



Navicella elegans (Ascomycète) - photo Paul Leroy

Bulletin de l'Association des Mycologues Francophones de Belgique

2022/15

Association des Mycologues Francophones de Belgique

(A.M.F.B. asbl) - ISSN 2507-1947

Créée le 16 mai 2007

Siège social : avenue du Champ des Monts, 6 - B-1300 WAVRE
Arrondissement judiciaire de Wavre
Numéro d'entreprise : 0892.031.004

<http://www.amfb.eu>

le site est géré par François CORHAY
francois@corhay.eu

Au sein du Conseil d'Administration, le bureau est composé de :

André FRAITURE, président
Jardin Botanique National de Belgique, Domaine de Bouchout
B-1860 MEISE fraiture@br.fgov.be

Paul PIROT, vice-président
rue des Peupliers, 10 - B-6840 NEUFCHATEAU paul.pirot.mycology@skynet.be

Raymond NOTTE, secrétaire
avenue du Champ des Monts, 6 - B-1300 WAVRE fb494497@skynet.be

Claude QUINTIN, trésorier
Rue du Pays Minier, 9 - B-4400 FLEMALLE claudе.quintin@teledisnet.be

Marcel LECOMTE, rédacteur en chef
Rue Basse Chaussée, 117 - B-5022 COGNELEE/NAMUR mlecomte@skynet.be

Françoise DRAYE, bibliothécaire
rue des Combattants, 56 – B-5000 BEEZ (NAMUR) fa353089@skynet.be

Les autres membres du conseil d'administration sont :

Jacqueline BERNAUD
Annie LECLERCQUE

Norbert BASTIEN - François CORHAY - Jean-Pierre LEGROS
Jean-Marie PIRLOT

Table des Matières

Pages

3. In Memoriam
4. Paléomycologie : à la recherche des ancêtres – **J.M. PIRLOT**
24. La rouille de la mercuriale - **M. LECOMTE**
26. *Coprinopsis pannucioides* - **D. DESCHUYTENEER**
30. Le coin des Myxomycètes : *Ceratiomyxa fruticulosa*, *Trichia varia* & *Arcyria cinerea* **S. DEFAYS**
33. *Cystoagaricus sylvestris* - **D. DESCHUYTENEER & G. FERISIN**
35. Les champignons dits « comestibles » le sont-ils encore ? - **P. PIROT**
45. *Psathyrella effibulata* - **D. DESCHUYTENEER & L. KRIEGELSTEINER**
47. Exemples de variabilité des champignons hypogés - **J.B. PEREZ**
58. Les anamorphes de certains ascomycètes ne sont pas toujours nos amis : les moisissures **M. LECOMTE**
66. Le ramollisseur G.S.M. - **M. LECOMTE**

In Memoriam

A l'occasion de la parution de ce nouveau Bulletin, souvenons-nous des fondateurs de notre Association qui nous ont quitté bien trop tôt, et qui nous ont marqué de leur empreinte

**Jean-Marie SENELART
Clairette DEBROUX
Mireille LENNE
Jean LHOEST
Alfred LOSS
José PRADOS**

Nombre de nos adhérents ont également rejoint le paradis des mycophiles

**Robert COLLOT
Etienne FONTENELLE
Régis GOETINCK
Rex GOOSSE
Christine LEMPEREUR
Elsa MAZET
Franck POUPEL
Jan RYDE
Robert VROOMEN**

Nous avons une pensée toute particulière pour ceux qui nous ont initiés en transmettant leur savoir

**Guy AUDERSET
Didier BAAR
Michel BLAISE
Jean LACHAPELLE
Christian LECHAT
Claude LEJEUNE
Albert MARCHAL
Albert PERICOUCHE
Gérard SICK**

PALÉOMYCOLOGIE A la recherche des ancêtres

Jean-Marie PIRLOT

RÉSUMÉ

Cet article tente de retracer dans ses grandes lignes l'évolution des *Mycota* à travers les époques géologiques, en présentant quelques fossiles témoins de leur apparition et de leur rôle prépondérant dans l'installation de la flore sur la terre ferme.

SUMMARY

This article attempts to outline the evolution of the *Mycota* through geological eras by presenting some fossils that bear witness to their appearance and their predominant role in the establishment of flora on dry land.

RIASSUNTO

Questo articolo tenta di delineare l'evoluzione dei *Mycota* attraverso le ere geologiche presentando alcuni fossili che testimoniano la loro comparsa e il loro ruolo predominante nello stabilimento della flora sulla terraferma.

MOTS CLÉS

Paléomycologie, fossile, ambre, fungi, chytrides, Basidiomycètes, Zygomycètes, Ascomycètes.



Fig. hors-texte. Un écoulement de résine va englober *Protomyccena electra* (source : Wikipédia)

INTRODUCTION

La presse aime les scoops et ne manque pas une occasion de faire une annonce fracassante, peu importe souvent le sérieux de l'information ou la compétence du journaliste : l'essentiel n'est-ce pas d'être le premier à diffuser la nouvelle ? Les dinosaures étant à la mode, la paléontologie n'échappe donc pas à cet engouement : c'est à qui annoncera la découverte du fossile le plus ancien. Le règne fongique est dans la course : voici quelques exemples de ce que cela peut donner. Sur le site du Soir : « *Les chercheurs ont donc découvert un petit (3,2 mm de diamètre) champignon*

presque intact du type de ceux que nous pouvons cueillir en automne dans nos bois et qui appartient à la famille des Coprinites dominicana » (LE SOIR, 1996). Sur la page d'accueil de Yahoo, un article de Sciences et Avenir paru en 2016 était intitulé « *Le plus ancien fossile terrestre.* » (IGNASSE, 2016) ; ou dans Libération : « *Un champignon du temps des dinosaures découvert au Brésil. Ce spécimen, le plus ancien jamais retrouvé, a poussé il y a environ 115 millions d'années.* » Libé précisait : « *Une observation avec un microscope électronique, a révélé qu'il avait des branchies sous son chapeau plutôt que des spores ou des épines [sic !], des structures qui peuvent aider à identifier les espèces de champignon.* » (LIBÉ, 2017). En fait, Libé reprend un article de Sci News : « *Paleontologists find oldest fossil mushroom. Electron microscopy revealed that Gondwanagaricites magnificus had gills under its cap, rather than pores or teeth, structures that release spores and that can aid in identifying species* » (ANDERSON, 2017). [outre la confusion entre « pore » et « spore », relevons aussi que *gill* = branchie ou lam(ell)e ! NDA]

Il m'est alors souvenu que j'avais commis un petit mot sur les fossiles de champignons dans Myco', en 1999 (PIRLOT, 1999). Mais en 20 ans, les choses doivent avoir bien changé au fil des nouvelles découvertes. Donc, au fur et à mesure de mes recherches, j'ai pu rassembler une abondante documentation puisée autant que possible dans des publications scientifiques, sinon dans Wikipédia.

L'article qui suit, inspiré pour l'essentiel par l'excellent Power Point de Fabio PENATI, tente de retracer quelques-unes des étapes de l'évolution des *Fungi* comme nous les dévoilent les découvertes de la paléomycologie (PENATI 2015).

DE LA PALÉONTOLOGIE À LA CLADISTIQUE

La paléontologie se définit comme la « *Science qui étudie les êtres vivants (animaux, végétaux ou micro-organismes) ayant peuplé la Terre au cours des temps géologiques, en se fondant principalement sur l'interprétation des fossiles* » (LAROUSSE, sub art. Paléontologie)¹.

Le paléontologue travaillera donc sur des « *débris ou empreintes de plante ou d'animal, ensevelis dans les couches rocheuses antérieures à la période géologique actuelle, et qui s'y sont conservés* » (LAROUSSE,

¹ LAROUSSE : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais>

sub art. Fossile), afin de reconstituer, par les méthodes de l'anatomie comparée, la morphologie des plantes et des animaux disparus. Ensuite, des illustrateurs et autres artistes (p. ex. des cinéastes) mettent les reconstitutions en vie. Toutes ces reconstructions sont en partie conjecturales, puisque l'organisme est toujours plus ou moins abîmé ou incomplet : c'est généralement le cas pour les couleurs.

Ma	Ère	Période	Fungi	Plantes
4.540 1.700 1.430 1.300 1.000 650	« Archéen » ²	(Stathérien) (Calymmien) (Ectasien) (Tonien) (Vendien)	<i>Tappania</i> <i>Ourasphaira giraldae</i> Chytrides	Algues rouges ³ Algues vertes
541	PRIMAIRE = Paléozoïque	Cambrien		
485,4 460		Ordovicien	<i>Glomeromycota</i>	
443,4		Silurien	<i>Tortotubus protuberans</i> (= <i>Ornatifilum lornensis</i> ?) <i>Prototaxites</i> sp	Premières plantes terrestres
419,2		Dévonien	<i>Palaeoblastocladia milleri</i> <i>Glomites rhyniensis</i> <i>Paleopyrenomycites devonicus</i> <i>Asteroxylon mackiei</i>	Prêles, fougères, premières plantes à graines
358,9		Carbonifère	<i>Roannaisia</i> , <i>Mycocarpon</i> <i>Palaeosclerotium pusillum</i> <i>Palaeancistrus martinii</i>	Ptéridophytes géants
298,9		Permien		
252,2 245	SECONDAIRE = Mésozoïque	Trias	<i>Jimwithea circumtecta</i>	Forêts de conifères
201,3		Jurassique		
145,0		Crétacé	<i>Quatsinoporites cranhamii</i> <i>Palaeoagaracites antiquus</i> <i>Archaeomarasmius leggetti</i> <i>Gondwanagaracites magnificus</i> <i>Palaeoclavaria burmitis</i> <i>Palaeodikaryomyces baueri</i>	Apparition des angiospermes
115 100				
66,0	TERTIAIRE et QUATERNAIRE = Cénozoïque	Paléogène		
23,03		Néogène	<i>Xylaria antiqua</i> <i>Protomycena electra</i> <i>Aureofungus yaniguae</i>	
2,58		Quaternaire		
0.30				<i>Homo sapiens</i> (Djebel Irhoud)

Ma = millions d'années

Tab. 1. Chronologie succincte

Ligne du temps reprenant les couleurs du tableau.

(*Homo sapiens* n'apparaît pas : sa période d'existence est trop brève pour cette échelle !)⁴



² Période comprise entre la formation de la Terre et le Cambrien ; elle comprend le Préarchéen ou Hadéen (- 4.700 Ma à - 4.000 Ma), l'Archéen proprement dit (- 4.000 Ma à - 2.500 Ma), le Protérozoïque (- 2.500 Ma à - 650 Ma). On l'appelle aussi « Précambrien » et comprend donc 4 milliards d'années sur les 4,6 d'âge de la Terre. Nous ne le détaillons pas ici, mais indiquons seulement entre parenthèses l'ère de l'apparition des algues et fungi. (WIKIPÉDIA : *Échelle des temps géologiques*).

³ La chronologie de l'apparition des algues est reprise à PEREZ, 1997.

⁴ La date d'apparition de l'*Homo sapiens* est sans cesse remise en question. Nous indiquons ici, à titre purement exemplatif, la découverte des ossements du Djebel Irhoud en 1960 ; la datation en a été faite en 2017 et est estimée à environ 300.000 ans.

Mais le paléontologue ne se contente pas de reconstituer : une fois l'espèce décrite et caractérisée, il doit la replacer dans l'histoire de l'évolution et définir ses liens de parenté avec les taxons voisins.

Pour ce faire, il rassemble dans un même groupe tous les taxons qui présentent un même *caractère dérivé propre*, c'est-à-dire un caractère hérité d'un de ses ancêtres, mais dans un état différent de l'état ancestral. Par exemple, les champignons actuels ont hérité de leur ancêtre des hyphes à septum ; chez les basidiomycètes, ce septum s'est modifié avec l'apparition d'un dolipore⁵ ; la présence d'un dolipore est un caractère dérivé propre aux basidiomycètes. Le groupe constitue, avec le taxon qui présente le caractère primitif, un groupe monophylétique, c'est-à-dire regroupant une espèce ancestrale unique ainsi que la totalité de ses descendants. Ce groupe est appelé « clade ». La *cladistique* est donc une méthode de classification par clade, basée sur la plus ou moins grande proximité des liens de parenté, et dans laquelle tous les taxons doivent être monophylétiques⁶.

LA PALÉOMYCOLOGIE

Biologistes et botanistes s'intéressent à la paléontologie ; les mycologues, à la paléomycologie. Soit. Mais existe-t-il des fossiles de champignons pour ce faire ?

Selon une idée répandue, mais préconçue et erronée, les champignons seraient trop fragiles pour être fossilisés ! En réalité, il existe des fossiles de champignons. Très peu, certes : on en connaît aujourd'hui entre 500 et 600 espèces.

Pourquoi cette rareté ?

La fossilisation est un événement très improbable dont le processus est peu favorable à la conservation des champignons ; en effet, la décomposition commence dès la mort de l'organisme, animal ou plante ; seules subsistent les parties résistantes, mais elles sont souvent dispersées par les agents naturels (vent, eau courante...) ou les animaux nécrophages ; la fossilisation n'est possible que si l'organisme est recouvert rapidement par des sédiments ou autres matériaux.

Il existe aussi des structures fongiques dans des restes de plantes, mais elles passent souvent inaperçues, car les paléontologues sont avant tout des botanistes (MARTIN, 2014).

Il y a cependant des exceptions spectaculaires, comme la flore de Rhynie (Écosse), découverte dans une chaille (concrétion siliceuse dans une matrice calcaire) avec un écosystème complet⁷, ou les ambres fossiles (Baltique, République dominicaine, etc.)

FUNGI, LES FOSSILES

Est-ce un champignon ?

Grâce à la technique de l'horloge moléculaire⁸, il est possible de supposer que la divergence entre champignons et animaux se serait produite il y a environ 1.500 millions d'années.

1. *Tappania*

Le plus ancien fossile susceptible d'appartenir au règne fongique est un organisme marin pluricellulaire classé dans le genre *Tappania* (TAYLOR & al., 2015). Il date de 1.650-1.400 Ma et est caractérisé par une structure filamenteuse ramifiée rappelant des hyphes de champignon (Australie, Canada, Chine, etc.). Mais son identité est contestée. Selon Nicholas J. Butterfield, comme les champignons supérieurs actuels, c'est un eucaryote composé de filaments septés, branchus, capable d'une fusion secondaire. « *Combinée à des preuves morphologiques phylogénétiques, taphonomiques [processus de fossilisation] et fonctionnelles, une telle « fusion hyphale » identifie Tappania de manière fiable, sinon concluante, comme un champignon, probablement un groupe frère des « champignons supérieurs » [Dikarya], mais plus dérivé que les Zygomycètes.* » (BUTTERFIELD 2005).

Toutefois, selon d'autres, il s'agirait plutôt d'une algue. En effet, sa structure d'excystement⁹ (extensions en forme de collier) et les caractéristiques structurales de la paroi cellulaire sont similaires à celles des microalgues de la classe des *Charophyceae* (MOCZYDŁOWSKA & al. 2011).

Dernière hypothèse enfin : ce serait un champignon peut-être proche des *Glomeromycota*, associé à une cyanobactérie.

⁵ Un **dolipore**, chez les Basidiomycètes, est un pore situé au centre des cloisons transversales des hyphes (septa) et qui peut s'ouvrir ou se fermer, servant ainsi de filtre (*dolium* = tonneau ; désigne la forme du pore).

⁶ <https://www.aquaportail.com/definition-1643-cladistique.html>

⁷ Voir ci-dessous : **L'écosystème fossile de Rhynie**.

⁸ L'hypothèse de l'horloge moléculaire suppose que les mutations surviennent à une vitesse constante : une molécule donnée évoluerait au même rythme avec le temps. On pourrait donc estimer le temps depuis lequel deux espèces ont divergé en comparant leur diversité moléculaire (provoquée par les mutations).

⁹ Le kyste est une structure qui se forme pour protéger certains organismes dans des conditions défavorables. Le processus qui rompt la paroi du kyste est connu sous le nom d'« excystement ».

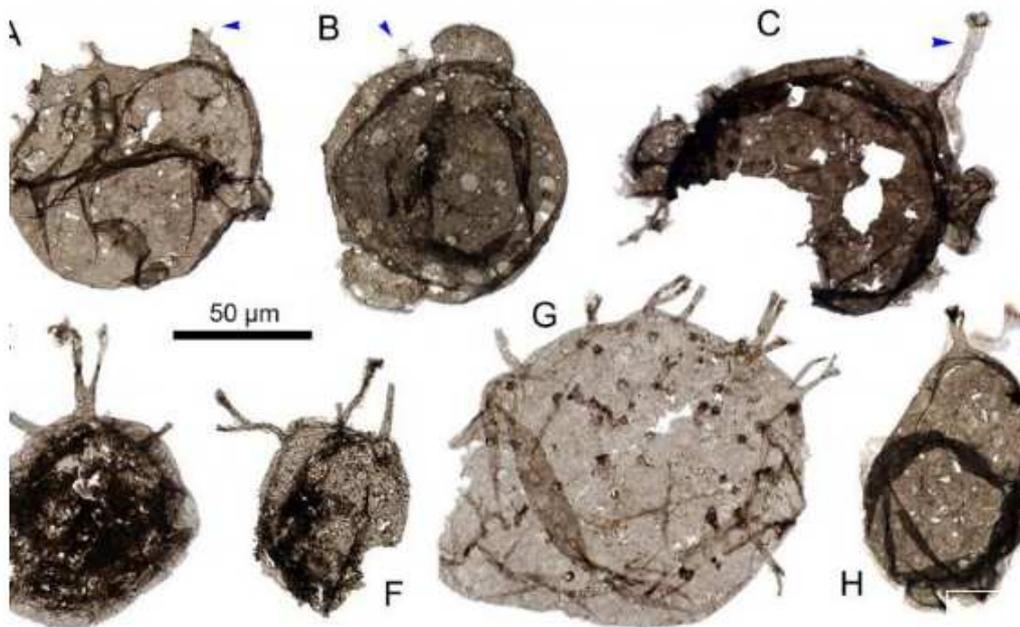


Fig. 1. *Tappania plana* (Photo : Z. ADAM & N. BUTTERFIELD)

Des « vrais » champignons microscopiques et des géants

2. *Ourasphaira giraldae*

En mai 2019, des chercheurs de l'université de Liège, en Belgique (Laboratoire Early Life Traces & Evolution-Astrobiology), publient la découverte d'un fossile de ce qui est jusqu'à l'heure actuelle le plus ancien organisme appartenant indubitablement au règne des *Fungi* et qu'ils ont nommé *Ourasphaira giraldae*.

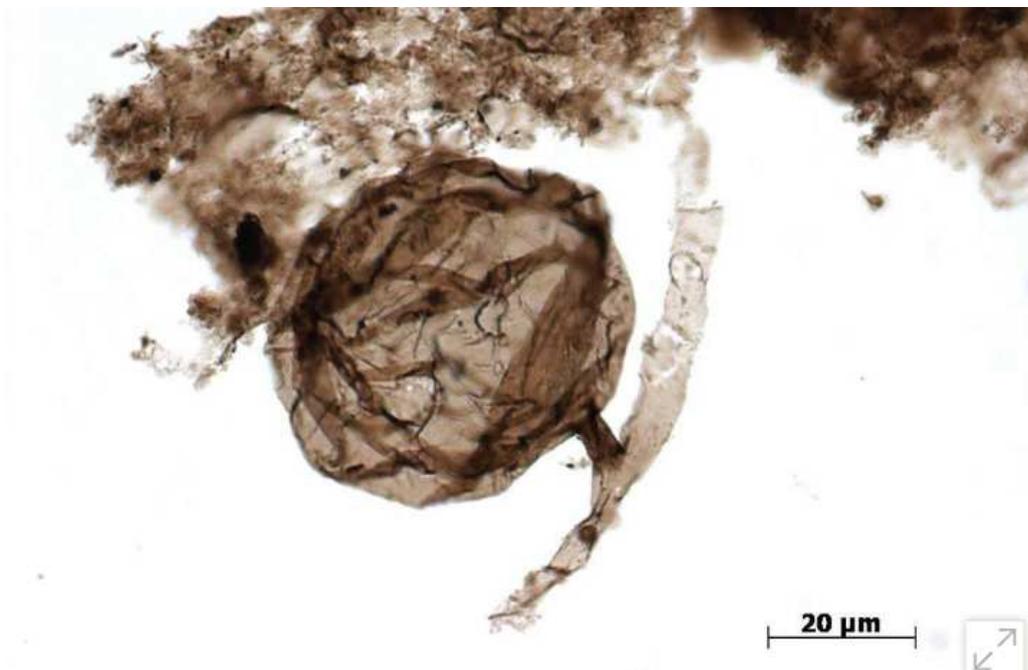


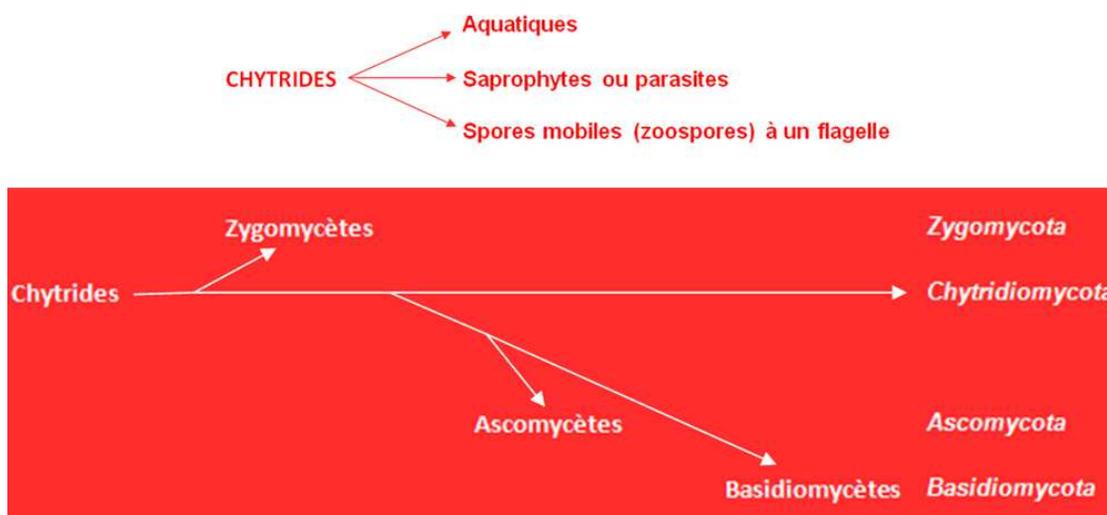
Fig. 2. Spore d'*Ourasphaira giraldae* (Photo : LORON & al. 2019)

Datant d'environ 1.000 Ma, cet organisme microscopique vivait sur la terre ferme, bien avant l'apparition des plantes terrestres. On pensait auparavant que les champignons avaient colonisé la terre pendant le Cambrien (environ 540 Ma) : la découverte d'*O. giraldae* repousse donc cette date d'un demi-milliard d'années ! Les fossiles sont très bien conservés et gardent des traces de matière organique, car ils ont été englués dans de la boue solidifiée, ce qui a empêché leur décomposition en les isolant de l'oxygène. Il a été ainsi possible d'en faire l'analyse chimique et de constater dans les parois cellulaires la présence de chitine, une substance que l'on trouve dans les champignons et dans l'exosquelette des insectes (apparus plus tard, lors du Dévonien, 400 Ma), mais jamais dans les plantes (LORON & al., 2019). L'analyse micros-

copique a permis d'identifier des spores sphériques de 40-80 µm, des filaments ramifiés reliant les spores et des parois cellulaires à deux couches.

3. *Chytridiomycota*

Dès le précambrien (Vendien, 650 Ma) apparaissent les **Chytrides**, champignons unicellulaires aquatiques, à partir de certains desquels évoluent les ancêtres des Zygomycètes, des Basidiomycètes et Ascomycètes.



Tab. 2. Évolution des Chytrides

Les Chytridiomycètes (*Chytridiomycota*) ou chytrides constituent un vaste groupe de champignons saprophytes ou parasites, principalement aquatiques, qui se sont perpétués jusqu'à nos jours : les fossiles trouvés dans des couches du Vendien, ressemblent à nos *Chytridiomycota* contemporains. Ils vivent surtout dans les eaux douces et décomposent la chitine et la kératine. Leur thalle ne forme pas un vrai mycélium et certaines espèces sont unicellulaires. Leur caractère le plus remarquable est de posséder des spores mobiles (zoospores) dotées d'un flagelle qui leur permet de nager. Ce sont les seuls mycètes à posséder ce type de spores, mais cette caractéristique pourrait donner à penser que les champignons auraient tous une origine aquatique plutôt que terrestre.

4. *Glomeromycota*



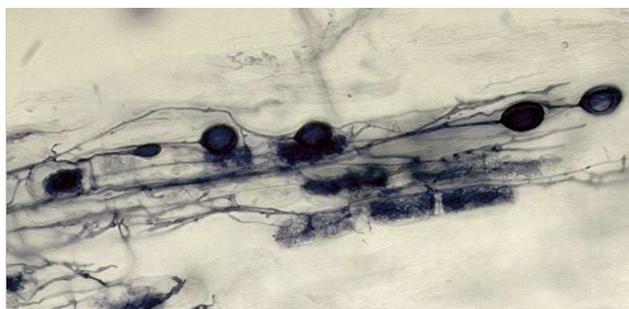
En se basant sur la technique de l'horloge moléculaire, on peut dater l'apparition des Gloméromycètes à 620–600 Ma, lors de l'Ordovicien, avant l'apparition des premières plantes terrestres. Ces champignons, dont les descendants développent des mycorhizes arbusculaires, vont jouer un rôle fondamental dans la propagation des plantes. Des fossiles ont été découverts dans le Wisconsin (USA) et datent de 460 Ma. Les spores et les hyphes sont semblables à celles des espèces actuelles de l'ordre des Glomérales, comme celles de *Glomus intraradices* (PENATI, 2015).

Fig. 3. Glomérale : spore fossile (Source : PENATI, 2015)

Pour rappel, les Glomérales développent des « endomycorhizes à arbuscules et vésicules (ou arbusculaires) ».

Fig. 3a. Endomycorhize à vésicules chez *Epilobium hirsutum* (photo M. Lecomte)

« Ce nom évoque les structures hyphales qui se forment à l'intérieur des cellules, et dessinent de petits arbres. Les hyphes pénètrent les parois cellulaires de la plante, sans percer la membrane plasmique, et entretiennent des rapports d'échange très étroits avec le cytoplasme. Certains d'entre eux forment également, dans les cellules de la racine, des organes de stockage appelés vésicules. » (LECOMTE 2013).



5. *Tortotubus protuberans* (= *Ornatifilum lornensis* ?)

Ce « n'est pas le plus ancien organisme ayant vécu sur Terre mais il en représente la plus vieille trace » écrit Joël Ignasse, pour nuancer le titre de son article dans Sciences et Avenir – voir ci-dessus : **Introduction** (IGNASSE, 2016). « A la période où cet organisme existait, la vie était presque entièrement limitée aux

océans. Rien de plus complexe que des mousses ou des lichens n'avait gagné la terre. ». Le fossile a été découvert dans un Mudstone¹⁰ et date de 420–410 Ma.

Les traces de mycélium ont été découvertes par Martin Smith dans des microfossiles (SMITH, 2016). Il montre une structure en cordons secondaires enroulés autour d'un filament principal ; chez les champignons actuels, ce type de mycélium est associé aux plantes vivant dans des environnements pauvres en éléments nutritifs.

En décomposant la matière organique sur le sol (algues, bactéries, etc.), ces champignons ont contribué à en rendre la surface fertile, favorisant ainsi l'implantation et la prolifération de la végétation primitive (mousses, lichens, ...) de cette époque où la vie était presque limitée aux océans.



Fig. 4. *Tortotubus protuberans* (Photo M. R. SMITH)

On a identifié dans ces restes des filaments tubulaires (hyphes ?) d'un diamètre de 6–10 µm avec des septa perforés, et des spores asexuées septées (conidies) ; ces caractères ne sont pas sans rappeler les actuels *Ascomycota*.

6. Des géants ambigus : les *Prototaxites*

Contemporain des microscopiques *Tortotubus*, vivait au Québec, en Europe, en Arabie Saoudite ou en Australie un géant qui mesurait jusqu'à 8 mètres de haut : qui dit mieux ? Paradoxalement, malgré ces dimensions colossales et le fait qu'on en connaisse 14 espèces, on n'est pas sûr de l'identité des *Prototaxites*. A leur époque, 420–370 Ma, ils étaient les plus

grands organismes vivant sur la terre ferme, ce qui n'était guère difficile dans un monde sans vertébrés terrestres et où la surface émergée n'était peuplée que de petits invertébrés et de plantes de quelques centimètres.

