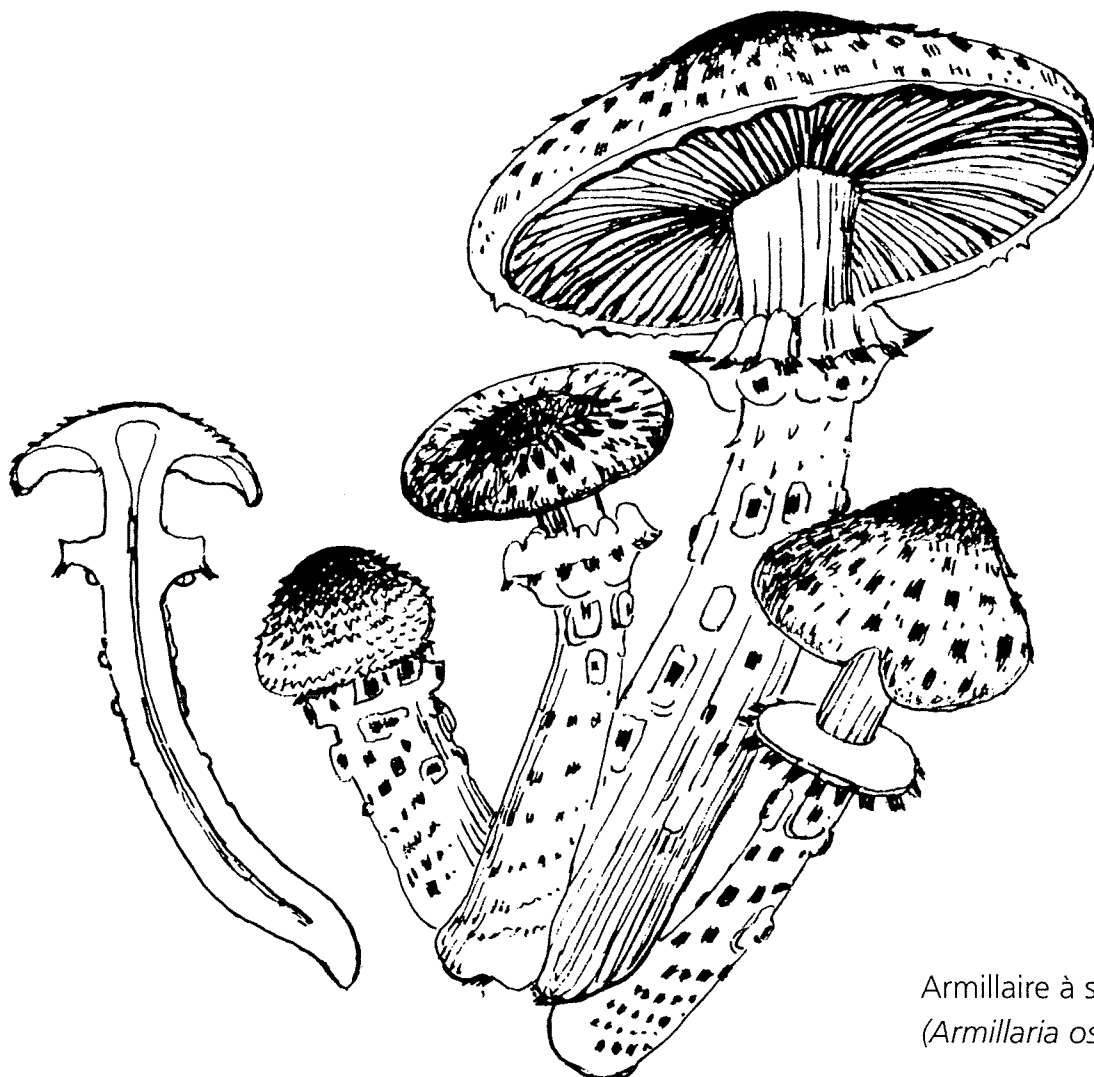


Les espèces d'armillaires

Biologie et prévention

Dagmar Nierhaus-Wunderwald, Service phytosanitaire d'observation et d'information (SPOI) de l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage, Birmensdorf

Traduction Monique Dousse



Armillaire à squames foncées
(*Armillaria ostoyae*)

Les publications suivantes, rédigées par le Service phytosanitaire d'observation et d'information de l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage, ont été insérées postérieurement dans la série des «Notice pour le praticien»:

- no 18 Nierhaus-Wunderwald, Dagmar, 1992: Biologie de deux genres d'Ips.
- no 19 Nierhaus-Wunderwald, Dagmar, 1993: Les ennemis naturels des scolytides. Tiré à part de La Forêt 46, 2: 6-12.
- no 20 Nierhaus-Wunderwald, Dagmar, 1993: La graphiose de l'orme. Tiré à part de La Forêt 46, 10: 30-34.

Les espèces d'armillaires

Biologie et mesures de prévention

Le genre de champignon «Armillaire» (*Armillaria*) est mondialement répandu. Il compte de nombreuses espèces terricoles qui se nourrissent principalement de bois mort (saprophytes). Les armillaires contribuent largement à la décomposition des souches et autres substances ligneuses. Certaines espèces sont de redoutables parasites capables de coloniser des arbres vivants et de causer leur mort ou de faire pourrir leur tronc et leurs racines.

Le genre *Armillaria* appartient à la grande classe des basidiomycètes qui compte la plupart des champignons li-

gnicoles, comestibles ou vénéneux. A l'intérieur de cette classe, le genre *Armillaria*

* Dagmar Nierhaus-Wunderwald, D^es sciences naturelles, est biologiste au Service phytosanitaire d'observation et d'information (SPOI) de l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (FNP), Birmensdorf

occupe l'ordre des champignons à lamelles (agarics); il appartient à la famille des Tricholomataceae.

