

Les maladies des aiguilles et des pousses du pin

Vivanne Dubach, Valentin Queloz et Sophie Stroheker



Fig. 1. Pin sylvestre (*Pinus Sylvestris*) de taille adulte et d'aspect sain. Dessin: Vivanne Dubach.

Dans de nombreux endroits de Suisse, les pins font partie intégrante du paysage forestier (voir la figure 4). Ces dernières années, ils ont été confrontés à une pression croissante du fait, entre autres, de nouvelles maladies fongiques en provenance de l'étranger. Or celles des aiguilles et des pousses jouent un rôle déterminant chez le pin. Depuis 1984, Protection de la forêt suisse documente les maladies qui affectent les essences suisses.

Lorsque l'aspect (Habitus) d'un pin infesté change, celui-ci saute aux yeux. Comme les maladies des aiguilles et des pousses sont nettement visibles, elles modifient légèrement l'aspect de l'arbre. Les pins sont en effet victimes de nombreuses maladies de ce type, ne serait-ce que comparés à d'autres résineux tels que l'épicéa (*Picea abies*) ou le sapin (*Abies alba*). Mais on le remarque également à l'attention relativement élevée consacrée au pin, non seulement au niveau de la recherche, mais aussi des activités de conseil prodiguées par Protection de la forêt suisse.

Les maladies des aiguilles ne modifient toutefois pas uniquement l'aspect, elles peuvent en plus affaiblir l'arbre et accroître ainsi sa vulnérabilité vis-à-vis d'autres influences biotiques et abiotiques. À l'inverse, les facteurs de stress biotique et abiotique fragilisent celui-ci face à une infection liée à une maladie des aiguilles: plus l'arbre sera affaibli, plus l'infection se produira facilement. Le stress hydrique, la grêle ou la stagnation soudaine des eaux figurent parmi les facteurs de stress abiotique. Quant aux influences nuisibles biotiques, elles comprennent notamment un pathogène des racines à l'image de l'armillaire, vis-à-vis duquel le pin sylvestre se révèle aujourd'hui particulièrement vulnérable (NIERHAUS-WUNDERWALD *et al.* 2012).

Importance des maladies des aiguilles et des pousses chez le pin

Les pins représentent environ 4,7 % de la forêt suisse (nombre de tiges selon l'IFN4; ABEGG *et al.* 2020). Parmi eux, le pin sylvestre (*Pinus sylvestris*) est le plus fréquent selon le quatrième Inventaire forestier national, avec une part forestière de 2,3 % en Suisse. Suivent le pin de montagne (*Pinus mugo*, 1,2 %), l'arolle (*Pinus cembra*, 1,2 %), le pin noir (*Pinus nigra*, 0,04 %) et d'autres espèces de pins non indigènes (0,01 %).

Le pin est une essence pionnière. À faible altitude, au fil de l'évolution forestière, il disparaît le plus souvent du peuplement s'il n'est pas encouragé de façon active. Il a en effet besoin de beaucoup de lumière. Les pins se trouvent souvent dans des peuplements mélangés ou sont repoussés dans des sites extrêmes, secs, plats ou très humides (EPF 1995). Le pin sylvestre, le pin de montagne et l'arolle s'imposent en effet dans des sites difficiles. Dans certaines zones, les pins sont aussi constitutifs du peuplement (les forêts d'arolles de l'étage subalpin, les pins de montagne des hauts-marais par exemple) et sont dès lors essentiels à l'accomplissement des fonctions forestières (protection contre les chutes de pierres et érosion des sols notamment).

Depuis quelques années en Suisse, les pins sont de plus en plus atteints par deux «nouvelles» maladies des aiguilles: la maladie des bandes rouges, causée par *Dothistroma septosporum* et *Dothistroma pini*, et celle des taches brunes due à *Lecanosticta acicola*. Comme ces deux maladies peuvent provoquer d'importants dégâts chez les pins, elles sont catégorisées comme organismes nuisibles particulièrement dangereux (ONPD). Depuis 2020, ces deux maladies sont considérées comme organismes réglementés non de quarantaine (ORNQ; OSAVÉ-DEFR-DETEC, RS 916.201). Pour suivre de près leur potentiel de dégâts et leur propagation, Protection de la forêt suisse observe ces nouvelles maladies de façon active depuis 2009. Dans le cadre des activités de monitoring, de nombreuses autres maladies des aiguilles ont été ainsi signalées.

Cette Notice est née des nombreuses observations effectuées par Protection de la forêt suisse depuis 1984 (Tabl. 1). Y sont présentés les agents pathogènes des maladies des aiguilles et des pousses les plus fréquentes en Suisse chez le pin. La chute physiologique des aiguilles, souvent signalée auprès de Protection de la forêt suisse et confondue avec des maladies, est un processus naturel propre à toutes les aiguilles du fait de leur vieillissement.

Comme il ne s'agit pas d'une maladie, elle n'apparaît pas dans cette liste. Elle est toutefois décrite plus loin dans cette Notice.

Les maladies des aiguilles et des pousses les plus fréquentes en Suisse chez le pin

Les enregistrements de Protection de la forêt suisse depuis 1984 montrent que les rouges cryptogamiques des pins dus à *Lophodermium* (*L. seditiosum* et *L. pinastri*) font partie des maladies des aiguilles et des pousses les plus fréquemment enregistrées (fig. 2a). Trois autres champignons sont aussi fortement représentés dans la base de données. Les agents pathogènes de la maladie des taches brunes (*Lecanosticta acicola*) et de la maladie des bandes rouges (*Dothistroma* spp.) font depuis 2009 l'objet d'une attention croissante en raison de l'intensité de leurs dégâts potentiels. Des monitorings ciblés ont été organisés (DUBACH *et al.* 2018). La couverture de données a été de ce fait fortement améliorée de façon sélective, comme le montre également la comparaison avec la situation d'avant 2009 (fig. 2b). Cette comparaison révèle qu'après les premières découvertes, les signalements de la maladie des bandes rouges et de la maladie des

Tabl. 1. Compilation des principales maladies des aiguilles et des pousses chez les pins en Suisse.

Nom (scientifique)	Synonymes	Nom (français)	Organe de l'arbre le plus souvent concerné
<i>Cenangium ferruginosum</i>	<i>C. abietis</i>	Dépérissement des pousses dû à <i>Cenangium</i>	Pousse
<i>Cronartium pini</i>	<i>C. flaccidum</i> , <i>C. asclepiadeum</i>	Rouille vésiculeuse de l'écorce	Pousse
<i>Cyclaneusma minus</i>	<i>Naemacyclus minor</i>	Rouge tardif	Aiguille
<i>Coleosporium</i> spp.		<i>Coleosporium</i> – rouille des aiguilles du pin	Aiguille
<i>Diplodia sapinea</i>	<i>Sphaeropsis sapinea</i>	Dépérissement des pousses du pin	Pousse
<i>Dothistroma</i> spp. (<i>D. septosporum</i> , <i>D. pini</i>)	Pour <i>D. septosporum</i> : <i>Scirrhia pini</i>	Maladie des bandes rouges	Aiguille
<i>Gremmeniella abietina</i>	<i>Ascocalyx abietina</i> , <i>Scleroderris abietina</i>	Dépérissement des pousses dû à <i>Scleroderris</i>	Aiguille et pousse
<i>Herpotrichia pinetorum</i>	<i>H. juniperi</i>	Herpotrichie noire	Aiguille et pousse
<i>Lecanosticta acicola</i>		Maladie des taches brunes	Aiguille
<i>Lophodermella conjuncta</i>			Aiguille
<i>Lophodermella sulcigena</i>			Aiguille
<i>Lophodermium pinastri</i>		Rouge cryptogamique des pins	Aiguille
<i>Lophodermium seditiosum</i>		Rouge cryptogamique des pins	Aiguille
<i>Gremmenia infestans</i>	<i>Phacidium infestans</i>	Moisissure blanche des neiges, chute des neiges de l'arolle	Aiguille et pousse
<i>Sydowia polyspora</i>	<i>Sclerophoma pithyophila</i> , <i>Phoma pithyophila</i> , <i>Dothidea polyspora</i> , <i>Hormonema dematioides</i>		Aiguille, pousse et bois

