

Mildiou de l'ancolie

Peronospora aquilegiicola Thines, G. Denton & Y.J. Choi (Famille: Peronosporaceae)

Synonyme: aucun

Bruno Auf der Maur, Johanna Mayerhofer et Andrin Gross

En Grande-Bretagne, dans les années 2010, des milliers d'ancolies (*Aquilegia* spp.) cultivées comme plantes ornementales dans des pépinières, des parcs et des jardins sont mortes d'une maladie inconnue jusqu'alors. L'agent pathogène est le micro-organisme *Peronospora aquilegiicola*. Celui-ci est probablement originaire d'Asie orientale et s'est entre-temps également répandu en Allemagne et en Suisse. Ainsi, les ancolies cultivées ainsi que potentiellement les ancolies sauvages sont en danger en Europe continentale.



Fig. 1: Infection systémique d'un plant avec symptômes foliaires typiques au printemps.

Caractéristiques et symptômes

Les espèces du genre *Peronospora* sont des parasites des plantes et font partie d'un groupe d'organismes ressemblant aux champignons, appelés oomycètes (Peronosporomycetes). L'une de ces espèces est *P. aquilegiicola*, l'agent pathogène du mildiou de l'ancolie. En Asie, ce pathogène s'attaque à l'espèce *Semiaquilegia adoxoides*. Toutefois, comme ces plantes ne sont trouvées que pendant une courte période au printemps et qu'il est souvent difficile de distinguer les plantes atteintes des plantes saines, la maladie peut facilement passer inaperçue. La situation est différente pour les ancolies en Europe. Une première infection par le mildiou n'entraîne certes parfois qu'une légère infestation, mais l'année suivante au plus tard, une infection systémique se produit, c'est-à-dire une forte infestation de toute la plante (voir fig. 1).

Sur une ancolie fraîchement infectée, on observe d'abord un jaunissement des feuilles. Celles-ci apparaissent d'abord jaunâtres et deviennent ensuite de plus en plus foncées, voire violettes. En cas d'infestation légère, seules de petites zones délimitées par les nervures des feuilles changent de couleur, entraînant la formation de nombreuses petites taches angulaires donnant un motif en mosaïque sur les feuilles. En cas d'attaque forte et systémique, les feuilles sont atteintes de manière plus uniforme; elles s'enroulent souvent vers l'extérieur et leur croissance est perturbée. Sur la face inférieure des feuilles apparaît un épais dépôt feutré de couleur violette ou beige, dans lequel se forment des spores asexuées. Toutes les feuilles infectées meurent prématurément. Les fleurs sont également affectées dans leur développement, surtout en cas de forte infestation. Elles se gorgent d'eau, se déforment et deviennent brunes. Les tiges florales tournent souvent au brun ou violet, développent des taches et parfois des plis. Si l'infection survient après la floraison, des taches brunes se développent sur les ovules et certaines graines ne peuvent pas se développer.

Une particularité de ce mildiou est qu'il peut parfois servir de nourriture aux limaces et aux escargots, bien que les ancolies soient toxiques pour ces mollusques. Un autre trait distinctif de cet agent pathogène est qu'il attaque non seulement les feuilles et les pousses, mais aussi la zone racinaire des plantes. En hiver, lorsque les parties aériennes de la plante ont périé, les racines peuvent sembler saine mais présentent des creux visibles dans la partie supérieure, sous la surface desquels se trouvent des zones brunies par la maladie. L'année suivante, ces ancolies sont souvent fortement atteintes dès le premier bourgeonnement des feuilles. Généralement, ces plantes ne sont pas seulement infectées au niveau des feuilles et des pousses, mais présentent souvent des troubles de

