

La maladie du blanc en pépinière ornementale



PHOTO : GDHC

Blanc sur *Penstemon* spp.

Présentation

Nom latin : *Blumeria* spp., *Erysiphe* spp., *Golovinomyces* spp., *Leveillula* spp., *Neoerysiphe* spp., *Phyllactinia* spp., *Oidium* spp., *Podosphaera* spp., *Sawadaea* spp., *Uncinula* spp.

Noms français de la maladie : Blanc, oïdium

Nom anglais de la maladie : Powdery mildew

Classification : Famille des *Erysiphaceae*

La maladie du blanc peut être causée par plus de 850 espèces de champignons ascomycètes appartenant à l'ordre des Erysiphales. Cette maladie regroupe des phytopathogènes reconnaissables par leur mycélium d'apparence poudreuse que l'on retrouve le plus souvent à la surface des feuilles de leurs plantes hôtes. Ils peuvent affecter toutes les plantes à l'exception des gymnospermes, comme les pins, les sapins ou les genévriers. Ils figurent parmi les champignons phytopathogènes les plus communs dans le monde et ont été répertoriés dans divers climats : tempéré, aride, tropical et même subarctique. Encore aujourd'hui, de nouvelles espèces sont identifiées dans plusieurs régions du monde, dont l'Amérique du Nord.

Il est important de noter que le terme « mildiou » ne devrait pas être utilisé pour désigner cette maladie, puisqu'il réfère à un autre organisme de la famille des oomycètes.

En tant que parasites obligatoires, ces champignons dépendent de tissus vivants pour se nourrir et se reproduire. Comme ils se nourrissent exclusivement de ressources prélevées sur des végétaux vivants, ils ont développé des méthodes efficaces pour contourner et supprimer les défenses naturelles des végétaux.

Cette maladie est problématique autant en conditions extérieures qu'en environnement contrôlé, comme dans les serres.

Malgré leur prévalence mondiale, les connaissances sur plusieurs espèces restent fragmentaires. Les études scientifiques ont principalement porté sur le champignon *Blumeria graminis* dans l'orge et *Golovinomyces cichoracearum* affectant *Arabidopsis* spp.

Les hôtes principaux de la maladie du blanc

Certains champignons responsables de la maladie du blanc sont hautement spécifiques, n'infectant qu'une seule espèce végétale ou des espèces appartenant à une même famille botanique. À l'inverse, d'autres sont non spécifiques et peuvent infecter une grande variété de plantes hôtes. Une espèce fongique non spécifique peut cependant inclure des souches, qui elles sont spécialisées. Par exemple, le blanc qui affecte les *Phlox* spp. est spécifique à ce genre, tandis que celui qui touche les *Zinnia* spp. peut également s'attaquer à plusieurs autres hôtes. Ces deux maladies sont causées par deux souches du même champignon pathogène, *Golovinomyces cichoracearum*.

Les herbacées vivaces le plus souvent affectées sont les *Aster* spp., *Aquilegia* spp., *Coreopsis* spp., *Delphinium* spp., *Echinacea* spp., *Euphorbia* spp., *Filipendula* spp., *Heliopsis* spp., *Liatris* spp., *Monarda* spp., *Phlox* spp., *Paeonia* spp., *Salvia* spp., *Scabiosa* spp., *Sedum* spp., *Veronica* spp. et *Rudbeckia* spp.

Les plantes ligneuses ornementales les plus sensibles au blanc sont les *Acer* spp., *Amelanchier* spp., *Crataegus* spp., *Caragana* spp., *Euonymus* spp., *Hydrangea* spp., *Lonicera* spp., *Malus* spp., *Physocarpus* spp., *Prunus* spp., *Quercus* spp., *Ribes* spp., *Rosa* spp., *Spiraea* spp., *Syringa* spp. et *Vitis* spp.

Le blanc peut toutefois infecter bien d'autres plantes vivaces.