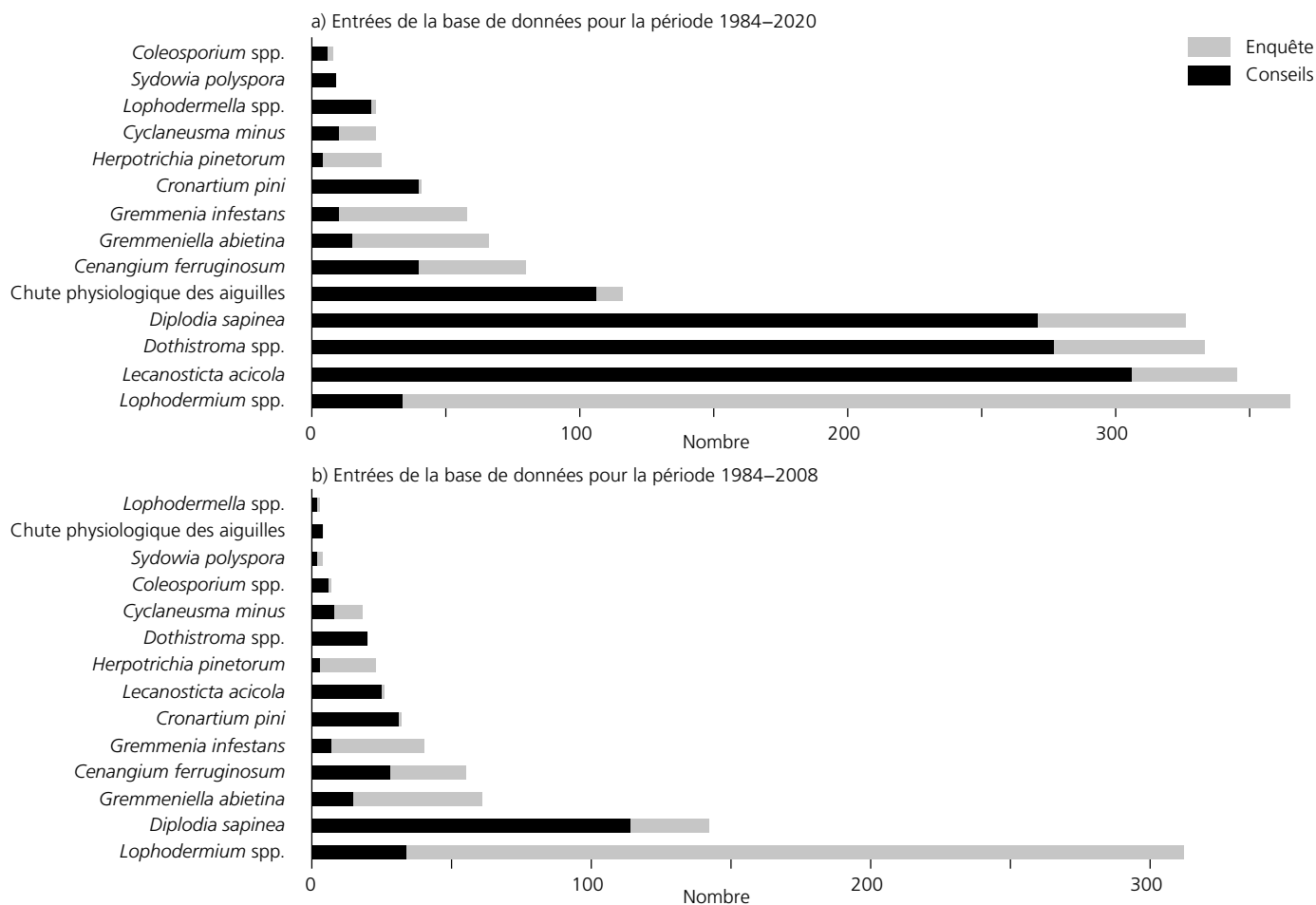


Fig. 2. Évaluation de la base de données de Protection de la forêt suisse (de 1984 à 2020) sur le thème des maladies des aiguilles et des pousses du pin. a) Période allant de 1984 à 2020. b) Période allant de 1984 à 2008. Toutes les catégories des espèces indigènes de pins ont été prises en considération: pin sylvestre (*Pinus sylvestris*), pin de montagne (*P. mugo*), pin noir (*P. nigra*) et arolle (*P. cembra*), ainsi que le pin en général (si aucune précision sur l'essence ne pouvait être donnée). Conseils: toutes les découvertes effectuées par des collaborateurs de Protection de la forêt suisse, soit lors du diagnostic-conseil, soit dans le cadre de leurs propres observations. Enquête: données issues de l'enquête annuelle sur la Protection de la forêt suisse, ainsi qu'un résumé des annonces spontanées issues du secteur de la foresterie et du jardin.

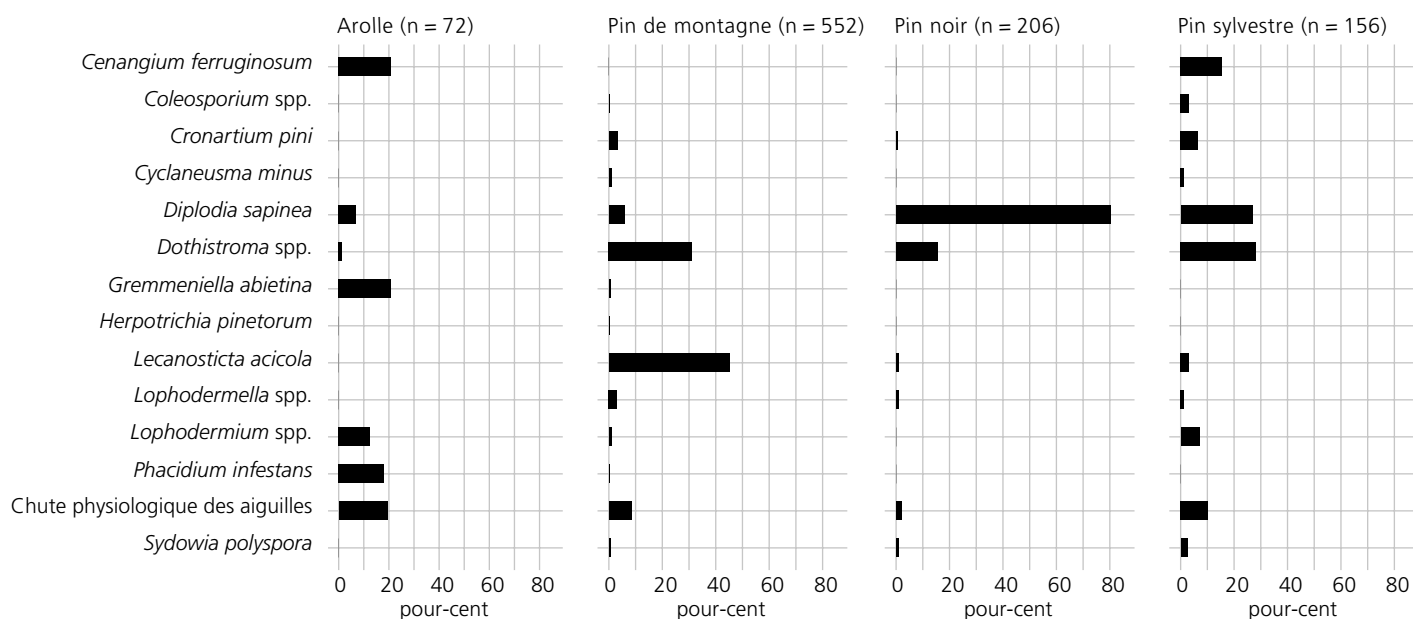


Fig. 3. Répartition des maladies des aiguilles et des pousses les plus fréquentes sur les diverses espèces de pins. Seuls les pathogènes décrits dans cette Notice ont été pris en considération pour ces évaluations. Les données pour lesquelles l'espèce de pin n'a pas été indiquée de façon précise, ainsi que celles issues de l'enquête, n'ont pas été prises en compte dans cette partie.

taches brunes ont été très rares. C'est seulement après le début de l'observation active effectuée par Protection de la forêt suisse que la couverture de données s'est améliorée et avec elle les connaissances sur ces deux champignons dangereux. On peut également observer que les découvertes du dépérissement des pousses du pin (*Diplodia sapinea*) se sont aussi accrues du fait du monitoring. Les symptômes visibles ont souvent été constatés dans le cadre de cette recherche active.