Au moment de sa découverte (1859), *Prototaxites* a été décrit comme le tronc d'un conifère du genre *Taxus* en partie décomposé par des champignons ; mais les premiers « arbres » ne sont apparus que plus tard (Dévonien). Par l'étude des isotopes du carbone, C. K. Boyce et C. Hotton ont démontré qu'il ne s'agissait pas d'une plante (algue), car ses atomes de carbone ne proviennent pas d'une source unique (l'air), comme chez les plantes, mais de très nombreux hydrocarbures, comme chez les champignons qui se nourrissent de tout ce qu'ils peuvent métaboliser dans le sol (BOYCE & HOTTON, 2010). Il ne se nourrissait pas du carbone de l'air, mais d'organismes qui pratiquent la photosynthèse ; il était donc hétérotrophe. Ce pourrait dès lors être un champignon (HOBBIE & BOYCE, 2010). Mais selon d'autres, il aurait été impossible qu'un tel « monstre » trouve suffisamment de nourriture dans les maigres ressources terrestres d'alors. Marc-André Selosse avait émis l'hypothèse que *Prototaxites* était une sorte de lichen, tirant ses ressources à la fois de la matière organique (hétérotrophie) et de la photosynthèse (autotrophie) (SELLOSSE, 2002). A moins qu'il ne s'agisse « de tapis d'hépatiques mixotrophes¹¹ partiellement dégradés, par le vent, la gravité ou l'eau, ayant des associés fongiques et cyanobactériens » et qui se seraient enroulés sur eux-mêmes (GRAHAM & al., 2010).

Algue ? Champignon ? Lichen ? Finalement, l'analyse au microscope électronique de fossiles découverts dans le chert de Rhynie¹² et dans le Welsh Borderland a confirmé l'opinion de A. Hobbie et C. K. Boyce : il s'agit bien d'un champignon, non pas un basidiomycète comme on l'a cru avant la découverte de restes d'hyménium, mais un ascomycète (HONEGGER & al., 2017). *Prototaxites taiti* possédait une surface hyméniale composée d'une couche épilhyméniale sécrétée par des paraphyses cloisonnées, d'asques polysporiques inoperculés et sans crochet et d'une couche sous-hyméniale formée d'hyphes à parois minces.

¹⁰ Roche argileuse meuble et peu stratifiée, provenant de la consolidation d'argiles par compaction.

¹¹ Qui se nourrit par autotrophie (via la photosynthèse) aussi bien que par hétérotrophie (aux dépens de constituants organiques préexistants), consécutivement ou simultanément.

¹² Voir paragraphe et note suivants.



Fig. 5. F. Hueber devant un fossile de *Prototaxites* (Photo : C. HOTTON)

*

L'écosystème fossile de Rhynie

En 1910-1913, William Mackie découvre près du village de Rhynie en Écosse, à environ 50 km d'Aberdeen, un écosystème pétrifié dans une chaille¹³ datant du Dévonien inférieur (410 Ma). La description en a commencé entre 1917 et 1921. La découverte a fait sensation, car les organismes fossiles sont parfois préservés entièrement et en trois dimensions, grâce à une silicification extrêmement rapide. Celle-ci s'explique par le contexte volcanique de l'époque : l'activité géothermale a provoqué des inondations ponctuelles (éruptions de geysers, débordements de piscines en terrasses...) ; l'eau était vraisemblablement refroidie à environ 30° C quand elle a atteint la végétation environnante.

Cet écosystème comprend des Arthropodes (arachnides, mites, crustacés), des Nématodes, algues, lichens, plantes (avec des associations mycorhiziennes) et champignons (spores, hyphes et carpophores de *Blastocladiomycota* (anciennement classés dans les *Chytridiomycota*) : *Palaeoblastocladia milleri*, *Glomeromycota* : *Glomites rhyniensis* sur tronc d'*Aglaophyton major*, *Ascomycota* : *Paleopyrenomycites devonicus*).

Fig. 6. Zoosporange de *Palaeoblastocladia milleri* sur *Aglaophyton major* (Photo in TAYLOR, 2015)



7. *Palaeoblastocladia milleri*

Ce champignon se présente dans le chert de Rhynie sous la forme de touffes de 200 µm de long émergeant des stomates et entre l'épiderme et la cuticule d'*Aglaophyton major* (plante intermédiaire entre les plantes vasculaires et les mousses). Les thalles sont formés d'hyphes de 16 µm de diamètre, non cloisonnées et branchues (TAYLOR & al., 2015). Les thalles sont de deux types : sporothalle et gamétothalle. Dans le premier, les terminaisons hyphales en bulbe sont des zoosporanges (structures qui produisent et contiennent les zoospores - spore portant un cil vibratile et mobile dans l'eau), certaines avec des zoospores à différents stades de développement. Les seconds ou gamétothalles (structures qui produisent et qui contiennent des gamètes) ont une forme de tonneau.

¹³ « Chaille » ou « chert » est le nom donné à une concrétion partiellement silicifiée au sein de masses calcaires. De teinte généralement claire, elle est constituée d'un mélange de calcédoine et de calcite. Les silex entrent dans cette catégorie, mais sont généralement considérés séparément.

Tous ces caractères sont identiques à ceux des Blastocladiomycètes actuels, à l'exception du fait qu'aucun de ces articles ne montre des papilles de décharge (sortes d'opercule) ; la libération des zoospores se fait peut-être par la dissociation de la paroi du zoosporange.

8. *Glomites rhyiensis*

Glomites rhyiensis fournit le premier exemple incontestable de mycorhize avec arbuscules (endomycorhizes) et apporte la preuve que l'échange de nutriments entre les champignons et les plantes est très ancien et date de l'époque où celles-ci commencent à envahir la terre ferme (TAYLOR, 1995).

Les hyphes extra-racinaires sont aseptées et à paroi double ; à l'intérieur de la racine, les unes, à paroi mince, abondamment branchues et parfois terminées par des vésicules, forment un réseau assez dense ; d'autres, dans les cellules de la partie externe du cortex, forment des arbuscules comme dans les endomycorhizes actuelles

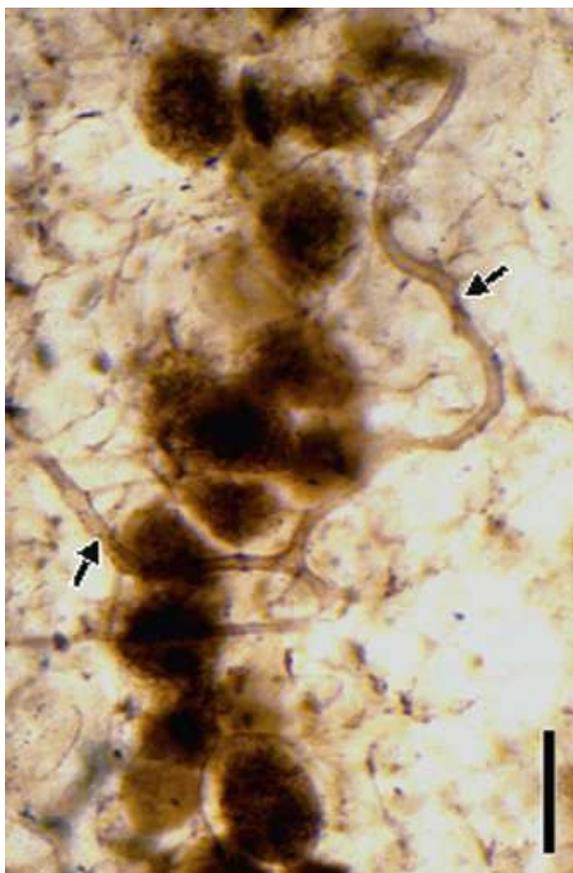


Fig. 7. Hyphes et arbuscules de *G. rhyiensis* dans *Aglaophyton major*. Échelle = 80 μm . (Ph. H. KERP)



Fig. 8. *G. rhyiensis* chlamydospore intercalaire. Échelle = 70 μm . (Photo in TAYLOR & al., 2009)

9. *Paleopyrenomycites devonicus*

Paleopyrenomycites devonicus est un ascomycète du Dévonien (400 Ma) : c'est le plus ancien fossile que l'on peut identifier avec certitude comme appartenant à ce groupe ; l'exemplaire se développait sur une plante vasculaire : *Asteroxylon mackiei* (rhizome nu portant des tiges), apparenté aux *Ptéridophytes* (TAYLOR & al., 2015). Sa morphologie est comparable à celle de nos actuels Pyrénomycètes. Les périthèces sphériques, juste sous l'épiderme de l'hôte, mesurent en moyenne 400 μm et leur paroi est formée de deux couches d'hyphes. Les asques, d'une longueur d'environ 50 μm , contiennent entre seize et trente-deux ascospores, celles-ci mesurant environ 5 μm de long.

Des basidios, entre autres...

10. *Mycocarpon cinctum*

Le fossile de *Mycocarpon cinctum*, datant de 330 Ma, a été décrit par KRINGS & al., 2010. Il évoque un carpophore sphérique, mesurant ≤ 200 μm de diamètre, avec une cavité centrale et une double paroi : la paroi externe, épaisse de 10 μm , est constituée d'hyphes à paroi mince, septées, entrelacées, mesurant 3–6 μm de diamètre ; la paroi interne, épaisse de 15 μm , est formée de branches de la première couche, irrégulières, densément entrelacées, à paroi devenant brusquement plus épaisse.

La cavité centrale contient de petites sphères, d'abord interprétées comme étant des ascospores. Selon MEYEN 1987, ce pourrait être un ascomycète, car le fossile ressemble à un cléistothèce contenant des ascques. Mais la présence d'hyphes à septa porés comme chez les Basidiomycètes pose problème.



Fig. 9. Périthèces de *Paleopyrenomycites* sur *Asteroxylon* (Photo : N. T. TAYLOR)

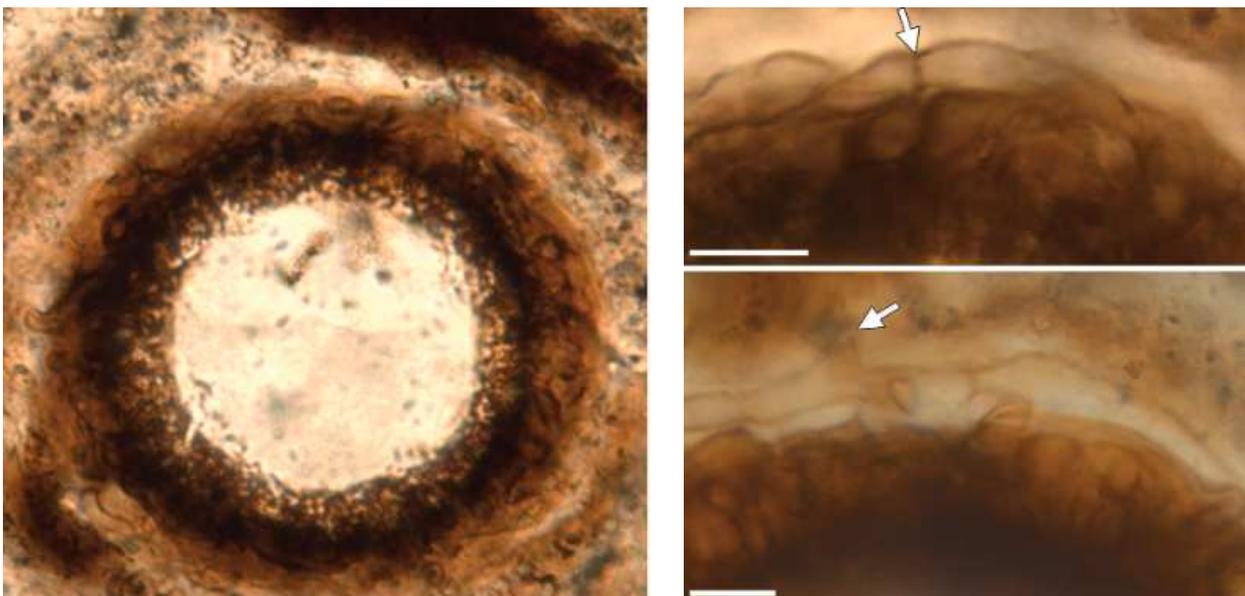


Fig. 10. *Mycocharpon cinctum*. A droite : couche externe, avec septum (flèche) au-dessus et branche (flèche) en dessous – échelle : 10 μm . (Photos : KRINGS & al., 2010)

On pense maintenant qu'il s'agirait plutôt d'un Zygomycète : la grande sphère étant considérée comme une zygospore et la structure entière, comme un zygosporange à manteau. Dans ce cas, les sphères plus petites parfois présentes dans la grande sphère seraient un certain type de micromycète parasite (KRINGS & al., 2013, p. 7).

11. *Palaeosclerotium pusillum*

On rencontre, chez *Palaeosclerotium pusillum*, datant de 310 Ma, des difficultés d'interprétation du même type que chez le précédent : les carpophores, qui peuvent atteindre 1,2 mm de diamètre, ont d'abord été décrits comme des sclérotés (ROTHWELL, 1972). Mais en réalité, ils présenteraient à la fois des structures typiques des ascomycètes (cléistothèces) et des basidiomycètes : hyphes avec septa à dolipore constituant les cléistothèces et hyphes avec boucles portant les cléistothèces (DENNIS, 1976). SINGER, 1977, suggère qu'il y aurait en réalité deux champignons : un ascomycète proche des Eurotiales parasité par le mycélium d'un basidiomycète. PIROZYNSKI & WERESUB, 1979, contestent cette hypothèse : *P. pusillum*

représenterait un type primitif de champignon dikaryote qui n'est ni ascomycète ni basidiomycète, mais plutôt un intermédiaire entre les Basidiomycètes et une symbiose de type lichen. Les asques décrits dans certains spécimens seraient des cavités dans le stroma. HAWKSWORTH, 1994, confirme l'hypothèse de R. L. Dennis : cleistothèces avec asques contenant de 4 à 8 spores et fixées à des hyphes bouclées ; il aurait donc existé, durant la période du Pennsylvanien moyen, un « chaînon » intermédiaire, mais entre ascos et basidios.

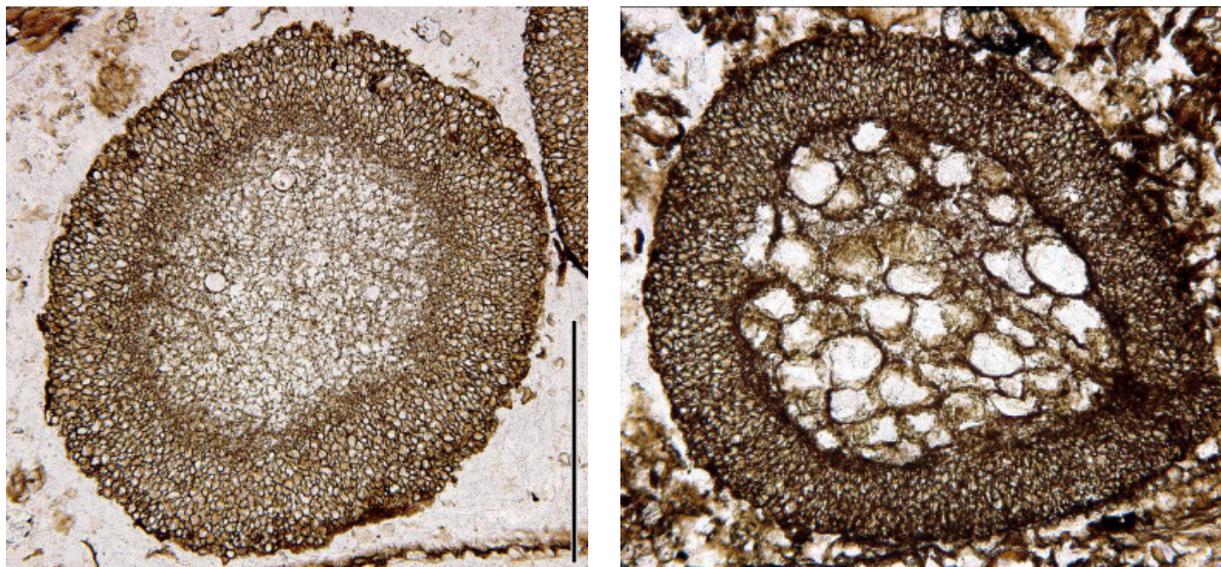


Fig. 11. *Palaeosclerotium pusillum* : sous la couche pseudoparenchymateuse, zone centrale contenant à gauche, des hyphes branchues et septées – échelle = 500 μ m ; à droite, des corps en forme de spores (Photos : in TAYLOR & al., 2015)

12. *Palaeofibulus antarticus*



Fig. 12. *Palaeofibulus antarticus* : hyphes bouclées (Photos : OSBORN & al.)

Palaeofibulus antarticus est, à ce jour, le plus ancien fossile identifié avec certitude, malgré l'absence d'articles de reproduction, comme appartenant à un basidiomycète (LI D.-W. & al. 2016). Datant de 330 Ma, il précède donc *Palaeancistrus martinii* (ci-dessous), considéré auparavant comme le plus ancien. Il a été découvert à Esnost (Autun, France) dans le rachis de *Botryopteris antiqua*, une filicale (fougère) fossile. Il est constitué d'hyphes bouclées et abondamment branchues, formant des amas dans les cellules de l'hôte et d'hyphes non branchues passant de cellule en cellule ; parfois, une branche est issue d'une boucle (OSBORN & al., 1989).

13. *Palaeancistrus martinii*

C'était l'ancien lauréat de la course à la plus grande ancienneté chez les Basidiomycètes. *Palaeancistrus martinii* a été découvert aux USA, dans l'Illinois (DENNIS, 1970) et vivait il y a 315–310 Ma (Pennsylvanien moyen) comme saprophyte d'une fougère fossile du genre *Zygopteris* dont il avait envahi le xylème. A l'époque de sa découverte (1969), il était le premier témoignage connu d'un champignon à hyphes bouclées, donc le plus ancien fossile incontestable d'un basidiomycète. Vingt ans plus tard, il a été relégué à la deuxième place par *P. antarticus* – voir ci-dessus (LI D.-W. & al. 2016).

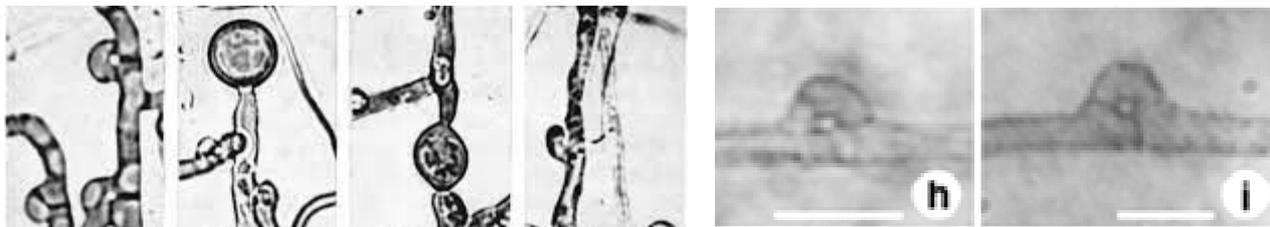


Fig. 13. *Palaeancistrus martinii* ; à gauche : boucles et chlamydospores (DENNIS, 1970) – à droite : boucles (in KRINGS & a., 2011)

Les hyphes, d'un diamètre de 2,7–4,8 μm , sont cloisonnées et bouclées et se ramifient abondamment à angle droit. Des gonflements intercalaires et terminaux représenteraient, selon DENNIS, 1970, des chlamydospores comparables à celles de *Lentinus tigrinus*, un lignivore de la famille des *Polyporaceae*. Tout porte donc à croire que *P. martinii* aurait été un saprophyte. Si tel est le cas, le saprophytisme est apparu très tôt chez les Basidiomycètes et pourrait être leur mode de vie le plus ancien.

*

A partir de cette époque (Carbonifère supérieur), on peut affirmer que des représentants de toutes les divisions actuelles du règne des *Mycota* sont apparus sur la terre ferme. Mais à l'exception de l'ambigu *Prototaxites*, ils n'existaient encore que sous la forme d'organismes microscopiques. Peu à peu vont apparaître ce que nous appelons des « macromycètes ».

Par ailleurs, dès le Trias et surtout le Carbonifère, avec l'apparition des arbres, un nouveau genre de fossile va se former : les ambres, dans lesquels les organismes inclus restent dans un état de conservation exceptionnel. Comme exemple de ce processus de fossilisation, voici la manière dont se sont formés les ambres et lignites du bassin Comatillo, en République dominicaine :

- Un arbre laisse écouler de la résine suite à événement tel qu'une blessure, etc. (voir : Fig. hors-texte, p. 4)
- La résine durcit au contact de l'air, devient du copal et tombe au sol.
- Le copal est entraîné le long des pentes par les eaux de ruissellement (averses,...) et est soit déposé dans un lagon côtier, mélangé avec plantes et sédiments, soit transporté par les rivières vers les bassins marins où il repose sur le fond parmi sables et graviers.
- Un enfouissement de plus en plus profond au cours des millions d'années crée des conditions spéciales de pression et de température qui transforment plantes et copal respectivement en lignite et ambre.
- Le même processus transforme les sédiments en roche.
- Un soulèvement tectonique, combiné à l'érosion, expose les roches porteuses d'ambre à fleur de sol (ITURRALDE-VINENT, 2001).

*

Un attardé et des airs de famille

14. *Palaeodikaryomyces baueri*

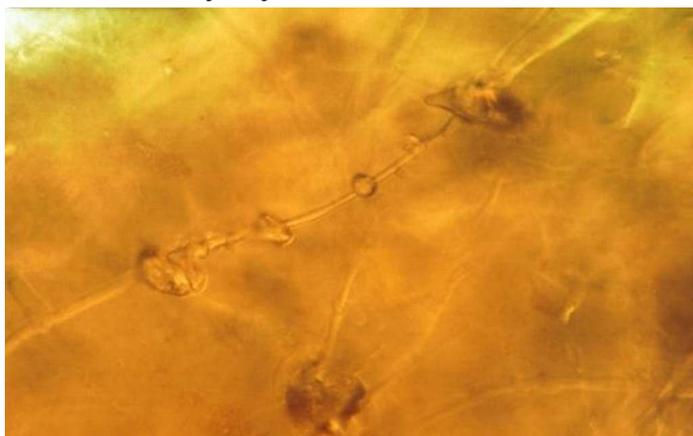


Fig. 14. *Palaeodikaryomyces baueri* : boucles et kystes (Photo : SCHÖNBORN & al. 1999)

Conservé dans de l'ambre du Schliersee (Alpes bavaroises), *Palaeodikaryomyces baueri* date du Crétacé (± 95 Ma). Ses hyphes sont principalement coénocytiques¹⁴ ou irrégulièrement cloisonnées, avec des vésicules où se développent de courtes branches qui fusionnent autour de l'hyphe principale et forment des boucles avec des cloisons. Sur ces boucles apparaissent des kystes qui ressemblent à une oogone¹⁵ (DÖRFELT & SCHÄFER, 1998) et KRINGS & al., 2013). Il a conservé les caractères des *Dikaryomycetidae* primitives où il n'y

avait pas de différence entre Ascomycètes et Basidiomycètes ; SCHÖNBORN & al., 1999, considèrent qu'il occupe, dans l'évolution, un point de jonction entre le groupe Ascus-Basidios et les Zygomycètes. Comme les Ascomycètes sont attestés déjà depuis des centaines de millions d'années (p. ex. : *Paleopyrenomycites devonicus*, 400 Ma) et les Basidiomycètes, depuis 200 Ma (p. ex. : *Palaeancistrus martinii*, 310 Ma), SCHMIDT et al. 2001 ont émis l'hypothèse que *P. baueri* était un champignon archaïque qui avait perduré jusqu'à la fin du Mésozoïque.

¹⁴ Ou « siphonnées », c'est-à-dire : sans cloison ; ces hyphes sont multinucléées et leurs noyaux ne sont donc pas séparés par des septa. Chez les *Mycota*, ce type d'hyphe est caractéristique des Zygomycètes.

¹⁵ Organe dans lequel se forment les cellules femelles (oosphère), chez les algues et certains champignons.

15. *Jimwithea circumtecta*

Jimwithea circumtecta est un représentant des zygomycètes du Trias (245–228 Ma) trouvé dans de la tourbe perminéralisée de l'Antarctique. Il appartient à la famille des Endogonacées, espèces symbiotiques à endomycorhizes (KRINGS & al., 2013). Ce type de symbiose est déjà attesté depuis l'Ordovicien (voir ci-dessus : 4. *Glomeromycota*). Les structures reproductrices sont comparables à celles que l'on trouve dans l'actuel genre *Endogone* : zygosporange (cellule à paroi épaisse où se forme la zygospore) et gamétanges (microgamétange où se forment les gamètes mâles – microgamètes (spermatozoïdes) – et macrogamétange où se forment les gamètes femelles – macrogamètes (ovule)).

Le zygosporange globuleux à subglobuleux-ellipsoïde mesure 70–90 µm de diamètre (manteau compris), avec un manteau à une couche de 20 µm d'hyphes sans cloisons, irrégulièrement gonflées, étroitement entrelacées. Les gamétanges sont issus d'hyphes du même type constituant une gléba : macrogamétange fixé par un macrosuspenseur en forme de sac et microgamétange fixé par un microsuspenseur en forme d'hyphe (KRINGS & al., 2012).

16. *Quatsinoporites cranhamii*

Le premier fossile de la famille des *Hymenochaetaceae* est un fragment pétrifié d'hyménophore poroïde de *Quatsinoporites cranhamii* datant de 118–113 Ma et découvert en Colombie britannique (Canada) (HIB-BETT & MATHENY, 2009). Le fragment abrasé a été transporté par l'eau avant d'être englobé dans un nodule calcaire. Malgré ses dimensions minuscules (5 x 2 x 3 mm) et l'absence de basides et de spores, sa classification a pu être confirmée par ses caractères spécifiques : absence de boucles, pores et soies (SMITH & al., 2004).



Fig. 15. *Jimwithea circumtecta* : zygosporange(Z), macrogamétange(MG), microgamétange (mG), macrosuspenseur (MS), microsuspenseur (mS), manteau hyphal (HM), gléba (G) – échelle = 20 µm (Photo : KRINGS & al., 2013)

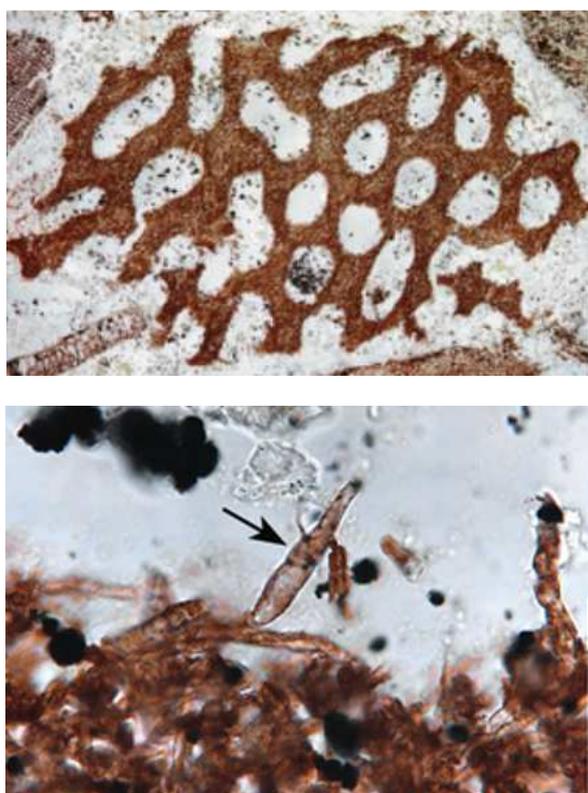


Fig. 16. *Quatsinoporites cranhamii* : pores (en haut) – échelle = 1,0 mm et cystide (en bas, flèche) – échelle = 50 µm (Photos : SMITH & al., 2004)

*

Le plus ancien ?

Avec la mise au jour de fossiles dont la morphologie évoque l'image que le grand public se fait d'un champignon, inévitablement, s'est posée la question du « plus ancien » du monde, les nouvelles découvertes faisant l'objet de scoops dans la presse généraliste (voir **INTRODUCTION**).

Jusqu'il y a peu, la palme revenait à *Palaeoagaricites antiquus* datant du Crétacé moyen. Il l'avait emporté sur *Archaeomarasmius leggettii*, datant du Crétacé supérieur. Plus récemment, *Gondwanagaricites magnificus*, Crétacé inférieur, a mis tout le monde d'accord (HEADS & al., 2017).

Pour citer d'autres candidats, *Aureofungus yaniguaensis*, *Coprinites dominicana* et *Protomyцена electra*, datant tous du Miocène, étaient aussi sur les listes.

17. *Gondwanagaricites magnificus*

Comme dit plus haut, *Gondwanagaricites magnificus* (115 Ma) remporte le titre de plus ancien champignon à lamelles connu : il a l'intérêt de confirmer la présence d'Agaricales dans le Gondwana¹⁶ au cours du Crétacé inférieur et il reste à ce jour l'unique fossile minéral connu d'une Agaricale. Le remarquable état de conservation résulte des conditions dans lesquelles il a été recouvert par les sédiments : probablement entraîné par le ruissellement dans un lagon à l'eau légèrement salée et très pauvre en oxygène, il a mis longtemps à se décomposer et ses tissus ont laissé leur empreinte dans la couche sédimentaire (HEADS & al., 2017).



Fig. 17. *Gondwanagaricites magnificus* (Photo : HEADS & al., 2017)

De tels gisements, particulièrement remarquables, portent le nom de « Konservat-Lagerstätten - dépôts de fossiles préservés ». Celui de *G. magnificus* est la « Crato Formation » au Nord-est du Brésil.

