

LA TACHE GOUDRONNEUSE DANS LE MAÏS AUX ÉTATS-UNIS ET AU CANADA

Mark Jeschke, Ph. D., responsable de l'agronomie

RÉSUMÉ

- La tache goudronneuse (*Phyllachora maydis*) est une maladie du maïs relativement nouvelle aux États-Unis. Elle est apparue pour la première fois dans l'Illinois et l'Indiana en 2015. De là, elle s'est propagée vers les états voisins.
- En 2018, la tache goudronneuse a acquis le statut d'importance économique en production de maïs dans le *Midwest*. Plusieurs états ont signalé la présence de graves foyers sévères affectant le rendement du maïs.
- La tache goudronneuse tire son nom des fructifications fongiques produites sur les feuilles de maïs. Elles ressemblent à des taches de goudron créant des lésions noires ovales ou circulaires sur la feuille de maïs.
- Les conditions suivantes favorisent la croissance de la tache goudronneuse : températures fraîches (60-70 °F, 16-20 °C), humidité relative est élevée (>75 %), journées nuageuses fréquentes, rosée présente pendant plus de sept heures la nuit.
- Sous des conditions favorables, la tache goudronneuse peut se propager rapidement. Elle provoque une sénescence prématurée des feuilles.
- La sensibilité des hybrides commerciaux de maïs à la tache goudronneuse varie beaucoup. La sélection des hybrides devrait être une considération primordiale dans la gestion de la tache goudronneuse.
- Les traitements fongicides ont montré une certaine efficacité dans la réduction des symptômes de la tache goudronneuse. Cependant, le choix du moment de l'application s'avère critique pour obtenir une suppression adéquate. Dans certains cas, deux applications peuvent être nécessaires.

LA TACHE GOUDRONNEUSE : UNE MALADIE ÉMERGENTE DANS LE MAÏS

La tache goudronneuse est une maladie foliaire du maïs récemment apparue comme un problème économique en production de maïs dans le *Midwest* des États-Unis. Ce n'est pas une maladie nouvelle. En effet, elle a été identifiée pour la première fois en 1904 dans les hautes vallées du Mexique. Historiquement, l'aire de répartition de la tache goudronneuse était limitée aux hautes altitudes des régions fraîches et humides d'Amérique latine. Cependant, elle s'est maintenant étendue aux tropiques d'Amérique du Sud et à certaines parties des États-Unis et du Canada. Elle est apparue pour la première fois aux États-Unis en 2015. Au cours des premières années de sa présence aux États-Unis, la tache goudronneuse semblait être une maladie superficielle mineure, non susceptible d'affecter le rendement du maïs. Cependant, des foyers généralisés de taches goudronneuses sont apparus dans plusieurs états en 2018, puis à nouveau en 2021. Ces foyers ont prouvé qu'elles pouvaient avoir un impact économique important. Sa courte histoire aux États-Unis et au Canada signifie qu'il reste beaucoup à apprendre sur l'importance économique à long terme de cette maladie et sur les meilleures pratiques de gestion.



Feuilles de maïs infectées par la tache goudronneuse dans un champ de l'Illinois en 2018.

ORIGINE DE LA TACHE GOUDRONNEUSE

Le champignon *Phyllachora maydis* cause la tache goudronneuse du maïs. Il a été observé pour la première fois voilà plus d'un siècle dans les hautes vallées du Mexique. Par la suite, plusieurs pays des Caraïbes, d'Amérique centrale et du Sud ont détecté *P. maydis* (Tableau 1). Malgré sa présence depuis des décennies dans nombre de ces pays, la partie continentale des États-Unis ne l'a détecté qu'en 2015.

Historiquement, *P. maydis* n'était pas typiquement associé à une perte de rendement à moins qu'un second pathogène, *Monographella maydis*, soit également présent. La combinaison de ces deux agents se nomme « complexe » de la tache goudronneuse. Au Mexique, on associe des pertes de rendement allant jusqu'à 30 % à la présence du complexe *P. maydis* et *M. maydis* (Hock et coll., 1995). Dans certains cas, un troisième pathogène, *Coniothyrium phyllachorae*, a été associé au complexe. Seul *P. maydis* est présent aux États-Unis. Toutefois, il s'est avéré capable de provoquer d'importantes pertes de rendement, même sans la présence d'un pathogène supplémentaire.

Tableau 1. Pays et année de la première détection de *P. maydis* (Valle-Torres et coll., 2020).

Région	Pays	An
Caraïbes	République dominicaine	1944
	Îles Vierges américaines	1951
	Trinidad-et-Tobago	1951
	Cuba	1968
	Porto Rico	1973
	Haïti	1994
Amérique centrale	Guatemala	1944
	Honduras	1967
	Nicaragua	1967
	Panama	1967
	El Salvador	1994
	Costa Rica	1994
Amérique du Nord	Mexique	1904
	États-Unis	2015
	Canada	2020
Amérique du Sud	Pérou	1931
	Bolivie	1949
	Colombie	1969
	Vénézuéla	1972
	Équateur	1994

LA TACHE GOUDRONNEUSE S'EST RÉPANDUE AUX ÉTATS-UNIS ET AU CANADA

En 2015, on confirme pour la première fois la présence de la tache goudronneuse aux États-Unis dans l'Illinois et l'Indiana (Bissonnette, 2015 ; Ruhl et al., 2016). De là, elle a progressé vers le Michigan (2016), le Wisconsin (2016), l'Iowa (2016), l'Ohio (2018), le Minnesota (2019), le Missouri (2019), la Pennsylvanie (2020), l'Ontario (2020), le Kentucky (2021), New York (2021) et le Nebraska (2021). Sa présence a

également été confirmée en Floride en 2016 (Miller, 2016) et en Géorgie en 2021.