Les champignons les plus fréquents sur les différentes espèces de pins

Le dépérissement des pousses dû à *Cenangium* (*C. ferruginosum*) et celui causé par *Scleroderris* (*Gremmeniella abietina*) ont été le plus souvent constatés sur les aiguilles et les pousses des arolles (fig. 3, arolle). La moisissure blanche des neiges (*Phacidium infestans*) et la chute physiologique des aiguilles (un vieillissement natu-

rel des aiguilles, et non une maladie fongique) ont aussi été souvent observées. La présence de cette dernière n'est pas surprenante car chaque aiguille dépérit après quelques années. La chute physiologique des aiguilles concerne ainsi en principe tous les pins. Une grande partie des dégâts générés par la maladie des bandes rouges (*Dothistroma* spp.) provient du milieu urbain. En effet, comme les arolles ont des aiguilles relativement fines, les symptômes de la maladie des bandes rouges sont parfois peu visibles, d'où une découverte plus probable en jardin qu'en forêt. À ce jour, la maladie des taches brunes (*Lecanosticta acicola*) n'a pas été détectée sur l'arolle.

Parmi toutes les espèces de pins décrites ici, le pin de montagne est le plus touché par la maladie des taches brunes (fig. 3, pin de montagne). Avec celle des bandes rouges, ces deux maladies introduites représentent plus de 75 % des cas observés sur le pin de montagne. Vient ensuite la

chute physiologique des aiguilles comme cas rapporté le plus fréquemment.

De nettes différences apparaissent entre le pin noir et les autres espèces de pins (fig. 3, pin noir); les dégâts engendrés par le dépérissement des pousses lié à *Diplodia* (*D. sapinea*) y sont prédominants. La maladie des bandes rouges est en deuxième position. Tous les autres pathogènes décrits ici ne sont responsables que d'une petite partie des symptômes signalés sur le pin noir.

En Suisse, chez l'espèce de pin la plus fréquente, le pin sylvestre, la maladie des bandes rouges est la cause de dégâts la plus recensée, suivie de près par le dépérissement des pousses dû à *Diplodia* (fig. 3, pin sylvestre). Le dépérissement des pousses lié à *Cenangium* affecte souvent lui aussi le pin sylvestre, de même que la chute physiologique des aiguilles.

Identifier les pins les plus fréquents en Suisse

Pin sylvestre (*Pinus sylvestris*)

- Présence: de la plaine jusqu'à 1800 m d'altitude, parfois jusqu'à 2200 m (Engadine, Valais)
- Hauteur de l'arbre: dépasse rarement 40 m
- Âge maximal d'environ 600 ans
- Écorce: de couleur orange brun dans la partie supérieure du houppier, se détache en minces écailles; plus sombre dans la partie inférieure du tronc, se fissure et s'écaille
- Aiguilles: 2 par rameau court; 4–7 cm; durée de vie de 1–8 ans en fonction du site
- Cônes: la première année, les cônes sont légèrement courbés vers le bas; les cônes mûrs ont une forme ovoïde à conique, 3–7 cm de longueur, pendants

Pin de montagne (*Pinus mugo*)

- Présence: *P. mugo* ssp. *uncinata* de 600 à 2350 m d'altitude.; *P. mugo* ssp. *mugo* jusqu'à 2400 m d'altitude
- Hauteur: celle de *P. mugo* ssp. *uncinata* peut atteindre 25 m
- Âge maximal: *P. mugo* ssp. *uncinata* environ 300 ans, *P. mugo* ssp. *mugo* environ 100 ans
- Écorce: de couleur gris brun, se détache en minces écailles dans un premier temps, puis l'écorce se fissure et se détache en grandes écailles
- Aiguilles: 2 par rameau court; 3–4 cm, rarement jusqu'à 8 cm; durée de vie de 5–10 ans selon le site
- Cônes: la première année, les cônes ne sont pas courbés vers le bas; mûrs, ils ont une forme ovoïde à conique, ils mesurent 2–7 cm de longueur, sont presque sessiles, inclinés ou étalés-dressés et restent longtemps sur l'arbre

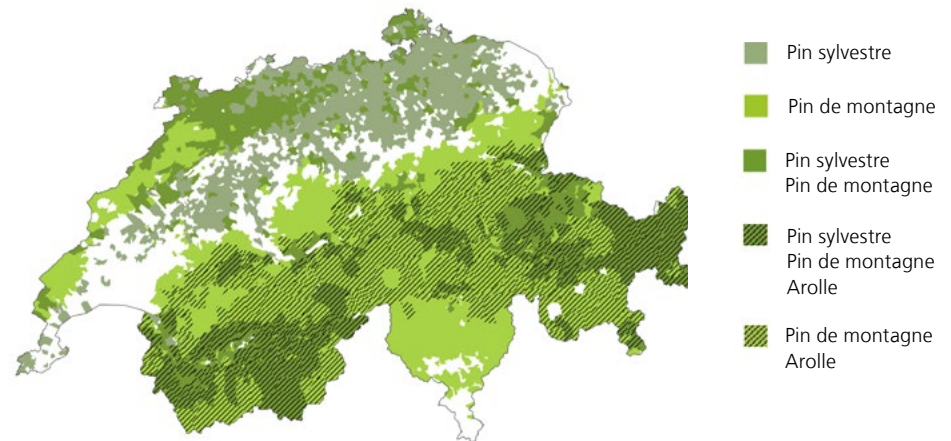


Fig. 4. Aires de répartition modélisées des espèces de pins suisses, d'après le projet MoGLi (modélisation des espèces ligneuses IFN), sur la base des relevés de l'Inventaire forestier national IFN (WÜEST *et al.* 2021). Les données ont été agrégées à l'échelle des communes (B. A. Augustinus 2021). Le pin noir ne fait pas partie de ce set de données car sa présence est rare en forêt.

Pin noir (*Pinus nigra*)

- Présence: de la plaine jusqu'à 2000 m d'altitude
- Hauteur: peut atteindre 50 m
- Âge maximal d'environ 500 ans
- Écorce: de couleur claire à gris brun foncé, de la même couleur jusqu'au houppier; avec l'âge, elle se fissure fortement et se détache en grandes écailles
- Aiguilles: 2 par rameau court; 8–16 cm de longueur; durée de vie de 4–8 ans selon le site; elles tombent avec la gaine
- Cônes: cônes sur des ramules très courts; les jeunes cônes sont presque sessiles et inclinés, les plus mûrs sont sessiles, étalés-dressés et perpendiculaires au rameau; leur forme est

ovoïde à conique et ils mesurent 4–10 cm de longueur

Arolle (*Pinus cembra*)

- Présence: de la plaine jusqu'à 2600 m d'altitude
- Hauteur: peut atteindre 25 m
- Âge maximal d'environ 600 ans
- Aiguilles: 5 par rameau court; 5–12 cm de longueur, triangulaires; durée de vie de 3–6 ans selon le site; la gaine de l'aiguille tombe la première année
- Cônes: cônes sur des ramules très courts, sessiles, dressés ou étalés-dressés; de teinte violacée avant maturité; de forme ovoïde, 6–8 cm de longueur; ils tombent avec les graines mûres

Brefs portraits des maladies des aiguilles et des pousses chez le pin

Chute des aiguilles due à *Lophodermium*



La chute des aiguilles causée par *Lophodermium seditiosum* se traduit chez le pin par une chute massive et précoce des aiguilles et des rameaux courts. Une fois infestées, les aiguilles tombent jusqu'au début de l'été alors que les rameaux courts le font toute l'année. Il ne faut pas confondre ces symptômes avec ceux de la chute physiologique des aiguilles.