Le chapeau, de forme circulaire, convexe, glabre et strié, mesure 10 mm de diamètre, avec une marge légèrement incurvée ; voile absent ; contexte épais de 3 mm. Les lamelles largement adnées ont une

¹⁶ Le **Gondwana** est le méga-continent qui réunissait, à la fin de l'ère primaire, l'Amérique du sud, l'Antarctique, l'Afrique, l'Inde et l'Australie. Il était issu de la fracture de la Pangée, l'ancien continent unique qui rassemblait l'ensemble des terres émergées.

marge entière et mesurent jusqu'à 4,5 mm de large. Le stipe droit, cylindrique, légèrement bulbeux à la base, mesure 34 x 6,5 mm ; il est marqué de stries longitudinales et ne porte pas d'anneau. En l'absence de spores, on ne peut le classer avec certitude dans une famille, mais son habitus général rappelle celui des *Strophariaceae*.

18. *Palaeoagaricites antiquus*

Les restes du carpophore en partie décomposé de *Palaeoagaricites antiquus* ont été conservés dans les ambres fossiles du nord-est birman (Myanmar) datant de 105 Ma. Ces gisements sont très riches, puisque les champignons y voisinent avec de nombreux autres organismes : plantes, insectes...

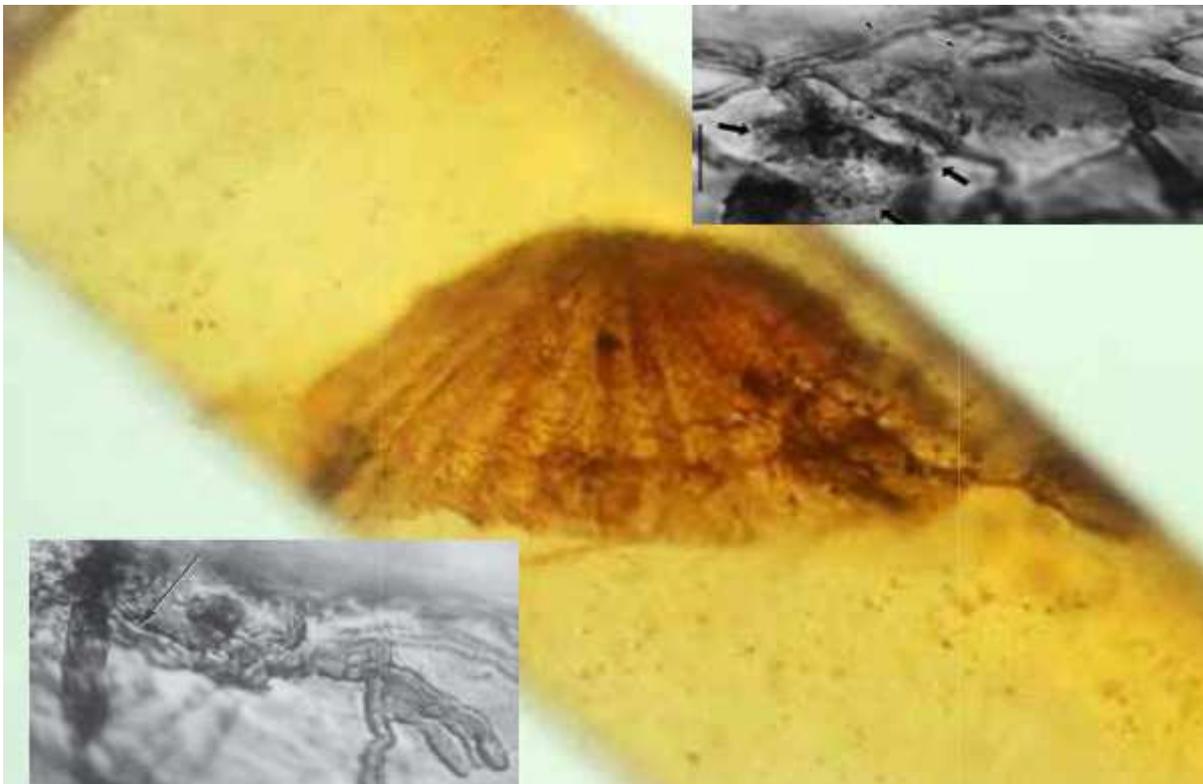


Fig. 18. *Palaeoagaricites antiquus* (Photo : BLOCK, 2014) et en haut : *Mycetophagites atrebora* ; en bas : *Entropezites patricii* (Photo : BOUCOT & POINAR, 2010)

Le pied manque, mais il subsiste un chapeau convexe de 2,2 mm, à marge un peu réfléchie. Sur les lames ont été observées des spores lisses et ovales de 3-5 μm (BOUCOT & POINAR, 2010).

P. antiquus a été longtemps considéré comme le fossile du plus ancien champignon à lamelles connu avant d'être détrôné par *A. leggettii*, et plus récemment par *G. magnificus* (voir ci-dessus). Mais l'intérêt de cette découverte réside ailleurs : en effet, on y a décelé le premier cas connu de parasitisme et d'hyper parasitisme (BLOCK, 2014). Avant d'être englué dans la résine, *P. antiquus* avait été attaqué par *Mycetophagites atrebora*. Le mycélium de ce dernier couvrait le chapeau de son hôte et avait en partie pénétré ses tissus ; la présence d'une substance toxique provoquant l'éclatement des cellules serait, selon POINAR, 2007, la preuve que *M. atrebora* était une espèce nécrotrophe (organisme qui parasite et tue son hôte).

Mais le plus inattendu, c'est que le parasite était lui-même parasité ! Un troisième larron, *Entropezites patricii*, nécrotrophe lui aussi, avait envahi et détruisait le mycélium de *M. atrebora* : l'arroseur arrosé !

19. *Archaeomarasmius leggettii*

Un autre candidat malchanceux, *Archaeomarasmius leggettii*, découvert dans l'ambre du New Jersey (94–90 Ma) présente des caractères des actuelles espèces de la famille des *Marasmiaceae* et ressemble aux *Marasmius* ou *Marasmiellus*.

Un des fossiles est un chapeau complet de 3,2 mm de diamètre avec le stipe, l'autre est un fragment de chapeau. *A. leggettii* vivait vraisemblablement en saprophyte sur des débris de plantes ou d'arbres. Même si les études anatomiques et moléculaires ont suggéré qu'il y a eu convergence et parallélisme dans l'évolution des carpophores des Homobasidiomycètes, HIBBETT & al., 1997, estiment que l'âge de ces fossiles conforte l'hypothèse selon laquelle la distribution cosmopolite de certains champignons serait due à la fragmentation de leur aire de répartition provoquée par la dérive des continents (fracturation du Gondwana). De plus, la similitude frappante de ces fossiles avec les formes existantes suggère que, pendant de longues périodes, les Homobasidiomycètes ont subi peu de changements morphologiques.



Fig. 19. *Archaeomarasmius leggettii* (American Museum of Natural History)

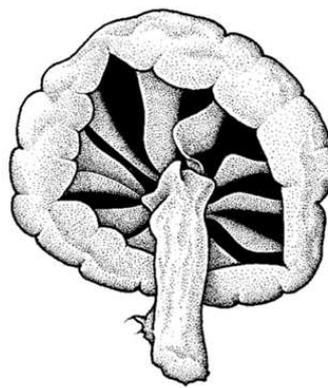


Fig. 19a. *A. leggettii* (Reconstitution par D. S. HIBBETT)

*

Comme nos contemporains

À partir du Crétacé inférieur, les champignons « supérieurs » ont acquis les formes que nous leur connaissons aujourd'hui. Il devient donc souvent possible de les classer dans une famille, voire un genre actuels, comme nous l'avons déjà vu pour *Q. cranhamii* et *A. leggettii*. Une exception (?) dans les taxons cités ci-dessous : *Aureofungus*.

20. *Palaeoclavaria burmitis*



Fig. 20. *Palaeoclavaria burmitis* (Photo in POINAR, 2016)

G. O. Poinar et A. E. Brown, les auteurs du nom, écrivent : « *Palaeoclavaria burmitis gen. et sp. nov.* (*Palaeoclavariaceae fam. nov.*, Hymenomycetes) is ... the first fossil record of the *Aphyllophorales* » (POINAR & BROWN, 2003). Mais peu après, on découvrait *Q. cranhamii* – voir plus haut –, une autre *Aphyllophorale* qui le précède d'environ 10 Ma. En paléontologie, le titre de « plus ancien » est sans cesse remis en jeu ! Quoi qu'il en soit, à ce jour, *P. burmitis* est le plus ancien fossile de champignon clavarioïde (*Basidiomycota*, Gomphales). Une série de carpophores et d'hyphes en ont été mis à jour dans les ambres du Myanmar (voir : *P. antiquus*), et date donc de 105 Ma. Le champignon rappelle *Clavariadelphus*, mais mesure seulement quelques mm. Le nom *burmitis* vient de *Burma*, forme anglicisée de « Birmanie ».

21. *Coprinites dominicanus*

Autre champignon conservé dans l'ambre, *Coprinites dominicanus* provient de la mine de La Toca (République dominicaine) dont les dépôts datent de 35–40 Ma (ITURRALDE-VINENT, 2001). Le fossile consiste en un chapeau rose brunâtre complet de 3,5 mm de diamètre, convexe avec une petite dépression centrale ; la chair est mince et la surface légèrement squamuleuse. Le stipe (0,4mm) est cassé : une partie adhère encore au chapeau et le reste repose à côté. Sous le chapeau, une quinzaine de lames adnées et espacées, mêlées à des lamellules, portent des basides avec des spores ; celles-ci sont brun clair, lisses, ellipsoïdes à oblongues, longues de 6 à 7 µm, avec un pore germinatif. L'habitat était apparemment sur le bois.

Fig. 21. *Coprinites dominicanus* (Photo in POINAR & SINGER, 1990)

Cette espèce fossile diffère des taxons actuels par ses spores relativement petites, par l'absence de boucles et d'auto-déliquescence, mais les autres caractères morphologiques, déjà très proches des formes d'aujourd'hui, donnent à penser que les Agaricacées sont apparues beaucoup plus tôt que le début du Tertiaire (POINAR & SINGER, 1990).



22. *Xylaria antiqua*

Xylaria antiqua est décrit des ambres dominicaines de la Cordillera Septentrional, datant du Tertiaire (20–15 Ma). Son état de conservation est excellent : les hyphes et les spores sont inaltérées et les caractères morphologiques des *Xylariaceae* et du genre *Xylaria* ont pu être observés : stroma, périthèces, ascospores et une poussière blanche de cellules conidiogènes portant conidiophores et conidies (POINAR, 2014). Les carpophores mesurent 15 mm de haut et les spores, 15–18 x 7–11 μm , avec la fente longitudinale typique chez les *Xylaria*. C'est la première trace d'un carpophore de *Xylariaceae*, avec déjà tous les caractères du groupe.

23. *Protomyцена electra*

Protomyцена electra a été également découvert dans les ambres dominicaines. Un seul spécimen complet est connu, le deuxième étant un fragment de chapeau (HIBBETT & al., 1997 et TAYLOR & al., 2015). Le chapeau, convexe, un peu umboné, mesure 5 mm de diamètre. Les lames adnées, anastomosées et distantes sont mêlées à des lamellules. Le pied, nu, cylindrique, courbe, mesure 10 mm de long. Ce champignon, très semblable aux espèces actuelles de *Mycena*, était sans doute saprophyte de litière et débris ligneux.



Fig. 22. *Xylaria antiqua* ; échelle : 24 mm (Photo in POINAR G. O., 2014)

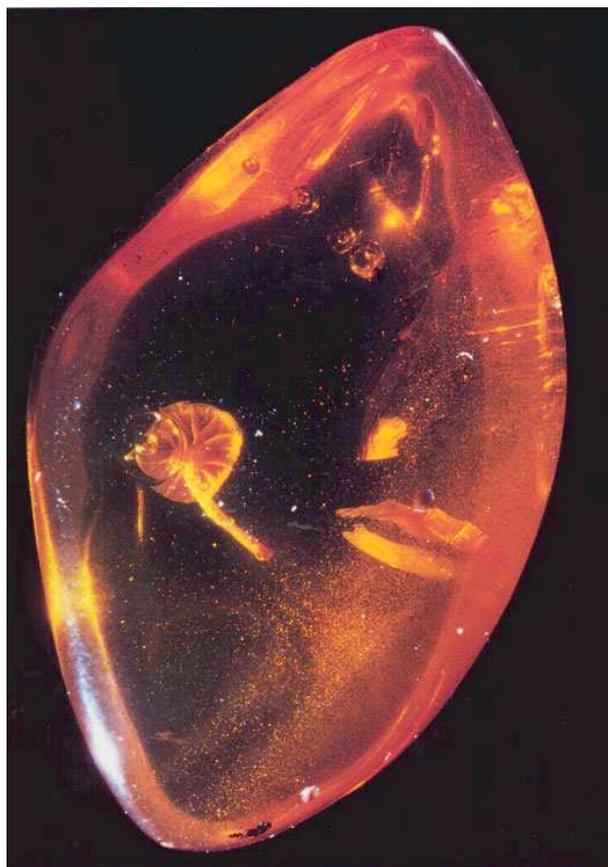
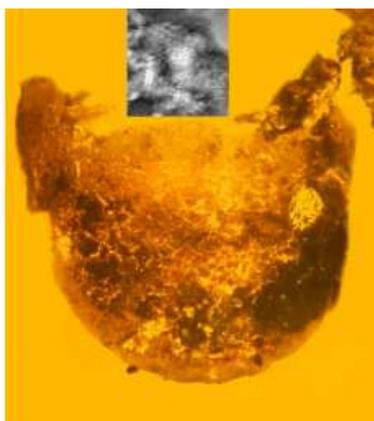


Fig. 23. *Protomyцена electra* (Photo in HIBBETT & al., 1997)

24. *Ganoderma* sp.



Provenant des mêmes gisements que le précédent, un petit polypore a été provisoirement déterminé comme un *Ganoderma* sp. Il a été en partie dévoré par un agent non identifié, mais on peut reconnaître les petits pores de l'hyménophore et la marge arrondie typiques du genre (POINAR, 2016).

D'autres polypores fossiles présentent aussi des similitudes évidentes avec les taxons actuels, comme leur nom générique le suggère, par exemple : *Trametites eocenicus* : Eocène (56–34 Ma) ; *Lenzites gastaldii*, *Ganodermites libycus* et *Archeterobasidium syrtae* : Miocène moyen (16–12 Ma) ; *Fomes idahoensis* : Pliocène (5,3–2,6 Ma).

Fig. 24. *Ganoderma* sp. (Photo in POINAR, 2016)

25. « Sans famille »

Malgré son excellent état de conservation, *Aureofungus yaniguaensis* (République dominicaine, mines de Yanigua, 20–15 Ma.), n'a pu être classé dans une famille actuelle d'Agaricales : les caractères anatomiques distinctifs n'ont pas pu être observés. En effet, l'épaisseur de l'ambre n'a pas permis d'utiliser un objectif supérieur à x10 pour l'analyse de l'ornementation des spores et des structures de la cuticule du chapeau et du stipe. Les spores semblent être pigmentées, mais cela pourrait être un artefact ou un effet optique. Le chapeau, convexe avec un large umbon, mesure 3 mm de diamètre ; il est jaune-brun, glabre avec une marge incurvée et striée. L'hyménophore lamellé ne comporte pas de lamellules. Le stipe, central, cylindrique, lisse et sans anneau ni volve, mesure 0,8 x 7 mm. Les spores sont largement elliptiques : 3,5–4,4 x 3,0–3,5 µm.

La forme et la taille du carpophore suggèrent qu'*A. yaniguaensis* pourrait être apparenté aux *Tricholomataceae* ou peut-être à certains taxons à spores sombres comme *Coprinellus disseminatus* (HIBBETT & al., 2003).

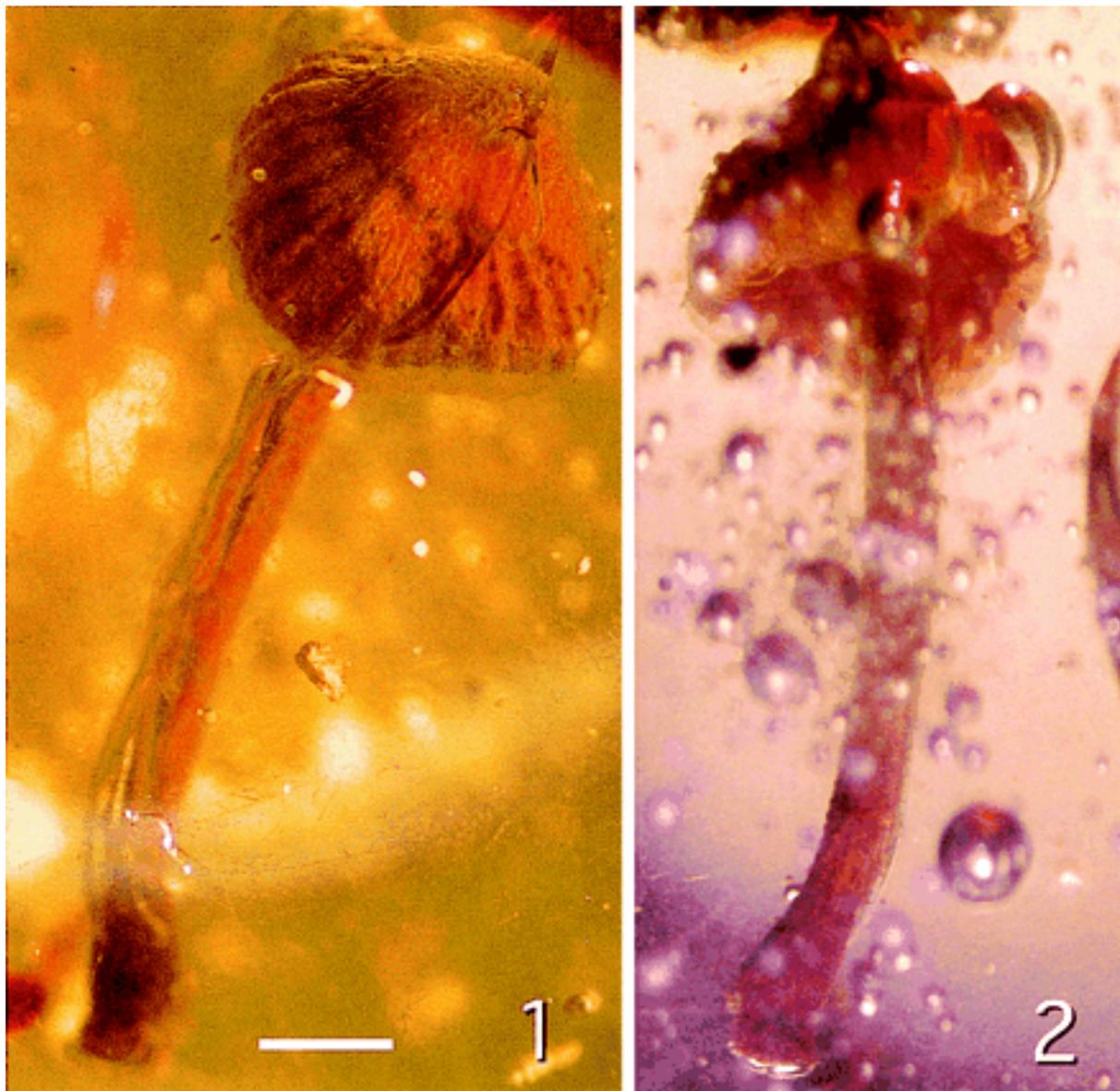


Fig. 25. *Aureofungus yaniguaensis* (Photo in HIBBETT & al., 2003)

CONCLUSION

La ligne du temps nous a dévoilé des périodes d'une longueur presque inconcevable où l'*Homo sapiens* peut à peine laisser sa trace, tant son existence est brève dans l'histoire de notre Terre. Et à l'inverse, comment ne pas rester muet devant l'incroyable longévité des mycètes dont certains sont parvenus jusqu'à nous presque inchangés depuis leur apparition.

Ils étaient là, invisibles et microscopiques, parasitant les organismes marins, puis colonisant la terre ferme et travaillant avec patience et discrétion à la rendre accueillante aux plantes qui allaient quitter les océans. Dès l'installation de celles-ci, les uns se sont associés à elles, leur permettant de profiter des maigres res-

sources nutritives d'un sol encore à demi stérile, tandis que d'autres, devenus saprophytes, ont commencé à recycler les matières organiques.

Alors que les Glomérales se maintenaient sans beaucoup évoluer, les Chytrides se répartissaient en « conservateurs » et « progressistes » : les premiers, à l'instar des Glomérales, poursuivaient leur route, imper-turbables, jusqu'à nous ; les autres, au gré des mutations, gardaient leurs hyphes siphonnées et devenaient Zygomycètes ou se cloisonnaient pour donner les Ascomycètes d'abord, les Basidiomycètes ensuite, lorsqu'ils ajouteront un dolipore à leurs cloisons.

Ce long cheminement est ponctué par des étapes où l'on peut reconnaître les proches parents de nos contemporains : une hyménochétacée, un xylaire ou un marasme datant de 100 millions d'années sont parfaitement identifiables !

Mais le plus fascinant n'est-il pas que la mise à jour de nouveaux fossiles nous amène sans cesse à faire des bonds vertigineux dans le passé, jusqu'à 500 millions d'années, comme la découverte d'*Ourasphairia giraldae*.

INDEX DES TAXONS CITÉS - Nomenclature et classification

En gras : les taxons commentés

- Archaeomarasmius leggettii*** Hibbett, D. Grimaldi & Donoghue 1997 (Fossil *Basidiomycota*, *Agaricomycetes*, *Agaricales*, *incertae sedis*) : n° 19
- Archeterobasidium syrtae* Koeniguer & Locq. 1979 (Fossil *Basidiomycota*, *incertae sedis*) : n° 24
- Aureofungus yaniguaensis*** Hibbett, Manfr. Binder & K.D. Wang 2003 (Fossil *Basidiomycota*, *Agaricomycetes*, *Agaricales*, *incertae sedis*) : n° 25
- Chytridiomycota*** Doweld 2001 : n° 3
- Coprinites dominicanus*** Poinar & Singer 1990 (Fossil *Basidiomycota*, *Agaricomycetes*, *Agaricales*, *Agaricaceae*) : n° 21
- Entropezites patricii*** Poinar & R. Buckley 2007 (Fossil *Ascomycota*, *Sordariomycetes*, *Hypocreales*, *incertae sedis*) n° 18b
- Fomes idahoensis* R.W. Br. 1940 (Fossil *Basidiomycota*, *Agaricomycetes*, *Polyporales*, *Polyporaceae*) : n° 24
- Ganoderma* sp** (Fossil *Basidiomycota*, *Agaricomycetes*, *Polyporales*, *Polyporaceae*) : n° 24
- Ganodermites libycus* A. Fleischm., M. Krings, H. Mayr & Agerer 2007 (Fossil *Basidiomycota*, *Agaricomycetes*, *Polyporales*, *Polyporaceae*) : n° 24
- Glomeromycota*** C. Walker & A. Schüßler 2001 : n° 4
- Glomites rhyniensis*** T.N. Taylor, W. Remy, Hass & Kerp 1995 (Fossil *Glomeromycota*, *Glomeromycetes*, *Glomerales*, *Glomeraceae*) : n° 8
- Gondwanagaricites magnificus*** Heads, A.N. Mill. & J.L. Crane 2017 (Fossil *Basidiomycota*, *Agaricomycetes*, *Agaricales*, *incertae sedis*) : n° 17
- Jimwithia circumtecta*** M. Krings & T.N. Taylor 2012 (Fossil *Ascomycota*) : n° 15
- Lenzites gastaldii* (Heer) Mesch. 1892 (Fossil *Basidiomycota*, *Agaricomycetes*, *Polyporales*, *Polyporaceae*) : n°24
- Mycetophagites atrebora*** Poinar & R. Buckley 2007 (Fossil *Ascomycota*, *Sordariomycetes*, *Hypocreales*, *incertae sedis*) n° 18a
- Mycocarpon cinctum*** M. Krings, Dotzler, T.N. Taylor & Galtier 2010 (Fossil *Ascomycota*) : n° 10
- Ornatifilum lornensis* = ***Tortotubus protuberans*** ???
- Ourasphaira giraldae*** Loron, Corentin, François, Rainbird, Turner, Borensztajn & Javaux, 2019 (Fossil *Fungi*) : n° 2
- Palaeancistrus martinii*** R.L. Dennis, 1970 (Fossil *Basidiomycota*) : n° 13
- Palaeoagaricites antiquus*** Poinar & R. Buckley 2007, Fossil *Basidiomycota*, *Agaricomycetes*, *Agaricales*, *incertae sedis*) : n° 18
- Palaeoblastocladia milleri*** W. Remy, T.N. Taylor & Hass 1994 (Fossil *Fungi*) : n° 7
- Palaeoclavaria burmitis*** Poinar & A.E. Br. 2003 (Fossil *Basidiomycota*, *Agaricomycetes*, *Gomphales*, *Palaeoclavariaceae*) : n° 20
- Palaeodikaryomyces baueri*** Dörfelt 1998 (Fossil *Fungi*) : n° 14
- Palaeofibulus antarcticus*** Osborn, Taylor & White 1989 (Fossil *Basidiomycota*) : n° 12
- Palaeosclerotium pusillum*** G.W. Rothwell 1972 (Fossil *Ascomycota*, *Ascomycetes*, *Hélotiales* ?) : n° 11
- Paleopyrenomycites devonicus*** Taylor, Hass, Kerp, M. Krings & Hanlin 2004 (Fossil *Ascomycota*) : n° 9
- Protomycena electra*** Hibbett, D. Grimaldi & Donoghue 1997 (Fossil *Basidiomycota*, *Agaricomycetes*, *Agaricales*, *Mycenaceae*) : n° 23
- Prototaxites*** Dawson 1859 (Fossil *Fungi*) : n° 6
- Quatsinoporites cranhamii*** S.Y. Sm., Currah & Stockey 2004 (Fossil *Basidiomycota*, *Agaricomycetes*, *Hymenochaetales*, *Hymenochaetaceae*) : n° 16
- Roannaisia bivittilis* T.N. Taylor, Galtier & Axsmith (Fossil *Fungi* : *Zygomycota* ou *Ascomycota*, *Erysiphales* ?

– *Eurotiales* ?) : tableau 1.

Tappania Yin ??? : n° 1

Tortotubus protuberans Johnson 1985 (Fossil *Fungi*) : n° 5

Trametes eocenicus Erw. Knobloch & Kotl. 1994 (Fossil *Basidiomycota*, *Agaricomycetes*, *Polyporales*, *Polyporaceae*) : n° 24

Xylaria antiqua Poinar 2014 (Fossil *Ascomycota*, *Sordariomycetes*, *Xylariales*, *Xylariaceae*) : n° 22

BIBLIOGRAPHIE

Outre des ouvrages généraux tels que...

BENTON M.J., 1993 – *The Fossil Record 2*. Chapman & Hall, London.

BOUCOT A. J. & POINAR G. O., 2010 – *Fossil behavior compendium*. CFC Press.

KALGUTKAR R. M. & JANSONIUS J., 2000 – *Synopsis of fossil fungal spores, mycelia and fructifications*. Am. Assoc. Stratigraphic Palynologists Contributions Series 39 pp. 1-423. Web version : *The Kalgutkar and Jansonius Database of Fossil Fungi* : [avance.science.sfu.ca/fungi/fossils/Kalgutkar and Jansonius](http://avance.science.sfu.ca/fungi/fossils/Kalgutkar%20and%20Jansonius)

LECOMTE M., 2013 – *Plantes et Glomérormycètes : les endomycorhizes*. Bull. AMFB, pp. 29-34.

LI D.-W. & al., 2016 – *Biology of microfungi*. Ed. Springer.

MARTIN F., 2014 – *Tous les champignons portent-ils un chapeau ? 90 clés pour comprendre les champignons*. Ed. Quae. Versailles : art. n° 14.

MEYEN S. V., 1987 – *Fundamentals of Paleobotany*. Chapman and Hall.

PENATI F., 2015 – *Funghi fossili* : slideplayer.it/slide/995259/

TAYLOR T. N., KRINGS M. & TAYLOR E. L., 2015 – *Fossil fungi*. Elsevier.

TAYLOR T. N., TAYLOR E. L. & KRINGS M., 2009 – *Paleobotany. The Biology and Evolution of Fossil Plants*. 2e éd. Elsevier.

WIKIPEDIA – *Échelle des temps géologiques* : [fr.wikipedia.org/wiki/Échelle des temps géologiques](http://fr.wikipedia.org/wiki/Échelle_des_temps_géologiques)

WIKIPEDIA – *Évolution des champignons* : [fr.qaz.wiki/wiki/Evolution of fungi](http://fr.qaz.wiki/wiki/Evolution_of_fungi)

... ont été également consultés :

ANDERSON N., 2017 – *Paleontologists find oldest fossil mushroom : Gondwanagaricites magnificus*. SCI NEWS : sci-news.com/paleontology/gondwanaricites-magnificus-oldest-fossil-mushroom

BLOCK S., 2014 – *A very tiny, very old fungus*. The Fungal Kingdom.

