

►► LIN FIBRE

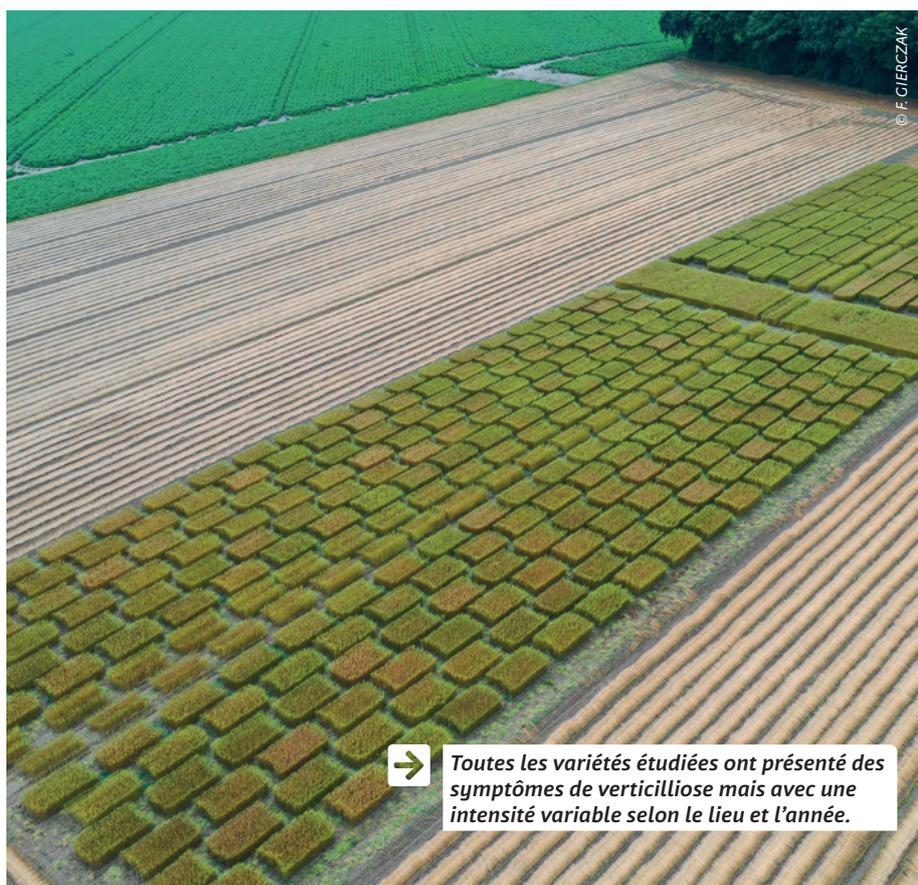
DES AVANCÉES majeures dans la lutte contre la **verticilliose**

Romain Valade - r.valade@arvalis.fr ◆ **Benoit Normand** - b.normand@arvalis.fr

Yann Flodrops - y.flodrops@arvalis.fr ◆ **Renata Brito** - r.brito@arvalis.fr

Avec la collaboration de Lies Willaert, du centre de recherche de Flandre occidentale INAGRO, Kurt Heugens, de l'Institut flamand de recherche pour l'agriculture ILVO et Anne Chandelier, du Centre Wallon de Recherche Agronomique CRA-W.

Les producteurs de lin sont souvent démunis face à la verticilliose. De nouvelles données, acquises grâce au projet européen PATHOFLAX, permettent de mieux connaître la maladie et d'identifier de nouveaux moyens de lutte intégrée.



© F. GIERCZAK

Le lin fibre est cultivé dans les régions tempérées sur une bande qui va de Caen à Amsterdam. Or une maladie de plus en plus fréquente diminue le rendement et les propriétés de ses fibres : la verticilliose. Cependant, peu de méthodes de lutte existent et peu de travaux ont été menés pour lutter contre cette maladie. Ainsi, lancé en janvier 2019 pour une durée de quatre ans, le projet INTERREG PATHOFLAX, fruit d'une collaboration transfrontalière et pluridisciplinaire⁽¹⁾, avait pour objectif d'apporter des connaissances nouvelles sur *Verticillium dahliae*, le cham-

(1) PATHOFLAX réunit 11 partenaires scientifiques, techniques et privés, (INAGRO, porteur du projet, ARVALIS, ILVO, CRA-W, Université de GHENT, Université de Picardie Jules Verne, Université de Namur, Fytofend, Linéa, Terre de Lin, ABV) répartis sur la zone de culture du lin en France et en Belgique, et ayant des expertises complémentaires. En savoir plus : <https://www.interreg-pathoflax.eu>.