Habitat

Ce champignon peut causer de graves pertes locales dans les *pépinières* et les *jeunes peuplements de résineux*. S'il ne s'attaque que rarement aux jeunes feuillus, il ne fait plus aucune distinction entre résineux et feuillus dans les *peuplements plus âgés* où il provoque des pourritures

au cœur du bois ou aux souches. Arbres cassés ou renversés par le vent en seront les conséquences, sans compter les énormes pertes de bois dont il est responsable. Toutes les essences ou presque sont susceptibles d'être infectées. L'armillaire provoque aussi de graves dommages dans les vergers, les vignes et les jardins publics.

Caractéristiques des fructifications

Dans le passé, on pensait en Europe qu'il n'existait qu'une seule espèce d'armillaire car ses diverses fructifications ne se distinguaient que très difficilement. Aujourd'hui, sept espèces sont signalées sur notre continent. Chacune d'elle se caractérise par sa distribution géographique et écologique, par son agressivité et par la spécificité de son hôte. Le tableau synoptique ci-contre vous renseignera sur les particularités de cinq espèces remarquées par la pathologie forestière en Suisse. Les deux autres espèces – l'armillaire sans anneau (*Armillaria tabescens* [Scop.: Fr.] Emel) et l'armillaire des marais (*Armillaria ectypa* [Fr.] Lamoure), également exannulé – ne sont pas des ravageurs d'importance dans notre pays.

La plupart des espèces d'armillaires ne sont vraiment identifiables qu'en laboratoire. Cela n'empêche pas qu'il est souvent possible d'établir un diagnostic en se fondant sur les caractéristiques des fructifications, appelées aussi carpophores: L'armillaire couleur de miel (*A. mellea*, fig. 1 et 3) se reconnaît facilement car il apparaît en touffes et son pied est entouré d'un anneau. L'armillaire à squames foncées (*A. ostoyae*, fig. 4 et 13) se distingue assez bien lui aussi grâce à son chapeau, brun rougeâtre, recouvert de squames et à son anneau ouatiné. Il se présente parfois sous des couleurs plus claires, très semblables à celles de l'armillaire du Nord (*A. borealis*, fig. 14). Mais ce dernier forme ses fructifications avant les autres espèces. Il est très difficile d'établir une distinction entre les fructifications de l'armillaire à écailles jaunes (*A. gallica*, fig. 11) et celles de l'armillaire à pied bulbeux (*A. cepistipes*, fig. 12). Leur lieu de croissance peut éventuellement apporter un indice car ce dernier grandit principalement en haute altitude (voir tableau).

Aucune espèce d'armillaire n'est consommable à l'état cru. L'armillaire couleur de miel, qui se trouve généralement sur les feuillus croissant à l'extérieur de la forêt,