L'épidémie de 2018

Au cours des premières années de sa présence aux États-Unis, il semblait que la tache goudronneuse pourrait rester une maladie superficielle relativement mineure à faible impact économique. Cependant, en 2018, dans le *Midwest*, la tache goudronneuse a acquis le statut d'importance économique en production de maïs. Plusieurs états ont signalé la présence de graves foyers affectant le rendement du maïs. Certaines régions rapportèrent d'importantes pertes de rendement de maïs associées à la tache goudronneuse. Des essais universitaires sur des hybrides de maïs menés en 2018 ont suggéré des pertes de potentiel de rendement allant jusqu'à 39 boiss./acre (2450 kg/ha) en cas de fortes infestations (Telenko et coll., 2019). Les producteurs des zones sévèrement touchées par la tache goudronneuse ont signalé de manière anecdotique des réductions de rendement de 30 à 50 % par rapport aux niveaux de rendement de 2016 et 2017. Cependant, les pertes de rendement spécifiquement attribuables à la tache goudronneuse ont été difficiles à déterminer. Cela est dû à la présence d'autres maladies du maïs causées par des conditions généralement favorables au développement de la maladie. En 2018, les cas les plus sérieux de présence de tache goudronneuse étaient largement concentrés dans le nord de l'Illinois et le sud du Wisconsin. D'autres maladies foliaires et des pourritures des tiges y étaient également répandues.

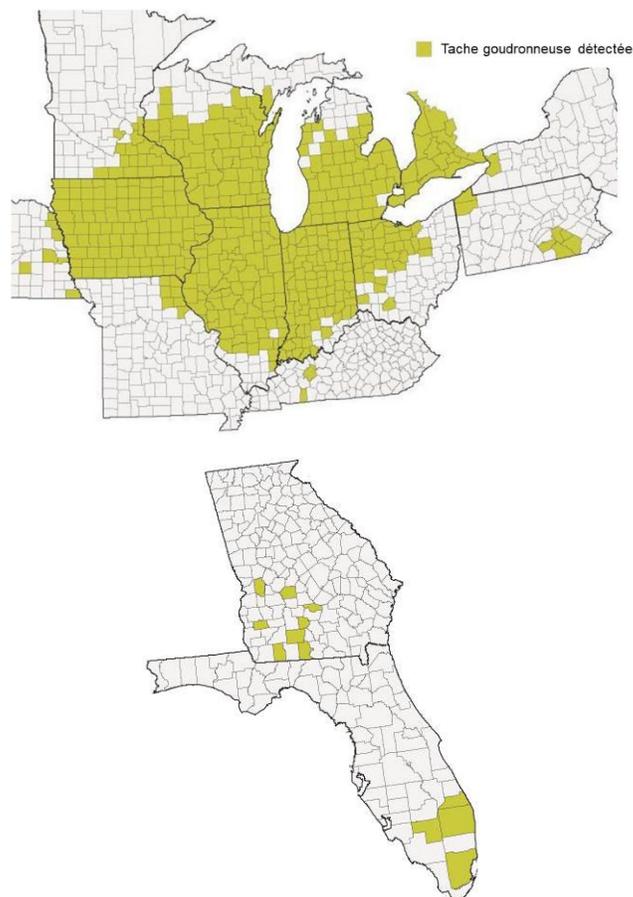


Figure 1. Comtés présentant une incidence confirmée ou suspectée de la tache de goudronneuse, en octobre 2021. (Corn ipm PIPE, 2021).

Observations en 2019 et 2020

En 2019, la gravité de la tache goudronneuse a été généralement plus faible dans une grande partie du *Corn Belt*. Elle est apparue plus tard et plus lentement par rapport à 2018. Toutefois, de graves infestations ont encore été observées dans certaines régions. Aucune raison claire n'existe pour expliquer la moindre gravité de la tache goudronneuse en 2019 dans les zones où elle était importante en 2018. Les conditions moins favorables au développement de la maladie durant la dernière partie de la saison de croissance en 2019 peuvent avoir joué un rôle. La réduction de la survie hivernale peut également avoir été un facteur. Les températures hivernales dans certaines zones affectées par la tache goudronneuse ont oscillé entre des périodes chaudes et des froids extrêmes. Cela peut avoir affecté la dormance et la survie des champignons (Kleczewski, 2019).