Toutes les variétés étudiées ont présenté des symptômes de verticilliose mais avec une intensité variable selon le lieu et l'année.

pignon responsable de la verticilliose du lin, afin de pouvoir proposer de nouvelles méthodes de lutte contre la maladie.

Grâce à des méthodes moléculaires (partagées et validées entre les partenaires) qui permettent de quantifier les microsclérotos du champignon dans le sol, environ trois cents parcelles ont pu être analysées au cours du projet. Cette étude de grande ampleur menée en 2020 et 2021 a mis en évidence la forte fréquence de *V. dahliae* en France et en Belgique avec seulement sept parcelles sur les trois cents où le champignon n'a pas été détecté !

En regardant plus précisément la quantité de microsclérotos dans ces parcelles, nous avons mis en évidence de la variabilité entre les parcelles. Certaines sont plus contaminées que d'autres. Par contre, il n'a pas été possible d'identifier des régions plus concernées que d'autres. La verticilliose est potentiellement un risque sur l'ensemble du bassin de production de lin fibre (figure 1).

En parallèle des prélèvements de sols, ces parcelles ont été suivies pour la présence de verticilliose pendant le rouissage. Des enquêtes ont été menées auprès des liniculteurs pour obtenir des informations sur l'ensemble de l'itinéraire technique ainsi que sur les composantes du rendement.

La maladie a été observée les deux années dans les différentes régions avec des symptômes plus marqués en 2021 qu'en

VERTICILLIOSE DU LIN : un champignon présent dans tous les bassins de production

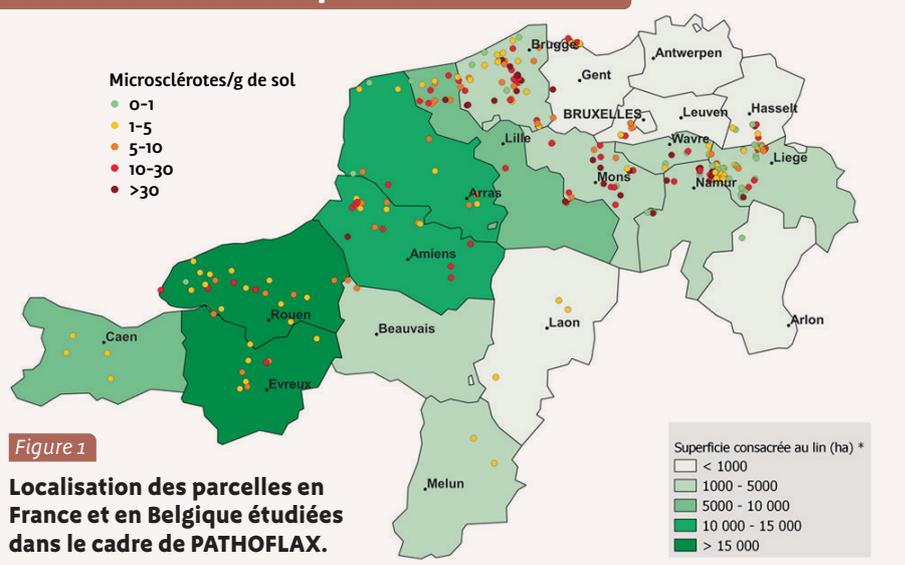


Figure 1

Localisation des parcelles en France et en Belgique étudiées dans le cadre de PATHOFLAX.