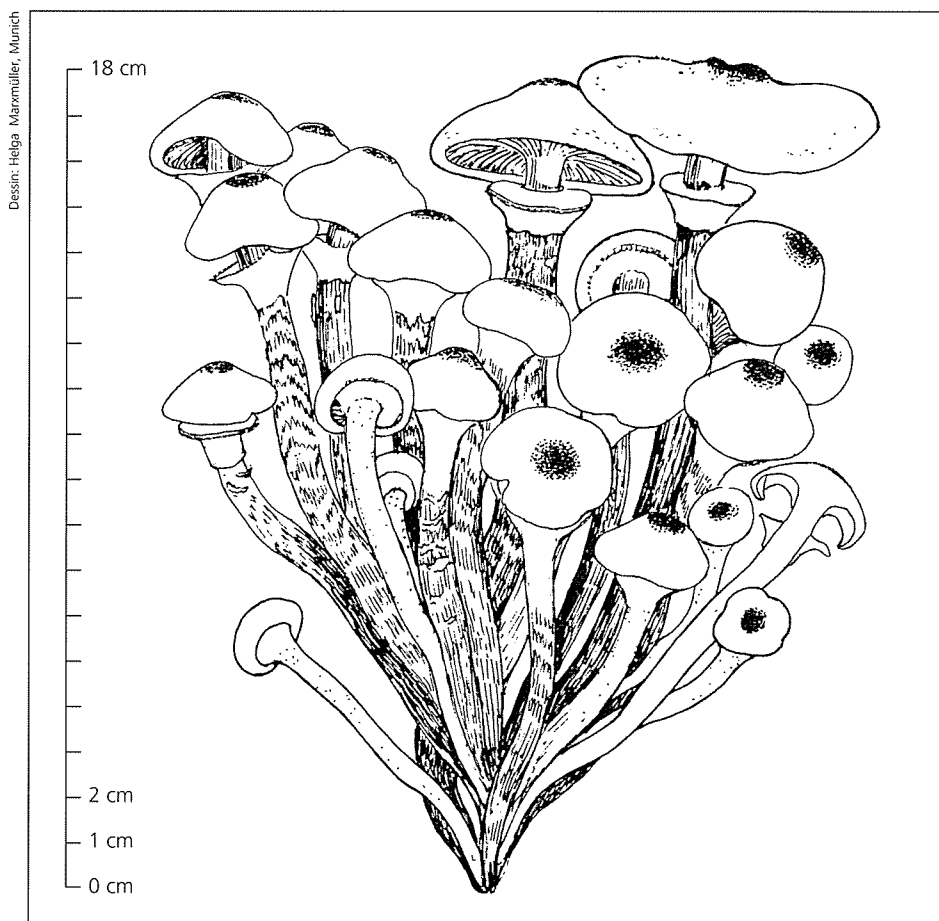


Figure 1: Armillaire couleur de miel





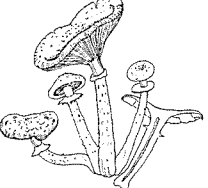
Caractéristiques des fructifications	 <p>Armillaire couleur de miel</p> <p><i>Armillaria mellea</i> (Vahl:Fr.) Kummer</p>	 <p>Armillaire à écailles jaunes</p> <p><i>Armillaria gallica</i> Marxmüller & Romagnesi (anciennement: <i>A. bulbosa</i> [Barla] Velenovsky)</p>	 <p>Armillaire à pied bulbeux</p> <p><i>Armillaria cepistipes</i> Velenovsky</p>	 <p>Armillaire à squames foncées</p> <p><i>Armillaria ostoyae</i> (Romagnesi) Herink (syn.: <i>A. obscura</i> [Schaeffer] Herink)</p>	 <p>Armillaire du Nord</p> <p><i>Armillaria borealis</i> Marxmüller & Korhonen</p>
Couleurs du chapeau (stade juvénile)	jaune foncé à olive, centre brun foncé à noirâtre	brun carné à brun ocre avec un centre brun foncé	brun jaunâtre ou gris-brun avec mamelon noirâtre	foncé, centre noirâtre, rougeâtre à violet-brun	jaune à ocre ou brun carné, centre à peine plus foncé
Couleurs du chapeau (déployé)	jaune miel, jaune or à citron, ocre ou olive, rarement brun; centre souvent très foncé à noirâtre, bord jaune à blanc, brillant	carné à brun ocre clair, aussi jaune ou gris-brun; au centre, souvent d'un brun foncé, rarement marqué par une tache centrale	jaunâtre pâle à gris clair – également couleur chair ou jaune, centre plus foncé, souvent empreint d'une remarquable tache ronde	brun rougeâtre , centre brun foncé	jaune clair à brun ocre, couleurs presque identiques au centre
Écailles ou squames du chapeau	très petites, ont souvent l'aspect d'être recouvertes d'un duvet floconneux; olive clair à jaunâtre; éphémères	moyennes à grandes, rarement petites; souvent régulièrement réparties jusqu'au bord; jaunes, ocre, brunes ou grises; ± persistantes	petite, surtout au centre; brun foncé, ocre, grises ou jaunes; éphémères (sauf celles du centre);	grandes, rigides, souvent larges; mamelon ou centre très feutré, brun foncé à noir-brun, souvent régulièrement réparties , plus espacées vers le bord; sur les feuillus, elles prennent des couleurs plus claires, voire jaunâtres; persistantes	petites à moyennes, irrégulièrement réparties en groupes; font souvent défaut vers le bord; ocre à jaunes, rarement brunes; éphémères
Pied	long, mince; base presque toujours atténuée, car les pieds sont souvent réunis en faisceau; d'un brun rougeâtre régulier; jeune: poudré de flocons jaunes, au-dessous de l'anneau, le revêtement membraneux se diffracte pour former des bracelets en zigzags.	bulbeux, souvent cylindrique; robuste; garni de flocons ocre, jaunes ou gris, présente souvent de multiples vergetures	cylindrique, base bulbeuse ± marquée; souvent incurvé; jeune: poudrage jaunâtre ou garni de petits flocons éphémères jaunes à gris-brun	cylindrique, souvent quelque peu aplati, sans renflement à sa base (sauf en cas de sécheresse), garni de larges flocons brun-blanc, rarement rayé de fibrilles blanches; poudré de petits flocons foncés	cylindrique ou légèrement aminci à sa base, rarement claviforme; garni de petits flocons éphémères ocre à jaunes (rarement bruns) ou de flocons fibreux blancs
Anneau	blanc ou jaune, partie externe jaune; présente souvent un avancement infundibuliforme; pelliculeux; persistant, visible même encore dans l'herbier!	blanc, bord et partie inférieure souvent jaune vif; avec écailles jaunes à ocre, rarement grises; cortine s'ouvrant en forme étoilée; éphémère	blanc à jaunâtre, en partie blanc à jaune dans la zone inférieure, rarement bordé d'écailles grises; cortiné; éphémère	blanc, ± rouge pâle dans sa partie supérieure; souvent richement ouatiné; bordé d'écailles foncées de forme triangulaire ou ± rectangulaire ; partie inférieure souvent garnie de flocons bruns; ± durable	blanc; bord et partie inférieure munis d'écailles jaunes à brunâtres; pellicule laineuse; ± durable
Formation des fructifications	de juillet à novembre	de juillet à décembre	de septembre à décembre	de la fin septembre à novembre (rarement plus tôt)	de juillet à septembre (se forme presque toujours avant celles de <i>A. gallica</i> et de <i>A. cepistipes</i> !)
Habitat	Europe centrale et méridionale; affectionne la chaleur; attaque nombre de divers arbres-hôtes, surtout chez les feuillus (colonise souvent les arbres fruitiers et les ceps de vigne), plus rare sur les résineux; on le trouve aussi sur les souches et les arbres vivants;	spécialement sur les feuillus fortement affaiblis, rarement sur les résineux; sur les souches; au sol sous les feuillus ou dans leur voisinage;	moins répandu; se rencontre le plus souvent sur les résineux, mais aussi sur les feuillus, notamment en montagne (de 600 m à la limite des forêts); souvent sur les souches et troncs pourris; n'épargne pas non plus les branches ni les rameaux (tas de brindilles);	très répandu en Europe centrale spécialement sur les résineux , aussi sur les feuilles et à proximité des résineux (il est alors plus grand et son chapeau est ouatiné d'écailles claires, comme celles de <i>A. gallica</i> ; la bordure de son chapeau permet presque toujours de le distinguer); le plus souvent sur les souches et les racines; aussi sur les arbres vivants;	résineux et feuillus; souvent sur les souches, rarement aux arbres encore sur pied proches du dépérissement;
	Peuplements de feuillus et forêts mixtes	Peuplements de feuillus et forêts mixtes, jardins publics et vergers	Peuplements de résineux ou de feuillus et forêts mixtes	Peuplements de résineux ou de feuillus et forêts mixtes	Forêts mixtes et peuplements de résineux (spéc. dans les régions à air froid comme les vallées)
Pathogénèse	parasite primaire parfois très agressif ; il vit souvent en saprophyte	saprophyte ; parasite de faiblesse ou parasite secondaire	saprophyte ; moins parasitaire que <i>A. gallica</i> ; parasite secondaire	parasite primaire : souvent destructeur du cambium, mais aussi agent de pourriture du cœur; détruit les arbres de tous âges; saprophyte	généralement saprophyte ; parfois aussi agent de pourriture du cœur de l'épicéa