BOYCE C. K. & HOTTON C., 2010 – *Prototaxites was not a taphonomic artefact*. American Journal of Botany 97(7), p.1073

BUTTERFIELD N. J., 2005 – *Probable Proterozoic fungi*. Paleobiology, 31,1, pp. 165-182

DENNIS R. L., 1970 – *A middle Pennsylvanian basidiomycete mycelium with clamp connections*. Mycologia 62, pp. 578–584.

DENNIS R. L., 1976 - *Palaeosclerotium, a pennsylvanian age fungus combining features of modern ascomycetes and basidiomycetes*. Science. 1976 Apr. 2; 192(4234), pp. 66-68.

DÖRFELT H. & SCHÄFER U., 1998 – *Fossile Pilzen in Bernstein der alpinen Trias*. Zeitschrift für Mykologie, band 64/2, pp 141-145.

DUPUIS M. & FERREIRA P., 2017 – *Les écosystèmes terrestres au Paléozoïque : origine, dynamique évolutive et modernité*. Ifé : acces.ens-lyon.fr/acces/thematiques/limites/paleobiodiversite

GRAHAM L. E., COOK M. E., HANSON D. T., B. PIGG K. B. & GRAHAM J. M., 2010 – *Structural, physiological, and stable carbon isotopic evidence that the enigmatic Paleozoic fossil Prototaxites formed from rolled liverwort mats*. American Journal of Botany, vol. 97, 2.

HAWKSWORTH D. L., 1994 – *Ascomycetes Systematics. Problems and Perspectives in the Nineties*. NATO ASI Series, vol. 269. Plenum Press, New York.

HEADS S.W., MILLER A.N., CRANE J.L., THOMAS M.J., RUFFATTO D.M., METHVEN A.S. & al., 2017 – *The oldest fossil mushroom*. PLoS ONE 12(6) : e0178327.

HIBBETT D. S. & MATHENY P. B., 2009 – *The relative ages of ectomycorrhizal mushrooms and their plant hosts estimated using Bayesian relaxed molecular clock analyses*. BMC Biology, 2009, 7, p.13.

HIBBETT D. S., GRIMALDI D., DONOGHUE M.J., 1997 – *Fossil mushrooms from Miocene and Cretaceous ambers and the evolution of Homobasidiomycetes*. American Journal of Botany. 84 (8), pp. 981–991.

HIBBETT D. S., BINDER M., WANG Z. & GOLDMAN Y., 2003 – *Another fossil agaric from Dominican amber*. Mycologia 95 (4), pp. 685-687.

HOBBIE E. A. & BOYCE C. K., 2010 – *Carbon sources for the palaeozoic giant fungus Prototaxites inferred from modern analogues*. Royal Society Publishing, 277(No. 1691), pp. 2149-2156.

HONEGGER R., EDWARDS D., AXE L. & SRULLU-DERRIEN C., 2017 – *Fertile Prototaxites taiti: a basal ascomycete with inoperculate, polysporous asci lacking croziers*. Phil. Trans. R. Soc. B 373 : 20170146.

HUEBER F. M., 2001 – *Rotted wood-alga-fungus : the history and life of Prototaxites Dawson 1859*. Review of Palaeobotany and Palynology 116, pp. 123-158.

IGNASSE J., 2016 – *Le plus ancien fossile terrestre*. Sciences et Avenir Archéo & paléo Paléontologie.

- ITURRALDE-VINENT M. A.** 2001 – *Geology of the Amber-Bearing Deposits of the Greater Antilles*. Caribbean Journal of Science, January 2001, pp. 141–167.
- KRINGS M., DOTZLER N., TAYLOR T. N. & GALTIER J.**, 2010 – *Microfungi from the upper Visean (Mississippian) of central France: Structure and development of the sporocarp Mycoconium cinctum nov. sp.* Zitteliana A50, pp. 127-135.
- KRINGS M., DOTZLER N., GALTIER J. & TAYLOR M.**, 2011 – *Oldest fossil basidiomycete clamp connections*. Mycoscience, Springer Verlag 52 (1), pp 18-23.
- KRINGS M., TAYLOR T. N., DOTZLER N. & PERSICHINI G.**, 2012 – *Fossil fungi with suggested affinities to the Endogonaceae from the Middle Triassic of Antarctica*. Mycologia 104 (4), pp. 835-844.
- KRINGS M., TAYLOR T. N. & DOTZLER N.**, 2013 – *Fossil evidence of the zygomycetous fungi*. Persoonia 30, pp 1-10.
- LE SOIR**, 1996 – *Le champignon le plus vieux du monde*. lesoir.be, 6/04/1996.
- LIBÉ**, 2017 - *Un champignon du temps des dinosaures découvert au Brésil*. LIBERATION, avec AFP, 10 juin 2017 : liberation.fr/sciences/2017/06/10/un-champignon-du-temps-des-dinosaures-decouvert-au-bresil
- LORON C.C., FRANÇOIS C., RAINBIRD R. H., TURNER E. C., BORENSZTAJN S. & JAVAUX E. J.**, 2019 – *Early fungi from the Proterozoic era in Arctic Canada*. Nature vol. 570, pp 232–235.
- MOCZYDLOWSKA M., LANDING E., ZANG W. & PALACIOS T.**, 2011 – *Proterozoic phytoplankton and timing of Chlorophyte algae origins*. Paleontology, Vol.54 (4).
- OSBORN J.M., TAYLOR T.N. & WHITE J.F.**, 1989 – *Palaeofibulus gen. nov., a clamp-bearing fungus from the Triassic of Antarctica*. Mycologia 81 (4), pp. 622-626.
- PÉREZ R.** (1997) – *Ces algues qui nous entourent. Conception actuelle, rôle dans la biosphère, culture*. Éditions Quae.
- PIRLOT J.-M.**, 1999 – *Champignons fossiles sur le Net, et ailleurs*. Myco' 2, pp. 35-38.
- PIROZINSKY K. A. & WERESUB L. K.**, 1979 – *A biogeographic view of the history of ascomycetes and the development of their pleomorphism*. In: Kendrick WB (ed.), *The whole fungus*. Vol. 1, pp.93–123. National Museum of Natural Sciences, Ottawa.
- POINAR G. O.**, 2014 - *Xylaria antiqua (Ascomycota: Xylariaceae) in Dominican amber*. Journal of the Botanical Research Institute of Texas. January 2014.
- POINAR G. O.**, 2016 – *Fossil Fleshy Fungi (“Mushrooms”) in Amber*. Fungal Genom Biol 6, p. 142.
- POINAR G. O. & BROWN A. E.**, 2003 – *A non-gilled hymenomycete in Cretaceous amber*. Mycological Research. 107(6):763-768
- POINAR G. O. & SINGER R.**, 1990 – *Upper Eocene Gilled Mushroom from the Dominican Republic*. Science, New Series, Vol. 248, N° 4959, pp. 1099-1101.
- ROTHWELL G. W.**, 1972 – *Palaeosclerotium pusillum gen. et sp. nov., a fossil eumycete from the Pennsylvanian of Illinois*. Can. J. Bot. 50, pp. 2353-2356.
- SCHMIDT A. R., VON EYNATTEN H. & WAGREICH M.**, 2001 – *The Mesozoic amber of Schliersee (southern Germany) is Cretaceous in age*. Elsevier, Cretaceous Research, vol. 22 (4), pp. 423-428.
- SCHÖNBORN H., DÖRFELT H., FOISSNER W., KRIENITZ L. & SCHÄFER U.**, 1999 – *A Fossilized Microcenosis in Triassic Amber*. J. Eukaryot. Microbiol. 46 (6), pp 571-584.
- SELOSSE M.A.**, 2002 – *Prototaxites, a giant devonian fungus ?* Mycological Research 106, pp. 642-644.
- SINGER R.**, 1977 – *An interpretation of Palaeosclerotium*. Mycologia 69, pp. 850-854.
- SMITH M. R.**, 2016 – *Cord-forming Palaeozoic fungi in terrestrial assemblages*. Botanical Journal of the Linnean Society, doi : 10.1111/boj.12389.
- SMITH S. Y., CURRAH R. S. & STOCKEY R. A.**, 2004 – *Cretaceous and Eocene poroid hymenophores from Vancouver Island, British Columbia*. Mycologia 96 (1), pp. 180-186.
- TAYLOR T. N.**, 1995 – *Fossil arbuscular mycorrhizae from the Early Devonian* Mycologia, 87 (4), pp. 560-573.

La rouille de la mercuriale :
Melampsora rostrupii G.H. Wagner (1896)

Marcel Lecomte

La mercuriale est une plante appartenant à la famille des *Euphorbiaceae*.

En Belgique, on rencontre deux espèces qui sont communes :

++ *Mercurialis annua* L., qui est une adventice des champs et des jardins.

++ *Mercurialis perennis* L., qui est une plante vivace, possédant un rhizome, fréquente dans les sous-bois frais, surtout de feuillus, sur sol argilo-calcaire.

Dans les pays voisins (Suisse notamment), on peut rencontrer *Mercurialis ovata* Sternb. & Hoppe.

La mercuriale annuelle est parasitée par *Melampsora pulcherrima* Maire (1921), qui s'attaque d'abord aux tiges en les déformant fortement.

Celle qui nous intéresse ici est ***Melampsora rostrupii***, qui s'attaque à la mercuriale vivace, sous forme d'une nécrose +/- blanchâtre à la face supérieure de la feuille, laissant deviner par transparence les écidies jaunâtre orange qui se trouvent à la face inférieure.



Massif de mercuriales parasitées, en hêtraie calcaire (bois de Marche-les-Dames - Namur)

Classification : Basidiomycota - Pucciniomycètes - Pucciniales - *Melampsoraceae*

Basionyme (nom actuel) : ***Melampsora rostrupii*** G.H. Wagner (1896), in Österreichische Botanische Zeitschrift, 46, p. 274

Synonymie

Uredo confluens var. *mercurialis-perennis* Persoon (1801), in Synopsis Methodicae Fungorum, 1, p. 214

Uredo confluens var. *mercurialis-perennis* De Candolle (1815), in Flore française (description succincte de toutes les plantes qui croissent naturellement en France), Ed. 3, 5/6, p. 86 (nom illégitime)

Ceoma mercurialis-perennis (Persoon) G. Winter (1881), in Rabenhort's Kryptogamen Flora, 2^{ème} Ed., 1.1, p. 257

Ecologie

Il s'agit d'une rouille hétéroxène, dont les spermogonies et les écidiosores se développent au printemps sur la mercuriale vivace.

Ensuite, les écidies migrent sur des représentants de la famille des *Salicaceae*, et surtout des peupliers, comme le peuplier blanc (*Populus alba*), le peuplier tremble (*Populus tremula*), le peuplier noir (*Populus nigra*) ou encore le peuplier grisard. Les urédosores et les téléutosores se développent en été et en automne.



Écidiospores « nature » ↑
et colorées au rouge Congo SDS →,
généralement subglobuleuses, en mélange
avec d'autres qui sont nettement allongées ;
mesures : 12-26 x 12-18 µm (Photos F. Draye)

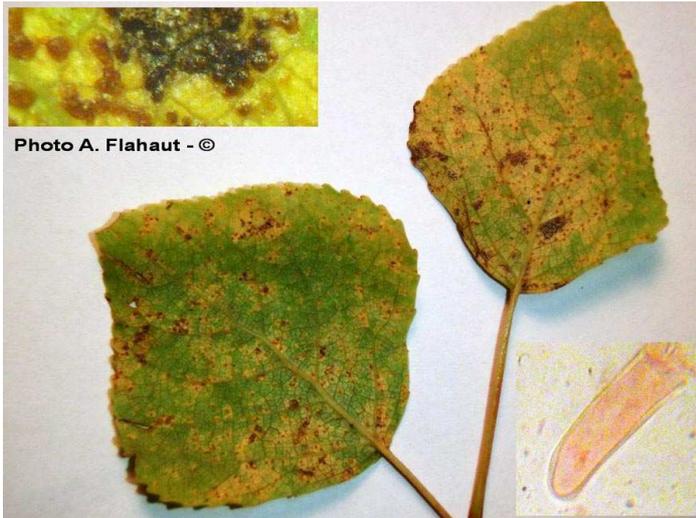


Photo A. Flahaut - ©

← Urédies et télies sur feuilles de peuplier

Commentaires

Pour certains auteurs, et notamment les Hollandais, ainsi que Ellis, cette espèce ferait partie d'une espèce collective : *Melampsora populnea* (Pers.) P. Karst., (1878). Selon Index Fungorum, on lui attribue 20 synonymes. Brandenburger lui donne le nom de *M. populnea* f.sp. *rostrupii* (Wagner ex. Kleb.) Boerema & Verh.

Remerciements à

Françoise Draye, pour la qualité de ses photos printanières ; Abel Flahaut, pour son montage d'urédies et de télies sur feuilles de peuplier ; Arthur Vanderweyen, pour la relecture de cet article

Bibliographie

BRANDENBURGER W., 1985 - *Parasitische Pilze an Gefäßpflanzen in Europa*, Ed. G. Fischer Verlag, Stuttgart, p. 343

ELLIS M.B. & ELLIS P., 1997 - *Microfungi on land plants*, New Enlarged Ed., p. 387

TERMORSHUIZEN A.J. & SWERTZ C.A., 2011 - *Roesten van Nederland*, Ed. à cpte d'auteur, p. 201

VIENNOT-BOURGUIN G., 1956 - *Mildious, oïdiums, caries, charbons, rouilles des plantes de France*, Ed. Lechevalier, p. 184

Coprinopsis pannucioides (J.E. Lange) Örstadius & E. Larss. 2008
in Myc. Research 112 : 1180

Daniel Deschuyteneer

Synonymes

Drosophila pannucioides (J.E. Lange) Kühner & Romagn. 1953, in Fl. anal. Champ. sup.: 362 (inval.)
Psathyrella pannucioides (J.E. Lange) M.M. Moser 1967, in Gams, Kl. Krypt.fl. 2b/2, 2. éd. : 220



(Mechelen - GPS: 50. 998266, 4.479677).

La description de cette espèce est basée sur plusieurs récoltes réalisées en Belgique, en Brabant flamand. Trois récoltes ont été réalisées à Bertembos, fin octobre et mi novembre 2017, ainsi que le 10/10/2018, dans le Bertembos un bois humide de feuillus divers, essentiellement hygrophiles. L'une d'entre elles (DD2216 - GPS: 50.884158, 4.632601) a fait l'objet d'un séquençage.

← **Voucher DD2216 – Bertembos – GPS : 50.885479-4.634351 Bertembos- Belgique**

Les basidiomes se présentent en petits groupes de quelques exemplaires connés, émergeant le long de rondins pourrissants, utilisés pour stabiliser le chemin boueux. Le long de celui-ci, dans l'humus, on pouvait observer de grandes touffes denses de spécimens réunis en faisceaux soudés par la base du stipe. Une récolte complémentaire d'un trentaine d'exemplaires fasciculés a été effectuée le 24/11/2018, à la base d'un vieux saule vivant, à Zemst

Chapeau mesurant 20(40) x 15 mm, non strié, conico-paraboloïde, devenant sur le tard plan-convexe, pourvu d'un large mamelon presque lisse, obtus et beige pâle, contrastant avec le reste de la surface du chapeau qui, étant largement recouverte par un voile aranéeux constitué de fibrilles à orientation radiaire, apparaît feutrée, soyeuse et brillante. Le voile déborde de la marge et reste appendiculé à celle-ci, lui conférant un aspect cotonneux.



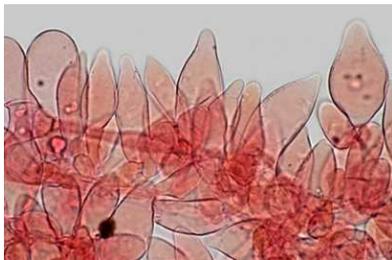
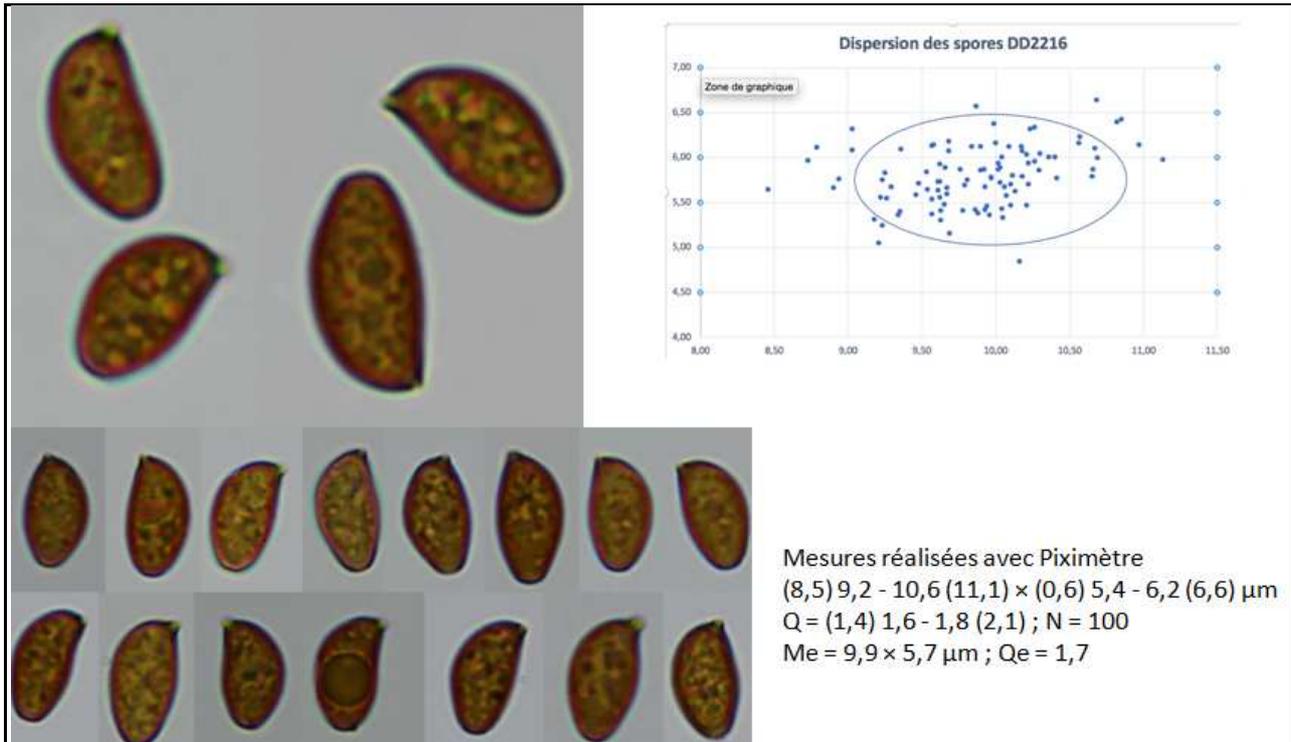
Lames, serrées, largement adnées, brunes devenant brun grisâtre, alternant avec lamelles et lamellules ; arête fimbriée concolore ou blanche. La trame lamellaire est nettement pigmentée de brun.



Stipe mesurant 35-60 x 2-3 mm (Örstadius : 30-60 x 2-6 mm), cylindrique, creux, fragile, se brisant aisément, pruneux au sommet et conné par la base qui est parfois légèrement dilatée. Le **voile** abondant persiste sur certains exemplaires sous

forme de fibrilles gris noirâtre teintées par la sporée.

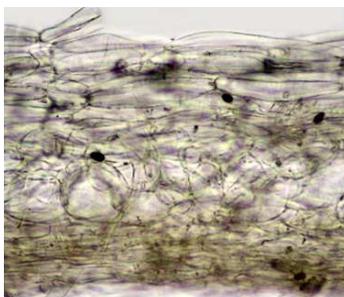
Spores mesurant $(8,5)9,2-9,9-10,6(11,1) \times (0,6)5,4-5,7-6,2(6,6) \mu\text{m}$ (Örstadius : $9-11,5 \times 5-6,5 \mu\text{m}$, Qav 1,7-1,9), non opaques, brunes dans l'ammoniaque et grises dans KOH, oblongues à ellipsoïdes, asymétriques de profil et légèrement amygdaliformes ; dépression suprahilare fréquente ; pore germinatif large de $2 \mu\text{m}$, souvent tronqué.



← **Cheilocystides** nombreuses, ventrues, sublagéniformes, spatulées, mesurant $40-65 \times 13-26 \mu\text{m}$ (Örstadius : $30-80 \times 11-25 \mu\text{m}$), mêlées à de nombreuses basidioles et basides ; les cellules marginales clavées et sphéropédonculées sont peu fréquentes.

Pleurocystides → peu nombreuses à nombreuses, suivant

les lames examinées, essentiellement utrifformes, ventrues et spatulées, ainsi que parfois lagéniformes, stipitées ou non, semblables aux cheilocystides, mesurant $40-83 \times 16-30 \mu\text{m}$ (Örstadius : $35-90 \times 12-24 \mu\text{m}$).



← **Pileipellis** constitué de cellules subgloboseuses, irrégulières et entremêlées, recouvertes d'une fine couche d'hyphes cylindriques légèrement pigmentées.

← **Basides** tétrasporiques, mesurant $20-30 \times 10-12 \mu\text{m}$.

← **Boucles** présentes.

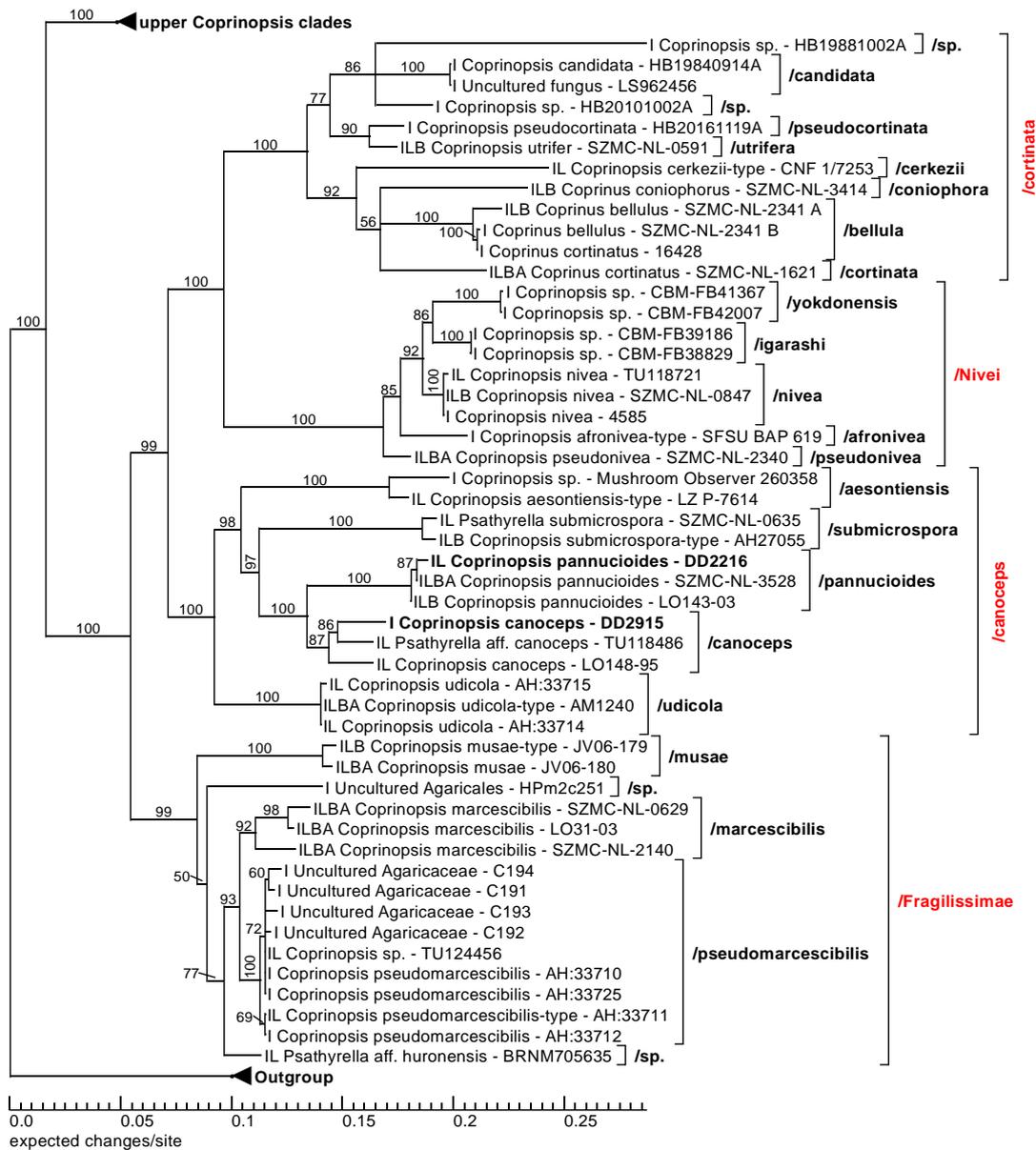
Caulocystides très nombreuses, clavées ou analogues aux cystides.

→



Le séquençage ADN (ITS & LSU) été effectué par Pablo Alvarado Garcia, laboratoire Alvalab, référence : 2017-803-ALV13310 - DD2216. Pour tout renseignement supplémentaire à ce sujet, voir la fiche technique qui figure sur le site de notre association.

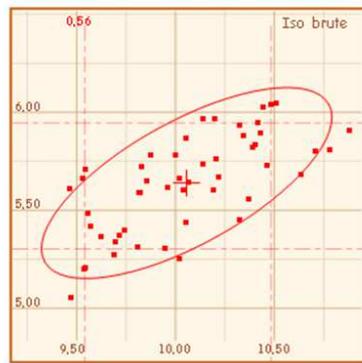
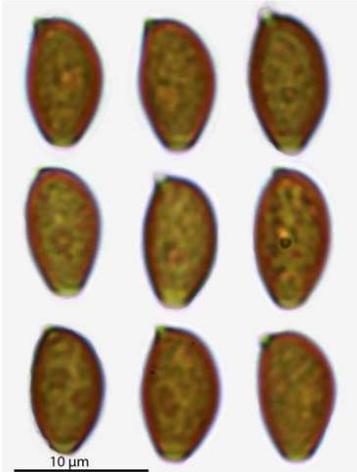
Arbre phylogénétique précisant la position de ma récolte de *Coprinopsis pannuicioides* - DD2216



Récolte réalisée à Elewijt – 24/10/2020 – A la base d'un vieux saule

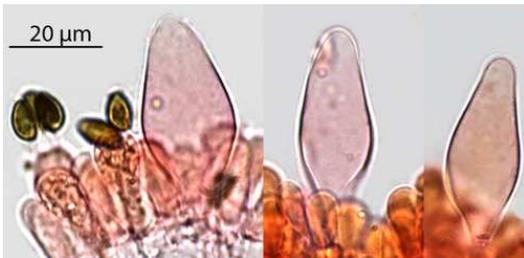


Spores bossues



Spores, mesures : N = 50
 (9,5) 9,54 - 10,5 (10,9) × (5,1) 5,3 - 5,9 (6) µm ;
 Me = 10,1 × 5,6 µm ;
 Q = (1,7) 1,71 - 1,87 (1,9) ; Qe = 1,8

Cheilocystides ↓ denses, clavées et spatulées. Mesures (N = 29) :
 (28,3)34,7-46,4(51) × (11,4)12,1-18,5(19,3)
 µm ; Me = 40,3 × 14,9 µm. ↓

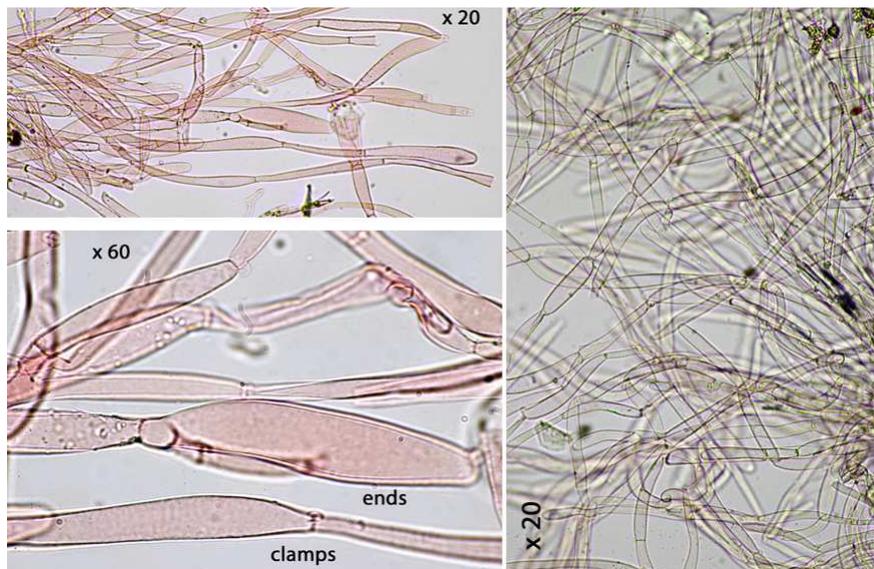


← **Basides** tétrasporiques.