Malgré sa gravité généralement plus faible, la tache goudronneuse a continué d'étendre son aire de répartition géographique en 2019. En 2018, seule une douzaine de comtés de l'est de l'Iowa signalaient sa présence. Toutefois, en 2019, elle couvrait la majeure partie de l'état (figure 1). En septembre 2019, le Minnesota signale sa présence pour la première fois (Malvick, 2019). De nouvelles confirmations de sa présence dans certaines parties du Missouri, de l'Indiana, de l'Ohio et du Michigan prouvent qu'elle progresse aussi vers le sud et l'est.

En 2020, le *Corn Belt* a connu une autre année où l'impact de cette maladie a été généralement plus faible ou minime parce que survenu assez tard durant la saison. Les zones où le maïs est irrigué et celles ayant reçu des précipitations supérieures à la moyenne ont vécu des infestations plus graves. Cela n'a pas empêché la tache goudronneuse de progresser avec un premier signalement en Pennsylvanie. Pour la première fois au Canada, sa présence a été signalée en Ontario.

L'infestation de 2021

La saison de croissance 2021 a prouvé que l'infestation de 2018 n'était pas un coup de chance. En effet, une grave épidémie de tache goudronneuse a de nouveau touché le maïs sur une grande partie du *Corn Belt*. Les conditions humides du début de l'été semblent avoir été un facteur clé dans l'invasion de la culture par la tache goudronneuse. En 2018, des conditions humides semblaient avoir favorisé l'infestation. Par contre, en août et septembre 2021 de nombreuses zones impactées étaient relativement sèches pendant la dernière partie de l'été. Les conditions humides du début de l'été ont apparemment été suffisantes pour permettre à la maladie de s'établir dans la culture. Une fois installée, elle s'est développée rapidement lorsqu'une fenêtre de conditions favorables s'est ouverte plus tard dans l'été. La saison 2021 a également fourni de nombreux exemples de la vitesse à laquelle la tache goudronneuse peut proliférer, grâce à son cycle de réinfection rapide (Figure 2).



Figure 2. Un champ de maïs avec presque aucune maladie foliaire visible le 28 août 2021. Le même champ affiche une infection étendue de taches goudronneuses le 23 septembre.

La disponibilité de plusieurs fongicides étiquetés contre la tache goudronneuse a permis aux producteurs d'avoir un meilleur aperçu de leur efficacité. Le moment de l'application du fongicide s'est avéré crucial pour supprimer la tache goudronneuse en 2021. Dans certains cas, deux applications ont été nécessaires pour assurer une suppression adéquate.

IDENTIFICATION ET SYMPTÔMES

La tache goudronneuse est la manifestation physique de fructifications fongiques (stromas) qui se développent sur les feuilles de maïs. Les stromas ressemblent à des taches de goudron. Ils forment des lésions noires ovales ou circulaires sur la feuille de maïs (Figure 3). En présence des stromas, des boursouffures et des inégalités apparaissent sur la feuille. Ces structures noires peuvent couvrir densément la feuille et ressembler aux pustules des champignons de la rouille (figures 3 et 4). La tache goudronneuse progresse des feuilles les plus basses aux feuilles supérieures, aux gaines foliaires et finalement aux spathes des épis en croissance.



Figure 3. Feuille de maïs présentant des symptômes de taches goudronneuses.



Figure 4. Feuille de maïs sous grossissement montrant une couverture dense de stromas.

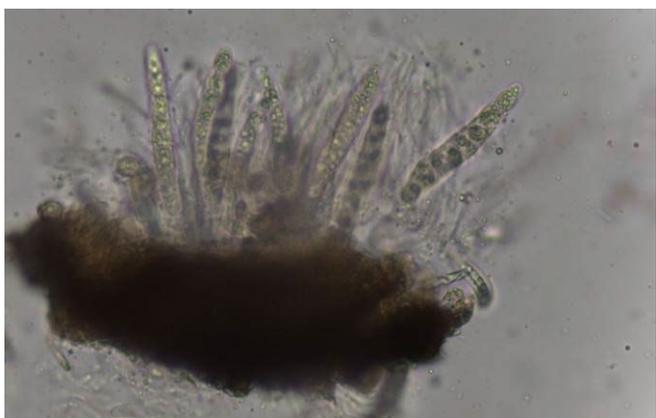


Figure 5. Spores fongiques de *P. maydis*. vues sous microscope.

Sous microscope, les spores de *P. maydis* peuvent être identifiées par la présence de huit ascospores à l'intérieur d'un asque allongé, ressemblant à une gousse contenant huit graines (Figure 5).

Semblables à des taches de goudron

La rouille commune (*Puccinia sorghi*) et la rouille méridionale (*Puccinia polysora*) peuvent toutes deux être confondues avec la tache goudronneuse. C'est le cas surtout à la fin de la saison de croissance lorsque les pustules sur les feuilles produisent des téliospores noires (figure 6a). Les pustules de la rouille peuvent être distinguées des stromas de la tache

goudronneuse par leurs contours irréguliers causés par les spores qui percent l'épiderme de la feuille (Figure 6 b). Les spores de rouille peuvent être enlevées de la surface de la feuille avec l'ongle, alors que c'est impossible de le faire pour la tache goudronneuse. Les champignons saprophytes se développant sur les tissus foliaires sénescents. Ils peuvent aussi être confondus avec les taches goudronneuses.