Tableau: Description des espèces d'armillaires et de leurs fructifications

dégage une forte odeur (test d'odorat) dans l'appartenance et même en étant cuit, il reste imangeable. Toutes les autres espèces d'armillaire sont comestibles après avoir été blanchies (égoutter l'eau de cuisson!).

Rhizomorphes

L'armillaire a la particularité de former des filaments (rhizomorphes), semblables à des racines, qui se distinguent de par leur forme et leur fonction:

1. Les *rhizomorphes souterrains*, en forme de lacets de souliers, sont recouverts d'une croûte brun-noir. Ils progressent dans le sol à une profondeur allant de 5 à 15 cm. Il est rare qu'ils s'enfoncent au-delà de 30 cm. Ils sont généralement de forme cylindrique et leur épaisseur varie entre 1 et 5 mm. Ces filaments aux multiples ramifications survivent durant des années enfouis dans le sol. Leur pouvoir régénérateur est énorme; ils grandissent

2. Les *rhizomorphes corticaux* s'étendent entre l'écorce et le bois. Ils y forment une mince et large couche de filaments *mycéliens blancs* (mycélium flabelliforme). La présence de ce coussinet, visible sur le bois écorcé, constitue le principal symptôme d'une infection due à l'armillaire. Les rhizomorphes corticaux font dépérir le cambium et l'écorce. Partant de ces organes, les multiples filaments mycéliens s'infiltrent dans le bois et le détruisent.

Plus tard, les rhizomorphes corticaux se recouvrent d'une croûte brun-noir qui protège le champignon contre le dessèchement et la concurrence des autres champignons. D'autres couches foncées se forment aussi à l'intérieur du bois. Elles y tracent des lignes noir-brun (*lignes de démarcation ou limites*, fig. 7) observables sur le profil de coupe d'un bois pourri. Si ces lignes peuvent aussi être formées par d'autres champignons, celles de l'armillaire sont particulièrement évidentes. Les rhi-

l'écorce en prenant la forme de rhizomorphes, semblables à des lacets de souliers, plus ou moins aplatis. Il suffit de détacher l'écorce pour voir cet entrelacs brun recouvrant le bois (fig. 9). Les arbres qui étaient déjà morts pour d'autres raisons lorsque l'armillaire les a colonisés ne présentent que ce genre de rhizomorphe.

Le mycélium de l'armillaire possède la faculté d'émettre une lueur dans certaines circonstances (bioluminescence). Ce phénomène s'observe en forêt, par temps humide. Il est particulièrement intense sous des températures de 18 à 20 °C et dans l'obscurité complète (l'œil prendra 5 minutes au moins pour s'y adapter). Vous le constaterez en observant des souches ou des troncs atteints de blessures récentes. Les échantillons de bois infectés par l'armillaire émettent aussi cette lueur tant que leur surface n'est pas desséchée.

Toutes les parties du champignon (carpophores, rhizomorphes et lignes de démarcation) sont constituées de multiples filaments mycéliens (*hyphes*) qui forment ensemble le tissu fongique appelé le mycélium (*Myzel*).