← **Pleurocystides** clavées analogues aux cheilocystides.

Mesures : N = 10
 (42,3)46,5-49,1(52,8) × (16,6)16,9-18,5(20,7) µm
 Me = 47,8 × 17,8 µm.

Hyphes vélares ↓



Bibliographie et iconographie : (sous le nom de *Psathyrella pannucioides*)

KITS VAN WAVEREN, 1985 - *The Dutch, French and British species of Psathyrella*, p. 205

LUDWIG E., 2007, p. 617

ÖRSTADIUS & KNUDSEN, 2008 - *Funga Nordica*, p. 603

SAMMUT & MELZER, 2012, p. 36

Remerciements à Pablo Alvarado Garcia pour le séquençage ADN de cette récolte, à Dieter Wächter pour l'étude des séquences ADN et la création de l'arbre phylogénétique ainsi qu'à Marcel Lecomte pour la relecture de cet article sur le plan de la forme.

Note

Le présent article ainsi que d'autres, relatifs aux *Psathyrellaceae* sont disponibles au format pdf sur le site de l'Association des Mycologues francophones de Belgique (AMFB) :

<http://www.amfb.eu/Myco/Psathyrelles/psathyrella.html>

Je suis intéressé par l'examen de toute récolte de psathyrelle que vous voudrez bien me confier.

Auteur : Daniel Deschuyteneer

Spreeuwenhoek, 12 - 1820 Perk - Belgique - danieldeschuyteneer@gmail.com

Le coin des myxomycètes : *Ceratiomyxa fruticulosa*, *Trichia varia* & *Arcyria cinerea*

Serge DEFAYS***



Ceratiomyxa fruticulosa (O. F. Müll.) T. Macbr., N. Amer. Slime-Moulds, p. 18 (1899)
Synonymes : *Byssus fruticulosa* O. F. Müll., Fl. Dan., 4 (12), p. 8 (1777)

Classification

Cette espèce n'est pas vraiment un myxomycète, mais en réalité un Protostéliomycète dont le plasmode (*) n'a pas de courant protoplasmique alternatif. Le genre *Ceratiomyxa* constitue la famille des *Ceratiomyxaceae*, ordre des *Protostéliales*, dans la classe des *Protostéliomycètes*.

(*) plasmode : masse protoplasmique visqueuse, plurinucléée, sans cloison interne (avec ou sans courant protoplasmique alternatif).

Description

Sporophores blancs ou jaunes, rarement bleuâtres, en colonies serrées, souvent étendues sur 10 cm et plus.

Colonnes individuelles de 1 à 10 mm de haut, parfois ramifiées en forme de bois de cerf jusqu'à 5 branches, larges de 0,3 mm à la base, rétrécies au sommet.

Fructifications individuelles aqueuses, incolores et transparentes, paraissant macroscopiquement pruineuses.

Spores 8-15 x 6-10 µm, à la surface des fructifications sur des pédicelles d'environ 7 à 20 µm de long et de 1,5 à 3 µm de large.

Commun, sur vieilles souches de feuillus et de conifères.



Fructifications sur lesquelles on voit les exospores portées par un pédicelle

Quant aux « vrais » Myxomycètes, ils sont classés dans 5 ordres (selon Kirk P. M. et al. – Ainsworth & Bisby's dictionary of the fungi, éd. 9 (2001) : Licéales, Echinostéliales, Trichiales, Physarales et

Stémonitales

Trichia varia (Pers. ex J. F. Gmel) Pers., Neues Mag. Bot. 1, p. 90 (1794)

Synonymes : *Stemonitis varia*, Pers. ex J. F. Gmel., Syst. Nat., 2, p. 1470 (1792)

Classification

- Trichiales : capillitium (*) présent et spores en masse de couleur vive
- Trichiaceae : élatères (**) ornés de bandes spiralées bien définies
- *Trichia* : élatères non ramifiés
- Groupe I : Sporocarpe sessile et spores spinuleuses
- Espèce non nivicole
- Elatères à 1-2 bandes spiralées
- Spores : 11-14 µm

(*) capillitium : ensemble des élatères contenus dans le sporocyste.
 (**) élatères : filaments tubuleux du capillitium.

Description :

Sporocarpes groupés ou isolés, subglobuleux, sessiles ou courtement stipités, jaune brunâtre, jaune olivacé, brun olive foncé.

Ø : 0,5 à 0,9 mm ou **plasmodiocarpes (***)** courts, obovates, en anneau ou vermiformes.

Capillitium élastique ; élatères longs, simples, de 3 à 5 µm de large, ornés de 2 bandes spiralées plus proéminentes d'un côté, lisses, à extrémités libres, pointues.

Sporée de masse jaune ocracé, jaune d'or à jaune orangé.

Spores : Ø 11 à 14 µm, finement et densément spinuleuses. Très commun, sur bois mort ou écorce.

(***) plasmodiocarpe : sporocarpe sessile, allongé ou étalé.



Elatères à 2 bandes spiralées dont un côté est plus proéminent

Spores finement et densément spinuleuses



Arcyria cinerea (Bull.) Pers., Syn. Meth. Fung., p. 184 (1801)
 Synonymes : *Trichia cinerea*, Bull., Herb. France, pl. 447, fig. 3, (1790)

Classification

Trichiales : capillitium présent et spores en masse de couleur vive
 → *Arcyriaceae* : filaments ornés de verrues, épines, anneaux
 → *Arcyria* : filaments, longs, ramifiés ; péridium (*) subsistant à la base sous forme d'un calicule (**)
 → Groupe II : capillitium fermement attaché sur tout le calicule
 → 1) sporocarpes blancs, gris
 → Sp : 6-10 µm
 → b) stipe court
 → sporocystes (***) subcylindriques
 → sporocystes gris pâle, gris jaunâtre ou brun jaunâtre clair.

(*) péridium : enveloppe du sporocyste.

(**) calicule : reste du péridium en forme de soucoupe.

(***) sporocyste : partie fertile du sporocarpe contenant les spores.

Description

Sporocarpes épars ou densément groupés, parfois connés, 0,3-4 mm de haut.

Sporocystes typiquement subcylindriques, atténués au sommet, parfois ovoïdes, rarement subglobuleux, 0,3-2 x 0,3-0,6 mm.

Stipe grêle, concolore ou plus foncé, souvent presque noir, 0,2-2 mm de long.

Calicule petit, sillonné radialement, lisse, très finement ponctué ou partiellement réticulé.

Capillitium densément réticulé, à petites mailles ; filaments garnis de nombreuses spinules ou de dents dans la partie supérieure du sporocyste, lisses ou à spinules plus fines dans la partie inférieure, de 2 à 6 µm de large.

Spores 6-8 µm. Sur bois mort, débris de plantes ou excréments.

BIBLIOGRAPHIE

POULAIN M., MEYER M. & BOZONNET J., 2011 - *Les Myxomycètes*. Ed. FMBDS, tome 1, p. 116 (*T.varia*) et p. 98 (*A.cinerea*)

NEUBERT H., NOWOTNY W. & BAUMANN K., 1993 – *Die Myxomyceten*. Ed. (?), tome 1, p. 40 (*C. fruticulosa*)

(***) Serge DEFAYS, Belgique - serge.defays@hotmail.com

Cystoagaricus sylvestris

Deschuyteneer D. & Ferisin G.

Basionyme : *Hypholoma sylvestre* Gillet (1876), Les hyménomycètes, p. 568

Synonymes

Cystoagaricus sylvestris (Gillet) Örstadius & E. Larss. [as 'silvestris'], in Örstadius, Ryberg & Larsson, Mycol. Progr. 14(25) : p. 32 (2015)

Agaricus populinus Britzelmayr - 1885 Ber. naturhist. Augsburg 28 : p.157 (1885)

Drosophila sylvestris (Gillet) Kühner & Romagn. [as 'silvestris'], Fl. Analyt. Champ. Supér. (Paris) : 370 (1953)

Hypholoma populinum (Britzelm.) Sacc., Syll. fung. (Abellini) 5 : 1034 (1887)

Psathyrella populina (Britzelm.) Kits van Wav., Persoonia, Suppl. 2 : 282 (1985)

Psathyrella sylvestris (Gillet) Konrad & Maubl., Encyclop. Mycol. (Paris) 14 : 127 (1949) [194]

Psathyrella lepiotoïdes A.H. Smith (1972) Mem. New York bot. Garden, 24, p. 49

Ecologie

Préférentiellement sur souches pourrissantes et bois de *Populus*, mais également sur d'autres feuillus.



Chapeau mesurant de 20 à 70 mm de diamètre, hémisphérique-campanulé chez les spécimens jeunes, s'étalant par la suite pour devenir plan-convexe, non hygrophane, couvert de nombreuses mèches de fibrilles brun noirâtre et légèrement retroussées au disque, brunâtres et apprimées en périphérie, sur fond jaune ocracé à beige grisâtre.

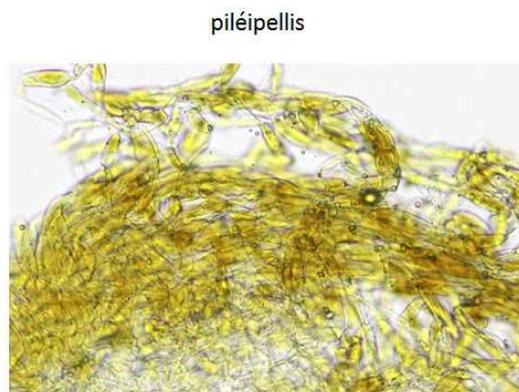
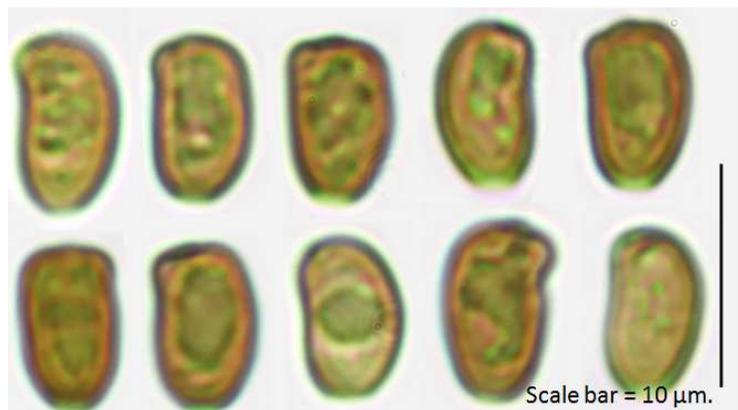
Voile partiel fibrilleux blanchâtre débordant à la marge chez les sujets jeunes.

Lames adnées, ventruées, larges, beiges, à arête fimbriée blanchâtre ou concolore.

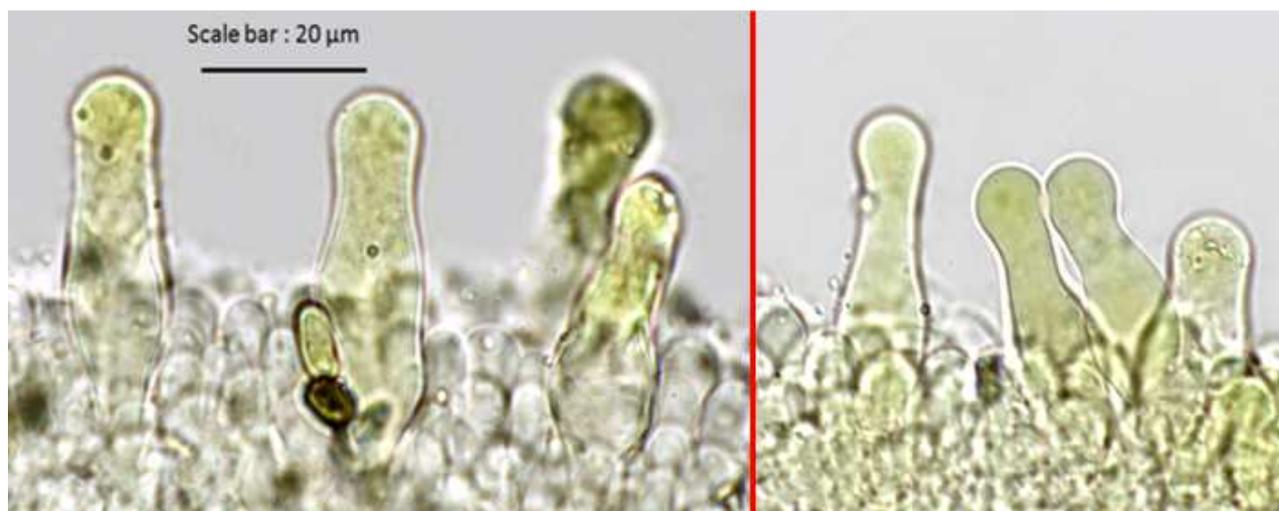
Stipe cylindrique, creux, fibrilleux à mècheux, se teintant d'ocracé, en particulier dans la moitié inférieure.

Spores 6,5-8 x 4,5-5,5 µm, subtriangulaires, trapézoïdales, à base souvent tronquée de face et sou-

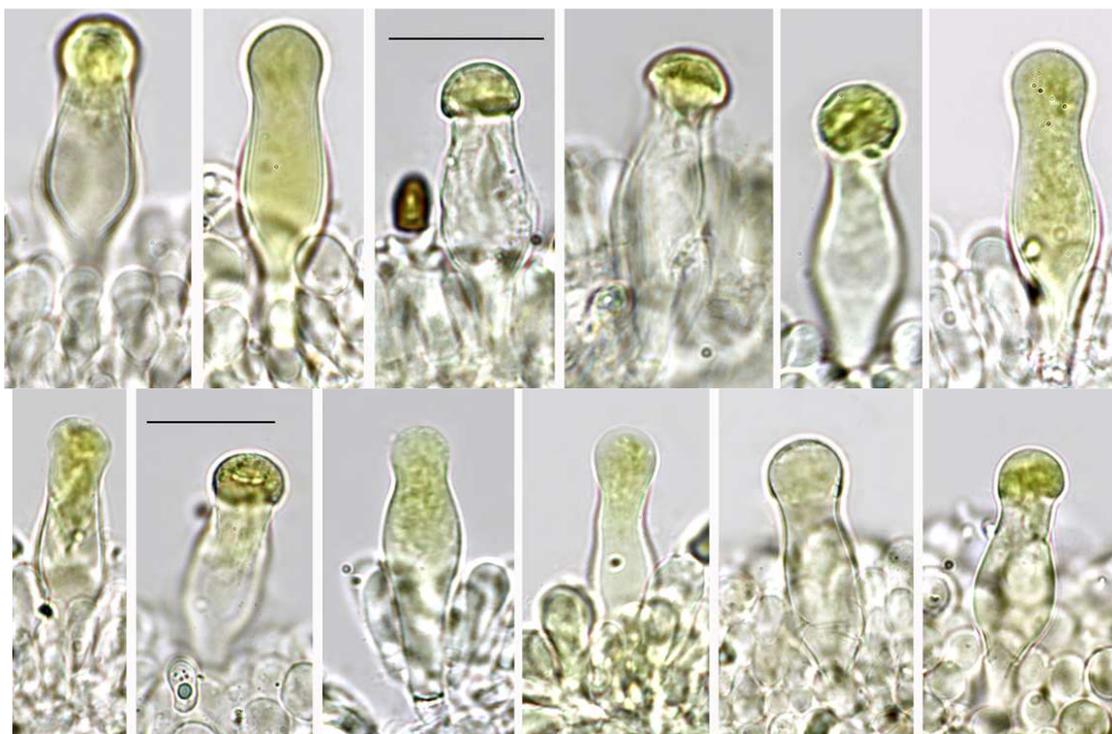
vent avec un éperon latéral ; importante dépression suprahilare ; en forme de haricot, vues de profil. Pore germinatif large et bien visible (voir photo page suivante).



Cheilocystides ↓ nombreuses mais éparées, utriformes et subcapitées, couvertes sur le frais par d'importants dépôts mucoïdes verdâtres dans l'ammoniaque. Sur exsiccata (partie droite de la photo), ceux-ci ont tendance à disparaître mais les cheilocystides sont teintées de verdâtre, et de manière plus dense au sommet.



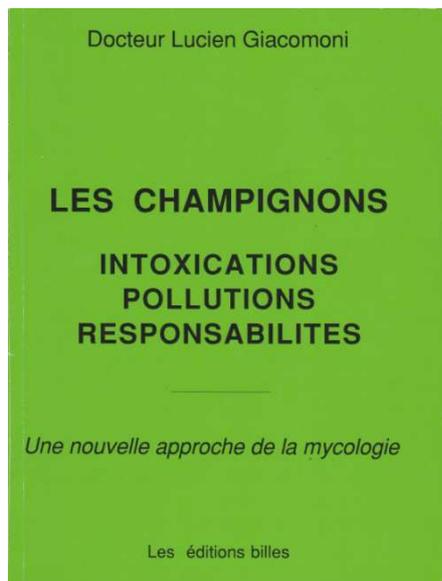
Pleurocystides ↓ nombreuses, semblables aux cheilocystides ; échelle : 20 μm.



Les champignons dits “comestibles” le sont-ils encore ?

Paul PIROT (1)

D'emblée, il nous faut préciser ce que veut dire “comestible”, dont le champ sémantique varie de « mangeable » à « gastronomique ».



Si l'on s'en tient à l'idée d'une « denrée alimentaire », alors oui, beaucoup de champignons peuvent être mangés. Comme nombre de végétaux ou d'animaux... que nous ne mangeons pas ! Ainsi en est-il du chiendent et des mésanges, des fleurs et des chats. Il est vrai qu'en temps de guerre ou de famine, voire « de fins de mois difficiles » - comme je le dis par boutade à ceux qui m'apportent de minuscules marasmes en demandant « est-ce que cela se mange » ? - j'y penserais volontiers plutôt que d'être torturé par la faim !

De toutes façons, rappelons l'aphorisme de Gary Lincoff : « Tous les champignons sont comestibles... une fois », dont nos amis Français ont tendance à attribuer la paternité à un Bruxellois bon teint. Le Dr Lucien GIACOMONI (2), le plus connu des mycotoxicoles de l'Hexagone, et notre Maître en la matière, répète à l'envi que les comestibles sont « les moins toxiques de tous », ainsi que l'écrivit Roger Heim. Cela veut dire que la frontière entre les comestibles et les toxiques est très floue, comme nous allons le montrer.

Mes souvenirs d'enfance en rapport avec les champignons ne font intervenir que les « rosés des prés », l'agaric champêtre (001) : facile à reconnaître et recherché par tous dans les prairies à vaches ou chevaux un peu avant la rentrée des classes (3) , il était traqué de grand matin ou en début de soirée. On en mangeait raisonnablement, cuits à la poêle ou en omelette. Quand l'année était généreuse, on stérilisait uniquement les petits exemplaires dans des bocaux adéquats.

Evidemment, il n'y avait à cette époque ni expositions mycologiques ni promenades guidées pour le grand public. Quand on se trouvait dans les bois en automne, on ne prêtait pas attention aux champignons, et tout un chacun savait qu'il fallait s'en méfier. Je me souviens que les accidents occasionnels mentionnés par la presse locale étaient souvent le fait d'Italiens qui, en grand nombre, avaient immigré en Belgique dans les années 50, pour travailler dans les mines de charbon. Nous savions ainsi qu'ils étaient tellement friands de tous les champignons qu'ils prenaient des risques, inutiles à nos yeux. On aimait mieux les pommes de terre au lard !



Depuis une trentaine d'années, les promenades guidées et les expositions, jadis apanage des grands cercles de mycologie des villes, souvent avec la garantie d'universitaires ou de professionnels, sont organisées par des Syndicats d'Initiative ou diverses associations qui font appel à des amateurs. Les erreurs de détermination sont plus fréquentes qu'elles ne devraient. 5% sont considérés comme admissibles (!) et on espère évidemment qu'elles ne concernent pas des espèces toxiques, par exemple l'amanite panthère confondue avec l'amanite épaisse ou même l'amanite rougissante. Ce n'est pas toujours si simple : voyez la photo de cet exemplaire récolté en Slovénie (002). Les confusions sont faciles entre l'entolome livide et le meunier ou le clitocybe nébuleux, entre la galère marginée et la pholiote changeante, etc. Nous allons y revenir...

Les champignons toxiques reçoivent souvent, par exemple sur les fiches d'exposition, des pastilles

indiquant à quel type de toxicité on a affaire : on en distingue en général trois, suivant la gravité : légère, sévère, très dangereuse voire mortelle. Passons en revue quelques espèces bien connues depuis longtemps. On pourrait aussi les classer en deux catégories : les potentiellement mortels et les « simplement » vénéneux.



Les champignons potentiellement mortels sont peu nombreux, mais ils font encore des victimes chaque année :

- + les trois amanites : **phalloïde** (003), **vireuse** (004), et **printanière** (005), à ne pas confondre avec d'autres, par exemple l'amanite citrine, dont la variété blanche est fréquente (006) ;
- + les petites lépiotes du groupe "helveola" (par ex. **Lepiota brunneolilacea** (007) ou **L. pseudohelveola** (008) ;
- + **Galerina marginata** (009), à comparer avec **Kuehneromyces mutabilis** (010) : ← voyez cette affiche de la Mostra de Ceva, la cité du champignon dans le Piémont en Italie ;
- + **Pholiotina filaris** (012).

Ces champignons ont en commun de contenir des amanitines, qui sont délétères pour le foie. Ils ressortissent du syndrome phalloïdien, dont les premiers signes sont tardifs (plus de 6 heures après l'ingestion). C'est l'intoxication la plus grave, responsable de la majorité des décès.

Nous ne détaillerons pas ici les différents syndromes d'intoxication à délai d'apparition rapide : cela va du syndrome digestif peu grave, à effet laxatif, à ceux dont les effets, bien plus lents, ne se manifestent

que plusieurs jours après l'ingestion. De nombreux ouvrages et documents en exposent le détail pour ceux que cela intéresse plus particulièrement (4).

Il y a aussi les cortinaires du groupe de **Cortinarius orellanus** (013) (syndrome orellanien), les gyromitres (syndrome gyromitrien), le paxille enroulé (syndrome paxillien), **Sarcosphaera crassa** (syndrome helvellien) - nous allons revenir sur ces trois-là - ; citons aussi **Leucoagaricus badhamii** (014, syndrome

badhamien), espèce heureusement très peu fréquente, et de toute façon bien peu engageante, vu son intense noircissement.



N'oublions pas les champignons « simplement » vénéneux (mais nécessitant parfois une hospitalisation !). Les plus connus sont les **amanites tue-mouches** (015) et **panthère** (016), l'**entolome livide** (017) et l'**inocybe de Patouillard** (photo 018); d'autres sont moins connus : des clitocybes blancs (par exemple *Clitocybe rivulosa* (= *dealbata*) (019), fréquent dans les pelouses) et des inocybes (syndrome sudorien), tel *Inocybe cervicolor* (020) ; s'y ajoutent le tricholome tigré, *Tricholoma pardinum* (syndrome pardinien) (021), les *Omphalotus olearius* (022, dans le Midi, davantage sur pin que sur olivier), et *Omphalotus illudens* (023), son sosie chez nous sur chêne (syndrome oléarien) ; les **armillaires** (syndrome armillarien), dont on reparlera plus loin.

Certaines espèces nécessitant un traitement particulier méritent-elles d'être mangées ? Par exemple, celles

qui doivent être bien cuites (syndrome hémolytique), comme l'**amanite rougissante** (photo 024), ou encore celles qu'on ne peut consommer avec de l'alcool (syndrome coprinien), tel le coprin noir d'encre (**Coprinus atramentarius** (025), à ne pas confondre, de ce point de vue, avec le coprin chevelu, **C. comatus** (026).

Nous ne pouvons éviter d'évoquer les champignons psychotropes ou hallucinogènes.

En question, l'amanite tue-mouches, l'amanite panthère ou encore l'amanite jonquille (*A. gemmata*, 027), mais surtout des psilocybes, des strophaires, des panéoles, ou même *Mycena pura*. On ne peut non plus passer sous silence l'ergot du seigle, une vieille histoire, heureusement obsolète, et des champignons appelés inférieurs (*Aspergillus*, *Fusarium*, etc.). Quand il s'agit d'ingestion volontaire destinée à des expériences risquées, la responsabilité relève d'un choix délibéré du consommateur plutôt que de son ignorance : **Psilocybe semilanceata** (027b), ne peut être transporté ni mis en exposition pour le grand public : certains visiteurs ne venaient que pour lui et l'assiette était vide après leur passage !



Plusieurs champignons réputés jadis comestibles sont catalogués actuellement comme toxiques, parfois mortels :

+ **Gyromitra esculenta** (028) porte bien mal son nom ! C'est vrai que la gyromitre a été longtemps consommée, à l'état sec. Mais la dessiccation ne fait pas disparaître totalement le poison. En Pologne, les ouvriers travaillant dans les entreprises de séchage sont souvent victimes d'irritations oculaires ou respiratoires et de troubles digestifs, simplement par inhalation ! Et le nombre de cancers a augmenté de façon significative chez ces ouvriers. (L.Giacomoni, op. citato, p. 37). Ce sont les dérivés hydraziniques qui sont responsables de l'atteinte hépatique ; 30 décès sur 172 intoxications ! Ce champignon doit donc être considéré comme mortel.

+ Le paxille enroulé (**Paxillus involutus**, 029) est une espèce très fréquente, venant en cercle sous les bouleaux et dans les épicéas. Avec la mode des barbecues sur lesquels la « chanterelle brune » était cuite sommairement, de nombreux accidents ont attiré l'attention des toxicologues. Il s'agit d'intoxications inconstantes, du type « roulette russe ». 16 intoxications mortelles ont été recensées en Allemagne dans la seule année 1946 ; ce champignon vient au 3^{ème} rang des intoxications graves en Pologne. Son poison n'est pas encore identifié avec certitude.



Plusieurs champignons consommés crus provoquent des intoxications : graves dans le cas de la pézize superbe (**Sarcosphaeria crassa**, 031), moins dans celui de l'amanite rougissante (*Amanita rubescens*) et de quelques consoeurs : *A. vaginata*, *A. crocea*, *A. strobiliformis*, *A. lividopallescens* ; seule **A. caesarea** (032) peut être consommée crue. C'est aussi le cas de certains bolets à tubes rouges, dont le fameux **Boletus satanas** (033).

Quelques grands ascomycètes sont à pointer du doigt : morilles (034) →, helvelles et pézizes contiennent des hémolysines normalement détruites à partir de 70°. C'est Philippe Saviuc, disciple du Dr Giacomoni, qui a étudié particulièrement les cas d'intoxication avec des morilles, provoquant un syndrome d'ataxie cérébelleuse...

Certaines espèces contiennent des poisons qui, à notre connaissance, n'ont pas



encore été isolés. C'est le cas de deux grandes lépiotes qui font mentir cette affiche de la Mostra de Ceva (photo page suivante).



+ ***Chlorophyllum molybdites*** (036) (= *Lepiota morgani* ou *L. esculenta*!), à lames devenant glauques ; espèce plutôt tropicale qu'on trouve ici surtout dans les serres des jardins botaniques, mais qui a été observée en Sicile. Vu le réchauffement climatique en cours... il faut être prudent.

+ Une autre grande lépiote, ***Chlorophyllum brunneum*** (037) (= *M. bohemica* = *M. venenata* de M. Bon ?) a aussi été incriminée. C'est une espèce plutôt rudérale, qui peut être énorme, bien plus que *M. rhacodes* qui, elle, pousse en bordure d'épicéas.

Même les meilleurs comestibles peuvent parfois punir sévèrement les mycophages frénétiques : cèpes, chanterelles, rosés des prés correctement déterminés (ce n'est pas trop difficile!). On ne sait pas exactement pourquoi : races chimiques ? conditions pédologiques ou climatiques ? phénomènes d'allergie individuelles ? ou... consommation en trop grande quantité ! Des cas d'occlusion intestinale ont été observés à la suite d'une consommation exagérée des pourtant délicieuses trompettes de la mort (***Craterellus cornucopioides*** (038).



A noter encore quelques espèces ayant provoqué des intoxications :

+ ***Megacollybia platyphylla*** (039) : vomissements.

+ Les « cèpes des pins » (*S. granulatus* et *S. luteus*) : diarrhées profuses.

+ ***Leucoagaricus leucothites*** (040), appelé anciennement la lépiote pudique (*Lepiota naucina*), est fréquent dans les pelouses ; il ressemble très fort aux agarics champêtres mais a les lames blanches. Il a provoqué des intoxications en Italie. Il faut donc bien retourner les agarics des pelouses et prairies pour vérifier la couleur rose des lames !



Bref, la chimie des champignons reste mal connue (substances cancérigènes, par exemple) et « il est encore bien difficile, à l'heure actuelle, d'établir avec une certitude absolue une distinction rigoureuse entre champignons comestibles et vénéneux ».(4b)

On lit, dans le Bulletin de l'AEMBA de février 2010, p. 35, à propos des intoxications en Italie : « L'information la plus étonnante concerne les syndromes précoces, **puisque 45,4% des cas ont été provoqués par des champignons comestibles**, et presque la moitié d'entre eux (49%) appartenaient au genre *Boletus* ! ».