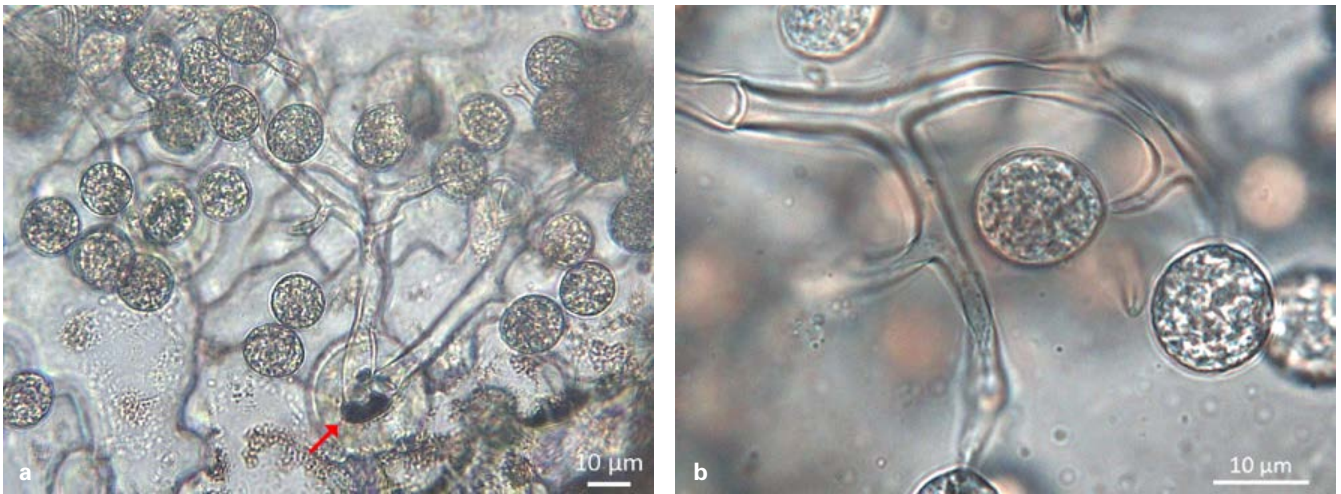


Fig. 2a (gauche): Sortie de deux conidiophores d'un stomate (voir flèche). Fig. 2b (droite): Branches dichotomiques ramifiées d'un conidiophore portant des conidies de *P. aquilegiicola*.

croissance dans toutes les parties de la plante, de sorte qu'elles dépérissent.

Sur la face inférieure des feuilles infectées, les spores asexuées, nommées conidies, se forment sur ce que l'on appelle les conidiophores. Ces conidiophores, ramifiés en forme d'arbre, dépassent par les stomates des feuilles (voir fig. 2a et b). Ils sont transparents, longs de 132–382 µm (moyenne = 240 µm), avec une largeur de 5–10,5 µm – si la base est enflée, ils atteignent parfois 12,5 µm. La tige droite mesure 46–188 µm (valeur moyenne = 90 µm). Les ramifications des conidiophores partent de l'axe principal en sept ordres au maximum et sont droites à légèrement courbées. Les ramifications terminales apparaissent généralement par paires, sont droites à légèrement courbées et ont parfois des pointes arrondies, mais généralement pointues. La longueur des ramifications terminales plus longues va de 5 à 37,5 µm (valeur moyenne = 10,9 µm); la longueur des ramifications terminales plus courtes va de 3 à 25,5 µm (valeur moyenne = 8,0 µm). Le rapport entre les ramifications terminales plus longues et plus courtes est compris entre 1,0 et 3,0 (valeur moyenne = 1,4). Les ramifications ont une largeur basale de 0,8 à 2,6 µm.

Les conidies apparaissent brun clair avec une nuance violette. Elles sont ovoïdes à elliptiques, longues de 14 à 33 µm (moyenne = 17,6 µm) et larges de 11 à 29 µm (moyenne = 14,4 µm), avec un rapport longueur/largeur de 1 à 1,4 (moyenne = 1,2). Les ovogonies servant à la reproduction sexuée sont brun clair et ont un diamètre de 24 à 37 µm (valeur moyenne = 32 µm) et les oospores ont un diamètre de 19,5 à 32 µm (valeur moyenne = 23,8 µm). La paroi à surface lisse des oospores a une épaisseur de 1,5 à 4,5 µm (valeur moyenne = 2,6 µm).