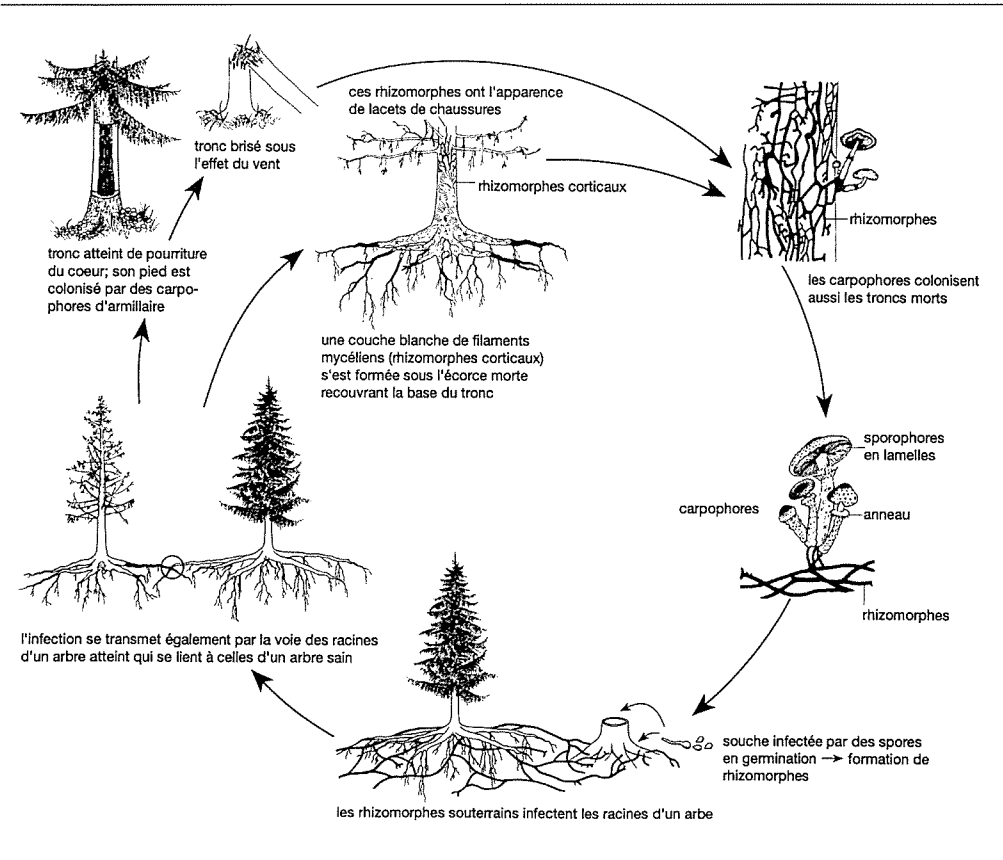
Genres d'infection

Un *arbre vigoureux* peut résister de prime abord à une infection d'armillaire car il est capable de produire des antigènes et de former des tissus protecteurs.

Chez les *arbres stressés*, ces réactions sont atténuées et l'infection se développe: un fin cordon mycélien, issu d'un rhizomorphe souterrain, grandit dans l'écorce racinaire encore intacte de l'arbre en vie. L'armillaire peut alors se manifester de deux manières:

1. Il joue le rôle de *parasite cortical* (destructeur du cambium). Le champignon se développe entre le bois et l'écorce où il forme des rhizomorphes corticaux (mycélium en éventail). Ces derniers excrètent des métabolites qui détruisent l'écorce, le cambium et l'aubier. Lorsque les racines sont complètement entourées par le champignon, elles meurent. C'est alors que les rhizomorphes corticaux s'étendent encore plus loin et s'ils parviennent à envelopper le fût, l'arbre dépérit en quelques semaines.

2. Il joue le rôle d'agent de la *pourriture du cœur*. Il est fréquent que l'arbre arrive à freiner l'expansion du champignon et à limiter l'infection à un minimum de racines ou de parties de l'ensouchement. Mais si les racines ont déjà formé du bois de cœur, il est possible que le champignon s'y infiltre et qu'il se propage alors vers le tronc. Si cette *pourriture* se développe généralement dans le *cœur du bois*, il est rare qu'elle se propage dans l'aubier. Chez les résineux, elle ne s'étend presque jamais à plus de 50 cm au-dessus du sol. Chez les feuillus, elle peut atteindre une



Dessin: Verena Fataar/FNP

Figure 2: Evolution des diverses infections de l'armillaire

d'un à deux mètres par année. Chaque partie sectionnée d'un rhizomorphe forme une vingtaine de nouveaux filaments qui favorisent la dissémination du champignon ainsi que la circulation des substances nutritives et de l'eau. Les rhizomorphes souterrains contribuent souvent à l'infection des racines.

zomorphes corticaux ne se développent que si l'arbre vivait encore au moment où il a été infecté. Comme ils ont une grande longévité, leur présence peut révéler l'activité du champignon parasite et sa contribution au dépérissement de l'arbre.

Après la mort de l'arbre, le champignon déborde du mycélium pour s'étendre sous

Symptômes d'attaque



Photo: O. Holdenrieder/EPF Zurich

Figure 3: Fructifications de l'armillaire couleur de miel.



Photo: O. Holdenrieder/EPF Zurich

Figure 4: Fructifications de l'armillaire à squames foncées.



Photo: O. Holdenrieder/EPF Zurich

Figure 6: Ecoulement de résine au pied d'un épicéa infecté par l'armillaire.



Photo: Phytopathologie/FNP

Figure 8: Couche de filaments mycéliens blancs (mycélium en éventail) découverte sous l'écorce d'un épicéa mort.



Photo: Phytopathologie/FNP

Figure 9: Couche de filaments mycéliens (M) découverte sous l'écorce d'un mélèze mort. Présence de cordons de rhizomorphes semblables à des lacets de souliers (R).



Photo: Phytopathologie/FNP

Figure 5: Après une infection due à l'armillaire, ce mélèze a perdu ses aiguilles prématurément: Partie extérieure déjà dénudée, celle intérieure encore garnie.

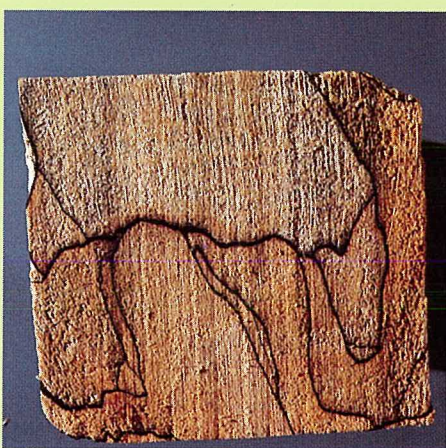


Photo: Phytopathologie/FNP

Figure 7: Lignes foncées (lignes de démarcation), d'un millimètre de large, que l'armillaire a formées dans le bois.



Photo: O. Holdenrieder/EPF Zurich

Figure 10: Bois d'épicéa atteint de pourriture du cœur provoquée par l'armillaire.

hauteur d'un mètre au maximum. La pourriture du cœur se forme souvent (mais pas uniquement) sur les arbres jouissant d'une assez bonne vitalité.