Figure 6a. Rouille méridionale au stade de téliospores en fin de saison. Elle peut ressembler à une tache goudronneuse (à gauche). **Figure 6b.** Feuille de maïs avec des spores de rouille commune montrant des bords irréguliers autour des pustules (à droite).



Figure 7. Feuille de maïs porteuse des symptômes de taches goudronneuses.

ARRIVÉE DE LA TACHE GOUDRONNEUSE AUX ÉTATS-UNIS

De nombreux rapports ont émis l'hypothèse que les spores de *P. maydis* ont pu être transportées aux États-Unis par des courants d'air associés à un ouragan en 2015. Ce même mécanisme aurait amené la rouille asiatique du soya (*Phakopsora pachyrhizi*) aux États-Unis plusieurs années auparavant. Cependant, Mottaleb et coll. (2018) estiment que ce scénario est peu probable. Ils croient qu'il est plus plausible que les spores aient été introduites aux États-Unis par des déplacements de personnes et/ou du matériel végétal. Les ascospores de *P. maydis* ne sont pas particulièrement aérodynamiques. Elles n'ont pas évolué pour faciliter la propagation sur de très longues distances par voie aérienne.

La tache goudronneuse a été observée dans le maïs au Mexique pour plus d'un siècle avant son arrivée aux États-

Unis. Une période suffisante pour que de nombreux ouragans aient pu transporter des spores aux États-Unis. Chalkley (2010) note que *P. Maydis* apparaît dans des zones plus fraîches, à des altitudes plus élevées au Mexique. Cela, associé à son manque d'hôtes alternatifs, limiterait sa capacité à se disséminer dans des zones climatiques différentes de sa zone d'origine. Chalkley note également la possibilité de transporter des spores par le biais de matériel végétal frais ou sec. Il ajoute que la maladie n'est pas connue pour être transmise par les semences.

ÉPIDÉMIOLOGIE DE LA TACHE GOUDRONNEUSE

Nous avons encore beaucoup à apprendre d'un point de vue épidémiologique au sujet de la tache goudronneuse, même dans ses régions d'origine et à plus forte raison aux États-Unis et au Canada. *P. maydis* fait partie d'un grand genre d'espèces fongiques. Il provoque des maladies chez de nombreuses autres espèces. Cependant, *P. maydis* est la seule espèce de *Phyllachora* connue pour infester le maïs. Ce champignon semble n'infester que le maïs (Chalkley, 2010).

En tant que pathogène obligatoire *P. maydis* a besoin d'un hôte vivant pour se développer et se reproduire. Il peut survivre à l'hiver du Midwest américain dans les résidus de culture infectés, à la surface du sol. Les conditions suivantes favorisent la croissance de la tache goudronneuse : températures fraîches (60-70 °F, 16-20 °C), humidité relative élevée (>75 %), journées nuageuses fréquentes, rosée présente pendant plus de sept heures la nuit. La tache goudronneuse est polycyclique. Elle peut continuer à produire des spores et à se propager à de nouvelles plantes tant que les conditions environnementales sont favorables. *P. maydis* produit des spores portées par le vent. Ces spores se dispersent jusqu'à 800 pieds. Les spores sont libérées pendant les périodes de forte humidité.

POINTS DE RÉGIE À CONSIDÉRER

Impact sur le rendement

Aux États-Unis, la première documentation d'une perte de rendement dans le maïs, causée par la tache goudronneuse remonte à 2018. La même année, des essais universitaires sur des hybrides de maïs ont suggéré des pertes de potentiel de rendement allant jusqu'à 39 boiss/acre (2450 kg/ha) en cas de fortes infestations (Telenko et coll., 2019). Les essais de recherche à la ferme de Pioneer, ainsi que les rapports des producteurs ont montré des pertes de rendement allant jusqu'à 50 % dans le cas d'infestations extrêmes au cours de la saison 2018 et à nouveau au cours de la saison de croissance 2021.

Différences de réaction selon l'hybride

Les observations lors d'essais d'hybrides indiquent une différence de sensibilité à la tache goudronneuse (Kleczewski et Smith, 2018). La tache goudronneuse réduit le rendement en diminuant la capacité photosynthétique des feuilles. Elle provoque une sénescence rapide et prématurée des feuilles. Pour un endroit donné, il a été démontré que les hybrides à maturité plus longue présentent un plus grand risque de perte de rendement due à la tache goudronneuse que les hybrides à maturité plus courte (Telenko et coll., 2019). Les agronomes et les représentants Pioneer continuent de collecter des données sur les symptômes de la maladie et les performances

des hybrides aux endroits où la tache goudronneuse est présente afin d'aider les producteurs dans la gestion des hybrides. Dans l'est du Canada, les produits de marque Pioneer ont reçu une cote reliée à la tache goudronneuse (Figure 8). Les essais sur les hybrides Pioneer ont montré des différences dans le maintien du couvert végétal entre les produits* de maïs de marque Pioneer® et les produits concurrents soumis à la pression de la tache goudronneuse (Figure 9). Pour gérer cette maladie, avant tout, il faut considérer la résistance génétique. En effet, celle-ci semble avoir un impact plus important sur les symptômes et la perte de rendement que les pratiques culturales ou l'utilisation de produits antiparasitaires.