Quelques souches de blanc et leurs hôtes associés

Souches de blanc	Exemples d'hôtes affectés
Sexué : <i>Erysiphe cichoracearum</i> (syn. <i>Golovinomyces cichoracearum</i>) Asexué : <i>Oidium cichoracearum</i>	<i>Hydrangea</i> spp., <i>Heliopsis</i> spp., <i>Zinnia</i> spp., <i>Aster</i> spp., <i>Verbena</i> spp.
<i>Spharerotheca pannosa</i> f.sp. <i>rosae</i>	<i>Rosa</i> spp.
<i>Podosphaera aphanis</i>	<i>Physocarpus</i> spp.
<i>Erysiphe alphitoides</i> (syn. <i>Microsphaera alphitoides</i>)	<i>Quercus</i> spp.
<i>Erysiphe penicillata</i> (syn. <i>Microsphaera penicillata</i>)	<i>Lonicera</i> spp., <i>Syringa</i> spp.
<i>Podosphaera leucotricha</i> (syn. <i>Sphaerotheca leucotricha</i>)	<i>Malus</i> spp.

Importance des dommages

Les dommages causés par la maladie du blanc en horticulture ornementale sont principalement d'ordre esthétique et physiologique. Bien que les végétaux n'en meurent pas, le déclassement des plants affectés les rend invendables et entraîne des pertes financières pour les entreprises. Les colonies de champignons qui se développent sur les feuilles et les tiges limitent la photosynthèse et diminuent la disponibilité des nutriments. Cela peut mener à une défoliation prématurée, partielle, voire totale dans les pires cas, ainsi qu'une diminution de la vigueur des plantes.

Symptômes et éléments de diagnostic

Compte tenu du grand nombre d'agents pathogènes responsables de la maladie, l'apparence et la sévérité des symptômes peuvent varier. D'autres facteurs influencent également l'intensité des symptômes, comme la plante hôte, l'âge des tissus infectés et les conditions environnementales.

Les principaux symptômes sont :

- Duvet blanchâtre sur la face supérieure des feuilles, sur les boutons floraux, les jeunes fruits, les fleurs, les tiges et les jeunes pousses;
- Certains végétaux comme les *Sedum* spp. développent une galle sous le blanc;
- Changement de coloration des feuilles, des fruits et des fleurs;
- Déformation du feuillage, des boutons floraux et des fruits;
- Avortement et dessèchement des fleurs;
- Dessèchement des feuilles qui peuvent tomber prématurément;
- Déformation des bourgeons en hiver.



Blanc sur *Aquilegia* sp.



Blanc sur *Rosa* sp.



Blanc sur *Acer platanoïdes* 'Crimson'.

PHOTOS : IQDHO



Blanc sur *Caragana* sp.



Blanc sur *Amelanchier* sp.



Blanc sur *Liriodendron* sp.

PHOTOS : IQDHO



Blanc sur *Rubus* sp.



Symptômes de blanc sur *Rhododendron* sp.



Blanc sur *Prunus avium*.



Blanc sur *Geranium sanguinaeum*.

PHOTOS : IQDHO

Maladies et dommages à ne pas confondre avec la maladie du blanc

Il ne faut pas confondre le mildiou (*Peronospora* spp., *Bremia* spp., *Plasmopara* spp., etc.) avec le blanc. La sporulation du mildiou est habituellement visible sous les feuilles alors que celle du blanc est plutôt visible sur le dessus des feuilles. Le mildiou est une maladie systémique qui peut apparaître subitement.



PHOTO : IQDHO

Sporulation de mildiou sur *Papaver orientale* 'Turkenlouis'

Quel est le cycle de vie de la maladie du blanc ?

Le cycle de vie de la maladie peut être sexué ou asexué. Le mode de reproduction favorisé est influencé par l'espèce du pathogène, la plante hôte et les conditions environnementales. Le stade sexué fait appel à des spores qu'on nomme ascospores. Ces spores sexuées sont contenues dans les asques, qui sont initialement dans les cléistothèces, une structure de survie. Le stade asexué est quant à lui caractérisé par la formation de conidies.