Comme l'armillaire décompose aussi bien la lignine que la cellulose, il fait souvent partie des agents de la pourriture blanche, même s'il ne provoque pas le blanchiment typique que les autres vecteurs de pourriture blanche laissent derrière eux. Le bois décomposé par l'armillaire est d'un rouge brunâtre, puis il devient fibreux, souvent très humide, et il se démarque nettement du

fecteront les racines d'arbres sains avec lesquelles ils entrent en contact.

Facteurs d'influence

Divers facteurs d'influence favorisent l'attaque d'un arbre en vie:

1. *Spécificité de l'hôte*: Elle varie d'une espèce d'armillaire à l'autre (voir tableau).

2. *Agressivité du champignon*: Elle dépend du substrat; un champignon se trouvant sur une grosse souche peut être beaucoup plus agressif qu'un autre instal-

que surtout aux jeunes résineux dont l'âge ne dépasse pas 6 ou 8 ans. Tous deux profitent de l'affaiblissement de leur hôte pour s'y installer. Les espèces typiques de *parasites de faiblesse* tels que l'armillaire à écailles jaunes, l'armillaire à pied bulbeux et l'armillaire du Nord (voir tableau) utilisent la même tactique.

Il convient de relever que les causes d'affaiblissement sont multiples: sécheresse, accumulation d'humidité, gel, choc de transplantation, attaque d'insectes ou de champignons (p.ex. l'oïdium du chêne),

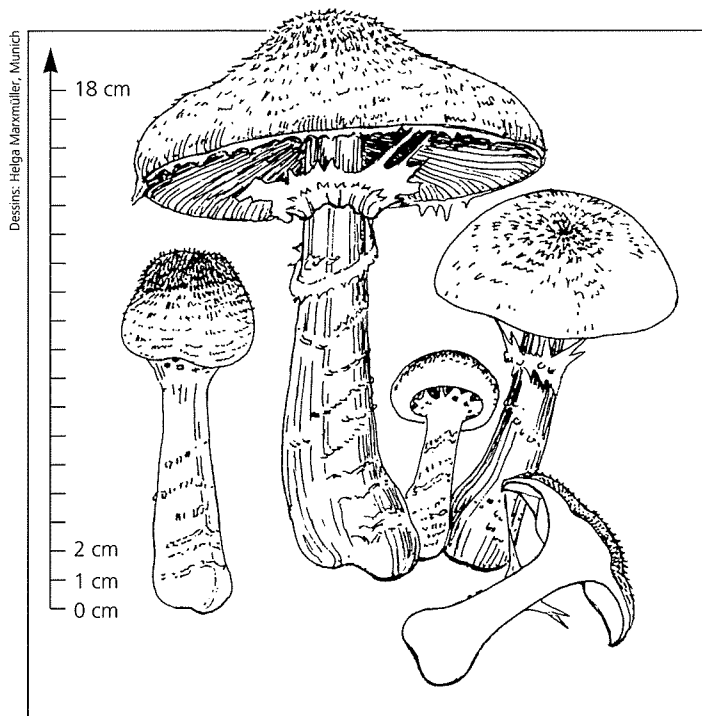


Figure 11: Armillaire à écailles jaunes

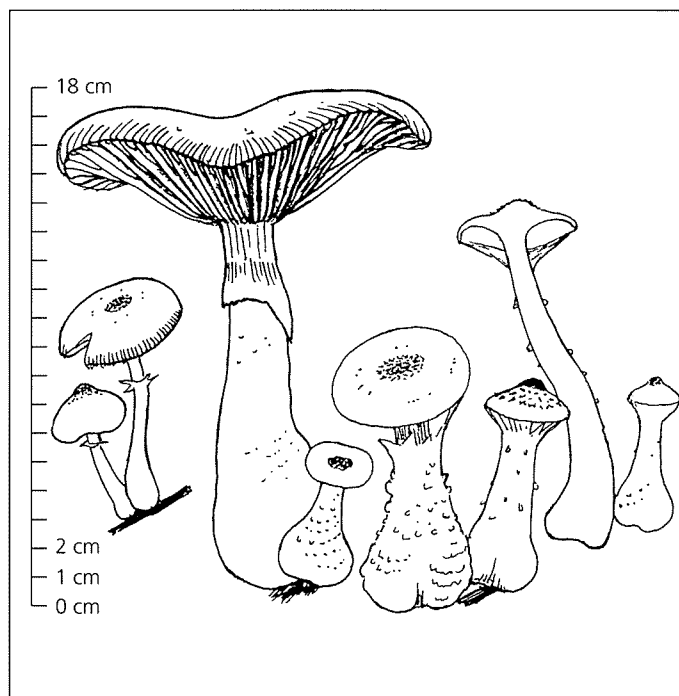


Figure 12: Armillaire à pied bulbeux

bois sain (fig. 10). Un arbre atteint de pourriture du cœur peut survivre durant plusieurs années sans qu'aucun symptôme extérieur n'apparaisse.

L'infection peut aussi se transmettre par contact de *racines malades avec des racines saines* (contamination par contact). Il semble que les espèces agressives (armillaire à squames foncées et armillaire couleur de miel), infectent plus souvent par ce canal que par la voie des rhizomorphes souterrains.

D'après ce que nous savons aujourd'hui, il n'est pas rare que les espèces d'armillaire appartenant aux pathogènes de faiblesse s'infiltrent au travers des blessures (*parasite des blessures*).