FACTEUR DE RISQUE : une rotation avec des pommes de terre

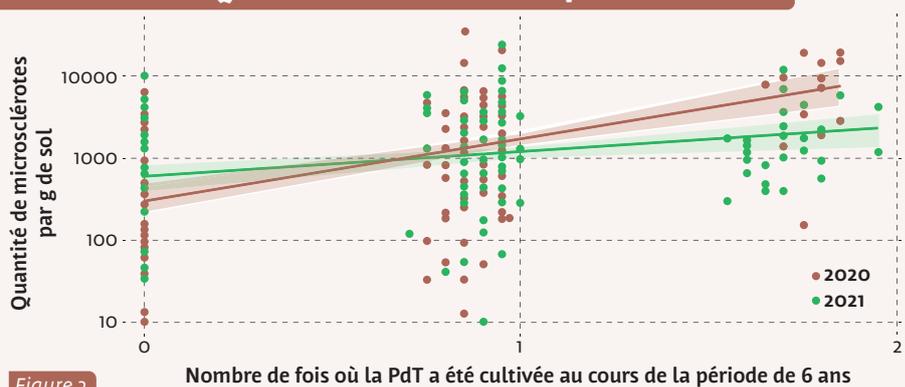


Figure 2

Effet de la pomme de terre dans la rotation sur l'intensité des symptômes observés au rouissage en 2020 et 2021. La quantité de microsclérotos par gramme de sol est représentée sur une échelle logarithmique, par souci de lisibilité.

2020, du fait d'un climat certainement plus favorable à la maladie en 2021.

Ces données ont montré une corrélation faible mais significative entre l'inoculum primaire (microsclérotos) et les symptômes de la maladie en prenant l'ensemble des parcelles étudiées. Cela signifie que plus l'inoculum primaire est important, plus la probabilité est grande d'observer des symptômes de la maladie.

Néanmoins, cette relation n'est pas linéaire. La probabilité de voir la maladie apparaître dépend d'autres facteurs agro-

nomiques et climatiques. Le premier facteur explicatif relié à la quantité de microsclérotos dans le sol est la présence de la pomme de terre dans la rotation (figure 2). Ceci s'explique par le fait que la plante est une culture hôte de *V. dahliae*.

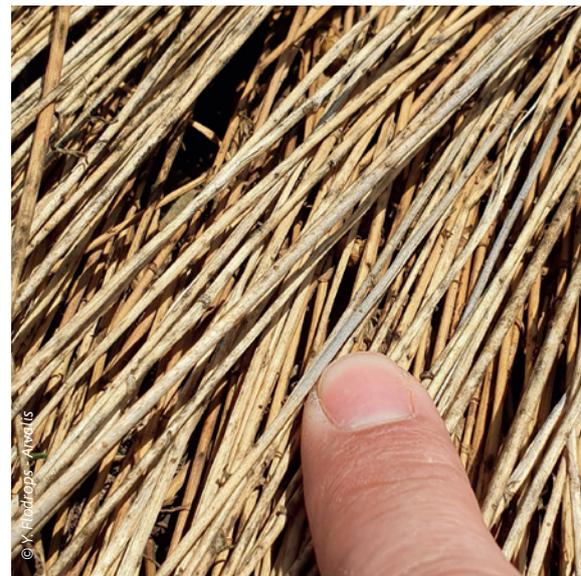
Par contre, dans notre base de données, l'impact - bien que significatif - est faible sur le rendement et la richesse en fibre, probablement grâce à l'anticipation des récoltes au vu des premiers symptômes (dessèchement précoce des plantes en fin de floraison) dans les parcelles.

← Lorsque les symptômes de verticilliose sont observés, mieux vaut anticiper la récolte pour limiter la progression de la maladie, puis nettoyer les matériels de récolte avec soin pour éviter de contaminer les parcelles voisines.



© L. Crochemore - Anvails

Les symptômes les plus caractéristiques sont des chloroses de tiges, souvent marquées au rouissage. ➔



Les collègues du CRA-W ont également pu confirmer que les isolats de *V. dahliae* issus d'autres cultures hôtes, comme la betterave et le colza, sont capables d'infecter le lin en conditions contrôlées. Les expérimentations n'ont pas permis de différencier les agressivités et donc savoir si le risque sur lin est plus fort selon les souches. Elles démontrent toutefois que le risque est réel surtout si ces autres cultures hôtes multiplient fortement le nombre de microsclérotos dans le sol. D'autres facteurs agronomiques, comme la texture du sol, et climatiques semblent être importants mais davantage d'analyses statistiques sont à réaliser pour qualifier plus précisément leur impact et potentiellement les prendre en compte dans la caractérisation du risque verticilliose.