Possibilités de confusion

Parmi les mildious du genre *Peronospora* qui attaquent les ranunculacées (Ranunculaceae), l'espèce *P. aquilegiicola* a été initialement décrite comme ayant les conidies

les plus courtes; leur longueur moyenne mesurée est de 17,6 µm, alors que chez les autres espèces, la moyenne est de plus de 20 µm. Le diamètre des oospores est également plus petit que chez les autres espèces, avec une moyenne de 24 µm. Dans le cas d'un mildiou sur *Semiaquilegia adoxoides* découvert en Chine, le diamètre des oospores correspondait certes à celui de *P. aquilegiicola*, mais les conidies présentaient des valeurs maximales de 11,4–42,6 × 12,8–34 µm, en principe trop élevées. Les spécimens correspondants avaient d'abord été identifiés comme *P. ficariae*; comme une comparaison avec des spécimens de *P. aquilegiicola* n'a pas encore été effectuée, ce mildiou n'a pas encore pu être clairement identifié.

Le développement de l'oïdium *Erysiphe aquilegiae* est favorisé par la chaleur et la sécheresse. La couche de spores blanches, puis brunâtres, se trouve sur la face supérieure des feuilles et des fleurs. Les feuilles se recroquevillent vers l'intérieur avant de brunir et de se dessécher, tandis que les fleurs dépérissent. Si l'infestation est importante, certaines parties de la plante peuvent mourir, généralement pas la plante entière et rarement la culture. La partie racinaire n'est pas attaquée.

En plus de l'oïdium, il existe d'autres champignons sur les ancolies qui présentent moins de risques de confusion. Certaines espèces de champignons de la rouille (*Puccinia* spp.), en Suisse principalement *P. agrostidis* et *P. scarlensis*, produisent des fructifications sous forme de spermogonies et d'écidies sur les feuilles d'ancolie. Les symptômes sont des taches de rouille jaunâtres à brunes ou noirâtres et des pustules à la surface des feuilles. L'espèce *Calophoma aquilegiicola* (syn.: *Phoma aquilegiicola*) provoque des taches foncées sur les feuilles, de forme arrondie.

Écologie, biologie et reproduction

En Europe, *Peronospora aquilegiicola* n'a été détectée que sur des ancolies (*Aquilegia* spp.), notamment sur les espèces européennes d'ancolie commune (*A. vulgaris*) et

d'ancolie des Alpes (*A. alpina*) ainsi que sur les espèces originaires d'Asie, dont l'ancolie du Japon (*A. flabellata*), *A. buergeriana* et *A. viridiflora*. En outre, de nombreux croisements de l'ancolie commune avec d'autres espèces d'ancolies ont été infectés par l'agent pathogène. Ainsi, au Pays de Galles, deux collections nationales ont été anéanties par l'agent pathogène : une collection d'ancolies communes et une collection de croisements de cette espèce avec des espèces nord-américaines comme l'ancolie du Canada (*A. canadensis*) ou *A. formosa*. Il est probable que toutes les espèces et variétés d'ancolies soient sensibles. En Asie, seule l'espèce *Semiaquilegia adoxoides* a été clairement identifiée comme hôte. Il est probable que d'autres espèces du genre *Semiaquilegia* soient sensibles à l'agent pathogène. On ne sait pas encore si d'autres plantes de la famille des renonculacées (Ranunculaceae) peuvent également servir d'hôtes, comme par exemple des plantes du genre *Paraquilegia*.

Les conidies produites de manière asexuée sont transportées par des projections d'eau ou par le vent vers de nouvelles plantes hôtes, où elles pénètrent immédiatement dans les tissus par des ouvertures naturelles ou des blessures et forment, lors de conditions favorables, des millions de nouvelles spores. L'infection de nouvelles feuilles ne peut toutefois se produire que dans des conditions humides. Des tests ont montré un risque d'infection très élevé à partir de 90% d'humidité relative, et très faible à moins de 70%. L'infection est plus efficace entre 15–20°C, mais est inhibée à 25°C. La germination des conidies est optimale à 10–15°C, et très faible à 25°C. Si l'humidité relative est réduite d'au moins 50%, seul 1% des conidies survit après un jour. En accord avec ces résultats, on peut observer que ce mildiou est plus courant au printemps ou en automne qu'en été.