Produit		Unités thermiques	Segment technologique	CRM	Tache goud.
P9301	NOUVEAU	2725		93	4
P9301AM		2750	AM,LL,RR2	93	4
P9301Q		2750	Q,LL,RR2	93	4
P9466AML	NOUVEAU	2800	AML,LL,RR2	94	5
P9492AM		2825	AM,LL,RR2	94	6**
P9492		2825		94	6**
P9535AM		2825	AM,LL,RR2	95	6**
P9608		2800		96	5
P9608AM		2850	AM,LL,RR2	96	5
P9608Q		2850	Q,LL,RR2	96	5
P9624Q	NOUVEAU	2850	Q,LL,RR2	96	6
P9815AM		2925	AM,LL,RR2	98	5**
P9823Q		2925	Q,LL,RR2	98	5**
P9845AM	NOUVEAU	2950	AM,LL,RR2	98	4
P9946		3000		99	5
P9946AML		2950	AML,LL,RR2	99	5
P9998		2900		99	5
P9998AM		2950	AM,LL,RR2	99	5
P9998Q		2950	Q,LL,RR2	99	5
P0035AM		3000	AM,LL,RR2	100	7
P0035Q		2975	Q,LL,RR2	100	7
P0075		3000		100	6**
P0075AM		3000	AM,LL,RR2	100	6**
P0075Q		3000	Q,LL,RR2	100	6**
P0157		3000		101	5
P0157AM		3000	AM,LL,RR2	101	5
P0157AMXT		3050	AMXT,LL,RR2	101	5
P0306AM		3100	AM,LL,RR2	103	5**
P0306Q		3100	Q,LL,RR2	103	5**
P0404AM		3125	AM,LL,RR2	104	4
P0404Q		3125	Q,LL,RR2	104	4
P0434AM		3125	AM,LL,RR2	104	5
P0434YHR		3125	YGCB,HX1,LL,R2	104	5
P0487		3100		104	6
P0487Q		3125	Q,LL,RR2	104	6
P0506AM		3150	AM,LL,RR2	105	6
P0506		3100		105	6
P0529Q	NOUVEAU	3150	Q,LL,RR2	105	6**
P0720AM		3225	AM,LL,RR2	107	7
P0720Q		3250	Q,LL,RR2	107	7
P0806AM		3250	AM,LL,RR2	108	6
P0953AM		3300	AM,LL,RR2	109	5
P1197AM		3400	AM,LL,RR2	111	6**
P1197AMXT		3400	AMXT,LL,RR2	111	6**

Figure 8. Dans l'est du Canada, les cotes relatives à la tache goudronneuse des hybrides Pioneer seront mises à jour au fur et à mesure que nous aurons plus de données. ** indiquent des cotes basées sur des données préliminaires.

Qualité de la tige

Les infestations sévères par la tache goudronneuse ont été reliées à une réduction de la qualité des tiges (figure 9). Le stress causé par cette maladie réduit la surface foliaire à fonction photosynthétique. Pour combler ce manque, afin d'achever le remplissage du grain, la plante sollicitera davantage les ressources de la tige et celles des racines. La mobilisation des glucides de la tige réduit sa capacité à se défendre contre les pathogènes du sol. Cela peut entraîner des pourritures de la tige et la verse.

La tache goudronneuse semble particulièrement apte à causer des problèmes de qualité des tiges en raison de la rapidité avec laquelle elle peut infester le couvert végétal du maïs. Elle entraîne ainsi une sénescence prématurée de la culture. En présence de symptômes foliaires, il faut surveiller attentivement la qualité des tiges afin de déterminer le moment de la récolte.



1 P0688 ^{AM} TM (AM,LL,RR2)	12 DKC 55-53 RIB
2 P0075 ^{AM} TM (AM,LL,RR2)	13 P0720 ^Q TM (Q,LL,RR2)
3 DKC 51-40 RIB	14 DKC 55-85 RIB
4 DKC 52-35 RIB	15 P0825 ^{AM} TM (AM,LL,RR2)
5 P0306 ^Q TM (Q,LL,RR2)	16 DKC 56-45 RIB
6 DKC 52-68 RIB	17 P0977 ^{AM} TM (AM,LL,RR2)
7 P0506 ^{AM} TM (AM,LL,RR2)	18 DKC 58-34 RIB
8 DKC 53-27 RIB	19 P0963 ^{AM} TM (AM,LL,RR2)
9 P0574 ^{AM} TM (AM,LL,RR2)	20 DKC 59-82 RIB
10 DKC 54-64 RIB	21 P1077 ^{AM} TM (AM,LL,RR2)
11 P0688 ^{AM} TM (AM,LL,RR2)	

Figure 9. Essai à la ferme de Pioneer dans le comté d'Ottawa, Michigan, avec une forte pression de la tache goudronneuse montrant des différences sur la verdeur entre les hybrides (27 septembre 2019).



