octobre à une moyenne de 10°C sur la première quinzaine de novembre pour chuter à une moyenne de 4 °C sur la première quinzaine de décembre (Figure 3). En confrontant ces conditions climatiques au suivi de la maturation des périthèces, il semblerait qu'en passant sous le seuil de 15°C, les températures soient moins favorables à la maturation des périthèces et que cette dernière ne se fasse quasiment plus par températures basses. Par ailleurs, un maintien d'humidité est assuré par la présence régulière de pluies pendant la période du suivi. Mais au cours des trois mois précédant notre première observation, le cumul des précipitations de 150 mm a été renforcé par une brumisation, assurant le maintien constant d'une humidité au contact des pailles, certainement favorable à une apparition des périthèces avant même le semis (02/10/14) et la levée de la culture (16/10/14).

Malgré un suivi bimensuel des symptômes depuis la levée du lin, ceux-ci ne sont apparus qu'au printemps.

Figure 3 : Températures moyennes et pluviométrie en relation avec la maturation des périthèces.
Daily mean temperature and rainfall in relation to pseudothecium maturation.



DISCUSSION

L'examen à l'automne des pailles de lin oléagineux d'hiver issues de la récolte précédente et atteintes par la septoriose a permis de détecter les fructifications de la forme sexuée du champignon. Les premiers périthèces détectés ont été diagnostiqués comme appartenant à *M. linicola* grâce à des isollements et des tests pathologiques. Cette étude préalable a permis de décrire, pour la première fois en France, la présence de la forme sexuée de *S. linicola* (Valade *et al.*, en préparation). Par ailleurs, l'existence même de périthèces de *M. linicola* à l'automne concorde avec les observations anglaises de piégeage d'ascospores de *M. linicola* dès l'automne (Perryman *et al.*, 2009).

Le suivi des pailles réalisé à partir de fin octobre a permis d'observer une présence majoritaire de périthèces, déjà matures à cette époque, alors que les pycnides étaient plus rarement observées. Ce suivi aurait mérité de débuter plus tôt en saison, ce qui aurait peut-être permis d'observer davantage de pycnides. Il est également possible qu'il y ait davantage de périthèces sur des pailles contaminées juste récoltées que sur des pailles âgées de deux ou trois ans, comme cela a pu être observé pour *Leptosphaeria maculans* (Gosende *et al.*, 2003).

Lors du suivi de la maturation des périthèces, la présence sur les pailles de périthèces d'autres champignons à des stades de différenciation plus ou moins avancés (présence de tissu indifférencié, asques différenciés sans ascospores) rend difficile l'identification des périthèces de *M. linicola* tant que des ascospores ne sont pas visibles. De plus, les périthèces à un stade non mature sont de taille plus petite, ce qui rend leur prélèvement difficile d'autant plus qu'ils sont ancrés dans l'épiderme. Il est donc nécessaire d'avoir recours à des pailles humidifiées pour faire gonfler les fructifications afin de faciliter leur prélèvement et leur dissection (chambre humide).

Les conditions météorologiques jouent un rôle prépondérant dans l'apparition plus ou moins précoce des périthèces. Perryman *et al.* (2009) ont, eux aussi, observé des émissions d'ascospores avant même la levée de la culture et ont constaté qu'elles étaient d'autant plus intenses que les mois d'août et septembre étaient pluvieux. Or, pour notre première année de suivi, en plus des précipitations, une brumisation régulière a biaisé le processus en entretenant une forte humidité favorable à la formation des périthèces sur les pailles qui ont dû apparaître très précocement. En effet, dès fin octobre leur présence est sur le déclin et il semble qu'il n'y ait pas de nouvel épisode de production de périthèces.

Enfin, la présence de périthèces matures capables d'émettre des ascospores et l'apparition des symptômes quatre mois plus tard posent la question du rôle possible des ascospores en tant

qu'inoculum primaire. La septoriose pourrait passer par une phase asymptomatique au cours de l'hiver et s'exprimer à la faveur d'une élévation durable des températures.

CONCLUSION

Une recherche de périthèces sur des pailles de lin fortement contaminées par la septoriose a permis d'évaluer, pour la première fois en France, la constitution de l'inoculum primaire de *S. linicola* et ainsi de confirmer la présence de la forme sexuée du champignon. Il reste à préciser par d'autres études son rôle dans l'épidémiologie de la septoriose sur lin d'hiver et sur lins de printemps.

REMERCIEMENTS

Cette étude a pu être réalisée grâce au concours financier du CASDAR « Semences et sélection variétale » dans le cadre du projet **SeptoLIN** « Etude épidémiologique de la septoriose du lin appliquée à la caractérisation de résistances variétales à *Septoria linicola* et ses effets sur le rendement et les qualités du lin ».

BIBLIOGRAPHIE

Christensen J.J., Henderson L., Aragaki M., 1953 - Dissemination of *Septoria linicola*. *Phytopathology*, 43, 468.

Gillis E.O., 2009 - *Investigating partial resistance and host-pathogen interactions in the flax – Septoria linicola pathosystem*. MSc. Thesis. University of Manitoba, Canada.

Gosende S., Penaud A., Aubertot J.N., Schneider O., Pinochet X., 2003 - Evolution of soil surface oilseed rape stubbles and their ability to produce spores of *Leptosphaeria maculans*: preliminary results. *Proceedings of the 11th International Rapeseed Congress*, 44, 1166-1168.

Halley S., Bradley C.A., Lukach J.R., McMullen M., Knodel J.J., Endres G.J., Gregoire T., 2004 - Distribution and severity of pasmo on flax in North Dakota and evaluation of fungicides and cultivars for management. *Plant Disease*, 88, 1123-1126.

Perryman S.A.M., Gladders P., Fitt B.D.L., 2009 - Autumn sowing increases severity of pasmo (*Mycosphaerella linicola*) on linseed in the UK. *Annals of Applied Biology*, 154, 19-32.

Perryman S.A.M., Fitt B.D.L., 2000 - Effects of diseases on the growth and yield of sprong linseed (*Linum usitatissimum*). *Annals of Applied Biology*, 136, 197-207.

Poisson B., 1997 - Études relatives à la maturation des périthèces de *Leptosphaeria maculans* sur les pailles de colza d'hiver nécrosées au collet. *ANPP - 5e Conférence sur les Maladies des Plantes, Tours, 3-4-5 Décembre 1997*, 1, 345-352.

Rashid K.Y., 2003 - Principal diseases of flax. Pages 92-124 in: Muir, A. and Westcott, N., eds. *Flax, the genus Linum*. Taylor and Francis, London.

Sanderson F.R., 1963 - An ecological study of pasmo disease (*Mycosphaerella linorum*) on linseed in Canterbury and Otago. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 6, 432-439.