Les ascospores (spore sexuée) entrent en contact avec un hôte compatible. Il y a alors reconnaissance et pénétration par le champignon. C'est-ce qu'on appelle « l'infection primaire par les ascospores ». Elle a lieu au printemps. Le champignon commence alors à germer, il reconnaît son hôte et insère l'haustorium, une sorte de petit tube qui permet au champignon d'absorber des nutriments en perforant la cellule de la plante. Les haustoria nourrissent donc le mycélium qui se trouve en surface. Ensuite, il y a production de spores asexuées, qu'on appelle « conidies ». Les conidies se disséminent par le vent lorsqu'elles sont asséchées. Elles sont responsables de la propagation de la maladie durant l'été et n'ont pas besoin de pluie ni de rosée pour infecter les plantes.

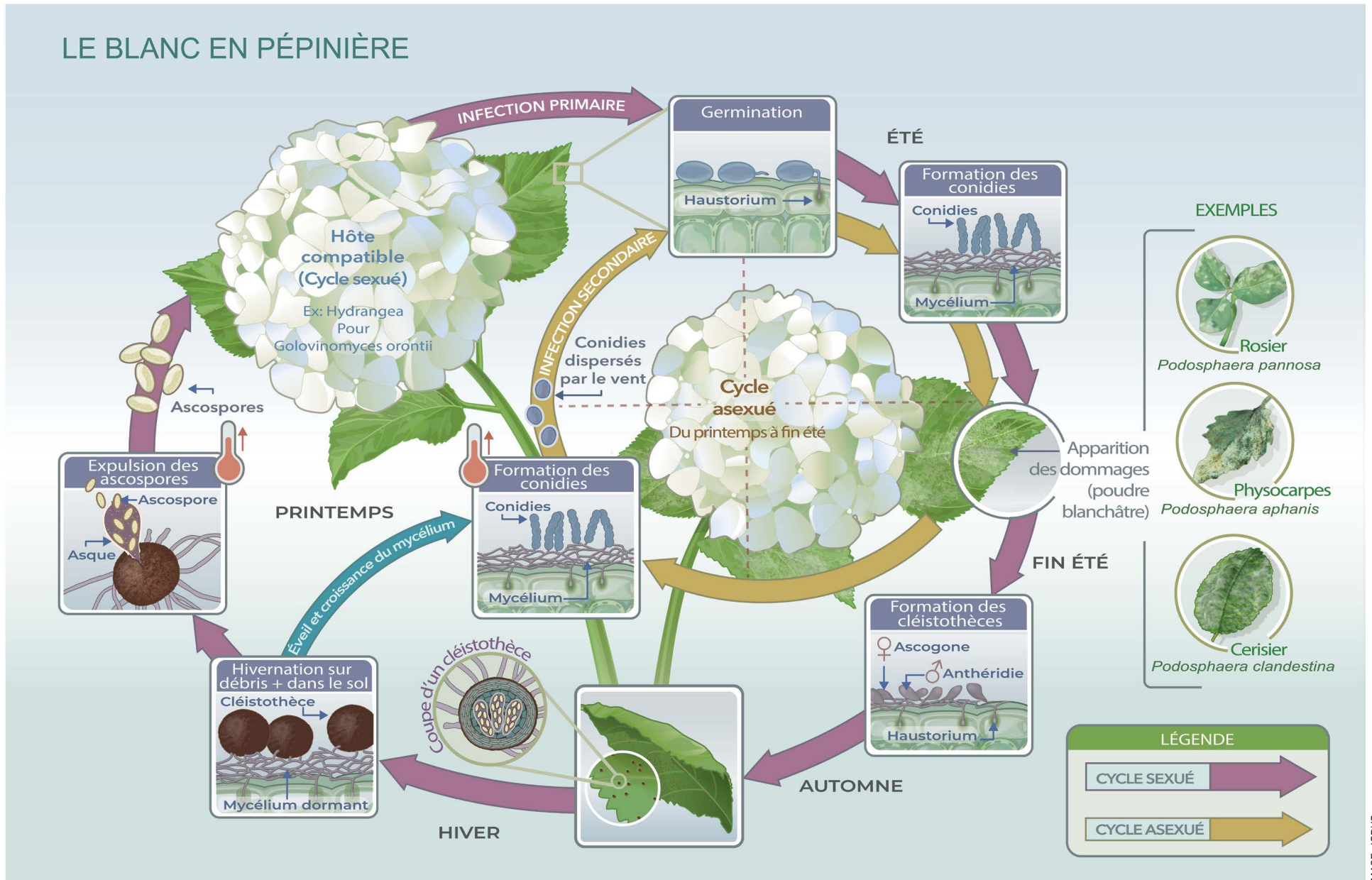


Cléistothèces (structures de survie) sous le feuillage d'*Euonymus* sp.



PHOTOS : IQDHO

Le cycle de vie de la maladie du blanc



Le cycle asexué peut se dérouler en continu après l'infection primaire, tant que les conditions sont favorables. On parlera alors d'infection secondaire par les conidies l'apparition des signes typiques de la maladie sur la plante affectée peut être observée. Tant que les conditions sont favorables, le cycle asexué se poursuivra en continu. Sous des conditions défavorables, à l'approche de l'automne par exemple, des hyphes compatibles (de types + et -) se rencontrent. L'anthéridie (la partie mâle) et l'ascogone (la partie femelle) fusionnent, déclenchant une recombinaison génétique. Cela conduit à la formation du cléistothèce. Le champignon phytopathogène hiverne donc sous forme de cléistothèce ou sous forme de mycélium dormant. Les cléistothèces ressemblent à de petites boules noires. Les structures hivernantes passent l'hiver sur les tissus infectés, tels que les bourgeons, les tiges, les fissures de l'écorce et sur les feuilles tombées au sol. Au printemps, les cléistothèces se gorgent