Dans certains cas, bien sûr, on peut sans doute évoquer des erreurs de détermination : c'est surtout le cas de l'entolome livide, souvent confondu avec le clitocybe nébuleux ou le meunier, ***Clitopilus prunulus*** (043).

On ne doit pas non plus négliger les intolérances personnelles, qui ne sont pas rares : il s'agit d'un phénomène d'idiosyncrasie (susceptibilité individuelle) ou d'anaphylaxie (réaction de l'organisme après ingestion), pour des raisons de chimie propre au champignon et intolérante pour certains consommateurs.

C'est notamment le cas de la fausse chanterelle, *Hygrophoropsis aurantiaca* (← photo bas de page 39), à propos de laquelle nous avons reçu un témoignage de première main.



De « nouveaux » champignons toxiques ont été découverts il y a peu.

+ Les tricholomes du groupe du tricholome équestre (*Tricholoma equestre* = *T. flavovirens*), plus particulièrement *Tricholoma auratum* (047). Voir également l'affiche de la Mostra de Ceva (← photo). Ce dernier a une chair bien blanche sous le cortex du pied, des teintes orangées sur le chapeau, et son habitat de prédilection est sous les pins maritimes (*Pinus pinaster*), essentiellement sur la côte atlantique sud. Les gens du coin, où il pousse en abondance, prétendent en avoir consommé sans problème pendant des générations ; il a pourtant fallu un arrêté au Journal Officiel en juin 2004 pour interdire la vente sur les marchés du « bidaou » ou « jaunet » ou « chevalier » ou « canari ». Le premier cas mortel fut une femme de 28 ans, en 1999.

Le syndrome en cause est une **rhabdomyolyse aiguë** : il s'agit de la destruction des muscles striés, dont le muscle cardiaque, ce qui peut entraîner la mort. Bien sûr, les victimes avaient été particulièrement gluttonnes et de manière répétée, mais il est difficile de délimiter un « seuil » de consommation, sous lequel cette espèce resterait in-

fensive... Les spécialistes se demandent aussi si les pigments jaunes (anthraquinones) trouvés dans les espèces de ce groupe de tricholomes n'auraient pas également une part de responsabilité. Souvenez-vous de la polémique menée par le Pr. Azéma à propos du *Cortinarius splendens*, présumé toxique mortel, puis disculpé... Cette comparaison est en tout cas troublante.



047 : *Tricholoma auratum*

049 : *Amanita proxima*

↑ *A. proxima* - *A. ovoidea* ↑

Croyez-vous que l'histoire soit close ? Que nenni ! Les Cahiers Mycologiques Nantais de juin 2010, p. 37, rapportent en détail la nouvelle signalée en décembre 2009 sur le blog du Cercle d'Etudes Mycologiques en Aquitaine : un couple de la région de Toulouse en a fait les frais, et le mari est malheureusement décédé quelques jours après son hospitalisation...

Une autre rhabdomyolyse, à temps de latence beaucoup plus court, est provoquée par une russule (*R. subnigricans*) considérée en extrême-orient comme un excellent comestible... Là aussi, aucune substance toxique n'a été identifiée. Heureusement, cette russule ne se trouve pas chez nous.

+ *Amanita proxima* (049) est maintenant bien distinguée d'*A. ovoidea*. Mais ce n'était pas du tout le cas dans le « Petit Atlas des champignons », tome 1, n° 54, de H. Romagnesi, qui a enchanté mes débuts. Ce très gros champignon à l'anneau crémeux comme tout le voile abondant est honoré par deux fourchettes et on lit que « cette espèce est comestible, et intéressante par sa taille gigantesque, mais pas très savoureuse ». Les principales spécificités d'*A. proxima* étaient déjà en filigrane du texte de Romagnesi : d'affinités nettement méridionales, avec une volve orangé rouillé dès la jeunesse, et un anneau consistant (membraneux et non crémeux), elle est généralement de dimensions plus modestes. Cependant, quand elle est toute jeune, encore en forme d'oeuf, ce n'est pas si évident ! (051). Ce champignon est responsable d'une néphropathie aiguë. L'intoxication rappelle celle que provoquent les cortinaires du groupe de *C. orellanus*.

+ *Clitocybe acromelalga* est une espèce extrême-orientale (Japon) inconnue chez nous. De son nom vient le syndrome acromélagique, qu'on a répertorié chez des consommateurs d'une espèce très semblable, répandue en Savoie française, *Clitocybe amoenolens*, « un sosie odorant de *C. gibba* » (→) (M. Bon, Flore Mycologique d'Europe n° 4, p. 43), ou encore de *Lepista gilva* et de *L. inversa*, mais aussi de *C. costata*. L'odeur rappelle celle d'*Inocybe corydalina* (jasmin,



fleur d'oranger, alcool de poire, baume du Pérou). Les douleurs, essentiellement aux doigts des mains et des pieds, sont épouvantables... rappelant le fameux Mal des Ardents ou Feu de Saint Antoine dont s'est rendu responsable pendant des siècles un ascomycète parasite du seigle et d'autres graminées : l'ergot du seigle, *Claviceps purpurea* (054). Ni Marcel Bon (5), ni Régis Courtecuisse (6) (clé n° 4, p. 81) ne renseignaient, lors de la première édition de leurs ouvrages respectifs, la toxicité de cette espèce... réputée alors thermophile, sous chênes verts et cèdres.



+ *Armillaria mellea* (056) et le clitocybe nébuleux sont aussi incriminés par le Dr Giacomoni.

- La première, souvent appelée « souchette » (comme beaucoup d'espèces poussant sur souche) peut provoquer des troubles variés et serait responsable d'un quart des intoxications soumise au centre anti-poisons en Lombardie. Il est vrai que de nombreux Italiens sont, comme cela nous fut confirmé à Ceva, des mycophages forcenés...

- Quant à *Clitocybe nebularis* (057), particulièrement fréquent chez nous, il est également suspecté de toxicité, et pas seulement à cause de la confusion possible avec le démoniaque entolome livide.... Que penser, alors qu'il est aussi recherché que le pied bleu, en période de chasse, c'est-à-dire assez tard dans l'année, par des restaurants de renom qui trouvent qu'il n'a pas son pareil pour accompagner le goût fort du gibier ?

+ *Pleurocybella porrigens* (058) est une espèce de pleurote très blanc, cultivé au Japon, et qu'on trouve de temps en temps sur le bois pourri de conifères, surtout en région montagneuse, notamment dans les Vosges. Une cinquantaine de cas d'un syndrome encéphalique ont été décrits, avec 15 décès ! (Cf. le guide des champignons – France et Europe, de G. Eyssartier et P. Roux, 1^{ère} édition, p. 42). A la page suivante, ces auteurs sont explicites : « N'oubliez donc jamais que même si un champignon est réputé comestible, il ne l'est qu'en l'état actuel des connaissances. Il faut, en outre, toujours le consommer en parfait état, en petite quantité, et jamais durant plusieurs repas consécutifs ».



Enfin, certaines espèces sont maintenant pointées du doigt alors que ce sont des champignons-vedettes de la cuisine chinoise :

+ l'oreille de Judas (*Auricularia auricula-judae*, 059) est responsable du syndrome de Szechwan : atteinte plaquettaire, découverte, lors des interventions dentaires, par des dentistes intrigués par des saignements répétés et importants de leurs patients, amateurs réguliers de cuisine chinoise ; quant au fameux shiitaké (*Lentinula edodes*, 062), il peut provoquer une toxicodermie. Il s'agit d'éruptions cutanées liées à un mécanisme immunologique, comme décrit lors de traitements médicamenteux. Cette intoxication, qui n'était auparavant connue que du Japon, est aujourd'hui observée en Grande-Bretagne et en France. A cause de la consommation de produits « exotiques » ou « bio » à la mode ? Ce champignon, jadis importé sec d'Orient, est maintenant cultivé régulièrement chez nous.

+ Naguère, le forum Mycologia-Europaea (sur internet) a fait état de la toxicité de... russules douces (!), en l'occurrence *Russula olivacea* (photo ci-contre). Où cela s'arrêtera-t-il ? (7)

A côté de la toxicité innée (inhérente à la chair même du champignon) on doit évoquer la toxicité acquise (par incorporation, par le champignon, de substances toxiques provenant de l'extérieur).



064 : *Armillaria ostoye*065 : *Collybia fusipes*

Tout d'abord, ne jamais oublier que tout aliment peut provoquer une intoxication s'il est en état de décomposition et de putréfaction. Parfois, ce n'est guère visible, comme chez les armillaires [ici, *Armillaria ostoyae* (064) ou la collybie à pied en fuseau (*Collybia fusipes*, 065)], qui ont encore belle allure alors qu'ils sont trop vieux et ont développé des ptomaines, notamment sous l'action de bactéries. Ce peut être aussi le cas de champignons « infectés », car on a aussi détecté des bactéries pathogènes dans des exemplaires jeunes.

De nombreux micromycètes de type moisissures attaquent également les champignons, tout comme nos autres aliments : ils ne se contentent pas de les faire pourrir, mais secrètent des aflatoxines. Les champignons ont aussi leurs champignons prédateurs ! Par exemple, *Peckiella deformans* (066) se développe sur les lactaires délicieux, donnant au champignon parasité une consistance ferme et un goût particulier. S'il est à présent reconnu sans danger - et même recherché dans le cas de l'espèce canadienne *Hypomyces lactifluorum* (067) qui se développe, telle une dermatose, sur les russules (essentiellement *Russula brevipes*, goûtée au Canada) ; d'autres *Hypomyces* doivent être considérés comme suspects, par exemple *Hypomyces chrysospermus* qui s'attaque, entre autres, aux *Xerocomus* ; son anamorphe est *Sepedonium chrysospermum* (068), de couleur blanche mais devenant jaune (069) quand les chlamydo-spores sont développées.

066 : *Peckiella deformans*067 : *Hypomyces lactifluorum*068 : *Sepedonium chrysospermum*← *Sepedonium chrysospermum* (069)

Les champignons peuvent être pollués de diverses manières.

Il peut s'agir de pollution industrielle (chimique), domestique (chauffage) ou provoquée par les moyens de transport (moteurs) : elle souille l'atmosphère, les eaux et les sols où ces pollutions peuvent être assimilées par le mycélium. On peut distinguer, avec le Dr Giacomoni, divers mécanismes de pollution chimique :

+ Les **pluies acides** qui n'épargnent pas les forêts (le soufre se transforme en acide sulfurique) : si les arbres sont malades, comment sont les champignons qui les mycorhizent ?

+ L'excès d'acide nitrique (azote + hydrogène) est, lui, généré surtout par les véhicules automobiles et pourrait bien avoir sa part de responsabilité dans les cancers.

+ Sans doute la **pollution agricole** (engrais nitrates, pesticides, herbicides, insecticides, fongicides,...) est-elle encore plus dangereuse : nous « tuons » les sds... où se trouve le mycélium qui assimile directement le carbone qui lui est indispensable : si le sol et leurs hôtes et commensaux sont empoisonnés, les champi-

gnons ne peuvent pas être indemnes !

Par exemple, Georges Becker faisait état, dans l'édition de 1975 de « La vie privée des champignons » parue dès 1952, d'intoxications par des *Agaricus bisporus* récoltés dans des champs de maïs traités aux herbicides. Des agarics champêtres ont été contaminés par un désherbant sélectif pour gazon. Certes, dit L. Giacomoni, le désherbant fait pousser les morilles, mais si les morilles résistent à la chimie, nous ne résisterons peut-être pas aux morilles !

+ les **métaux lourds** sont, entre autres, le mercure, le cadmium et le plomb ; les champignons les concentrent volontiers dans leurs mycéliums et donc dans les sporophores. Pour ce qui est du mercure, par exemple, les champignons sont capables, à partir de ce métal, de synthétiser un dérivé extrêmement toxique, le méthyl-mercure : c'est lui qui fut responsable de la catastrophe de la baie de Minamata au Japon. Le cadmium est particulièrement accumulé chez les agarics (*A. essetei* et *A. macrosporus*). Quant au plomb, qui provoque le saturnisme, il est heureusement moins présent dans les rejets des voitures actuelles, mais il faut tout de même se garder de récolter des champignons le long des autoroutes et des routes très fréquentées.

+ La **pollution radioactive** n'est plus à négliger : on en a beaucoup parlé après la catastrophe de Tchernobyl. Cette radioactivité (déjà présente suite aux essais nucléaires des années 60) a été mesurée sur divers champignons. Parmi ceux qui sont consommés régulièrement chez nous, ***Laccaria amethystina*** (photo 070) et le bolet bai (071) ont été pointés du doigt : mieux vaut donc les consommer seulement en petites quantités.



070 : *Laccaria amethystina*



071 : bolet bai

Bref, les champignons sont « bien placés » pour accumuler et concentrer métaux lourds, pesticides, radioactivité et polluants divers. Une affiche (↓) était proposée, déjà depuis de nombreuses années par le bulletin de la Société Mycologique de France, mettant en garde le grand public à l'occasion des expos.

MISE EN GARDE
SUR LA COMESTIBILITÉ
DES CHAMPIGNONS

QUE SAVONS-NOUS DES CHAMPIGNONS
EN TANT QUE COMESTIBLES ?

Leurs qualités gustatives ne doivent pas faire oublier que
leur valeur nutritive est faible

Le nombre d'espèces à valeur gastronomique
incontestable est très faible

Ce sont aussi, hélas ! de remarquables
accumulateurs de pollution

A U J O U R D ' H U I

suite à une meilleure connaissance des espèces
naturellement toxiques ou rendues toxiques
par la multiplication des sources de pollution

IL N'EST PLUS POSSIBLE
DE GARANTIR AU PUBLIC
LA TOTALE INNOCUITÉ DES ESPÈCES
JUSQU'ICI RÉPUTÉES COMESTIBLES

Pour conclure, quand je guide une promenade dans les bois, j'essaie d'insister sur deux verbes : **ADMIRER et ESSAYER DE COMPRENDRE.**

Pour ce qui est de la comestibilité des champignons, s'imposent d'autres consignes, en sus :

- **Etre TRES PRUDENT** et ne consommer un champignon que si l'on est sûr de sa détermination.
- **Etre TRES SELECTIF** : ne pas cuisiner des champignons qui sont vieux ou en état de décomposition, même superficielle.
- **Etre RAISONNABLE** et ne consommer des champignons qu'en petite quantité (les champignons sont un condiment et pas un aliment comme les légumes et les fruits), et seulement de temps en temps.



Vous êtes découragés et vous vous demandez si vous pouvez encore manger des champignons ? Je réponds franchement **OUI**, si vous suivez ces conseils, et si vous vous limitez aux espèces gastronomiques et reconnues comme telles. (marché à Ceva, ↑).

Le Dr Lucien Giacomoni sera fier de moi si j'insiste encore une fois : **les champignons sont à considérer non comme des aliments, mais comme des condiments.**

Paul Pirot.

(1) : Paul PIROT (Belgique) paul.pirot.mycology@skynet.be

Initialement, ce sujet avait fait l'objet d'une conférence donnée par l'auteur à Bellême, le 03 octobre 2010 ; le texte a été revu et actualisé pour cette publication.

(2) : **DR GIACOMONI L.**, 1989 - *Les champignons – Intoxications, Pollutions, Responsabilités, Une nouvelle approche de la mycologie*. Ed. Billes, 197 pp. Dans son amicale dédicace : « Ceci est un manuel de cuisine pour hédoniste repentit ! ».

(3) : Donc fin août, puisqu'en Belgique, elle avait lieu, traditionnellement, le 1^{er} septembre.

(4) : On peut se référer, par exemple au livre de **EYSSARTIER G. & ROUX P.**, dans l'introduction de leur « *Guide des champignons – France et Europe* », Ed. Belin, plusieurs éditions, depuis 2011.

Le CD-Rom « Des champignons toute l'année » de **Paul PIROT** propose un chapitre détaillé des principaux syndromes dans la « bibliothèque mycologique », rubrique « Champignons et toxicologie » : voir la présentation du CD sur

www.olatra.com/cd-champignons-toute-l-annee/users.skynet.be/sky77634/champi/index.html

A commander chez l'auteur (10 €).

(4b) : **BOUTINES C.**, 1984 *Réglementation de la cueillette et de la commercialisation des champignons*, thèse de Pharmacie, Clermont-Ferrand. Cité par L.Giacomoni., op. citato, p. 50.

(5) : **BON M.**, 1988 - *Champignons d'Europe occidentale*, Ed. Arthaud.

(6) : **COURTECUISSÉ R. & DUHEM B.**, 1994 - *Guide des champignons de France et d'Europe*, Ed. Delachaux & Niestlé.

(7) : Voir par exemple **CHIBISHEV A., PEREVSKA Z., SIMONOVSKA N., PETKOVSKA L., MILETIC M. & SHIKOLE E.Z.**, 2015 - *Severe mushroom poisoning in one Macedonian family*. Un article parvenu à notre connaissance grâce au forum Mycologia-Europaea. La conclusion de l'abstract est évidemment pleine de bon sens : « Despite modern therapy, poisoning due to ingestion of *Amanita* mushrooms is a serious clinical and health problem that may even be potentially lethal. The most efficient way for the general public to protect itself against potential poisoning is to **avoid ingesting mushrooms that may not be edible.** »

Traduction : « *Malgré la thérapie moderne, l'intoxication due à l'ingestion d'amanites est un grave problème clinique et de santé qui peut même être potentiellement mortel. La façon la plus efficace pour le grand public de se protéger contre les empoisonnements potentiels est d'éviter d'ingérer des champignons qui ne sont peut-être pas comestibles* ».

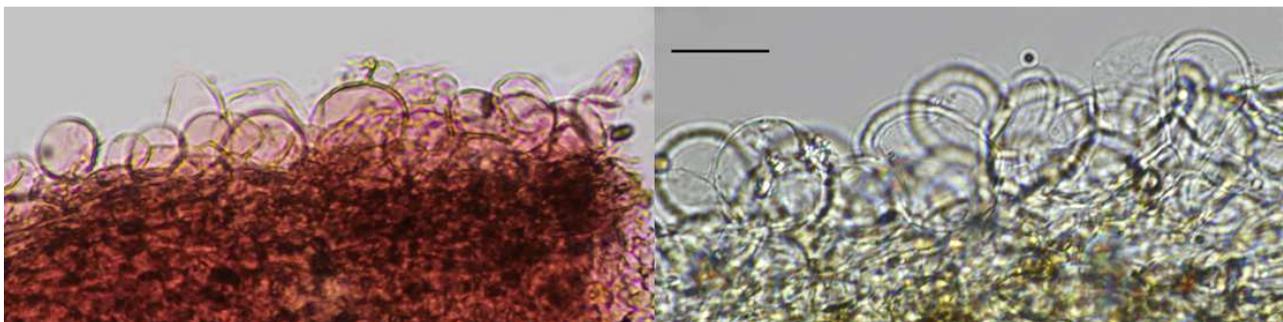
Psathyrella effibulata Örstadius & E. Ludwig, 1997, in Windahlia 22: 81

Daniel Deschuyteneer & Lothar Krieglsteiner

At moist ground on and between decaying remnants of *Scirpus silvaticus* in Bavaria (Germany).



Pileipellis ↓ : one layer of usual globose and obpyriform cells – scale bar : 20 µm



Basidia: 4-spored.

Spores: in NH_4OH , dark reddish-brown, opaque, ellipsoid in face view, slightly amygdaliform in profile, germ pore large, central

Clamps: absent

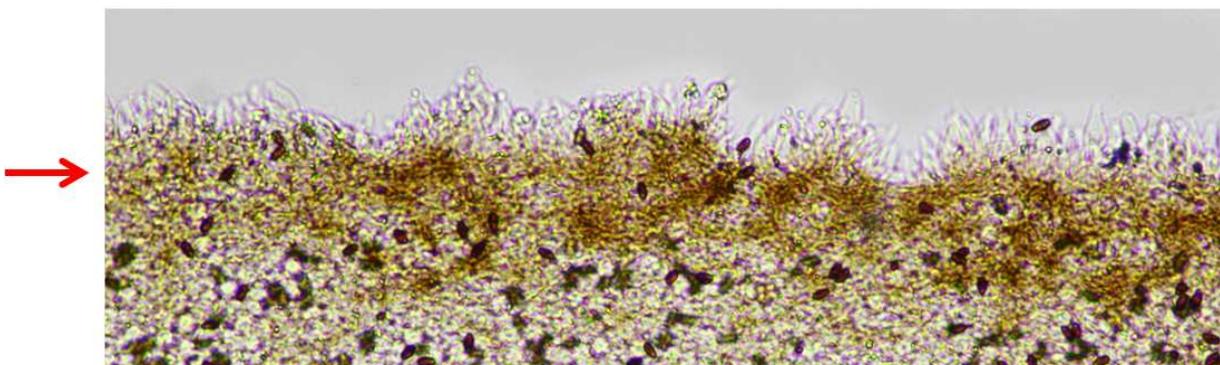
Spores: N = 25

(8,1)8,13-8,9(9,3) × (4,3)4,4-4,9(5) µm

Me = 8,6 × 4,6 µm ;

Q = (1,6)1,8-2(2,1); Qe = 1,9

Gill edge (x200) ↓, reddish-brown underlined after having cleaned the spores with NH_4OH 10%.



Pleurocystidia absent.

Cheilocystidia numerous, densely packed, hyaline, thin walled, lageniform and subutriform with a short and large neck ; apex obtuse, mixed with yellow brown clavate and often thick walled.

Paracystidia of several dimensions.



Although the sequencing is not perfect, we can conclude that this Krieglsteiner collection corresponds well to *Psathyrella effibulata* because the microscopy and macroscopic aspect correspond well to my description of this species done with G. Munoz.

See <http://amfb.eu/Myco/Psathyrelles/Pdf/Psathyrella-effibulata-1.pdf>

From A. Melzer :

Select. descript.: Enderle (1994): 75ff. (als *Psathyrella* spec. 5) ; Enderle (1998): 218ff. ; Gröger (1984): 8f. (as *P. ocellata*) ; Ludwig (2007): 697f. ; Melzer (2008a): 89f. ; Muñoz & Caballero (2013): 30f. ; Örstadius & Knudsen (2008): 599

MUNOZ G., DESCHUYTENEER D. & MELENDEZ A., 2020 : Contribución al conocimiento del género *Psathyrella* en la Península Ibérica (VI): profundizando en el complejo "*effibulata-complutensis*"

See <http://amfb.eu/Myco/Psathyrelles/Pdf/Psathyrella-effibulata-2.pdf>



← Photo A. Melzer

Opinion of Guillermo Munoz

If you have perfectly checked the absence of clamps, I think there is no doubt about it (*P. effibulata*). Macroscopically it is characteristic, due to its small size, the cream-brownish tones of the cap (not reddish) and the "greyish" veil. Microscopically it is also totally compatible.

Opinion of Pietro Voto

Voto agree with this determination indicating that the lack of clamps is one of the most important characters.

EXEMPLES DE VARIABILITÉ DES CHAMPIGNONS HYPOGÉS

Jean-Baptiste PEREZ

INTRODUCTION

Après plusieurs années de prospection en France et dans des pays voisins, à la recherche de champignons hypogés, avec Fifie (chienne Podenco, née au Portugal) et avec Finette en 2022, nous avons pu constater qu'un certain nombre d'exemplaires d'une même espèce ne se ressemblent pas et qu'inversement, des récoltes d'espèces et de genre différents semblent identiques. Avec de l'expérience, il est possible d'identifier quelques espèces sur le terrain, mais rarement avec 100 % de certitude, et généralement l'observation au microscope est fortement conseillée, voire même les analyses biomoléculaires dans certains cas. Cette variabilité rend ardues les déterminations, ainsi que la réalisation de clés. Comme en témoignant leurs discussions sur le terrain lors des excursions, les amateurs de champignons épigés connaissent bien ce genre de difficultés.

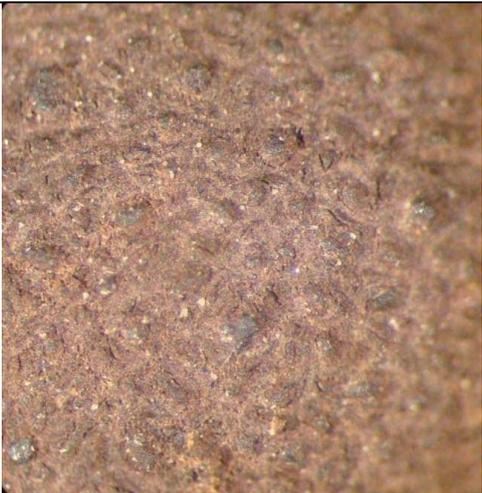
Nous illustrons ce problème avec des exemples de récoltes réalisées de 2011 à 2022.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Les exemplaires présentés ont été récoltés de 2011 à 2022, particulièrement dans le nord-est de la France, mais aussi dans d'autres régions de l'Hexagone, ainsi que de pays voisins. Ils ont été photographiés avec des appareils Nikon et Olympus, et pour la microscopie, un microscope Réalux, grossissement x 400 et x 1000, essentiellement. Certaines récoltes ont fait l'objet d'analyses ADN, par Pablo Alvarado, en Espagne, et Arthur Grupe, par l'intermédiaire de Rosanne Healy et Matthew Schmitt (voir ALVARADO et al. 2020, et GRUPE & al. 2018, pour les méthodes d'analyse ADN).

MÊME ESPÈCE, CARACTÈRES DIFFÉRENTS

[Elaphomyces virgatosporus](#) Hollos

	
<p>Photo 1 : <i>Elaphomyces virgatosporus</i> du 28/11/2011</p>	<p>Photo 2 : surface d'<i>Elaphomyces virgatosporus</i> du 28/11/2011</p>
	
<p>Photo 3 : <i>Elaphomyces virgatosporus</i> du 31/10/2012</p>	<p>Photo 4 : surface d'<i>Elaphomyces virgatosporus</i> du 31/10/2012</p>

Sur les deux récoltes réalisées à un an d'intervalle à Sexey-aux-Forges, en Meurthe-et-Moselle (54), celle de 2011 est la deuxième attestation réelle pour la France. En effet, PAZ & al. 2017, p. 229 citent une récolte de l'herbier de Quélet, du Jura, en 1879, mais elle est attribuée à cette époque à *E. echinatus*. Publié ou enregistré sous ce nom, il n'était donc guère possible de savoir qu'*E. virgatosporus* avait été récolté en France, avant le travail et la publication d'Ita Paz et de Claude Lavoise. Les récoltes de Sexey-aux-Forges datent du 28/11/2011 (**photos 1 et 2**) et du 31/10/2012 (**photos 3 et 4**). Si le premier spécimen était brun rougeâtre, pratiquement lisse, ou faiblement verruqueux, le second, grisâtre sombre, présentait des verrues coniques très pointues. Les spores sont identiques, bien sûr, et le deuxième ressemble plus à l'illustration de PAZ & al 2017, p. 221. Le premier exemplaire a été confirmé par analyse biomoléculaire par Ita Paz et il est cité par PAZ & al 2017, p. 229.

Elaphomyces muricatus var. *reticulatus*



Photo 5 : *Elaphomyces muricatus* var. *reticulatus* du 17/04/2014

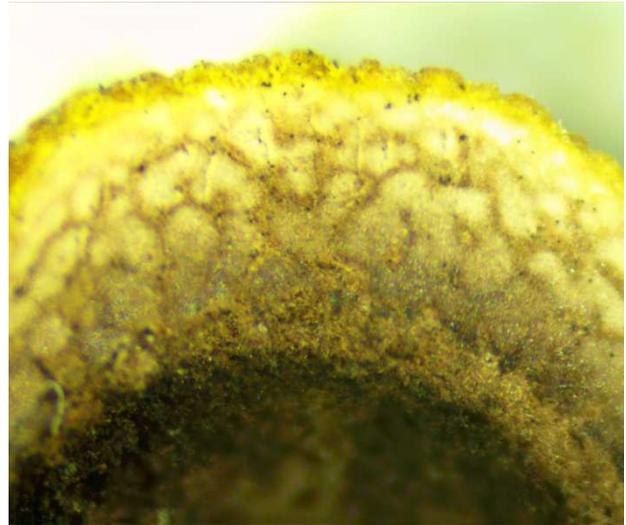


Photo 6 : péridium d'*Elaphomyces muricatus* var. *reticulatus* du 23/02/2017

On notera que le péridium d'*Elaphomyces muricatus* var. *reticulatus*, blanc crème en fonction de sa maturité, ne présente pas toujours le réseau d'aspect grillagé et peut en ce cas provoquer des confusions avec *E. granulatus* (PAZ & al. 2012, p. 100). La **photo 5** montre un exemplaire d'Alsace du 17/4/2014, peu mature, identifié par ses spores. Elles sont généralement plus petites, avec des mèches plus hautes, plus évidentes que celles d'*E. granulatus*. La **photo 6** montre un aspect du péridium de la var. *reticulatus*, à pleine maturité d'un exemplaire récolté à Vaucouleurs (Meuse), le 23/2/2017.

Pachyphlodes melanoxantha (Tul. & C. Tul. ex Berk.) Doweld



Photo 7 : *Pachyphlodes melanoxantha* de Dun



Photo 8 : *Pachyphlodes melanoxantha* d'Oron

Trois récoltes vont illustrer la variabilité de cette espèce :

La première a été réalisée à Dun-sur-Meuse, en Meuse (55), le 17/08/2012 (**photo 7**). Les exemplaires, plutôt ronds, étaient noirs et franchement verruqueux, à verrues basses toutefois. La gléba était jaunâtre et noire.