Figure 10. Champ présentant une grave infection par la tache goudronneuse et une importante verse des tiges dans le Wisconsin en 2018. Photo : Scott Rowntree, agronome de terrain chez Pioneer.

Traitements fongicides

La recherche a démontré que les traitements fongicides peuvent être efficaces contre la tache goudronneuse (Bajet et coll., 1994). Des recommandations de gestion spécifiques à l'utilisation de fongicides dans la gestion de la tache goudronneuse dans le *Midwest* des États-Unis sont encore en cours d'élaboration au fur et à mesure que les recherches progressent. Présentement, l'Ontario mène aussi des recherches même si, pour l'instant, aucun fongicide n'est homologué contre la tache goudronneuse.

Les essais universitaires menés en 2018 dans des endroits où la tache goudronneuse était présente ont fourni des preuves que les fongicides peuvent réduire les symptômes de la tache goudronneuse et potentiellement aider à protéger le rendement. Cependant, les premiers travaux suggèrent que la tache goudronneuse peut être difficile à supprimer par une seule application de fongicide. Cela s'explique par son cycle de réinfection rapide, en particulier dans le maïs irrigué.

Une étude réalisée en 2019 par l'Université Purdue a comparé des traitements en un seul passage et en deux passages pour la lutte contre la tache goudronneuse à l'aide des fongicides Aproach® (picoxystrobine) et Aproach® Prima (picoxystrobine + cyproconazole) sous des infestations allant de modérées à élevées (Da Silva et coll., 2019). Des traitements fongicides ont été appliqués au stade VT (8 août) et R2 (22 août). Les symptômes de la maladie ont été évalués le 30 septembre. Les résultats ont montré que tous les traitements ont réduit de manière significative les symptômes de la tache goudronneuse par rapport au témoin non traité. Le fongicide Aproach Prima appliqué à VT et les traitements à deux passages (VT et R2) ont permis la plus grande réduction des stromas de la tache goudronneuse ainsi que des autres symptômes (chlorose, nécrose) qui y sont associés sur les spathes (Figure 11).

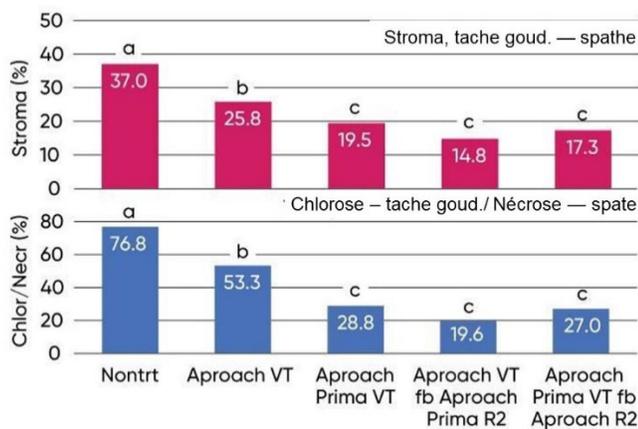


Figure 11. Effets du traitement fongicide sur les symptômes de la tache goudronneuse dans une étude réalisée en 2019 à l'Université Purdue. Évaluation visuelle du stroma de la tache goudronneuse et de la chlorose/nécrose (0—100 %) sur les spathe.

Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de la différence la moins significative de Fisher (LSD ; $\alpha=0,05$)

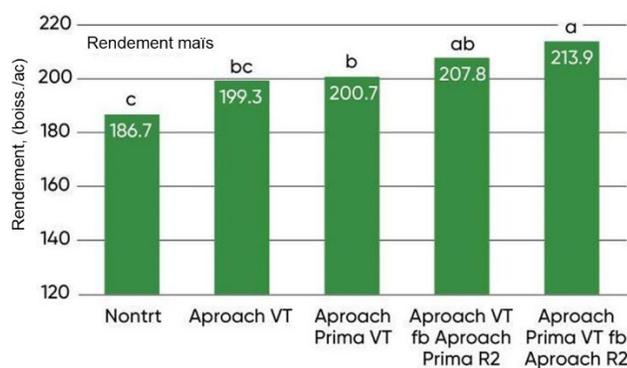


Figure 12. Effets du traitement fongicide sur le rendement du maïs dans une étude réalisée en 2019 à l'Université Purdue.

Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de la différence la moins significative de Fisher (LSD ; $\alpha=0,05$)

Le fongicide Aproach® Prima appliqué au stade VT et les traitements à deux passages ont tous augmenté significativement le rendement par rapport au témoin non traité. Le fongicide Aproach Prima appliqué au stade VT suivi du fongicide Aproach® au stade R2 a donné le meilleur rendement, bien qu'il n'ait pas été significativement supérieur à celui d'Aproach suivi d'Aproach Prima (Figure 12).