d'eau et rompent. Les ascques sortent et les ascospores formées par la reproduction sexuée sont relâchées. Le mycélium qui a hiverné reprend sa croissance au printemps sur les jeunes pousses et sur les tissus ayant été affectés l'année précédente. C'est un ensemble d'hyphes s'entrecroisant et certains se développent en conidiophores (organe portant les conidies). Les conidies assurent donc la multiplication végétative du champignon. Le mycélium externe produit des conidiophores érigés, élevés à court, chacun d'eux portant une rangée de spores cylindriques. L'apparence de poudre blanche sur les parties contaminées est causée par une forêt de conidiophores. Les cycles de contamination secondaires peuvent donc se succéder du printemps jusqu'à la fin de l'été. Les conidies germent en moins de 10 h et développent de nouvelles colonies visibles en 3 à 7 jours.

Le saviez-vous ?

La reproduction sexuée chez les champignons demande généralement deux hyphes compatibles de types différents (dits + et -). Toutefois, certaines espèces de blanc sont hermaphrodites, possédant à la fois des structures mâles et femelles, ce qui leur permet de s'autoféconder et ainsi de se reproduire de manière autonome.

Autres éléments de biologie

Susceptibilité induite

Ridout, C.J., dans le chapitre *Profiles in Pathogenesis and Mutualism Powdery Mildews*, du livre *Plant Relationships*, relate que la formation d'un haustorium, dans une plante hôte, peut diminuer la capacité de celle-ci à se défendre contre une infection subséquente. De plus, il mentionne que la première attaque par le champignon a 67 % de chance de mener à une infection chez l'orge et, après une infection réussie, les chances d'infection par un second inoculum augmentent à 90 %.

Conditions favorables au développement de la maladie

Les conditions favorables au développement de la maladie dépendent de l'espèce qui cause le blanc, mais également du moment dans le cycle de vie de la maladie.