L'été, les fructifications sexuées de *L. seditiosum* se forment dans la litière ou en suspension dans l'arbre (aiguille à gauche sur la photo). Noires et ovales, elles mesurent environ 1 mm de longueur et présentent une fente longitudinale aux reflets verdâtres. Cette fente s'ouvre avec l'humidité pour libérer les spores, lesquelles infecteront les plus jeunes aiguilles. Plus les mois estivaux seront humides, plus l'automne sera humide et chaud, plus l'hiver sera doux, et mieux *L. seditiosum* se développera (BEHNKE-BOROWCZYK *et al.* 2019).

Endophyte, *Lophodermium pinastri* (aiguille à droite sur la photo) est considéré plutôt comme inoffensif tandis que *L. seditiosum* peut poser problème, surtout dans les pépinières. Ces deux espèces peuvent demeurer longtemps dans l'aiguille sans déclencher de symptômes. Plus l'aiguille est âgée,

plus *L. pinastri* est présent (BEHNKE-BOROWCZYK *et al.* 2019). Ce dernier est un colonisateur important des aiguilles dépérissantes qui, en tant que saprophyte, participe à leur décomposition. Ces fructifications ressemblent à celles de *L. seditiosum*. Chez *L. pinastri*, la fente longitudinale est néanmoins souvent visible sur l'aiguille.

On distingue aujourd'hui trois groupes, plus ou moins pathogènes, chez *L. pinastri* (REIGNOUX *et al.* 2014).

Comme *L. pinastri* fait partie des champignons les plus fréquemment retrouvés dans les aiguilles de pin, tandis que *L. seditiosum* l'est moins (PATEJUK *et al.* 2021; LAZAREVIC et MENKIS 2020), l'hypothèse suivante est avancée: en occupant les sites d'infection, *L. pinastri* empêcherait parfois une colonisation par *L. seditiosum*. Tandis que *L. seditiosum* semble privilégier le pin sylvestre en Suisse, *L. pinastri* s'observe le plus souvent sur l'arolle.

Il n'existe aucune mesure de lutte efficace. Dans les jardins, on peut essayer de rassembler le gros des aiguilles au sol avec un râteau et de réduire ainsi le taux d'infection.

Maladie des taches brunes



La maladie des taches brunes (*Lecanosticta acicola*), organisme nuisible introduit, a été observée pour la première fois en Suisse en 1995 dans le canton de Zurich, et découverte pour la première fois en forêt en 2016.

Sur les aiguilles vertes âgées d'un an ou plus se développent au printemps des taches jaunes à brunes au contour jaune le plus souvent. Elles mesurent de 1 à 2 mm de longueur avant de grandir pour devenir des bandes. Le centre brunie rapidement. Là se forme la fructification (0,2–0,8 mm) qui repousse ainsi vers le haut, sous forme de bandes, l'épiderme de l'aiguille. Les spores donnent une couleur légèrement vert olive aux fructifications. Les symptômes sont les plus visibles au début de l'été, les aiguilles infestées brunissant et tombant à partir de l'été. Lors de son développement, l'infestation suit un schéma caractéristique: elle s'étend de bas en haut et de l'intérieur vers l'extérieur. À un stade avancé, souvent, il ne reste plus que les aiguilles fraîchement poussées de la plus jeune génération. Lorsque les aiguilles dépéries tombent, l'aspect de l'arbre fait penser à la queue d'un caniche.

Le champignon passe l'hiver sur les aiguilles dépéries qui peuvent conserver leur caractère infectieux pendant six mois sur l'arbre ou dans la litière. Il est principalement disséminé par les gouttelettes d'eau,

vectrices des spores des aiguilles infestées jusqu'à de nouveaux arbres. Il est particulièrement à l'aise avec des températures comprises entre 17 et 22 °C.

Les pins de montagne sont avant tout concernés (*P. mugo*, 83 %). Les autres espèces de pins le sont également, toutefois dans une bien moindre mesure: les pins sylvestres (*P. sylvestris*) 7,5 %, les pins noirs (*P. nigra*) 2 % ainsi que les arrolles (*P. cembra*) et les autres espèces de pins < 1 % (RIGLING *et al.* 2020).

En présence d'un arbre infesté, la seule mesure efficace demeure son retrait du peuplement. Le bois qui n'est pas infectieux peut être utilisé comme bois de chauffage. Il est recommandé de brûler toutes les aiguilles sur place ou de les éliminer de façon sûre (incinération des déchets). Il convient de veiller particulièrement à une utilisation hygiénique des outils (désinfection à l'alcool à 70 %).

Les symptômes peuvent être confondus avec ceux de la chute physiologique des aiguilles ou d'infections par d'autres champignons entraînant la chute des aiguilles, comme *Dothistroma* spp., *Lophodermium seditiosum* ou *Cyclaneusma minus*. Sur les aiguilles elles-mêmes, il est facile de confondre une jeune infection avec des piqûres ou des trous de forage d'insectes, par exemple ceux relevant du charançon des aiguilles du pin (*Brachonyx pineti*).

Maladie des bandes rouges



La maladie des bandes rouges (*Dothistroma* spp.), organisme nuisible introduit, fait partie des principales maladies du pin. Deux espèces en sont responsables: *Dothistroma septosporum* et *Dothistroma pini*. Seule une analyse moléculaire permet de les distinguer l'une de l'autre.

Depuis les années 1990, on remarque, essentiellement dans l'hémisphère nord, que la fréquence et l'intensité d'infestation de cette maladie augmentent. Deux facteurs contribuent à cette évolution: la modification des conditions climatiques, comme celle des régimes de précipitations d'une part, la plantation de jeunes arbres déjà infectés ou vulnérables d'autre part. Tandis que *D. septosporum* se retrouve à l'échelle mondiale, *D. pini* semble être moins fortement répandu aujourd'hui. En Suisse, depuis sa première découverte, la maladie des bandes rouges a été notamment détectée dans des espaces verts urbains, sur des arbres individuels ou en petits groupes. À partir de 2013, elle s'est propagée à l'échelle locale en forêt, touchant une dizaine à plusieurs centaines d'arbres par site.

Les pins en sont les principales victimes et, dans une moindre mesure, les genres suivants: épicéa (*Picea*), sapin (*Abies*), mélèze (*Larix*), douglas (*Pseudotsuga*) ou cèdre (*Cedrus*). Les espèces les plus

affectées en Suisse sont les pins de montagne (*P. mugo*, 69 % des cas), suivis des pins sylvestres et des pins noirs (17,5 %, et 6 %). Chez les pins sylvestres, la maladie est surtout visible chez les recrûs. Si l'on observe *D. pini* de façon séparée, il s'avère que les pins noirs sont les plus souvent impactés. D'autres espèces, comme les arolles (*P. cembra*; 1,3 %), ainsi que d'autres espèces de pins (< 1 %) et d'épicéas (*Picea abies*; 0,4 %) sont jusqu'ici plus rarement infectées par *Dothistroma* spp. (RIGLING *et al.* 2020).

Les symptômes de la maladie des bandes rouges et des taches brunes sont très similaires. Toutefois chez la première, au lieu des taches vert olive apparaissent le plus souvent des taches ou bandes vermillon ou rousses caractéristiques, au centre desquelles se love la fructification foncée. Celle-ci mesure de 0,2 à 0,8 mm et repousse de façon comparable l'épiderme de l'aiguille vers le haut, sous forme de bandes. Le schéma d'infestation, l'hivernage, les mesures de lutte et les risques de confusion sont similaires à ceux de la maladie des taches brunes. Les trois agents pathogènes de ces deux maladies sont de surcroît susceptibles d'être présents non seulement sur le même arbre, mais aussi sur la même aiguille.