Des essais fongicides à la ferme, menés aux États-Unis en 2021 ont semblé confirmer les inquiétudes selon lesquelles le taux de réinfection rapide de la tache goudronneuse la rendrait difficile à contrôler avec un traitement fongicide en un seul passage. Le moment précis de l'application était souvent crucial. Deux applications ont été nécessaires dans certains cas pour assurer une suppression adéquate des taches goudronneuses. Les modèles de prévision des maladies comme Tarspotter, conçu à l'Université du Wisconsin peuvent être utiles pour optimiser le calendrier des applications de fongicides. Tarspotter utilise plusieurs variables, dont les prévisions météorologiques, pour prévoir le

risque de présence du champignon de la tache goudronneuse dans un champ de maïs.

<https://ipcm.wisc.edu/apps/tarspotter/>

Il est important de noter qu'il n'y a aucun fongicide au Canada d'homologué pour la suppression de la tache goudronneuse. Toujours suivre et respecter les directives de l'étiquette.

Pratiques agronomiques

L'agent pathogène qui cause la tache goudronneuse passe l'hiver dans les résidus de maïs. Toutefois, on ne sait pas dans quelle mesure la quantité de résidus à la surface du sol dans un champ affecte la gravité de la maladie l'année suivante. Nous savons que les spores peuvent se disperser jusqu'à 800 pieds. Donc, les spores se déplaçant des champs voisins peuvent limiter les effets positifs des rotations et du travail du sol pour réduire les résidus de maïs. Les observations faites jusqu'à présent suggèrent que la rotation et le travail du sol ont probablement peu d'effet sur la sévérité des infestations par la tache goudronneuse.

Le temps où la surface des feuilles demeure mouillée semble être un facteur clé de la croissance et de la propagation de la tache goudronneuse. Les agriculteurs qui irriguent leur maïs dans les zones touchées par la tache goudronneuse ont expérimenté l'irrigation de nuit pour réduire la durée d'humidité sur les feuilles. Toutefois, notons que l'efficacité potentielle de cette pratique pour réduire la tache goudronneuse n'a pas encore été déterminée.

Le potentiel de rendement d'un champ semble positivement corrélé au risque de la présence de la tache goudronneuse. Dans les zones touchées, les champs à productivité élevée ayant reçu une grande quantité d'azote semblent subir les plus grands dommages. La recherche sur *P. maydis* en Amérique latine a également suggéré une corrélation entre les taux élevés d'application d'azote et la gravité des infestations de taches goudronneuses (Kleczewski et coll., 2019).

Mycotoxines

Pour l'instant, rien ne prouve que la tache goudronneuse provoque la pourriture de l'épi ou produit des mycotoxines nocives (Kleczewski, 2018).

JUSQU'OUÙ LA TACHE GOUDRONNEUSE IRA-T-ELLE ?

Mottaleb et coll. (2018) ont utilisé une modélisation climatique basée sur des données de la température et de pluviométrie à long terme. Ils visaient à prédire les zones à risque d'infection par la tache goudronneuse en fonction de la similitude aux conditions météorologiques dans la zone d'infestation actuelle. Leurs modèles prévisionnels indiquaient que les zones situées au-delà de l'aire d'infestation actuelle et présentant le plus grand risque de propagation de la tache goudronneuse étaient le centre de l'Iowa et le nord-ouest de l'Ohio. Les observations des dernières saisons de croissance ont été conformes aux prédictions du modèle. On a constaté une nouvelle propagation de la tache goudronneuse vers l'est en Ohio, en Ontario et en Pennsylvanie. On a aussi observé une expansion spectaculaire de la tache goudronneuse à travers l'Iowa et dans certaines parties du Minnesota et du Missouri. Les résultats soulignaient aussi le potentiel d'une nouvelle poussée vers le nord et le sud, mais surtout vers l'est et l'ouest. Cela incluait les zones de

production de maïs des états de New York, de Pennsylvanie, de l'Ohio, du Missouri, du Nebraska, du Dakota du Sud, de l'est du Kansas et du sud du Minnesota.

Références

Bajet, N. B., B.L. Renfro, J.M. Valdez Carrasco. 1994. Control of tar spot of maize and its effect on yield. *International Journal of Pest Management*, 40:121-125.

Bissonnette, S. 2015. CORN DISEASE ALERT: New Fungal Leaf disease "Tar spot" *Phyllachora maydis* identified in 3 northern Illinois counties. *The Bulletin*. University of Illinois Extension. <http://bulletin.ipm.illinois.edu/?p=3423>

Chalkley, D. 2010. Systematic Mycology and Microbiology Laboratory, ARS, USDA. Invasive Fungi. Tar spot of corn - *Phyllachora maydis*. <https://nt.ars-grin.gov/taxadescriptions/factsheets/pdfPrintFile.cfm?thisApp=Phyllachoramaydis>

Da Silva, C.R., D.E.P. Telenko, J.D. Ravellette, and S Shim. 2019. Evaluation of a fungicide programs for tar spot in corn in northwestern Indiana, 2019 (COR19-23.PPAC) in *Applied Research in Field Crop Pathology for Indiana- 2019*. BP-205-W Purdue University Extension. <https://extension.purdue.edu/fieldcroppathology/wp-content/uploads/2020/02/Applied-Research-in-Field-Crop-Pathology-for-Indiana-2019-BP-205-W-1.pdf>

Hock J., J. Kranz, B.L. Renfro. 1995. Studies on the epidemiology of the tar spot disease complex of maize in Mexico. *Plant Pathology*, 44:490-502.