Humidité relative

Le taux d'humidité idéal pour le développement du blanc va varier selon l'étape du cycle de la maladie. L'humidité nécessaire à la sporulation va aussi dépendre de l'espèce de blanc. En général, les taux d'humidité optimaux pour la sporulation seront plus faibles que pour la germination. En moyenne, un taux de 80 % d'humidité relative serait idéal pour la sporulation du blanc, dépendamment des espèces.

Germination

La germination des spores nécessite généralement un niveau élevé d'humidité relative, mais elle s'interrompt lorsque l'air devient saturé en eau ou en présence d'eau libre à la surface de la zone à coloniser. Cette eau libre diminue non seulement la germination des spores, mais également la croissance du champignon. En outre, l'éjection des conidies dépend des variations de l'humidité relative : un passage soudain d'une forte humidité à une faible humidité peut entraîner la déshydratation des conidiophores, ce qui provoque une libération forcée des spores.

Concernant la germination des spores, pour les champignons affectant le *Rhododendron* spp., entre autres, le taux d'humidité relative optimal pour la germination des spores se situe entre 85 % et 100 %. Quant à *Podosphaera pannosa*, responsable du blanc de la rose, la germination des spores asexuées nécessite une humidité relative encore plus élevée, comprise entre 97 % et 100 %. Par ailleurs, si trois heures d'immersion dans l'eau fait perdre le pouvoir germinatif de la majorité des spores causant le blanc, il existe des exceptions à cette règle. Par exemple, pour une espèce de blanc affectant le cerisier (*Podosphaera clandestina*), une présence d'eau sur le feuillage est nécessaire à l'éjection des asques des cléistothèces et à la germination des ascospores.

Mycélium

Une alternance d'une période d'humidité atmosphérique élevée suivie d'une période sèche peut favoriser la maladie. De plus, des écarts de température importants entre la nuit et le jour peuvent provoquer des changements d'humidité relative importants et ainsi favoriser l'apparition du blanc. Une pluviométrie faible combinée à des périodes où s'alternent rosée nocturne, brouillard matinal et journée ensoleillée plus sèche favorise aussi la maladie. Pour le blanc du pommier (*Podosphaera leucotricha*), le taux d'humidité n'aurait pas d'impact sur le développement des hyphes. Ce serait plutôt la température qui importerait pour cette étape. La température optimale pour le développement du mycélium va dépendre de l'espèce de blanc. Par exemple, la température optimale pour le blanc de la vigne (*Uncinula necator*) serait de 26,2 °C.

Température

Selon l'espèce de blanc, la température idéale de germination pour les conidies serait généralement entre 15 et 28 °C. Des températures très élevées nuisent à la germination des conidies, surtout lorsque l'humidité est faible. À des niveaux d'humidité plus élevés, l'effet néfaste des hautes températures est atténué. Toutefois, la formation des conidies est favorisée par temps chaud et sec. Les températures létales pour les conidies commenceraient à 36 °C. Aussi, la température minimale pour la germination ne signifie pas que le champignon peut infecter la plante. Par exemple, *E. cichoracearum* sur la laitue germe à 5 °C, mais ne peut pas infecter la laitue en dessous de 10 °C. Les conidies sont sensibles à la dessiccation et survivent seulement quelques jours à température ambiante. À -4 °C et moins, elles peuvent survivre jusqu'à 4 semaines.

En général, l'infection primaire par les ascospores au printemps est favorisée par des températures modérées (20 à 30 °C). Ce facteur peut cependant varier selon les différentes espèces de champignons.

Voici quelques exemples spécifiques.