Photo 9 : *Pachyphlodes melanoxantha* de Hauteluçe

D'autres exemplaires récoltés près d'Oron, forêt de Serres, en Moselle (57), le 12/9/2011, étaient assez semblables, mais la gléba était violacée (lilacine), probablement parasitée (**photo 8**). Par contre, un exemplaire de Hauteluçe en Savoie (73), le 30/8/2017, était plutôt grisâtre, lisse, et à gléba ochracé grisâtre (**photo 9**). Les spores des exemplaires de Dun avaient des verrues coniques, assez régulières, sans bulbes à la base (**photo 10**). Par contre, les spores de celui de Hauteluçe avaient des verrues bulbeuses, parfois bifurquées au sommet (**photo 11**). Cet exemplaire n'était probablement pas à pleine maturité ; toutefois, des spores colorées étaient bien matures. La détermination des trois récoltes a été confirmée par l'analyse biomoléculaire effectuée par l'intermédiaire de Rosanne Healy¹⁷.

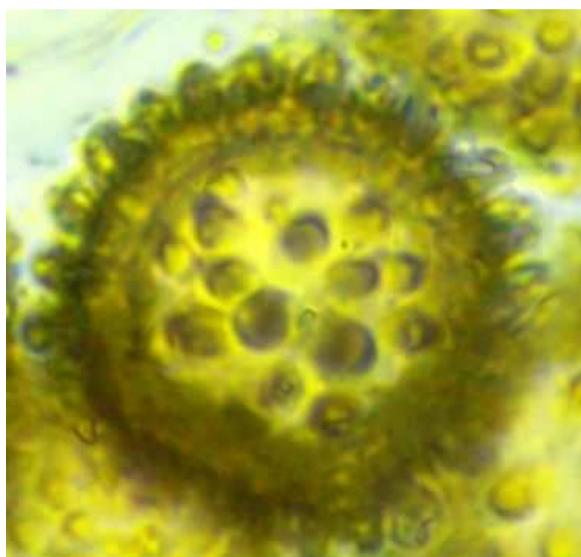


Photo 10 : exemple de spores du *Pachyphlodes melanoxantha* de Dun

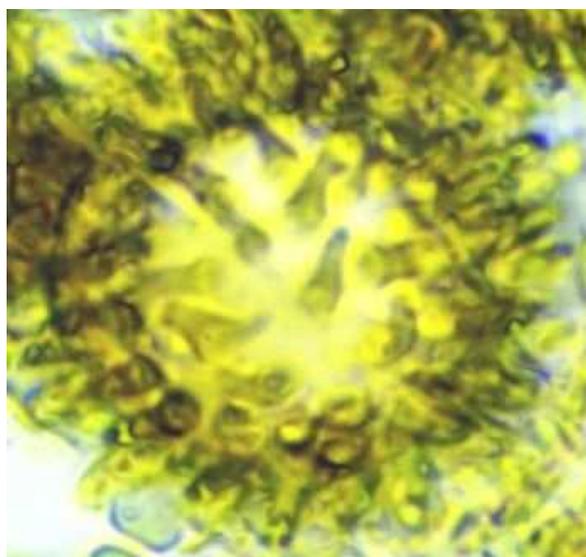


Photo 11 : spore du *Pachyphlodes melanoxantha* de Hauteluçe

Pachyphlodes citrina (Berk. & Broome) Doweld

Le premier spécimen, récolté à Mélny-le-Grand en Meuse (55), était brunâtre, à gléba jaune et brune (**photo12**), alors que ceux récoltés plus tard à Euville près de Commercy, en Meuse (55), étaient grisâtres, à gléba et spores vertes (**photo13**).



Photo 12 : *Pachyphlodes citrina* de Mélny-le-Grand



Photo 13 : *Pachyphlodes citrina* d'Euville

¹⁷ Vu le travail très sérieux de Rosanne Healy dans la révision du Genre *Pachyphlodes*, nous pouvons accepter ses conclusions en toute confiance. Comme nous le relatons plus bas à propos de *P. ligérica*, elle a pu corriger des déterminations erronées (*P. thyselli* vs *P. ligérica*), grâce à des analyses biomoléculaires établies avec des bases de données à partir d'holotypes ou d'exemplaires correctement déterminés.

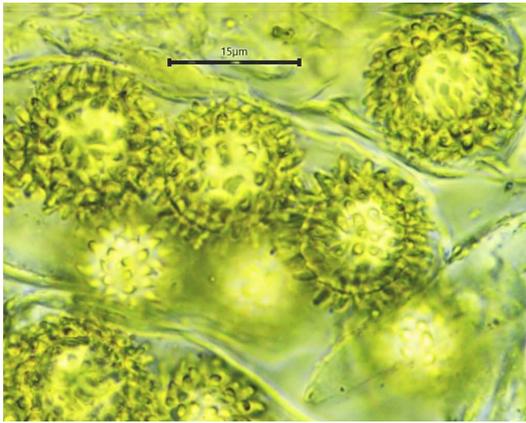


Photo 14 : spores *Pachyphlodes citrina* de Méigny-le-Grand

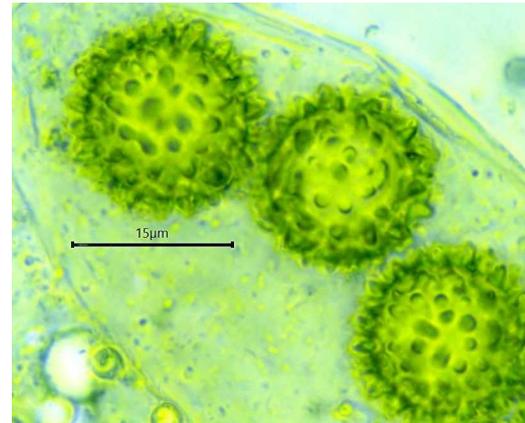


Photo 15 : spores *Pachyphlodes citrina* d'Euville

Les spores, de couleur différente, plus vertes pour l'exemplaire d'Euville, ont toutefois la même ornementation, à « épines » variables, plus ou moins tronquées ou parfois capitées (photos 14 et 15).

Pachyphlodes ligerica (Tul. & C. Tul.) Zobel

Le premier, récolté à Euville, près de Commercy, en Meuse (55), le 19/7/2012, était marron et très faiblement, finement, verruqueux (photo 16). Génétiquement, il ne correspondait pas à ceux qui étaient en possession de Rosanne Healy, parmi lesquels des *P. ligerica* obtenus d'Espagne et d'Italie.

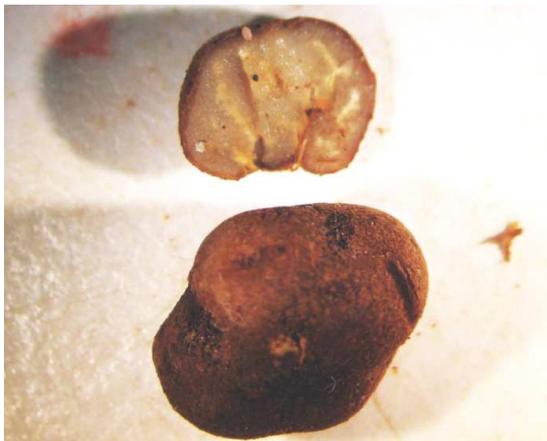


Photo 16 : *Pachyphlodes ligerica* d'Euville



Photo 17 : *Pachyphlodes ligerica* de Dun

Le 6/7/2016, deux exemplaires récoltés à Dun-sur-Meuse (55) étaient différents macroscopiquement : grisâtres et plus nettement verruqueux, avec des nuances verdâtres, dans la gléba surtout (photo 17). Des collègues de Rosanne Healy, dont Arthur Grupe, après avoir réalisé l'analyse de l'ADN, en ont conclu que c'était la même espèce que l'exemplaire d'Euville, les spores étaient d'ailleurs identiques (photo 18). Toutefois, au vu des photos, Rosanne HEALY doute que ce soit une espèce identique ; comme le génome complet n'est pas encore connu, des analyses complémentaires seront nécessaires pour avoir des certitudes. En fait, Rosanne Healy, en septembre 2016, s'est rendue compte que les récoltes d'Espagne avaient été mal déterminées et qu'elles correspondaient à une autre espèce : *P. thyselli* (W. Colgan & Trappe) Doweld, dont les spores se différencient par la présence d'un épisporium (enveloppe). Il a donc fallu plusieurs années et des analyses de l'ADN pour avoir une détermination fiable et constater aussi la variabilité de cette espèce.

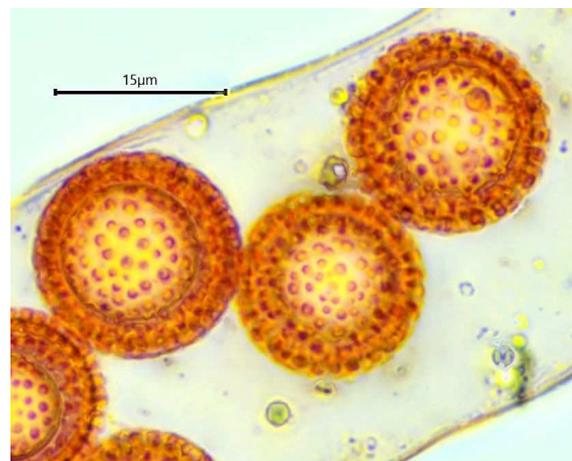


Photo 18 : spores de *Pachyphlodes ligerica* de Dun

D'autres *Pachyphlodes* montrent aussi une variabilité de caractères au sein de la même espèce ; c'est notamment le cas de *Pachyphlodes nemoralis* Hobart, Bóna & A. Paz que l'on pourrait parfois confondre avec *P. citrina*.

CHEZ LES GENEAE

Bien sûr, ce phénomène ne se limite pas aux seuls *Pachyphlodes* : des récoltes récentes, comparées à d'autres qui ont fait l'objet d'analyses ADN, ont montré aussi une plus grande variabilité de certaines espèces de *Genea*, avec parfois des ressemblances et confusions possibles entre elles.

Nous citerons *Genea fragrans* (Wallr.) Sacc., qui présente dans le clade des sous-groupes génétiquement marqués par l'ADN, la variabilité des spores semblant également bien correspondre pour certains exemplaires. Nous avons fait la même constatation pour *Genea coronata* P. Alvarado, J.-B. Pérez & M. Scholler (ALVARADO & al. 2020).

Genea arenaria Harkn.

Si on se réfère aux localisations géographiques, il apparaît que cette variabilité n'est liée ni à l'écologie, ni à la distance des stations. Citons le cas d'une récolte de *Genea arenaria* Harkn., à Liscle-de-Vergon (Alpes de Haute-Provence), qui était petite, très lobée, à verrues noirâtres. Bien que l'ornementation des spores ressemble un peu à celles de *G. pseudobasleyi*, mais aussi à celles de *G. pinicola* V. Kaounas, J. Cabero & F. García, l'analyse de l'ADN a démontré qu'il s'agissait bien de *G. arenaria*. Or, les autres exemplaires cités et présentés en bibliographie, sont plutôt globulaires et rougeâtres, présentant des poils en surface¹⁸. Celui de Liscle-de-Vergon avait de rares poils visibles à la loupe binoculaire. Nous présentons, en photo, un exemplaire normal de Dun-sur-Meuse, rougeâtre (**photo 19**), et celui de Liscle-de-Vergon (**photo 20**).



Photo 19 : *Genea arenaria* de Dun-sur-Meuse



Photo 20 : *Genea arenaria* de Liscle-de-Vergon

Genea Sphaerica Tull. & C. Tul. & *G. Lespiaultii* Corda

En raison du petit nombre de récoltes, et donc d'analyses (ALVARADO & al. 2016 et 2020), il est actuellement difficile de confirmer ces deux espèces. Ainsi, à supposer que les déterminations étaient fiables, l'ADN s'est révélé pratiquement identique ; les auteurs en déduisent que seule la morphologie des spores différencie les deux taxons. En fait, les illustrations de divers auteurs, dont l'icône de Corda 1854, mettent en évidence une forte variabilité. Seules des études et analyses biomoléculaires et, si possible, de nouvelles récoltes, pourraient permettre de confirmer ou non l'existence de deux taxons distincts.

CHEZ LES TUBER

Tuber Aestivum Vittad.

Si classiquement, dans les publications, plutôt anciennes (dont MALENÇON 1938), on distingue les espèces de *Tuber* noires par la taille des verrues, en principe supérieure à 3 mm pour *T. aestivum*, inférieure à 3 mm pour *T. melanosporum*, *T. brumale* et *T. mesentericum*, deux récoltes de *T. aestivum*, dont une de deux exemplaires à Saulxerotte (54), avaient des verrues de 1 mm (**photo 21**). Des *T. mesentericum*, à verrues de 4-5 mm, ont été récoltées aussi. Mais, une récolte à Selongey, à la chapelle Gertrude, en Côte-d'Or (21), correspondait à un *Tuber aestivum*, à verrues striées, mais avec des spores sphériques (90%) de diamètre inférieur à 32 µm ; elle a été publiée sous le nom de *T. aestivum* var. *sphaerispora* (PEREZ 2020, p. 97)¹⁹.

¹⁸ PAZ et al. 2019, p. 168 présentent toutefois des exemplaires plus lobés.

¹⁹ D'après une analyse ADN réalisée par Pablo Alvarado, cet exemplaire serait parasité, ce qui serait responsable de cette différence dans les dimensions sporales.



Photo 21 : à gauche, *T. aestivum* normal ; à droite, petit spécimen à petites verrues de Saulxerotte, 12/1/2022



Photo 22 : *T. aestivum* de Saulxerotte



Photo 23 : *T. aestivum* de Saulxerotte : gléba

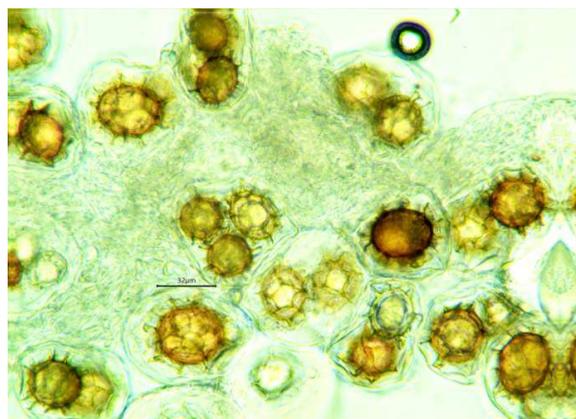


Photo 24 : *T. aestivum* de Saulxerotte : spores

Un autre exemplaire de *Tuber aestivum*, récolté à Saulxerotte (Meurthe-et-Moselle), le 12/1/2022, ressemblait à *T. melanosporum* peu mature (photo 22). Il avait des petites verrues, de dimensions inférieures à 3 mm, et la gléba brune, veinée de blanc (photo 23). Mais les spores, observées en grand nombre, étaient rondes ou peu elliptiques, avec un diamètre maximum inférieur à 35 μm , alors que certaines peuvent atteindre 50 μm pour l'espèce (photo 24).

En fait, cette espèce est assez variable, avec des verrues plus ou moins proéminentes et plus ou moins visibles (voir PEREZ 2020). On notera que Jérôme Maffert, qui a consulté de nombreux ouvrages très anciens, concernant les truffes noires verruqueuses, cite des descriptions et représentations très variées, parfois originales, conséquence probable de la variabilité des espèces, dont certaines ont peut-être disparu (MAFFERT 2021)²⁰. Ainsi, parmi les nombreux noms qui ont été créés, certains sont illégitimes ; d'autres, légitimes, ont été oubliés.

TUBER MACROSPORUM VITTAD.

Un exemplaire de *Tuber*, récolté dans le secteur de Saint-Mihiel (55), confié par Gérard Meunier, présentait des verrues grisâtres, faiblement striées, à la base surtout, assez semblables à celles de *T. aestivum* (Wulfen) Spreng. (photo 25).



Photo 25 : verrues de *T. aff. macrosporum* de Saint-Mihiel

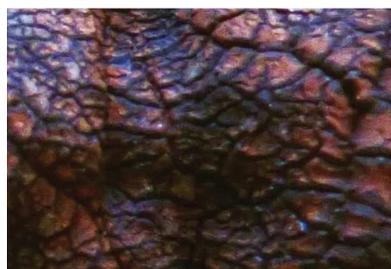


Photo 26 : verrues de *T. aff. macrosporum* de Cunel

²⁰ Ce travail très intéressant est important, car il montre l'évolution des connaissances sur les truffes noires et permet ainsi de déceler les noms illégitimes ou invalides qui perdurent encore de nos jours, certains pour des raisons « commerciales ».

Au microscope, les spores correspondent à celles de *T. macrosporum*, mais d'une longueur inférieure à 65 µm, jamais supérieure, alors qu'elles devraient atteindre 80 µm. *T. macrosporum* a des verrues polygonales surtout plates, lisses, rouges à noires, d'après les illustrations de MONTECCHI & SARASINI 2000, p. 286 et les récoltes de Murvaux en Lorraine (55). Il est possible que des analyses ADN distinguent la récolte de Saint-Mihiel de celle de Cunel (Meuse), qui a des caractères semblables à ceux des trois autres récoltes de Lorraine (**photo 26**).

MÊMES CARACTÈRES, ESPÈCES DIFFÉRENTES

LES GENEAE

Si des *Genea* d'une même espèce peuvent présenter des caractères différents, comme nous l'avons vu ci-dessus, nombre d'autres, d'espèce différente, sont sujettes à confusion à cause de caractères semblables.

[Genea fragrans](#) (Wallr.) Sacc., [G. verrucosa](#) Vittad. & [G. pseudoverrucosa](#) Bratek, Konstantin & Van Vooren

On a tenté de distinguer des groupes en se basant sur la couleur noire ou rougeâtre à brunâtre, critère qui n'est pas vraiment pertinent. Pour les noires, la présence d'une seule cavité, comme chez *G. verrucosa*, distingue certaines espèces d'autres ayant des cloisons et des plis internes, comme *G. fragrans*. Cependant, la taille des *Genea* variant d'environ 0,5 cm à 2 cm, les petits spécimens peuvent ne pas présenter ces plis internes. Par ailleurs, la présentation de divers exemplaires de *G. verrucosa* par ALVARADO & al. (2016, p. 448) montre une variabilité de la morphologie : périidium mince ou épais, et surtout de la couleur : gris noirâtre ou à nuance rosée à brunâtre. En définitive, *Genea fragrans*, *Genea verrucosa*, *Genea pseudoverrucosa*, ces deux dernières surtout longtemps confondues par différents mycologues, ne se différencient que par l'ornementation des spores, distinction que l'on ne peut réaliser sans une certaine expérience²¹ ! C'est grâce à l'analyse de l'ADN que Pablo Alvarado a distingué *Genea pseudoverrucosa* de *G. verrucosa* et l'a publié comme espèce nouvelle (ALVARADO et al. 2014, p. 48). L'holotype de Sexey-aux-Forges (bois de Maizières) en Meurthe-et-Moselle (54) a été trouvé par Fifie.

AUTRES EXEMPLES

G. arenaria et *G. hispidula* Berk. ex Tul. & C. Tul., de couleur brune plus ou moins rougeâtre et possédant des poils, se différencient également surtout par leurs spores. On a également confondu des espèces présentant des tons jaunes, comme *P. nemoralis* et *P. citrina* qui peuvent tous deux être bruns et verruqueux : le premier a une gléba jaune, alors que chez le second, c'est le mycélium qui est jaune (HEALY & al. 2015). Rosanne Healy m'a fait part aussi des confusions entre *P. thyselli* et *P. ligerica* : le premier a des spores avec périsperium, que n'ont pas celles du second. Il faut donc une bonne expérience, sinon des analyses biomoléculaires, pour avoir des certitudes dans la détermination des espèces hypogées.

LES TUBER



Photo 27 : exemplaires d'aspect semblable ; à gauche : *T. excavatum* et à droite : *T. nitidum*



Photo 28 : en haut : *Hydnocyttis bombycina* ; en bas : *Tuber* cf. *nitidum* de Maredsous

²¹ ALVARADO & al. 2016, p. 448 présentent plusieurs exemplaires de *Genea verrucosa*, de rougeâtres à noirs, qui paraissent presque tous différents. Les spores sont plus caractéristiques, mais avec une certaine variabilité, parfois liée aussi à la maturité, qu'il faut apprécier.

Tuber excavatum Vittad. & *Tuber nitidum* Vittad.

Ces deux *Tuber* ont souvent le même aspect ; cependant, l'odeur sur le frais diffère, en principe, à bonne maturité. Généralement, *Tuber excavatum* a une cavité basale, mais des exemplaires plus ou moins lobés de *T. nitidum* peuvent montrer des ressemblances (**photo 27**). Il faut ajouter qu'*Hydnocystis bombycina* (Vittad.) Healy & M.E. Sm. (ex *Stephensia b.*), sans son mycélium nourricier, à forte maturité, ressemble aussi à *T. nitidum*. Toutefois, à la coupe, la gléba et l'odeur sont différentes.

En exemple, **photo 28**, une récolte des deux espèces sur une aire de repos située avant Maredsous (Belgique).

Tuber nitidum Vittad. & *Elaphomyces decipiens* Vittad.

Deux exemplaires rapportés à *T. cf. nitidum*, mais très verruqueux (ils pourraient s'appeler *T. nitidum* « var. *verrucosum* », mais il faudra une analyse ADN de l'exemplaire envoyé à Pablo Alvarado pour justifier ce taxon), de 0,5 cm de diamètre, ressemblent à des *Elaphomyces decipiens* Vittad. (**photos 29 et 30**).



Photo 29 : *Tuber cf. nitidum* verruqueux de Maron



Photo 30 : verrues bien visibles de *Tuber cf. nitidum* de Maron

Au microscope, les spores épineuses correspondent bien à celles d'un *Tuber* du groupe *rufum* (**photo 31**). Un *Elaphomyces decipiens* d'Alsace avait des verrues assez ressemblantes, plus petites toutefois (**photo 32**). Un autre exemplaire du Bois du Ménéil (Moulin de la Platinerie, à Tontelange, commune d'Attert en Belgique) est ressemblant, moins jaune (**photo 33**), mais cette espèce est jaune à l'état peu mature. A la coupe, à maturité, la gléba diffère, bien sûr. Inversement, deux exemplaires récoltés en Meuse, à Naives-en-Blouis, qui étaient jaunes et lisses²², ressemblant assez bien à *Tuber nitidum*, étaient en fait deux *Elaphomyces decipiens*. Ceci apparaît bien à la coupe et, si le premier (9/10/2013) avec des spores anormales, semblait parasité, le second (7/6/2018 – **photo 34**) avait des spores tout à fait normales.

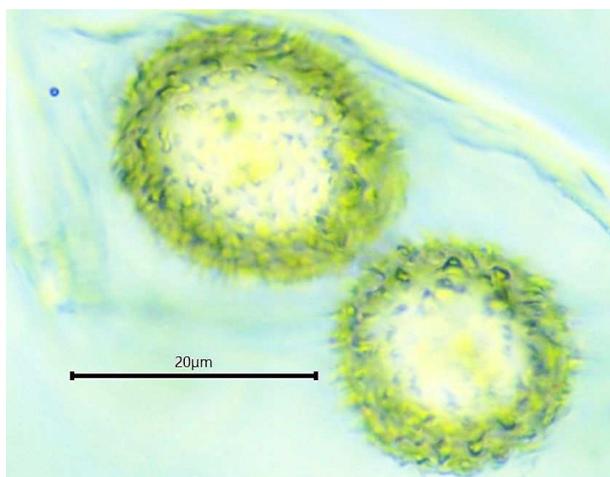


Photo 31 : spores à épines courtes de *Tuber cf. nitidum* de Maron



Photo 32 : *Elaphomyces decipiens* de la Hardt : grosses verrues jaunes à brun clair

²² En fait, en observant en détail à la loupe, la surface présente des « amorces » de verrues, mais ce n'est pas un aspect typique d'*E. decipiens*. Ce pourrait être une variété.



Photo 33 : *Elaphomyces* du bois du Ménil, Belgique



Photo 34 : *Elaphomyces decipiens* de Naives-en-Blois

COMMENTAIRES

Ces exemples illustrent la difficulté dans la détermination des espèces de champignons hypogés – mais bien sûr, ce peut être aussi le cas pour des espèces épigées. Les variations de couleur et d'aspect macroscopique parfois associées, induisent en erreur et ont été responsables, dans le passé, de différences dans la nomenclature d'un même taxon et parfois, plusieurs synonymes ont été publiés. Nous constatons aussi qu'il est difficile de réaliser des clés simples, tenant compte de ces variations. Certaines clés anciennes ne permettent d'ailleurs pas d'aboutir à un nom d'espèce. Citons comme exemple *Elaphomyces papillatus* Vittad., cité comme *Elaphomyces* sombre, noirâtre, dans la clef de MONTECCHI & SARASINI 2000, pp. 52-53 et qui, en fait, peut être ochracé, plutôt pâle (**photo 35** : exemplaires de Pont-Saint-Vincent, Meurthe-et-Moselle). De même, certains *Genea*, dont *G. arenaria* cité ci-avant, généralement brun rougeâtre, mais qui, exceptionnellement, peut être noir. Inversement, nous avons aussi une même espèce, dont certaines *Genea* d'ailleurs, cités ici, dont les spores d'exemplaires de station différentes ont des ornements différents aussi (ALVARADO & al. 2020).



Photo 35 : *Elaphomyces* groupe *papillatus* de Pont-Saint-Vincent

CONCLUSION

Nous voyons, avec les quelques exemples présentés ci-avant, que des ressemblances de diverses espèces hypogées, de genres différents, sont fréquentes, ceci pouvant être lié à l'écologie, au mode d'adaptation au milieu souterrain ou à leur hôte. Mais, inversement, si certains exemplaires d'une même espèce ont une origine commune, ils se différencient suivant les régions, a priori par mutation, génétiquement, par la différenciation de certains caractères. Ceci peut être également lié à une adaptation au milieu. Ainsi, si les premiers *Genea dentata*, récoltés en milieu sableux, plutôt acide, étaient petits, environ 0,5 cm au plus, avec une cavité unique (ALVARADO & al. 2014), l'exemplaire de Tremblois, sur sol calcaire, atteignait 2 cm, avec de nombreuses logettes internes (ALVARADO & al. 2020, p. 44). Comme exemple aussi, deux exemplaires de *Genea coronata*, cités ci-avant, récoltés en Meuse à 10 km l'un de l'autre, présentent une petite différence de la forme des verrues des spores, mais génériquement aussi, alors qu'une récolte d'Allemagne est pratiquement identique, génériquement et par ses spores, à l'holotype de Romagne. Ces exemples montrent l'intérêt d'effectuer des analyses biomoléculaires pour mieux comprendre les relations entre espèces, et confirmer des déterminations. Ainsi, l'analyse ADN a permis de séparer des espèces confondues de *Genea* (ALVARADO & al. 2014), et de *Pachyphlodes* (HEALY & al. 2015). Nous considérons comme appartenant à la même espèce des exemplaires ayant une très faible différenciation génétique. De plus, ALVARADO & al. 2020 ont suggéré la présence chez différentes espèces de *Genea* de gènes communs, récessifs, qui peuvent s'exprimer ou non, provoquant notamment une variabilité de l'ornementation des spores. En fait, les coupures sont subjectives, dues au besoin de classer qu'éprouve l'esprit humain. On constate aussi, qu'il est très rarement possible de déterminer des récoltes sur le terrain : l'observation microscopique est essentielle, voire parfois les analyses biomoléculaires. Des bonnes déterminations, accompagnées de descriptions assez exhaustives, associées à des analyses biomoléculaires, permettent de mieux distinguer les taxons, de comprendre leur évolution, leurs relations, et même leur origine comme celle des *Tuber*, que l'on peut dater à -150 MA d'après BONITO & al. 2013, ou un peu moins d'après JEANDROZ & al. 2008. En se basant sur ces auteurs, ALVARADO & al. 2016 considèrent que la différenciation se serait produite au cours du Crétacé.

Pour les *Tuber*, il y a aussi une forte variabilité dans le groupe *rufum-malacodermum*²³ : des exemplaires déjà analysés, et d'autres qui devraient l'être, pourraient correspondre à des taxons nouveaux.

Les progrès dans les techniques ayant permis de réaliser à faible coût beaucoup plus d'analyses d'ADN ; la conséquence a été une remise en cause de la taxinomie, entraînant des changements de noms spécifiques, voire de noms génériques, et même la création de nouveaux genres, ce qui perturbe beaucoup de mycologues, surtout amateurs. Mais des confusions ont pu être corrigées, les relations entre espèces précisées et des hypothèses (uniquement, car les fossiles sont presque inexistantes) sur leur origine formulées, en remontant dans les époques géologiques. La science évolue au fil des observations et des techniques nouvelles et d'anciennes hypothèses, en géologie par exemple, ont pu être remises en cause et remplacées par de nouvelles, plus fiables. Il faut s'adapter autant que possible.