Les oospores issues de la reproduction sexuée ont une paroi épaisse qui leur permet de survivre à des conditions défavorables sur le long terme. Situées dans la zone des racines et dans les feuilles en décomposition, elles permettent au mildiou de passer l'hiver. On ne connaît pas encore, à ce jour, la durée de persistance des oospores de *P. aquilegiicola* dans le sol, mais elle est d'environ 5 à 10 ans chez l'espèce apparentée *P. belbahrii*. La transmission peut se faire via les semences chez l'espèce *P. belbahrii* ainsi que d'autres mildioux. Des analyses PCR sur des semences d'ancolie ont révélé la présence d'ADN de *Peronospora*, suggérant que ce moyen de transmission est possible aussi pour *P. aquilegiicola*. De plus, des oospores ont été détectées dans un échantillon de semences d'une variété d'*A. vulgaris*. Toutefois, on n'a trouvé qu'une seule oospore par centaine de graines et, lors d'essais, aucune infection n'a pu être provoquée par ces graines contaminées. Il n'y a donc pas encore de preuve de transmission via les semences, mais il est possible qu'en plus du commerce de plantes ornementales infectées, le transport de semences ou de terre contaminées puisse contribuer à la propagation de l'agent pathogène.



Fig. 3: État actuel des observations de *P. aquilegiicola* en Suisse.

Répartition

Les ancolies poussent principalement dans les régions tempérées d'Eurasie et d'Amérique du Nord. En théorie, *Peronospora aquilegiicola* peut se propager en plein air et dans les pépinières partout où des plantes hôtes sont disponibles et où les conditions environnementales sont favorables. En Asie, ce mildiou n'a été clairement identifié qu'en Corée du Sud. En Chine, des rapports font état de symptômes correspondants sur des ancolies ainsi que la découverte d'un mildiou sur *S. adoxoides* dans la région des montagnes Pourpres. Ces découvertes n'ont toutefois pas encore pu être confirmées avec certitude. En Europe, il existe jusqu'à présent des preuves provenant de Grande-Bretagne et d'Allemagne ainsi que de Suisse (voir fig. 3). Il est très probable que l'agent pathogène soit maintenant présent dans d'autres pays européens.

Histoire de la propagation et dangers

Peronospora aquilegiicola est probablement originaire d'Asie de l'Est, car il a été trouvé à plusieurs reprises depuis l'an 2000 en Corée du Sud sur des *Semiaquilegia adoxoides* sauvages. Il n'a cependant pas encore été clairement identifié dans d'autres pays asiatiques. En Chine, le mildiou précédemment mentionné a été signalé en 1998 sur *S. adoxoides*, mais sa détermination reste douteuse. Selon un rapport, les symptômes correspondants apparaissent aussi rarement sur les ancolies en Chine (voir Informations complémentaires).

En Europe, l'agent pathogène est apparu pour la première fois en Grande-Bretagne. Selon un rapport, il pourrait être apparu dès 2005 dans un jardin de Londres, mais la première annonce officielle de sa présence n'a été faite qu'en 2011 dans une pépinière. Étant donné que les preuves de *P. aquilegiicola* provenant de Corée du Sud correspondent dans une large mesure à celles provenant de Grande-Bretagne, tant sur le plan génétique que morphologique, il est très probable que cet agent pathogène n'ait été introduit au Royaume-Uni que relative-

ment récemment. L'introduction a probablement eu lieu par le biais du commerce de plantes ornementales ou de graines infectées en provenance d'Asie de l'Est, probablement via l'une des espèces d'ancolies originaires d'Asie.

À partir de 2013, le mildiou a été détecté dans un certain nombre de jardins en Angleterre et au Pays de Galles. Depuis, il s'est propagé rapidement dans les parcs, les jardins et les pépinières de Grande-Bretagne. Les cultivateurs d'ancolies ont signalé des pertes allant jusqu'à 90%. Dans les collections nationales d'ancolies déjà mentionnées, seules quelques plantes étaient atteintes en 2013, mais la propriétaire Carrie Thomas ne connaissait alors pas encore l'agent pathogène et son danger potentiel. En 2014, le mildiou s'est massivement manifesté et en 2015, il ne restait plus qu'une vingtaine de plantes sur les milliers d'origine.