Dépérissement des pousses du pin



Le dépérissement des pousses du pin (*Diplodia sapinea*, syn. *Sphaeropsis sapinea*) compte parmi les maladies les plus fréquentes du pin, non seulement en Suisse mais aussi à l'échelle mondiale. Des résineux d'autres genres (*Picea*, *Abies*, *Cedrus*, *Larix*, *Pseudotsuga* entre autres), peuvent aussi être concernés même si l'infestation est généralement moins forte.

L'augmentation de cette maladie est notable depuis 2016. Elle s'explique par des étés chauds et secs, mais aussi par de fortes chutes de grêle (QUELOZ *et al.* 2018). Le pin noir demeure à ce jour l'espèce de pin la plus vulnérable, même si les pins de montagne et les pins sylvestres sont parfois fortement atteints. (QUELOZ *et al.* 2018). Seule une grave infestation entraînera la mort des arbres.

Parmi les symptômes les plus évidents figurent les aiguilles brunes raccourcies au niveau des extrémités dépériées des pousses. La plupart du temps, seule la partie la plus jeune de la pousse sera touchée. Ces symptômes permettent déjà d'identifier facilement le champignon.

L'un des premiers signes trahissant l'infection d'une pousse est l'écoulement de petites gouttes de résine depuis les bourgeons. Les bourgeons infestés stoppent aussitôt leur croissance. Cela explique que les aiguilles n'atteignent jamais leur taille normale et

restent longtemps sur l'arbre. Certes, de nouveaux bourgeons apparaissent pour remplacer ceux qui ont dépéri, mais ils sont également infestés. Les pousses finissent par se rabougrir, symptôme encore renforcé par les larves d'insectes. Les fructifications asexuées sont noires, petites, sphériques et s'observent sur les aiguilles, l'écorce ou les bourgeons. Sur les aiguilles, on les retrouve principalement à la base, sous la gaine; dans les cas graves, elles sont réparties sur l'ensemble de l'aiguille. Si l'infection n'apparaît pas dans le sillage de dégâts liés à la grêle, les parties du houppier proches du sol sont le plus souvent davantage impactées. Lorsque l'infection gagne l'écorce des branches, des nécroses corticales et parfois un fort écoulement de résine se produisent. Si *D. sapinea* atteint le bois, celui-ci bleuit.

La virulence du champignon dépend de facteurs prédisposants comme la sécheresse. Les interactions entre sécheresse et infections par *D. sapinea* font l'objet de nombreuses études. En présence de maladies favorisées par la sécheresse, on remarque une accumulation de chancre et de symptômes de dépérissement. Les agents pathogènes relevant des genres *Botryosphaeria*, *Diplodia*, *Cytospora* ou encore *Biscognauxia* (*Hypoxylon*) par exemple, comptent parmi les pathogènes les plus connus dans ce contexte (DESPREZ-LOUSTAU *et al.* 2006). Tandis que

l'aridité a des répercussions généralement négatives sur la croissance du champignon, les champignons appartenant à ces genres profitent de l'affaiblissement de l'hôte. *D. sapinea* peut demeurer longtemps dans le tissu de l'arbre au stade endophyte. La croissance d'autres champignons, à l'image de *Bjerkandera adusta*, *Botrytis cinerea* et au moins d'une

espèce relevant d'*Armillaria* et de *Rhizoctonia*, semble alors freinée par la présence de *D. sapinea* (DE OLIVEIRA *et al.* 2019).

Dans les jardins, on peut essayer de lutter contre le champignon en élaguant les pousses infestées à hauteur du bois sain. Une utilisation hygiénique des outils (désinfection à l'alcool à 70 %) est cruciale.

Cenangium



Le champignon *Cenangium ferruginosum* est majoritairement présent comme saprobionte sur les branches dépéries de toutes les espèces de pins répertoriées en Suisse. Parasite de faiblesse, il tue parfois l'écorce et le cambium des rameaux et des branches fragilisés pour diverses raisons: facteurs environnementaux, ravageurs ou autres maladies, vieillissement naturel. Le champignon a aussi été détecté dans les aiguilles, ce qui laisse à penser que celles-ci pourraient servir d'abri lors de conditions difficiles (SIEBER *et al.* 1999).

Au début du printemps, les aiguilles de quelques rameaux ou de branches complètes se teintent tout d'abord d'une couleur jaune verdâtre, puis jaune, avant de brunir depuis la base. L'été, elles finissent par tomber. Si l'on retire l'écorce à la base des rameaux dépéris, on observe une délimitation nette

entre le tissu sain et le tissu atrophié. Les fructifications se développent au début de l'été: elles sont brun foncé, mesurent de 2 à 3 mm de longueur, et poussent au travers des stomates des branches des pins. Dans un environnement humide, elles s'ouvrent pour donner des structures en forme de soucoupes à la face interne ocre jaune. Au microscope, il est possible d'identifier *Cenangium* grâce aux fructifications sexuées et aux spores qu'elles renferment. Les asques en forme de massue abritent huit ascospores unicellulaires et ellipsoïdes (10–13 x 5–7 µm).

Une infestation ne sera pas mortelle pour l'arbre. Il n'est donc pas indispensable de lutter contre cette maladie en forêt.

Scleroderris



Scleroderris figure parmi les maladies graves présentes chez les résineux. Elle déclenche un dépérissement des pousses et peut, dans les cas dramatiques, provoquer en outre de sérieux dégâts corticaux. L'agent pathogène *Gremeniella abietina* (syn. *Scleroderris lagerbergii*) comprend plusieurs variétés et sous-groupes qui privilégient parfois différentes espèces de pins. Il est largement répandu et se rencontre non seulement en Europe centrale, mais aussi sur les résineux indigènes d'Asie orientale et d'Amérique du Nord. Tandis qu'en Europe avant 1960, les dégâts notables concernaient surtout les peuplements scandinaves de pins sylvestres, c'est l'Europe centrale qui était particulièrement touchée entre 1960 et 1970 (STEPHAN 1979). D'autres genres de résineux comme l'épicéa (*Picea*), le sapin (*Abies*), le mélèze (*Larix*) et le douglas (*Pseudotsuga*), peuvent également être infectés.

En hiver apparaissent des lésions résineuses à la base des aiguilles et des bourgeons, notamment sur les rameaux âgés d'un ou deux ans. Les zones résinifiées s'étendent et peuvent gagner le rameau

entier. Les parties touchées dépérissent. Les aiguilles brunissent depuis la base, l'infection se propage ensuite depuis la pointe des pousses jusqu'aux aiguilles des générations plus anciennes. Au fil du temps se produit un embroussaillement car l'arbre tente de renouveler les rameaux morts en formant des pousses de remplacement. Avec les années, en fonction des conditions propices au champignon (été riche en précipitations) ou au contraire moins favorables (période de sécheresse qui ralentira sa croissance), les arbres dépériront ou se rétabliront.

Dès la première année de l'infestation, des fructifications asexuées apparaissent sur les rameaux et les bourgeons morts. À partir de la deuxième année apparaissent aussi des fructifications sexuées sous forme de petits gobelets brun noir mesurant de 0,5 à 1 mm de diamètre.

Pour réduire les dégâts en forêt, seules des mesures sylvicoles seront envisagées. On peut par exemple pratiquer une éclaircie des peuplements frais et humides, ou éviter un reboisement sous couvert.

Moisissure blanche des neiges



La moisissure blanche des neiges (*Gremmenia infestans*, syn. *Phacidium infestans*) est une maladie typique de haute altitude. Le champignon s'est adapté aux conditions hivernales en montagne. Il infeste uniquement les aiguilles recouvertes de neige. En se propageant dans la neige (à des températures inférieures à 0°C), il réussit même à infecter de nouvelles aiguilles ou de nouvelles pousses en grandissant. Lors d'une infestation, les arbres de petite taille et les semis qui sont enfouis complètement sous la neige peuvent déjà dépérir au bout d'un an. Aux pins viennent s'ajouter les épicéas (*Picea*), les sapins (*Abies*) et les genévriers (*Juniperus*) comme hôtes potentiels – ils sont toutefois nettement moins souvent touchés.