Il n'a pas encore été clairement prouvé que les spores infectent directement les arbres sains. Ils ont plutôt tendance à contaminer les souches et les arbres morts, endroits où le champignon peut vivre en saprophyte durant des décennies. Et c'est d'ici que les rhizomorphes souterrains in-

férent sur une petite souche, moins riche en éléments nutritifs.

3. *Spécificité de la plante hôte*: Les résineux sont moins résistants que la plupart des feuillus: le pin sylvestre (*Pinus sylvestris* L.) est connu pour être très sensible; l'épicéa (*Picea abies* [L.] Mill.) l'est un peu moins. Les espèces les plus résistantes sont le sapin blanc (*Abies alba* Mill.) et l'if (*Taxus baccata* L.). Parmi les feuillus, certaines espèces sont très vulnérables. Il s'agit en l'occurrence des arbres fruitiers à noyau appartenant au genre *Prunus*, comme le cerisier, et du bouleau (*Betula* sp.), du noyer (*Juglans* sp.), du saule (*Salix* sp.) et de l'orme (*Ulmus* sp.). Le hêtre (*Fagus sylvatica* L.) appartient aux espèces plus ou moins résistantes.

4. *Etat de santé de l'arbre*: Certaines espèces d'armillaires jouent le rôle de parasite primaire, c'est-à-dire qu'elles attaquent des arbres en parfaite santé. C'est le cas de l'armillaire couleur de miel, qui infecte souvent les arbres fruitiers, et de l'armillaire à squames foncées. Ce dernier s'atta-

que surtout aux jeunes résineux dont l'âge ne dépasse pas 6 ou 8 ans. Tous deux profitent de l'affaiblissement de leur hôte pour s'y installer.

5. *Age de l'arbre*: Durant leur jeunesse, les résineux ont tendance à être très sensibles. Ils gagnent en résistance au cours des ans puis redeviennent très sensibles en vieillissant. Quant aux feuillus, ils sont surtout vulnérables lorsqu'ils sont vieux.

Conséquences pour la forêt

Au point de vue économique, l'armillaire provoque des pertes considérables car la pourriture qu'il engendre *amoindrit la qualité et la stabilité* du peuplement; à cela s'ajoutent les dépérissements d'arbres sur pied dont il est responsable:

- il cause de graves dommages dans les pépinières et les recrûs de résineux;
- il crée des vides dans les plantations car il attaque des groupes d'arbres et non des individus régulièrement répartis sur une large surface;

Prévention

L'armillaire vivant caché à l'intérieur du bois, il n'est pas possible de lutter contre sa présence à l'aide de fongicides. L'utilisation de ce genre de produit n'est d'ailleurs pas recommandable au point de vue écologique. Il faut dire que ce champignon est largement dispersé dans le sol. Voilà pourquoi la prévention est la seule manière de lutter contre l'infection. On cherchera surtout à renforcer le *pouvoir défensif* de l'arbre.

Lors de la création du peuplement, on veillera à :

- favoriser en premier lieu les *rajeunissements naturels* sur les surfaces contaminées par l'armillaire;
- adopter les techniques de *rajeunissement artificiel* assurant un minimum de défaillances (déformation des racines); la méthode des *semis* ou la *plantation de plants en pots* sont recommandables;
- planter avec le plus grand soin (p.ex. plantation sur trous);
- choisir des *essences et des provenances appropriées à la station* en maintenant l'équilibre des mélanges; opter éventuellement pour les espèces de feuillus moins sujettes à l'infection;
- *augmenter les espaces entre les plants* afin de retarder les premières interventions sylvicoles (éclaircir à temps les rajeunissements naturels);
- *renoncer à travailler le sol* dans les lieux fréquentés par l'armillaire car les rhizomorphes ont une énorme faculté de régénération.

Au moment des soins culturaux et de l'exploitation, on cherchera à :

- favoriser la *vitalité* des arbres par des soins adéquats prodigués aux recrûs et aux peuplements;
- maintenir la *diversité* des espèces de plantes et d'animaux capables de contribuer à la sauvegarde de *multiples antagonistes*.

En favorisant quelques espèces d'arbres seulement, on diminue non seulement la diversité des plantes mais aussi la multiplicité des êtres vivants à l'horizon racinaire. Et le nombre d'ennemis des agents de la pourriture des racines et du tronc (p.ex. nombre de champignons mycorhiziques) en sera d'autant plus faible.

- éviter le *compactage du sol* provoqué par la pression exercée par les véhicules de débardage;
- éviter les *blessures* provoquées au collet des arbres restants lors de l'abattage et du débardage car chacune d'elle est synonyme de danger d'infection.

- il dévalorise considérablement le bois; les arbres atteints de pourriture du cœur survivent si leur cambium n'est pas endommagé mais ils perdent de leur résistance face aux coups de vent.

Le bois d'arbres ayant dépéri sous l'action du parasite cortical est encore techniquement utilisable dans la majorité des cas. L'armillaire ne représente aucun danger pour les arbres stockés comme il se doit car il ne peut se développer que sur du bois humide en contact avec le sol.

Au point de vue écologique, l'armillaire est une espèce *utile* appartenant à la microflore qu'il est normal de trouver en forêt. Il contribue largement à la décomposition du bois mort et il joue un rôle important dans la régénération de l'écosystème naturel.