EXEMPLES	TEMPÉRATURES OPTIMALES (°C)		
	GERMINATION DES CONIDIES	DÉVELOPPEMENT DE LA COLONIE	SPORULATION
<i>Erysiphe</i> spp. sur <i>Rhododendron</i> spp.	20	15-20	15-20
<i>Oidium heveae</i> sur l'arbre à caoutchouc (<i>Hevea brasiliensis</i>)	23,2	20-25	20-25
<i>Podosphaera leucotricha</i> sur les pommiers (<i>Malus</i> spp.) :	13-28	21-23	21-23

Pluie

Une fine pluie favoriserait la dispersion des spores dans l'air, alors qu'une forte pluie pourrait abimer les conidiophores, structures soutenant les conidies.

Photopériode et intensité lumineuse

Le développement du mycélium peut se faire à l'ombre ou au soleil selon les espèces de blanc. Toutefois, il serait favorisé dans les zones ombragées ou à faible luminosité. Les longueurs d'onde peuvent aussi avoir un effet sur la maladie. Par exemple, *Podosphaera pannosa* sur la rose connaîtrait une réduction du développement du tube germinatif, mais une augmentation de la sporulation avec des longueurs d'onde bleues (370-570 nm).

Vigueur des plants et densité des plants

Dans des conditions de culture optimales, les plantes croissent plus rapidement et développent de façon accélérée les défenses associées aux feuilles âgées, réduisant leur vulnérabilité au blanc. Toutefois, en production, plus les plants sont serrés, plus le risque de développement de la maladie augmente en raison d'une mauvaise circulation de l'air. En effet, le feuillage reste mouillé plus longtemps, entraînant une humidité élevée dans la canopée des végétaux et favorisant la germination des spores.

En bref

Même si le développement de cette maladie résulte d'interactions complexes entre lumière, humidité, température et plante hôte, on retiendra que des jours chauds, des nuits fraîches et une humidité changeante sont des conditions idéales pour le développement de la maladie.

Éléments de dissémination de la maladie

Longue distance

- Par l'achat de plants infectés;
- Par le vent;
- Par les insectes qui transportent les spores.

Localement

- Par les courants d'air;
- Par le passage de la machinerie et des travailleurs;
- Par la manipulation des plants.

Stratégies d'intervention

Lutte alternative

Favoriser les cultivars résistants

Il est conseillé de choisir des cultivars résistants au blanc, lorsque possible. L'efficacité du cultivar résistant dépendrait de la densité des spores et des conditions environnementales. S'il n'est pas possible de se procurer des cultivars résistants, il faut connaître et identifier les cultivars sensibles en vue de prendre des mesures préventives ou curatives efficaces.

Humidité relative

Il est conseillé d'espacer les plants afin de favoriser l'aération et de tailler les plantes ligneuses pour améliorer la circulation de l'air.

Gestion de l'eau

Une irrigation en période sèche diminue le risque d'infection. En revanche, il est important d'éviter de mouiller le feuillage lorsque les températures sont élevées, car l'humidité peut persister (humidité stagnante), créant un environnement propice à la germination des spores fongiques. Arroser le feuillage peut cependant être bénéfique dans certains contextes, comme pour le blanc du rosier, puisque la présence d'eau libre sur le feuillage inhibe la germination des spores.

Intervention mécanique

Taillez et éliminez les parties infectées des plantes afin de limiter ou freiner la propagation de l'infection. Cela peut être fait au printemps suivant l'infection ou, si nécessaire, pour retirer rapidement les zones atteintes. Désinfectez les outils de taille et se laver les mains.

Gestion des résidus végétaux

À l'automne et durant la saison de croissance, il est recommandé d'enlever les débris végétaux sur le lieu de production (planche de culture, champ, etc.) et d'éliminer les mauvaises herbes pouvant être une source de contamination.

Gestion des stress de la plante

Limiter les excès d'azote pendant la période de croissance végétative. Les plantes ayant subi un stress hydrique sont plus susceptibles d'être infectées par ce champignon.