Après la fonte des neiges au printemps, de premiers symptômes sont déjà visibles lorsque les aiguilles infestées revêtent une couleur jaune pâle à brun clair. Au cours de l'année, celles-ci continuent de se décolorer pour arborer un gris clair brunâtre. Les petites fructifications, d'un millimètre de taille au

maximum, poussent à la surface de l'aiguille à partir du mois d'août (souvent sur la face inférieure). L'épiderme des aiguilles se déchire alors en étoile, ce qui rend visible la masse beige rougeâtre des fructifications. Les spores infestent les aiguilles nouvellement formées la même année, permettant ainsi au champignon de se développer l'hiver à l'intérieur de celles-ci.

Il est possible de tailler les arbres fortement infestés pour leur rendre la santé. Il est alors nécessaire d'élaguer toutes les zones malades jusqu'à hauteur du bois sain. Une mesure préventive consiste à mélanger différentes essences pour empêcher la propagation du champignon sur le terrain.

Source bibliographique générale: KURKELA 1996

Rouille vésiculeuse de l'écorce



La rouille vésiculeuse de l'écorce (*Cronartium pini*, syn. *C. flaccidum*) infeste en Suisse les pins sylvestres et les pins de montagne, de même que les autres espèces de pins à deux aiguilles. La maladie est très voyante avec ses grandes pustules jaune orange.

Le champignon colonise les jeunes pousses. Il grandit dans leur écorce pendant un à deux ans sans déclencher de symptômes. Puis, au printemps, se forment dans la majorité des cas sur les branches verticillées des amas spongieux blancs, qui se teintent d'orange au fil du temps. Les pousses meurent le plus souvent au cours des années suivantes. Depuis les pousses, le champignon pénètre dans le tronc; l'arbre réagit en produisant une quantité accrue de résine dans les régions concernées. Dans le cambium a lieu de ce fait une obstruction des vaisseaux vasculaires et par là même une inhibition, voire une interruption complète du transport de l'eau et des éléments nutritifs. Il en résulte un dépérissement des parties sous-jacentes de l'arbre.

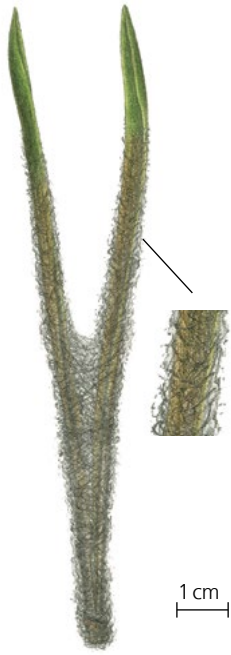
Chaque année, la propagation continue du mycélium entraîne la destruction de tissus corticaux supplémentaires. L'arbre réagit par une légère cicatrization de la zone malade. Avec le temps, le morceau de tronc semble aplani et déformé. Mais une fois qu'il a infecté l'arbre, le champignon sera toujours présent. Chez les vieux pins, le dépérissement du houppier survient après des années d'infestation. Quant aux jeunes pins, ils sont susceptibles de dépérir lorsque tout le tronc est atteint.

Pour achever son cycle de développement, *C. flaccidum* change d'hôtes comme la plupart des rouilles, avec comme hôtes intermédiaires possibles la gentiane (*Gentiana*), la pivoine (*Paeonia*), le dompte-venin officinal (*Vincetoxicum*) ou quelques autres plantes herbacées. Il existe cependant, de façon exceptionnelle, une forme asexuée du champignon non tributaire d'un changement d'hôtes et se transmettant directement d'un pin à l'autre. Cette forme est plus fréquente en Europe du Nord. S'agit-il de deux espèces distinctes (*C. pini* sans changement d'hôtes et *C. flaccidum* avec changement d'hôtes), ou de deux formes relevant de la même espèce? La question à ce jour n'a pas été complètement clarifiée.

Si l'on excepte les cas dus à la forme asexuée, il est possible de protéger les arbres en détruisant les hôtes intermédiaires – pratique toutefois critiquable d'un point de vue écologique et dès lors non recommandable en Suisse. En présence de la forme asexuée, seul le retrait des arbres malades pourra endiguer l'infestation.

Il importe de citer également une autre espèce de rouille qui est responsable de problèmes majeurs chez les pins à cinq aiguilles. *Cronartium ribicola* est originaire d'Eurasie centrale et orientale. Depuis son introduction en Amérique du Nord, il menace les espèces de pins indigènes de ces contrées.

Herpotrichie noire



L'herpotrichie noire (*Herpotrichia pinetorum*, syn. *H. juniperi*) est, à l'image de la moisissure blanche des neiges, une maladie bien visible de haute altitude. Il existe plusieurs espèces et variétés, quasi impossibles néanmoins à distinguer les unes des autres sur le plan morphologique. L'une d'entre elles, *H. coulteri* (syn. *Neopeckia coulteri*), se rencontre seulement à plus de 2000 m d'altitude sur le pin de montagne (*Pinus mugo*). Ses spores bicellulaires permettent de la distinguer de *H. pinetorum* dont les spores sont quadricellulaires. Les différencier ne sera donc possible qu'à l'aide de méthodes d'analyse microscopique. Dans la zone subalpine, *H. pinetorum* infeste les pins de montagne, le genévrier (*Juniperus*) et l'épicéa (*Picea*); à basse altitude, il peut aussi être présent sur les sapins (*Abies*).

Le fait que des aiguilles et des pousses soient complètement enveloppées par un mycélium brun noir fin constitue le symptôme le plus évident. Ce sont souvent les zones à proximité du sol qui sont infestées, bien que les arbres ou les arbustes le soient parfois dans leur totalité. Le champignon se développe dans des cavités sous le manteau neigeux

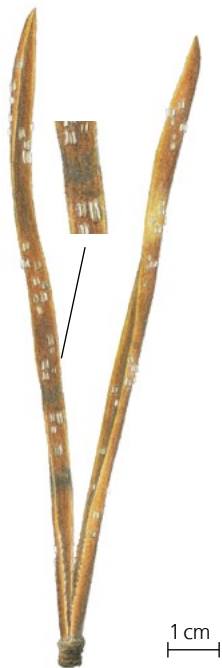
(jusqu'à -5°C). Avec la fonte des neiges, il stoppe sa croissance; son mycélium se maintient lors de l'été jusqu'à la prochaine chute de neige. Encore vertes au début, les aiguilles feutrées de mycélium dépérissent toutefois au fil du temps et brunissent. Le champignon se propage des aiguilles dans les pousses, entraînant ainsi leur dépérissement. C'est seulement après un certain temps que les aiguilles et les pousses malades tombent à terre.

La deuxième année se forment des fructifications noires sphériques, soit de façon superficielle sur les aiguilles dépéries (pin et épicéa), soit à l'intérieur de l'épiderme (genévrier). Les spores, constituées à la fin de l'automne, infectent les aiguilles saines. De nouvelles aiguilles et de nouvelles pousses peuvent aussi être atteintes par le mycélium en hiver, de façon similaire à la moisissure blanche des neiges.

La seule mesure efficace contre ce champignon consiste à retirer et à brûler le matériel infesté.

Source bibliographique générale:
NIERHAUS-WUNDERWALD 1996

Rouge tardif



Le champignon *Cyclaneusma minus* (syn. *Naemaclyclus minor*) déclenche le rouge tardif. Aux côtés de *Lophodermium pinastri*, *L. seditiosum* et *Cenangium ferruginosum*, il est l'un des endophytes les plus fréquents dans les aiguilles des pins.

Après le jaunissement des aiguilles des plus anciennes générations pendant l'été et l'automne – souvent avec des bandes d'un brun rougeâtre qui rappellent la chute physiologique des aiguilles – les fructifications sexuées se forment en fin d'hiver et au printemps dans la litière et sur les aiguilles dépéries de l'arbre. Elles mesurent à peine un millimètre de taille, sont de couleur crème et font penser, une fois ouvertes, à des fenêtres aux volets de couleur claire. Ces derniers sont d'ailleurs aussi un signe distinctif. Autour de ces fructifications, les aiguilles pâlisent souvent pour prendre une couleur ocre. Plus l'hiver sera doux et humide, plus la propagation du champignon sera forte. Des conidies asexuées apparaissent pendant toute l'année et infectent les aiguilles en continu.