Symptômes d'attaque

- Au stade initial de la maladie, les feuilles ou les dernières générations d'aiguilles prennent une couleur vert pâle à vert

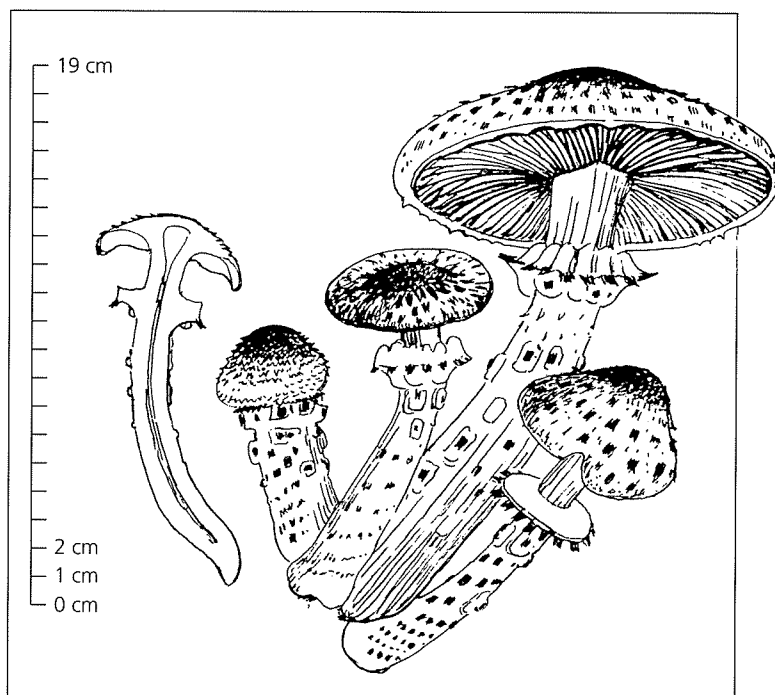


Figure 13:
Armillaire à
squames foncées

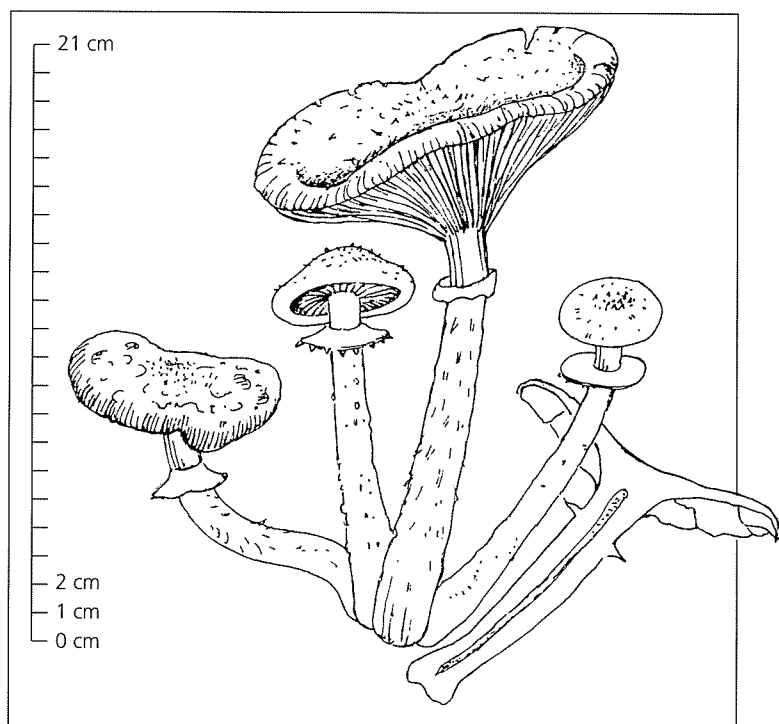


Figure 14:
Armillaire du Nord

jaunâtre. On constate une défoliation prématurée qui commence à l'extérieur du houppier et continue vers l'intérieur (fig. 5);

- les feuilles s'atrophient;
- les arbres forment davantage de cônes ou de fruits. Leurs graines sont plus petites spécialement durant l'année précédant leur dépérissement;
- de fréquents *écoulements de résine* se produisent à la base du tronc (fig. 6); des bulbes noirâtres se forment dans les parties souterraines de l'arbre car des particules du sol y adhèrent. Chez les arbres plus âgés, les écoulements de résine se produisent aussi sur la partie supérieure du tronc;
- des *lignes de démarcation* (limites, fig. 7) se forment à l'intérieur du tronc d'un arbre infecté par le champignon;

– l'arbre subit une *inhibition de croissance*, tant en hauteur qu'en épaisseur.

Il importe de ne pas oublier non plus que ces symptômes peuvent avoir d'autres causes: attaque d'insectes, carence nutritive, sécheresse, suintements muqueux chez les feuillus, facteurs abiotiques ou attaque d'autres champignons colonisant les racines ou le tronc.

- Des *rhizomorphes noirs*, semblables à des lacets de souliers, se forment sur les racines et s'introduisent sous l'écorce après la mort de l'arbre (fig. 9);
- entre juillet et novembre, des *fructifications d'armillaire* entourent le fût de l'arbre en vie ou dépérissant; elles se propagent parfois aussi au tronc ou à l'ensouchement. Leur durée de vie ne dépasse pas une huitaine de jours. En cas de sécheresse et d'absence de vent, leurs spores, sem-

blables à une poudre blanche, s'amassent au sol et sur la végétation.

Les fructifications de l'armillaire se confondent facilement avec celles des pholiotés (espèces de *Pholiota*) qui sont aussi des agents de la pourriture des racines et (occasionnellement) du tronc. Si l'on veut les distinguer, il faut savoir que les pholiotés ne sont pas toujours annelées et qu'elles ont une sporée brune.

- Les lacis blancs de filaments mycéliens (mycélium en éventail) recouvrant le pied de l'arbre et son collet sont les symptômes évidents d'une infection d'armillaire (fig. 8);
- la bioluminescence en est un autre: en Suisse, les espèces d'armillaires sont les seuls champignons émettant une lueur sur le bois de nos forêts.