Lutte biologique

Il existe plusieurs biofongicides homologués contre cette maladie. On peut les distinguer en trois catégories, en fonction de leur mode d'action sur le champignon phytopathogène :

1. Certains champignons ou bactéries sont utilisés pour leur pouvoir antagoniste : ces organismes entrent en compétition avec le champignon pathogène et empêchent son développement. Par exemple, *Bacillus* spp. produit plusieurs composés antifongiques, comme les lipopeptides (iturines et fengycines), des protéases, et des sidérophores. Ils induisent les mécanismes de résistance des plantes hôtes, ce qui limite les infections subséquentes par les pathogènes. Ces agents biologiques sont surtout utilisés en prévention. Des chercheurs ont observé que *Bacillus* spp. réduit le développement du mycélium après une infection, mais une sporulation de l'agent pathogène peut tout de même se produire après un traitement.
2. D'autres produits créent un environnement défavorable pour le champignon. Par exemple, en modifiant le pH de la surface des feuilles, ce qui empêche l'apparition de la maladie. Les produits alcalins ou acidifiants sont reconnus pour nuire à la germination des spores des champignons. Des composés comme le soufre ou le bicarbonate de potassium sont des produits couramment utilisés pour lutter contre le blanc.
3. Enfin, des biostimulants sont appliqués afin d'activer le système immunitaire de la plante. Plusieurs de ces produits ont aussi un effet antagoniste. *Reynoutria sachaliensis* est connu pour induire une résistance systémique dans les plantes en produisant des phytoalexines, des composés phénoliques et des flavonoïdes. Il augmente l'activité de la glucanase, de la chitinase, et de la peroxidase, composés importants dans l'action antipathogène. Certains biostimulants peuvent aussi stimuler la production de chlorophylle a, ce qui peut partiellement compenser la diminution de la photosynthèse causée par la maladie du blanc.

Des isolats de *Trichoderma* spp. ainsi que les organismes *Ampelomyces quisqualis*, *Bradyrhizobium japonicum* et *Bacillus* spp. sont des agents de contrôle ayant des effets antagonistes sur le blanc. Une mite mycophage, *Orthotydeus lambi*, a réussi à contrôler le blanc dans des vignes. Lors d'un essai en serre réalisé en Égypte, des biofongicides à base de bactéries *Bacillus megaterium* (25×10^6 cellules/g) et de champignons *Trichoderma album* (10×10^6 spores/g) à concentration de 1 g/L sont parvenus à diminuer le blanc sur trois cultivars de rose. Cette diminution a été observée surtout sur le cultivar *Rosa pinetorum* après 45 jours. *Trichoderma* spp. concurrencerait l'agent pathogène pour l'espace et les nutriments, tandis que les *Bacillus* spp. produiraient des lipopeptides antibiotiques comme des surfactines, des fengycines et des iturines. Ces particularités expliqueraient leur efficacité à lutter contre le blanc. Toutefois, en milieu extérieur, comme une pépinière, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour confirmer l'efficacité de ces agents de lutte biologique.

Lorsqu'on applique du silicium au niveau des racines, les feuilles produisent davantage de silice, stimulant ainsi les mécanismes de défense naturelle des plantes. Cela inclut une augmentation de dépôt de silice autour des points de pénétration des appressoria. Il en résulte moins d'haustoria. Une application foliaire induit moins d'accumulation de silice, mais l'effet sur le champignon est similaire. Cela pourrait être dû au faible pH de 3,2 mesuré lors de l'essai. Toutefois, ce traitement n'est pas aussi efficace, si le champignon pathogène est déjà établi.

Il est donc important de noter que ces produits doivent tous être utilisés en prévention pour être efficaces.

Lutte chimique

Il est difficile d'éliminer cette maladie lorsqu'elle s'est installée, d'où l'importance d'utiliser les méthodes préventives suggérées. L'efficacité des fongicides est variable selon les plantes hôtes et selon l'espèce de champignon à combattre. Des molécules comme le propiconazole et le myclobutanil seraient efficaces pour lutter contre le blanc dans plusieurs cultures. On retrouve des fongicides ayant un mode d'action préventif, un mode d'action curatif et certains ayant les deux modes d'action. Il faut donc sélectionner le mode d'action adéquat. Après le traitement, un dépistage est suggéré pour évaluer son efficacité. Il est recommandé d'alterner les groupes chimiques de fongicides utilisés afin de prévenir la résistance du champignon aux produits phytosanitaires.