En Europe continentale, *P. aquilegiicola* a été détecté pour la première fois en Allemagne. Dans un jardin privé en Basse-Saxe, le propriétaire a découvert pour la première fois en 2019 la grave attaque de mildiou sur des ancolies communes. Comme les plantes n'avaient pas été plantées, mais s'étaient installées à l'état sauvage, l'agent pathogène a probablement été introduit ultérieurement par une voie inconnue et s'était ensuite propagé sur ces plantes. L'agent pathogène n'a toutefois été signalé aux autorités que lorsqu'il est réapparu l'année suivante, affectant environ 400 plantes sur une surface de 200 m². Les plantes présentaient des symptômes d'intensité variable, allant de la décoloration des feuilles à la mort de plantes entières en passant par une légère torsion. Après une identification de l'agent pathogène par des méthodes morphologiques et moléculaires, les ancolies présentes ont été brûlées.

En 2021, *P. aquilegiicola* a été détecté à la fois en Bavière et dans le Bade-Wurtemberg, dans des jardins privés. Le propriétaire du Bade-Wurtemberg a déclaré avoir observé les symptômes sur des ancolies depuis plusieurs années. En 2021 également, l'agent pathogène a été observé dans deux pépinières de Rhénanie-du-Nord-Westphalie.

Enfin, en 2023, l'agent pathogène est apparu pour la première fois en Suisse. Il a d'abord été détecté morphologiquement dans plusieurs sites à Zurich ainsi qu'en Argovie et à Bâle, puis confirmé génétiquement (non publié). Malgré des recherches ciblées, le mildiou n'a pas encore été trouvée dans le sud (Tessin et Valais). Toutes les découvertes faites jusqu'à présent ont eu lieu dans des jardins, ce qui signifie que l'oomycète n'a pas encore pu être détecté sur des ancolies sauvages, malgré des recherches intensives dans les forêts voisines.

Les ancolies atteintes de mildiou ne perdent pas seulement leur valeur esthétique. En Grande-Bretagne notamment, l'attaque de milliers d'ancolies cultivées comme plantes ornementales a déjà causé d'importantes pertes économiques. Si des ancolies sauvages devaient être attaquées à l'avenir, des pertes écologiques non négligeables pourraient survenir, en particulier en Europe

continentale. En Allemagne, toutes les espèces européennes sont protégées. En Suisse, quatre espèces sont indigènes. L'ancolie de Einsele (*Aquilegia einseleana*) a été classée comme espèce vulnérable sur la Liste rouge. L'espèce est protégée au niveau national, mais on ne la trouve en Suisse que rarement au Tessin. L'ancolie des Alpes est considérée comme potentiellement menacée et est également protégée au niveau national, tandis que l'ancolie commune (*A. vulgaris*) et l'ancolie noirâtre (*A. atrata*) sont largement répandues et ne sont pas menacées. Comme l'ancolie commune est sensible aux infections et que l'ancolie noirâtre est une proche parente de l'ancolie commune, il est probable que l'ancolie noirâtre soit également sensible. Une éventuelle propagation de l'agent pathogène sur les deux espèces d'ancolies répandues pourrait accentuer le statut de menace des deux espèces plus rares.

Lutte

En Allemagne, en réaction à la première détection, une analyse préliminaire des risques avec des mesures de lutte possibles a été réalisée en 2020. L'infection à certes pu être éradiquée sur les sites précédemment, mais l'efficacité des mesures de lutte en Allemagne a été réévaluée en 2022. Compte tenu du fait que la maladie s'est propagée très rapidement en Grande-Bretagne, de nouvelles mesures officielles sont considérées comme inefficaces. En Grande-Bretagne, les mesures officielles avaient déjà été jugées inefficaces en 2016, la sélection de variétés résistantes étant décrite comme la meilleure mesure; toutefois, aucune variété résistante n'a été trouvée jusqu'à présent.

Il faut donc veiller à utiliser du matériel végétal non infecté lors de la plantation de nouvelles ancolies. Toutefois, en Grande-Bretagne comme en Allemagne, des infections ont déjà été constatées sur des ancolies proposées à la vente dans des jardinerie et des pépinières. Une mesure de lutte importante consiste donc à informer les points de vente concernés de l'existence de ce mildiou. Il faut additionnellement tenir compte du fait que l'agent pathogène pourrait également se propager via les semences ou les tissus racinaires des plants. Afin de remonter à l'origine d'une éventuelle infection, il est nécessaire d'isoler le matériel végétal provenant de différentes origines.