La diffusion spatiale de *C. minus* est rarement uniforme. Les arbres qui présentent ou non des symptômes sont en général à proximité immédiate les uns des autres. Bien qu'une infestation puisse déclencher de graves chutes des aiguilles, elle se déroule en général de façon plus ou moins inaperçue. Aucune mesure ne sera dès lors nécessaire.

Défoliation due à *Lophodermella sulcigena*



La défoliation due à *Lophodermella sulcigena* est plus fréquente au nord de l'Europe. Ce champignon colonise différentes espèces de pins, notamment le pin sylvestre, le pin de montagne et le pin noir.

Pendant son cycle de développement qui dure un an, il infeste les aiguilles l'été. Celles-ci dépérissent par la suite depuis la pointe et leur couleur devient jaunâtre à marron clair. La base des aiguilles reste au contraire verte, séparée de la zone dépérie par une bande brun violet. Les aiguilles et les rameaux courts infestés demeurent sur l'arbre jusqu'à l'année suivante. Elles continuent alors de se décolorer pour prendre une couleur gris blanchâtre. Des fructifications elliptiques noires, longues de 2 à 20 mm, se développent sur les aiguilles dépéries. Les pousses et zones du houppier concernées ont de loin un aspect rose brun.

Ce champignon est un dangereux agent pathogène, en Scandinavie particulièrement. En Suisse, il

n'est présent qu'à l'échelle locale et ne s'accompagne pas de dégâts majeurs. Retirer et brûler les arbres infestés est une mesure de lutte éprouvée.

Une espèce sœur de ce champignon (*L. conjuncta*) a récemment aussi été détectée en Suisse. Ses fructifications bien plus courtes (4 mm au maximum) et ses spores différentes permettent de la distinguer de *L. sulcigena*.

Source bibliographique générale:
QUELOZ *et al.* 2019

Sydowia polyspora



Sydowia polyspora est un champignon de faiblesse largement répandu et extrêmement polyphage qui, endophyte, peut aussi être présent dans l'aiguille sans déclencher de symptômes. Par rapport à d'autres champignons associés à des résineux, il a probablement le plus vaste spectre d'hôtes. Il réussit de plus à coloniser tous les organes de l'arbre. Seule exception: les racines, dans lesquelles on le détecte rarement.

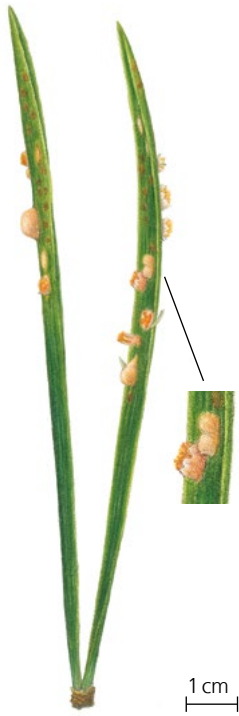
Ce champignon a été identifié très souvent dans les aiguilles légèrement symptomatiques du pin sylvestre (taches jaunes à brunes) et dans la litière, où il côtoie fréquemment des champignons colonisateurs du bois mort. On le retrouve également souvent sur des arbres dépéris pour d'autres raisons. Il ne se développe pas seulement sur les aiguilles, mais aussi sur des pousses et même du bois. Le bois prend alors une couleur grise (grisonnement). On observe surtout sa forme asexuée (*Sclerophoma pithyophila*) dans de nombreux résineux. Les fructifications asexuées sont de très petite taille (200–300 µm),

noires et, de forme sphérique, elles ressortent de façon irrégulière du tissu végétal colonisé.

S. polyspora est très souvent découvert en association avec des champignons pathogènes et des insectes ravageurs. Des sources bibliographiques le présentent parfois comme pathogène alors que sa pathogénicité n'a pas été prouvée. Il joue probablement un rôle dans les maladies complexes, mais seul il n'exerce pas d'effet néfaste majeur sur les arbres.

Comme la pathogénicité de *S. polyspora* n'a pas été complètement clarifiée, il n'existe pas de mesure de lutte éprouvée contre ce champignon. On ne sait pas non plus si le retrait des parties malades de l'arbre jusqu'au tissu sain serait potentiellement bénéfique. À titre préventif, renforcer la santé générale de l'arbre par une bonne irrigation et une bonne fertilisation pourrait empêcher des dégâts occasionnés par ce champignon de faiblesse.

Rouille des aiguilles du pin



La rouille des aiguilles du pin est provoquée par le champignon *Coleosporium tussilaginis* et par les espèces qui lui sont très étroitement apparentées. La reproduction nécessite deux hôtes différents (changement d'hôte): pins d'une part, et diverses plantes herbacées d'autre part. *C. tussilaginis* préférera souvent quant à lui les tussilages (*Tussilago*).

Une infestation causée par une rouille est très visible. Les fructifications vésiculeuses mesurent de 1 à 3 mm de largeur et ressortent de l'épiderme des aiguilles encore vertes. Avec leur couleur chair, jaunâtre à orange, elles sautent aux yeux au niveau des aiguilles vertes. Au stade de la maturité, la fine peau des fructifications se déchire, ce qui libère une poudre de spores de couleur jaune orange.

Contrairement aux autres maladies des aiguilles présentées ici, seules quelques rares aiguilles sont le plus souvent atteintes. En général, les pins survivent sans difficulté à une infestation..

Chute physiologique des aiguilles



La chute physiologique des aiguilles est un processus naturel lié au vieillissement des aiguilles. Toutes les aiguilles seront un jour concernées, et ce sont par conséquent les plus anciennes générations qui sont surtout touchées. Bien qu'il ne s'agisse pas d'une maladie, le phénomène est mentionné ici par souci d'exhaustivité, étant donné qu'on a tendance à le confondre avec des maladies des aiguilles.

Selon l'espèce, les aiguilles de pins vivront plus ou moins longtemps. Tandis que chez le pin de montagne, leur durée de vie est de cinq à dix ans, chez le pin sylvestre, les aiguilles sont déjà remplacées au bout d'un à huit ans (EPF 1995). Elles brunissent en dépérissant. Selon les substances chimiques emmagasinées, différentes parties d'aiguilles se teintent de divers tons, de brun à rouge.

La chute physiologique des aiguilles concerne tous les arbres. Il arrive que ce phénomène soit confondu avec une maladie lorsque certaines années, l'arbre, en situation de vulnérabilité, déclenche une chute massive et inhabituelle d'aiguilles brunes pour économiser ses ressources.