“ La présence de la pomme de terre dans la rotation favorise la multiplication de l'agent pathogène. ”

variétés commerciales de lin. Objectif : les caractériser face à la verticilliose. Un effort significatif a été mené pour améliorer et uniformiser les méthodes de phénotypage car une des difficultés avec cette maladie est d'arriver à bien caractériser les symptômes.

Aucune variété résistante n'a été identifiée. Toutes ont présenté des symptômes avec une intensité de la maladie variable selon le lieu et l'année. Cependant, des différences significatives de sensibilité ont été observées entre des variétés. Ce résultat suggère qu'un progrès génétique est possible. En complément, des essais réalisés en conditions contrôlées avec une infection artificielle ont permis d'identifier des variétés potentiellement encore plus résistantes que celles testées au champ parmi la collection

nationale de lin. Ainsi, même si le travail de caractérisation doit se poursuivre, les sélectionneurs pourraient disposer des ressources génétiques pour améliorer la résistance à la verticilliose.

Combinée à une meilleure compréhension des facteurs de risque agroclimatiques, à une meilleure évaluation de la maladie et à l'évaluation de produits de biocontrôle prometteurs, l'identification de variétés plus tolérantes que d'autres est un levier de premier ordre pour limiter les pertes liées à la verticilliose du lin. ■

UNE MALADIE TRANSMISSIBLE PAR LA SEMENCE ?

Vingt-deux lots de semences ont été analysées pour vérifier la présence de *V. dahliae*. L'agent pathogène a été détecté dans tous les lots, mais le plus souvent à des quantités faibles et sur la semence (pas à l'intérieur). Par contre, des expériences menées par les partenaires du projet ont montré que *V. dahliae* est retrouvé à l'intérieur des plantules issus de graines contaminées. La semence pourrait donc être une voie secondaire de contamination, en complément de l'inoculum primaire présent dans le sol, qui est très probablement la voie majoritaire. Il s'agit là d'un fait nouveau dans la compréhension de l'épidémie de cette maladie qui pourrait être atténuée par les traitements de semences.

LA LUTTE GÉNÉTIQUE EST FINALEMENT POSSIBLE ?

De 2019 à 2022, des essais ont été menés en France et en Belgique sur une trentaine de

Des symptômes difficiles à observer

La verticilliose est une maladie vasculaire qui, outre le lin, toucherait jusqu'à 400 espèces, parmi lesquelles de nombreuses cultures telles que la pomme de terre, le colza, le tournesol et la tomate ou encore des adventices comme la morelle noire. En fonction de la sévérité de l'attaque, les dégâts pourraient générer jusqu'à 60% de pertes de rendement en fibres !

Le champignon responsable de la verticilliose du lin est *Verticillium dahliae*, présent naturellement dans le sol sous forme de microsclérotos – une forme de conservation en amas de mycélium très compact, très volatile. Les microsclérotos peuvent survivre de 14 à 20 ans dans le sol (variable dans la bibliographie). Stimulés par les exsudats racinaires, les microsclérotos germent et émettent des filaments mycéliens qui pénètrent aux points d'émergence des racelles ou à la faveur de blessures, même minimes, au niveau de la paroi primaire. Cette première étape se déroulerait principalement à un stade précoce du lin, jusqu'à environ dix centimètres.

Les premiers symptômes observables sont des chloroses des tiges et le flétrissement des feuilles. Ces signes sont difficiles à relier à la verticilliose car ils ressemblent à ceux causés par des facteurs abiotiques ou d'autres maladies comme la fusariose vasculaire. Les symptômes les plus caractéristiques apparaissent après la floraison et sont souvent plus marqués au moment du rouissage. Les tiges infectées prennent une coloration bleu métallique associée à une diminution de la résistance des fibres.