Auteur :

Florence Carrier, agr., M. Sc. IQDHO

Andréa L. Bellavance, agr., IQDHO

Révision linguistique :

Nathalie Thériault, Québec Vert

Geneviève Clément, Québec Vert

Élisabeth St-Gelais, Québec Vert

Chargé de projet :

Jean-Luc Poirier, M. Éd., Québec Vert

Références

- Bailey, K.L., Couture, L., Gossen, B.D., Gugel., R.K et Morrall., R.A.A. 2004. Maladies des grandes cultures au Canada. La Société Canadienne de Phytoathologie. 317 p.
- Cao, X., et al. 2021. *Effects of temperature and leaf age on conidial germination and disease development of powdery mildew on rubber tree*. Plant pathology, 70(2): 484-491.
- Comtois, M., Authier, N., Simard S., Lavoie, M-C., Boucher, A-C. et F. Guertin., J. 2018. Guide des problèmes phytosanitaires des plantes ornementales du Québec. IQDHO. 357 p.
- Celio, G. J. and M. Hausbeck. 1998. *Conidial germination, infection structure formation, and early colony development of powdery mildew on poinsettia*. Phytopathology, 88(2): 105-113.
- Comtois M., Authier N. et Voynaud L. 2016. Réseau d'avertissements phytosanitaires - Fiche technique en pépinière ornementale, Blanc. <https://www.agrireseau.net/horticulture-pepiniere/documents/96535/pepinieres-ornementales-fiche-technique-blanc>
- El-Naggar, A. S., El-Sheikh Aly, M. M., El-Emary, F. A., et Hegazy, M. G. A. 2023. *Disease management of rose powdery mildew using some fungicides and biofungicides*. Archives of Agriculture Sciences Journal, 6(2), 44-57.
- Grove, G. G. et R. Boal. 1991. *Powdery mildew of sweet cherry: Influence of temperature and wetness duration on release and germination of ascospores of Podosphaera clandestina*. Phytopathology, 81(10): 1271-1275.
- Jennings, C., et al. 2024. *Powdery Mildew of Bigleaf Hydrangea: Biology, Control, and Breeding Strategies for Resistance*. Horticulturae, 10(3): 216.
- Mieslerová, B., et al. 2022. *Ecology of Powdery Mildews – Influence of Abiotic Factors on their Development and Epidemiology*. Critical Reviews in Plant Sciences, 41(6): 365-390.
- Moorman, G. 1992. *Scouting and controlling woody ornamental diseases in landscapes and nurseries*. Pennsylvania State University, College of Agricultural Sciences. 90 p.
- Panstruga, R. and H. Kuhn. 2019. *Mutual interplay between phytopathogenic powdery mildew fungi and other microorganisms*. Molecular Plant Pathology, 20(4): 463-470.
- Ridout, C. J. 2009. *Profiles in pathogenesis and mutualism: powdery mildews*. The Mycota, 5(1): 51-68.
- Scott, C. and Z. K. Punja 2021. *Evaluation of disease management approaches for powdery mildew on Cannabis sativa L.(marijuana) plants*. Canadian Journal of Plant Pathology, 43(3): 394-412.
- Willoquet, L., Colombet, D., Rougier, M., Fargues, J., & Clerjeau, M. 1996. *Effects of radiation, especially ultraviolet B, on conidial germination and mycelial growth of grape powdery mildew*. European Journal of Plant Pathology : Published in Cooperation with the European Foundation for Plant Pathology, 102(5), 441–449.

Ce projet a été financé par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation dans le cadre du programme Prime-Vert.

Québec 

 québecvert
environnement

 IQDHO
Institut québécois du développement
de l'horticulture ornementale