Bibliographie

- ABEGG, M.; BRÄNDLI, U.-B.; CIOLDI, F.; FISCHER, C.; HEROLD, A.; MEILE, R.; RÖSLER, E.; SPEICH, S.; TRAUB, B., 2020: Inventaire forestier national suisse IFN. Tableaux et cartes des résultats des relevés IFN 1983–2017 (IFN1, IFN2, IFN3, IFN4) disponibles sur internet. [published online 10.06.2020] Available from World Wide Web <<http://www.lfi.ch/resultate/>> Birmensdorf, Institut fédéral de recherches WSL <https://doi.org/10.21258/1382822>
- BEHNKE-BOROWCZYK, J., 2018: Biodiversity of fungi community on Scots pine needles infected of the autumn needle cast. SYLVAN 62, 4: 288–294.
- BEHNKE-BOROWCZYK, J.; KWASNA, H.; KULAWINEK, B., 2019: Fungi associated with *Cyclaneusma* needle cast in Scots pine in the west of Poland. Forest Pathology 49, 2: e12487.
- BUTIN, H., 2011: Krankheiten der Wald und Parkbäume: Diagnose, Biologie, Bekämpfung, 4. Auflage. Ulmer, Stuttgart, 318 S.
- DE OLIVEIRA, CF.; MOURA, PF.; RECH, KS.; PAULA DE OLIVEIRA, CDP.; HIROTA, BCK.; DE OLIVEIRA, M.; DA SILVA, CB.; DE SOUZA, AM.; DIAS, JDG.; MIGUEL, OG.; AUER, CG.; MIGUEL, MD., 2019: Antagonistic activity of *Diplodia pinea* against phytopathogenic fungi. Folia Microbio. 64, 3: 415–419.
- DESPREZ-LOUSTAU, ML.; MARCAIS, B.; NAGELEISEN, LM.; PIOUS, D.; VANNINI, A., 2006: Interactive effects of drought and pathogens in forest trees. Ann. For. Sci. 63, 6: 597–612.
- DUBACH, V.; MEYER, J.B.; SCHNEIDER, S.; RUFFNER, B.; QUELOZ, V., 2018: Nationales Monitoring von zwei besonders gefährlichen Föhrenkrankheiten 2016. Suivi national de deux maladies du pin particulièrement dangereuses 2016. Monitoraggio nazionale di due malattie particolarmente pericolose del pino 2016. 34 S.
- EPFZ Chaire de sylviculture, chaire de pathologie forestière et dendrologie, 1995: Essences forestières d'Europe centrale. Description botanique et écologie des essences forestières valables principalement pour la Suisse. p. 248.
- KURKELA, T., 1996: Ascospore production period of *Phacidium infestans*, a snow blight fungus on *Pinus sylvestris*. Scand. J. For. Res. 11: 1–4, 60–67.
- LAZAREVIC, J.; MENKIS, A., 2020: Fungal Diversity in the Phyllosphere of *Pinus heldreichii* H. Christ – An Endemic and High-Altitude Pine of the Mediterranean Region. Diversity 12, 5: 172 S.
- NIERHAUS-WUNDERWALD, D., 1996: Pilzkrankheiten in Hochlagen – Biologie und Befallsmerkmale. Merkbl. Prax. 27. 8 S.
- NIERHAUS-WUNDERWALD, D.; ENGESSER, R.; RIGLING, D., 2012: Hallimasch – Biologie und

- forstliche Bedeutung. 2. überarbeitete Aufl. Merkbl. Prax. 21. 8 S.
- PATEJUK K.; CIEŚNIEWSKA, A.B.; KACZMAREK-PIEŃCZEWSKA, A.; PUSZ, W., 2021: Mycobiota of peat-bog pine (*Pinus x rhaetica*) needles in the Stołowe Mountains National Park, Poland. *Nova Hedwigia* 112, 1–2: 253–265.
- QUELOZ, V.; BUSER, C.; DUBACH, V.; HÖLLING, D.; MEYER, J.B.; SCHNEIDER, S.; PROSPERO, S.; CORNEJO, C.; RIGLING, D., 2018: Überwachung von besonders gefährlichen Schadorganismen für den Wald – Jahresbericht 2017. *Waldschutz Schweiz/Phytopathologie WSL*, S. 48.
- QUELOZ, V.; FORSTER, B.; BEENKEN, L.; STROHEKER, S.; ODERMATT, O.; HÖLLING, D.; MEYER, J.B.; DUBACH, V., 2019: Protection des forêts – vue d’ensemble 2018. *WSL Ber.* 79: 33 p.
- REIGNOUX, S.N.A.; GREEN, S.; ENNOS, R., 2014: Molecular identification and relative abundance of cryptic *Lophodermium* species in natural populations of Scots pine, *Pinus sylvestris* L. *Fungal Bio.* 118: 835–845.
- RIGLING, D.; DUBACH, V.; BEENKEN, L.; SCHNEIDER, S.; HÖLLING, D.; PROSPERO, S.; CORNEJO, C.; RUFFNER, B.; AUGUSTINUS, B.; BROCKERHOFF, E.; QUELOZ, V., 2021: Überwachung von besonders gefährlichen Schadorganismen für den Wald – Jahresbericht 2020. *Surveillance des organismes nuisibles particulièrement dangereux pour la forêt – Rapport annuel 2020. Monitoraggio degli organismi nocivi particolarmente pericolosi per il bosco – Rapporto annuale 2020. WSL Ber.* 108. 99 S.
- SIEBER, T.; RYS, J.; HOLDENRIEDER, O., 1999: Mycobiota in symptomless needles of *Pinus mugo* ssp. *uncinate*. *Mycol. Res.* 103, 3: 306–310.
- SINCLAIR, W.; LYON H., 2005: *Diseases of trees and shrubs*. 2nd edition. Cornell University Press, New York. 616 p.
- STEPHAN, B.R., 1979: Beobachtungen über das Vorkommen und die Variation von *Scleroderris lagerbergii* Gremmen in Norddeutschland. *Z. Mykol* 45, 1: 45–53.
- WÜEST, R.O.; BERGAMINI, A.; BOLLMANN, K.; BRÄNDLI, U.B.; BALTENSWEILER, A., 2021. Modellerte Verbreitungskarten für die häufigsten Gehölzarten der Schweiz. *Schweiz. Z. Forstwes.* 172, 4: 226–233. <https://doi.org/10.3188/szf.2021.0226>

Pour de plus amples informations

Œuvres standard utilisées:
Butin 2011, SINCLAIR et LYON 2005

waldschutz.wsl.ch

Contact

Institut fédéral de recherches WSL
Protection de la forêt suisse
Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf
waldschutz@wsl.ch
Téléphone +41 44 739 23 88

Illustrations

Viviane Dubach

Référence bibliographique

DUBACH, V.; QUELOZ, V.; STROHEKER, S., 2022: Les maladies des aiguilles et des pousses du pin. *Not. prat.* 70.12 p.

Notice pour le praticien ISSN 1012-6554

Concept

Les résultats de la recherche sont élaborés pour constituer des pôles de savoir et des guides d’action à l’intention des acteurs de la pratique. Cette série s’adresse aux milieux de la foresterie et de la protection de la nature, aux autorités, aux écoles ainsi qu’aux non-initiés.

Les versions allemandes de cette série sont intitulées

Merkblatt für die Praxis ISSN 1422-2876.

Les éditions italiennes paraissent occasionnellement dans le périodique

Notizie per la pratica (ISSN 1422-2914).

Les dernières parutions (consultez www.wsl.ch/notices)

N° 69: Champignons introduits en Suisse. J. Brännhage *et al.* 2021. 12 p.

N° 68: Comprendre la diversité et les fonctions des sols forestiers en Suisse. M. WALSER, *et al.* 2021. 12 p.

N° 67: Les ennemis naturels des scolytes. B. Wermelinger *et al.* 2021. 12 p.

N° 66: L’ailante en Suisse – Écologie et options de gestion. S. KNÜSEL *et al.* 2020. 12 p.

N° 65: Écologie du feu des hêtraies montagnardes. Services écosystémiques et mesures sylvicoles après un incendie de forêt. J. MARINGER *et al.* 2020. 12 p.

N° 64: Connaître, conserver et promouvoir les arbres-habitats. R. BÜTLER *et al.* 2019. 12 p.

N° 63: Les fourmis des bois – biologie et répartition en Suisse. B. WERMELINGER 2019. 12 p.

N° 62: Le pourcentage d’abrouissement – valeur de référence pour la gestion du gibier. O. Odermatt. 2018. 62: 8 p.

N° 61: Cycles et importance de la tordeuse du mélèze. B. Wermelinger *et al.* 2018. 12 p.

N° 60: Le sol forestier vit – diversité et fonctions des organismes vivants du sol. M. Walser *et al.* 2018. 12 p.

Managing Editor

Martin Moritzi
Institut fédéral de recherches WSL
Zürcherstrasse 111
CH-8903 Birmensdorf
martin.moritzi@wsl.ch
www.wsl.ch/notices

Le WSL est un institut de recherche du Domaine des EPF.

Traduction: Jenny Sigot Müller, WSL
Mise en page: Jacqueline Annen, WSL
Impression: Rüeegg Media AG



climatiquement neutre

powered by ClimatePartner®

Impression | ID 11726-1503-1001



Sources mixtes

Groupes de produits provenant de forêts bien gérées et d’autres sources contrôlées

www.fsc.org Cert no. SCS-COC-100271
©1996 Forest Stewardship Council