Kleczewski, N. 2019. What do low tar spot disease levels and prevent plant acres mean for 2020 corn crop? *Illinois Field Crop Disease Hub*. University of Illinois Extension. <http://cropdisease.cropsciences.illinois.edu/?p=992>

Kleczewski, N. and D. Smith. 2018. Corn Hybrid Response to Tar Spot. *The Bulletin*. University of Illinois Extension. <http://bulletin.ipm.illinois.edu/?p=4341>

Kleczewski, N., M. Chilvers, D. Mueller, D. Plewa, A. Robertson, D. Smith, and D. Telenko. 2019. Tar Spot. *Corn Disease Management CPN-2012*. Crop Protection Network.

Malvick, D. 2019. Tar spot of corn found for the first time in Minnesota. *Minnesota Crop News*. October 1, 2019. University of Minnesota Extension. <https://blog-crop-news.extension.umn.edu/2019/10/tar-spot-of-corn-found-for-first-time.html>

Miller, C. 2016. Tar spot of corn detected for the first time in Florida. *University of Florida Extension*. [http://discover.pbcgov.org/coextension/agriculture/pdf/Tar Spot of Corn.pdf](http://discover.pbcgov.org/coextension/agriculture/pdf/Tar%20Spot%20of%20Corn.pdf).

Mottaleb, K.A., A. Loladze, K. Sonder, G. Kruseman, and F. San Vicente. 2018. Threats of tar spot complex disease of maize in the United States of America and its global consequences. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. Online May 3, 2018: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11027-018-9812-1>

Ruhl G., M.K. Romberg, S. Bissonnette, D. Plewa, T. Creswell, and K.A. Wise 2016. First report of tar spot on corn caused by *Phyllachora maydis* in the United States. *Plant Dis* 100(7):1496.

Telenko, D., M.I. Chilvers, N. Kleczewski, D.L. Smith, A.M. Byrne, P. Devillez, T. Diallo, R. Higgins, D. Joos, K. Kohn, J. Lauer, B. Mueller, M.P. Singh, W.D. Widdicome, and L.A. Williams. 2019. How tar spot of corn impacted hybrid yields during the 2018 Midwest epidemic. *Crop Protection Network*. <https://cropprotectionnetwork.org/resources/features/how-tar-spot-of-corn-impacted-hybrid-yields-during-the-2018-midwest-epidemic>

Valle-Torres J., Ross T.J., Plewa D., Avellaneda M.C., Check J., Chilvers M.I., Cruz A.P., Dalla Lana F., Groves C., Gongora-Canul C., Henriquez-Dole L., Jamann T., Kleczewski N., Lipps S., Malvick D., McCoy A.G., Mueller D.S., Paul P.A., Puerto C., Schloemer C., Raid R.N., Robertson A., Roggenkamp E.M., Smith D.L., Telenko D.E.P., Cruz C.D. 2020. Tar Spot: An Understudied Disease Threatening Corn Production in the Americas. *Plant Dis*. 104:2541-2550. doi: 10.1094/PDIS-02-20-0449-FE.

Wise, K. 2021. Fungicide Efficacy for Control of Corn Diseases. *Crop Protection Network*. CPN-2011-W. <https://cropprotectionnetwork.org/resources/publications/fungicide-efficacy-for-control-of-corn-diseases>



La culture des produits Qrome® est approuvée aux É.-U. et au Canada. Ils ont aussi reçu l'approbation de différents pays dont la Chine, tout récemment. Pour obtenir plus d'information concernant les autorisations réglementaires, veuillez visiter <http://www.biotradestatus.com/>. Le système AM — Optimum® AcreMax® de protection avec YGCB, HX1, LL, RR2 contient le refuge dans le sac pour résoudre le problème des insectes nuisibles hors sol. Dans les comtés désignés producteurs de coton par l'Agence de protection de l'environnement (EPA), un refuge séparé de 20 % pour la pyrale doit être semé avec les produits Optimum AcreMax.

Roundup Ready® est une marque déposée, utilisée avec l'autorisation de la compagnie Monsanto. Liberty®, LibertyLink® et le logo de la goutte d'eau sont des marques déposées de BASF. Agrisure® est une marque déposée, utilisée sous l'autorisation de la compagnie Groupe Syngenta. La technologie Agrisure® incorporée à ces semences est commercialisée sous l'autorisation de Syngenta Crop Protection AG.

* Tous les produits Pioneer sont des hybrides, sauf s'ils portent les mentions AM1, AM, AMT, AMX, AMXT, AML et Q dans lesquels cas ce sont des marques.

Les informations précédentes sont fournies à titre informatif seulement. Veuillez contacter votre représentant Pioneer afin d'obtenir plus d'information et des suggestions précises pour votre ferme. Les réactions du produit sont variables et sujettes à différentes pressions provenant de l'environnement, des maladies et des parasites. Les résultats individuels peuvent varier. Les produits de marque Pioneer® sont offerts dans le cadre des directives et des conditions d'achat indiquées sur l'étiquette et les documents d'achats. CI211115

Décembre 2021