Pour prévenir les nouvelles infections par le mildiou, les ancolies peuvent être plantées dans des endroits ensoleillés et aérés, avec suffisamment d'espace entre les plantes pour que leurs feuilles puissent sécher rapidement après la pluie. Elles peuvent également être protégées de l'humidité en les arrosant par la base, de sorte que les feuilles et les fleurs restent sèches. Il convient de renoncer à une fertilisation azotée importante, car elle augmente la sensibilité des plantes.

Les plantes atteintes ainsi que les ancolies d'apparence saine se trouvant au même endroit doivent être

arrachées avec leurs racines et détruites, soit en les brûlant, soit en les enterrant à une profondeur d'au moins 50 cm, soit en les jetant avec les autres déchets. Comme le compostage ne permet pas de détruire à coup sûr l'agent pathogène, les plantes ne peuvent pas être éliminées comme des déchets organiques. Tous les outils, pots et autres objets qui ont été en contact avec des plantes infectées doivent être nettoyés et désinfectés. Il faudrait ensuite éviter de planter des ancolies sur le même lieu. En Grande-Bretagne, un délai d'attente d'au moins un an est officiellement recommandé ; il est toutefois judicieux d'attendre plusieurs années, étant donné que la durée de survie des oospores, comme précédemment mentionné,

n'est pas connue. Jusqu'à présent, aucun biocide contre les mildious n'a été trouvé pour traiter avec succès la maladie qui progresse souvent rapidement chez les ancolies infectées.

Où signaler, où demander conseil?

Le mildiou de l'ancolie n'est pas soumis à déclaration. Les nouvelles découvertes peuvent être annoncées à SwissFungi, le centre national de données et d'informations sur les champignons suisses. Vous trouverez plus d'informations dans la rubrique [Participer](#) du site Internet de [SwissFungi](#).

Informations complémentaires

Site d'information britannique sur *Peronospora aquilegiicola*:

<https://www.rhs.org.uk/disease/aquilegia-downy-mildew>

Site d'information de Carrie Thomas, contenant beaucoup de sous-liens:

<http://www.touchwoodplants.co.uk/aquilegia-downy-mildew.htm>

Video de Carrie Thomas sur l'infection systémique:

<https://www.youtube.com/watch?v=ornWOMRoJVw>

Sources

- Denton G.J., Beal E.J., Kilty A., Denton J.O., Choi Y.J., Thines M. (2015) Characterisation and risk assessment of the emerging *Peronospora* disease on *Aquilegia*. *Mycological Progress* 14: 69. doi.org/10.1007/s11557-015-1092-5
- Jennings P., Thorp G. (2016) Identification of factors which influence infection and control of the newly emerged *Peronospora* causing downy mildew on aquilegia. AHDB project HNS 196a. Stoneleigh, Agriculture & Horticulture Development Board, 16 pp.
- Jennings P., Thorp G., McDonough S. (2016) Identification of inoculum sources and potential control strategies for the newly emerged *Peronospora* causing downy mildew on aquilegia. AHDB Report HN5 196. Stoneleigh, Agriculture & Horticulture Development Board, 15 pp.
- Thines M., Buaya A., Ali T., Brand T. (2020) *Peronospora aquilegiicola* made its way to Germany: the start of a new pandemic? *Mycological Progress* 19, 791–798 (2020). doi.org/10.1007/s11557-020-01596-2
- Thines M., Denton G.J., Beal E.J., Kilty A., Denton J.O., Shin H.D., ... (2019) *Peronospora aquilegiicola* sp. nov., the downy mildew affecting columbines in the UK is an invasive species from East Asia. *Eur. J. Plant Pathol.* doi.org/10.1007/s10658-019-01787-y
- Thomas C. (2021) Granny's Bonnets: my life with Aquilegias. In: Friends of the City of Swansea Botanical Complex, All Seasons eNews, Summer Issue 2nd June 2021. us10.campaign-archive.com/?u=b22a925ef6e13a7cebbbb39df&id=5125039bbd

Citation

Auf der Maur B.; Mayerhofer J.; Gross A. (2023) Fiche d'information Néomycètes. Mildiou de l'ancolie. Birmensdorf, Institut fédéral de recherches WSL. Avec le soutien de Johanna Mayerhofer (Agroscope). 5 S.

Traduit par Margaux Leisi