Des récoltes complémentaires permettront de mieux cerner les problèmes et les relations entre les différentes espèces hypogées, et aussi de décrire de nouveaux taxons.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont à M. et Mme Garzandat, de Fresnes-en-Woëvre (55), qui sont à l'origine des découvertes de Fifie, m'ayant donné une truffe en 2008, qui m'a permis d'apprendre à Fifie à rechercher les champignons hypogés.

Nous remercions les mycologues, qui par leur collaboration, intervention, échanges de documents, de conseils, ainsi que la réalisation d'analyses biomoléculaires, ont permis de réaliser cet article sur les variabilités des champignons hypogés : Ita Paz, Claude Lavoise, Pascal Chautrand, Rosanne Healy, Arthur Grupe, Matthew Smith, Giovanni Pacioni, sans oublier Pablo Alvarado pour l'analyse de l'ADN de certaines récoltes.

Merci à Jean-Marie Pirlot et à Marcel Lecomte, pour la mise en forme, les corrections et conseils, pour cet article.

BIBLIOGRAPHIE

ALVARADO P., CABERO J., MORENO G., BRATEK Z., VAN VOOREN N., KAOUNAS V., KONSTANTINIDIS G., AGNELLO C., MERENYL Z. & SMITH M. E., 2014 – *Species diversity of Genea (Ascomycota, Pezizales) in Europe*. *ascomycete.org*

ALVARADO P., CABERO J., MORENO G., BRATEK Z., VAN VOOREN N., KAOUNAS V., KONSTANTINIDIS G., AGNELLO C., MERENYL Z. & SMITH M. E., VIZZINI A. & TRAPPE J. M., 2016 – *Phylogenetic overview of the genus Genea (Pezizales, Ascomycota) with an emphasis on European taxa*. *Mycologia*, 108(2), pp. 441–456.

²³ LE TACON 2017, p. 36 cite sous le nom de *Tuber rufum* des truffes à spores variées, épineuses ou échino-alvéolées, dont certaines viennent d'être publiées comme nouvelles espèces, entre autres *T. magentipunctatum* et *T. pustulatum*.

- ALVARADO P., PEREZ J.-B., VAN VOOREN N., BERNAUER T., HENSEL G. & SCHOLLER M.**, 2020 – *Genea coronata* (Pyrenomataceae, Pezizales), a cryptic new species in a highly polymorphic genus. *Sydowia* 72, pp. 231-242.
- BONITO G., SMITH M. E., NOWAK M., HEALY R. A., GUEVARA G., CAZARES E., KINOSHITA A., NOUHRA E. R., DOMINGUEZ L. S., TEDERSOO L., MURAT C., WANG Y., MORENO B. A., PFISTER D. H., NARA K., ZAMBONELLI A., TRAPPE J. M., VILGALYS R.**, 2013 – *Historical Biogeography and Diversification of Truffles in the Tuberales and Their Newly Identified Southern Hemisphere Sister Lineage*.
- PLOS ONE** | www.plosone.org 1 January 2013 | Volume 8 | Issue 1 | e52765
- CORDA A. C. J.**, 1854 – *Icones fungorum hucusque cognitorum*. Tome VI (Ultimus), édité par J. B. Zobel. Prague, J. G. Calve :Tab. XII.
- GRUPE A. C., SULZBACHER M. A., GREBENC T., HEALY R., BONITO G. & SMITH M. E.**, 2018 – *Tuber brennemanii* and *Tuber floridanum*: Two new *Tuber* species are among the most commonly detected ectomycorrhizal taxa within commercial pecan (*Carya illinoensis*) orchards. *Mycologia*, 110 (4): 780–790. doi: 10.1080/00275514.2018.1490121
- HEALY R., HOBART C., TOCCI G. E., BONA L., MERENYI Z., PAZ CONDE A. & SMITH M. E.**, 2015 – *Fun with the discomycetes: revisiting collections of Korf's anamorphic Pezizales and Thaxter's New England truffles leads to a connection between forms and the description of two new truffle species : Pachyphlodes pfisteri and P. nemoralis*. *ascmycete.org*, 7 (6), pp. 357-366.
- LEONARDI M., PAZ CONDE A., GUEVARA G., SALVI D. & PACIONI G.**, 2019 – *Two new species of Tuber previously reported as Tuber malacodermum*. *Mycologia*, pp. 1-14.
- LE TACON F.**, 2017 – *Les Truffes, biologie, écologie et domestication*. AgroParisTech, centre de Nancy, 304.
- MAFFERT J.**, 2021 - *Les truffes « noires » dans la littérature de Linné à la fin du XIXe siècle, taxinomie et nomenclature* - Bull. Soc. Mycol. Fr., 136 (1-4), p. 27-70.
- MALENCON M. G.**, 1938 – *Les Truffes Européennes*. Revue de Mycologie – Tome III, mémoire hors-série n° 1 – Mus. Nat. Hist. Nat.
- MERENYI Z., NAGY I., BRATEK Z. & STIELOW J. B.**, 2017 – *Tuber magentipunctatum* Z. Merényi, I. Nagy, Stielow & Bratek, sp. Nov. *Persoonia*, vol. 38 (Fungal Planet 624 – 20 June 2017), pp. 380-381.
- MONTECCHI A. ET SARASINI M.**, 2000 – *Funghi Ipogei d'Europa*. Ed. A. M. B. Fondazione Centro Studi Micologici.
- PAZ I, BELLANGER J.-M., LAVOISE C., MOLLA, ŁAWRYNOWICZ M., LARSSON E., IBARGUREN I. O., JEPPSON M., LAESOE T., SAUVE M., RICHARD F., MOREAU P.-A.**, 2017 – *The genus Elaphomyces (Ascomycota, Eurotiales): a ribosomal DNA-based phylogeny and revised systematics of European 'deer truffles'*. *Persoonia* 38, 2017, pp. 197-239.
- PAZ I, CHAUTRAND P., LAVOISE C., BARRIO L., MORAVA M., PEREZ J.-B., & ZAMBONELLI A.**, 2018 ou 2019 – *Hongos hipogeos localizados en la Comarca de Liébana y Peñarrubia*. *Myco Liébana*, pp. 155-192.
- PAZ I, LAVOISE C. & MOREAU P.-A.**, 2012 – *Propuesta de dos nuevas especies del género Elaphomyces, dos primeras citas para la península Ibérica y una clave de identificación de las especies del género para Europa*. *Boletín micológico de FAMCAL*, pp. 85-104.
- PEREZ J.-B.**, 2019 – *Tuber magentipunctatum, récolté en Lorraine, une espèce nouvelle pour la France*. *ascmycete.org*, 11 (6), pp. 210–212.
- PEREZ J.-B.**, 2020 – *Contribution à la Connaissance des truffes de France*. Bull. de l'Association des Naturalistes des Yvelines. Série 5, tome 47, fasc. III, pp. 88-104.
- PEREZ J.-B.**, 2020 – *Contribution à la Connaissance des truffes de France*. Bull. de l'Association des Naturalistes des Yvelines. Série 5, tome 47, fasc. IV, pp. 105-139.
- PEREZ J.-B.**, 2020 – *Premier signalement régional de Tuber pustulatum en Ardèche*. Bull. mycol. bot. Dauphiné-Savoie, n° 236, pp. 17-20.
- www.ingentaconnect.com/content/nhn/pimj.

Les anamorphes de certains ascomycètes ne sont pas toujours nos amis : les MOISSISSURES

Marcel Lecomte

Les moisissures sont des anamorphes d'ascomycètes ; elles sont classées dans les Deutéromycètes. Voir ma traduction de la clé de David Malloch (1997) qui figure sur notre site :

<http://www.amfb.eu/Myco/Mycobiologie/Micromycetes/DetermMoississ/Determination-moisissures.html>

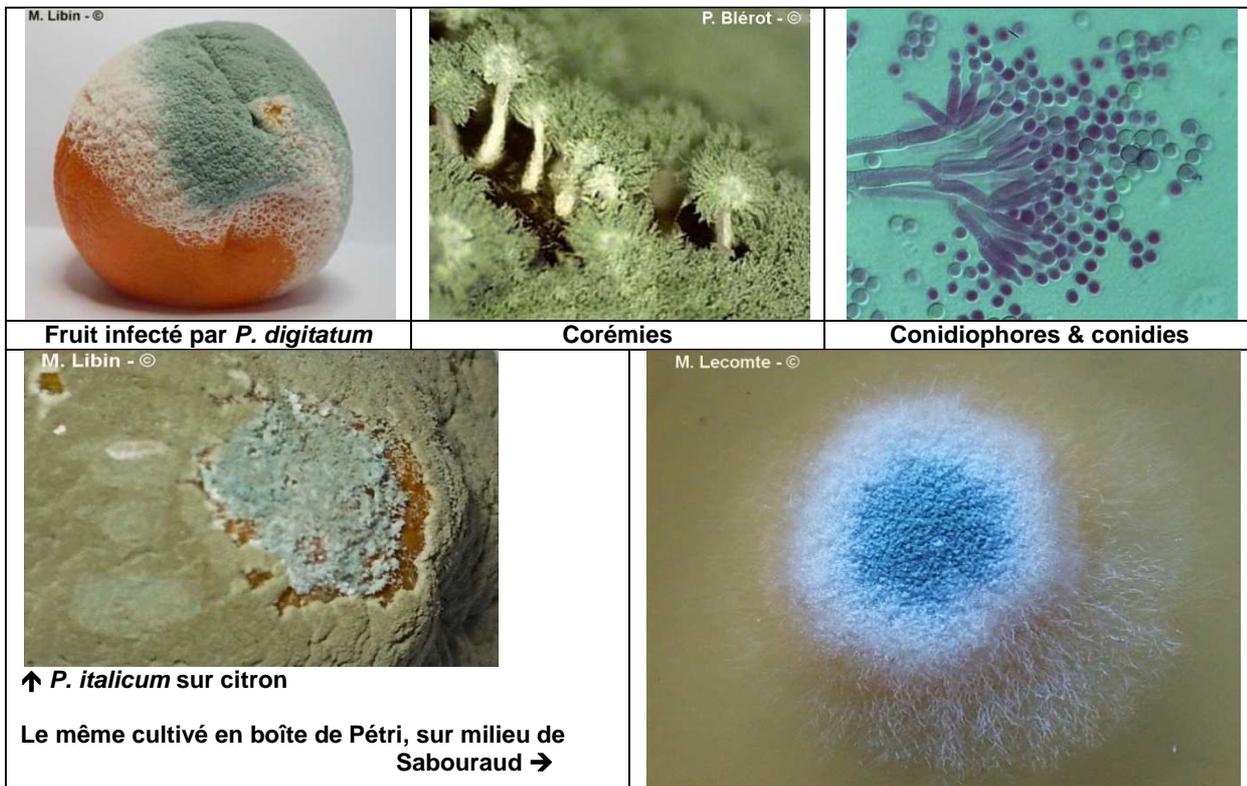
Le genre *Penicillium*

Ces derniers se caractérisent par la présence de conidiophores plus ou moins ramifiés, terminés par des phialides, disposées en verticilles. Les phialides sont serrées les unes contre les autres, ce qui confère à l'ensemble une forme de pinceau, d'où leur nom ; elles génèrent des chaînes de conidies très nombreuses, qui se séparent au moindre contact, d'où la difficulté d'obtenir des préparations où ces chaînes sont visibles (nous vous conseillons d'utiliser la technique de prélèvement du « papier collant »).

Certains d'entre eux sont des auxiliaires incontournables de notre quotidien ; ils permettent la fabrication de nombreux fromages : *Penicillium camembertii* (Brie, Camembert), *P. roquefortii* (Roquefort, bleu d'Auvergne, Fourme d'Ambert) ou d'antibiotiques (*Penicillium notatum* = *chrysogenum*). *P. candidum* génère la croûte blanche duveteuse typique de nombreux fromages (Coulommiers) ; *P. glaucum* est à l'origine du Gorgonzola et du Bleu de Gex.

D'autres, par contre, peuvent causer des dégâts considérables, notamment au niveau des fruits.

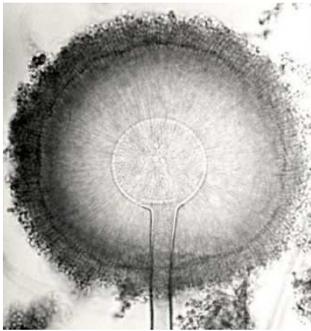
Penicillium digitatum s'attaque à tous les agrumes, et est surtout connu comme étant la pourriture verte des oranges (*Citrus sinensis*) et des citrons (*Citrus limon*), mais également des mandarines (*Citrus reticulata*). C'est un parasite de blessures, qui ne se développe pas sur un épiderme intact.



P. italicum s'attaque aux mêmes fruits et ils cohabitent très souvent sur le même substrat. Il se différencie du précédent par sa couleur vert bleuâtre (d'où son nom de "pourriture bleue des agrumes"), et peut apparaître même si on ne brise pas la chaîne du froid. L'épiderme atteint devient plus clair, se ramollit et puis le mycélium apparaît. Les conidies bleutées se forment au centre d'une colonie circulaire blanche, parfois peu visible quand tout le fruit est infecté. Tous deux sont présents tout au long de la chaîne de vie depuis la cueillette, et durant tous leurs déplacements, jusqu'au réfrigérateur de votre cuisine.

P. griseofulvum* & *P. expansum, qui se développent sur des céréales, des légumineuses ou des fruits, produisent une mycotoxine dangereuse : la patuline ; même à faible dose, elle peut provoquer des lésions au niveau des reins, de la rate, des poumons, avec en outre, une dégénérescence des neurones, affectant le système nerveux humain. Les jus de fruits contaminés n'ont ni goût ni odeurs particuliers (la pasteurisation ne la détruit pas).

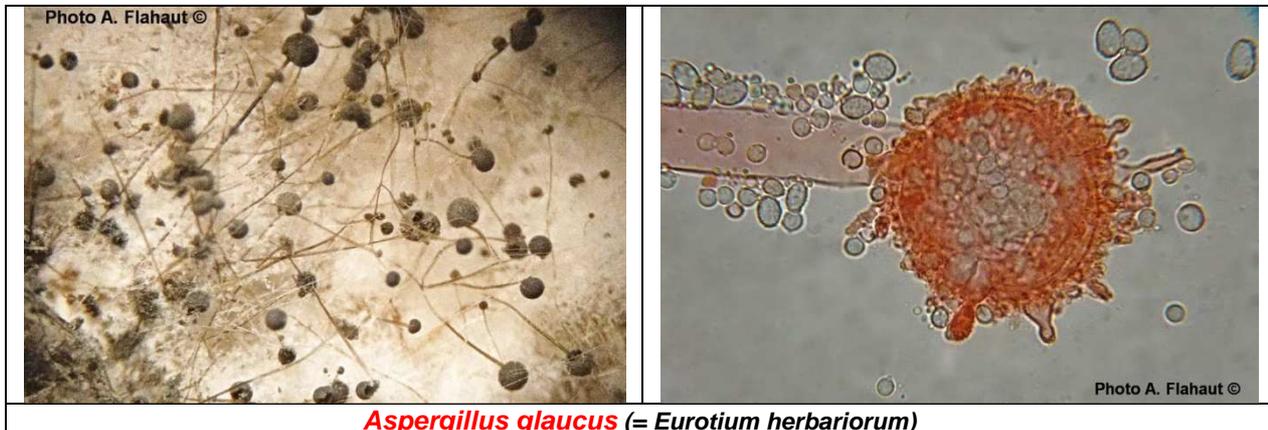
P. marneffe est redoutable pour les personnes séropositives, au système immunitaire réduit ou déficient.



Le genre *Aspergillus*

Les conidiophores sont de longues hyphes dressées, non cloisonnées (le mycélium est septé), qui portent à leur extrémité un renflement sphérique hérissé de phialides, d'où partent des chaînes de petites conidies sphériques. Ce sont des moisissures banales et courantes, dont certaines se caractérisent par la production d'aflatoxines, qui peuvent s'avérer très dangereuses pour la santé humaine, et provoquent des aspergilloses.

← photo J. Arthaud



***Aspergillus glaucus* (= *Eurotium herbariorum*)**

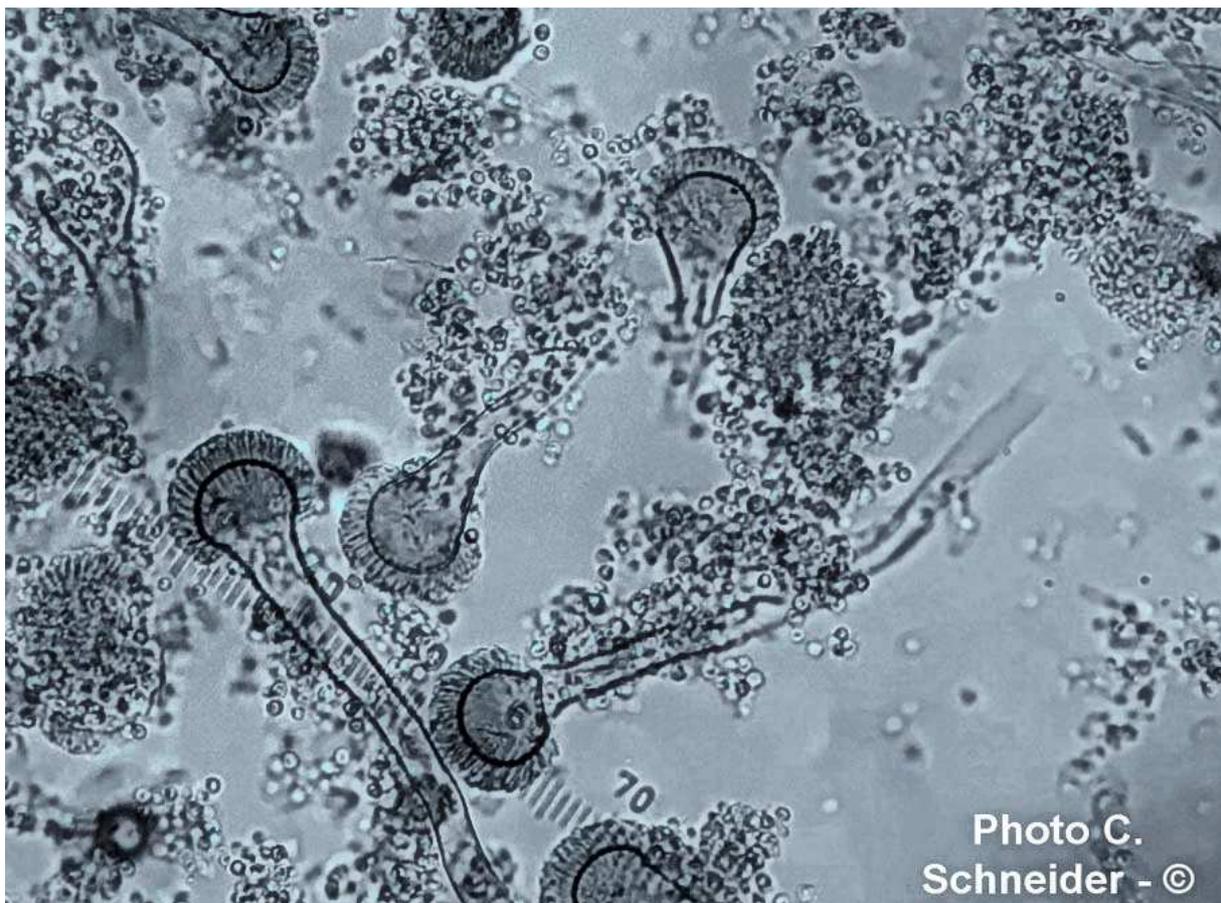


Photo C.
Schneider - ©

Cette espèce est courante sur les matières organiques, au sol ou sur des aliments : elle se développe à l'extérieur en hiver mais aussi en milieu humide sur le compost, le cuir, la laine, les vêtements rangés dans des placards humides, les céréales, les aliments sucrés (notamment sur les confitures mal conditionnées), les denrées alimentaires ou la viande. Même si elle peut provoquer des allergies, elle n'est qu'occasionnellement pathogène.

A. fumigatus (photo ci-dessus ↑) & ***A. nidulans*** peuvent provoquer de graves problèmes pulmonaires chez l'homme. ***A. niger*** s'attaque au conduit auditif ; ***A. flavus*** est carcinogène ; ***A. ochraceus*** s'attaque aux animaux d'élevage et aux vers à soie.



Le genre *Stachybotrys*

← *S. chartarum* (= *S. atra*, *S. alternans*, *Stilbospora chartarum*). Cette moisissure se développe notamment sur tous les milieux à composante cellulosique riche et pauvre en azote (bois, colle, papier peint, panneaux de gypse, panneaux de plâtre cartonné) ainsi que le plâtre humide. On l'appelle "moisissure noire" et est typique des bâtiments humides et malsains, mal ventilés (salles de bain, buanderies), sujets à de l'humidité ascendante ou descendante. Son odeur de bois pourri est puissante et déplaisante, ce qui permet de repérer son existence assez vite. Elle génère de puissantes mycotoxines néfastes pour l'être humain, pouvant provoquer des

saignements pulmonaires, surtout chez les enfants en bas-âge.

Stachybotrys echinata (= *Memnoniella echinata*)

Cette espèce est très semblable à la précédente, se développe dans les mêmes conditions et provoque les mêmes désagréments. Elle est fréquente également sur des vêtements humides tissés en fibres naturelles (coton). Elle est plus courante dans des régions à climat chaud (tropicales et subtropicales) et notamment dans les filatures de coton.

Conidies & mycélium observés en DIC →

(photo Internet - idem pour la précédente)



Le genre *Alternaria*

L'espèce la plus courante est *A. alternata*, qui se développe dans les mêmes conditions que les *Stachybotrys*, mais avec un champ d'infection beaucoup plus large (poussière de planchers, de matelas, de tapis, cadres & mastic de fenêtres, humidificateurs, filtres des systèmes de ventilation, peintures à l'huile,...) ; les conidies sont aéroportées et provoquent des allergies respiratoires.

Nombre d'espèces sont responsables de phytopathologies (les alternarioses) qui peuvent fortement compliquer la tâche des producteurs. En voici quelques espèces, avec les hôtes infectés :

A. dauci (feuilles de carottes), *A. solani* (Solanacées : tomates, aubergines & pommes de terre), *A. brassicae* & *brassicicola* (Crucifères : choux, navets, colza), *A. porri* (poireaux & oignons), *A. cichorii* (chicorées), *A. helianthi* (tournesols), *A. linicola* (lin), *A. petroselinii* (persil), *A. triticina* (blé), *A. raphani* (radis), *A. citri* (agrumes : oranges, citrons, mandarines) ; on en rencontre également sur les asperges, le raisin, le cannabis...



Alternaria solani sur tomate (photo internet)

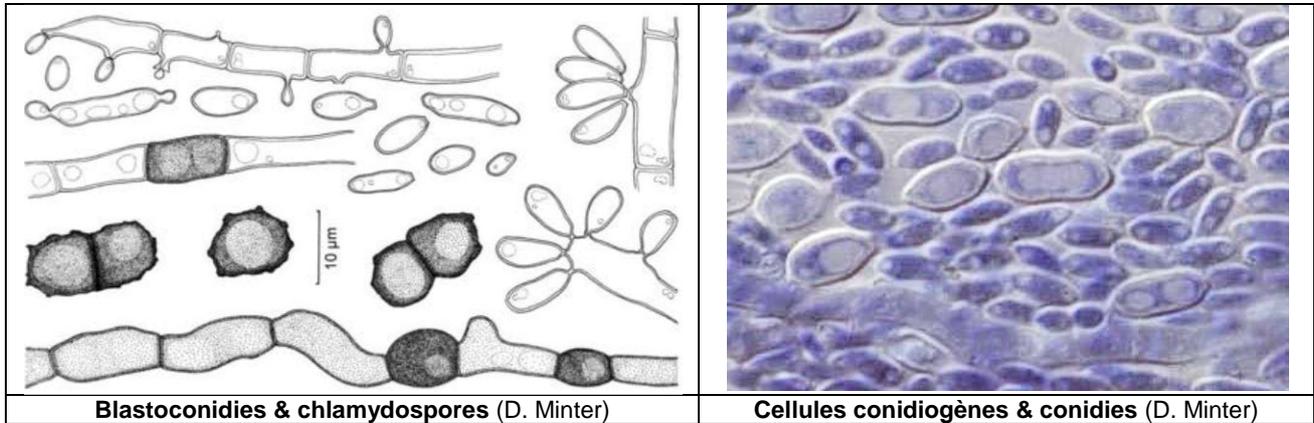


Conidies d'*Alternaria alternata* (photo internet)

Les conidies sont facilement reconnaissables car elles ressemblent +/- à des grenades militaires ou à des massues. Elles sont produites en chaînes, pluricellulaires (dictyospores), à cloisons transversales et longitudinales (muriformes), se colorant finalement en brun +/- foncé ; le bec apical, bien différencié, ne dépasse pas le 1/3 de la longueur de la conidie.

Aureobasidium pullulans

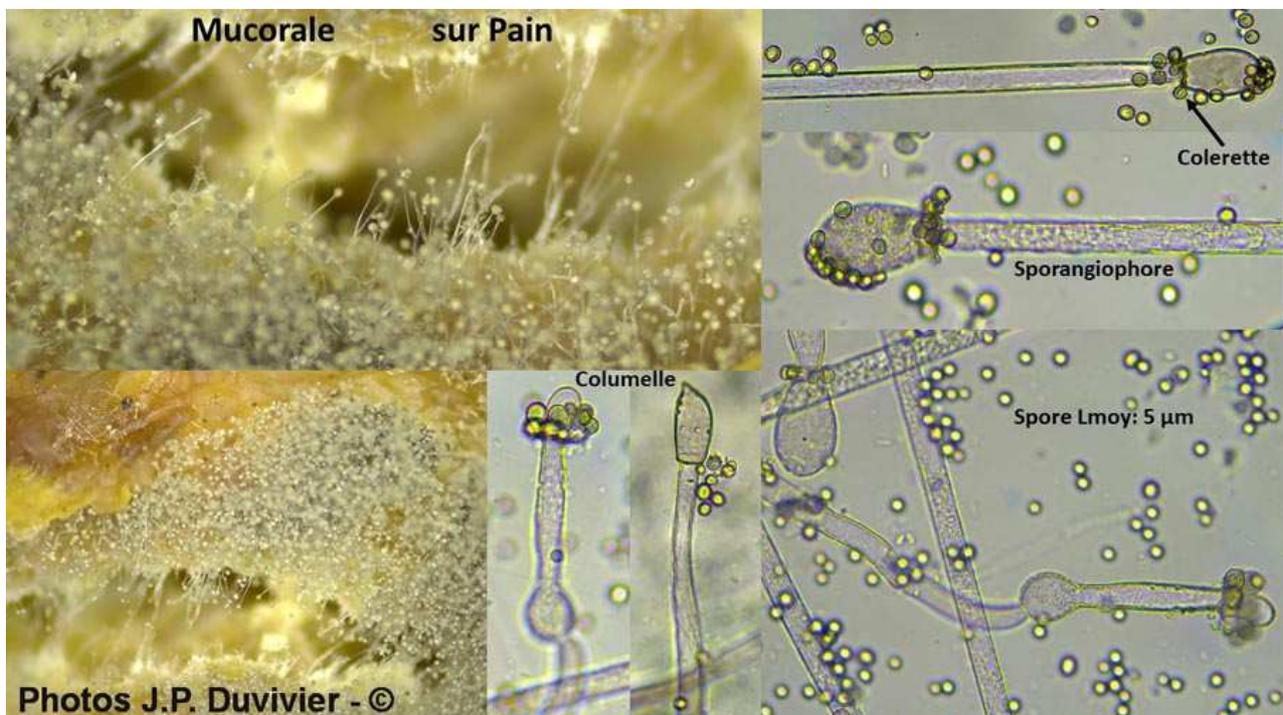
L'espèce est omniprésente dans les sols forestiers, l'eau douce et à la surface des feuilles de nombre de plantes, ainsi que sur les grains de blé, orge, avoine. C'est un agent de détérioration de fruits faisant l'objet de cultures intensives (poires, raisins et tomates) durant le stockage ou le transport, ainsi que des jus de fruits. On le rencontre également dans les habitations, dans les endroits où le taux d'humidité est de l'ordre de 75 %, avec une température idéale de 25° C : salles de bain & rideaux de douches, chambranles de fenêtres, réservoirs d'humidificateurs.



Cette moisissure ne possède pas de conidiophores différenciés. On parle dans le cas présent de blastoconidies globulaires à ellipsoïdales, produites simultanément, en touffes, par bourgeonnement des cellules (type de développement semblable à celui des levures). Les colonies deviennent noires lorsque les chlamydospores sont formées.

Le genre Mucor

Ce sont des espèces saprophytes, parmi lesquelles on trouve des endophytes de plantes et des pathogènes d'animaux. Elles sont incapables d'assurer l'assimilation de la cellulose mais réussissent bien celle des sucres, et vont donc altérer certains aliments (pain & confitures notamment). On les trouve également sur les semences de Cucurbitacées, et peuvent s'attaquer aux fromages, lors de la fabrication. Certaines peuvent provoquer des mycoses très graves, au niveau pulmonaire, cérébral ou cutané.

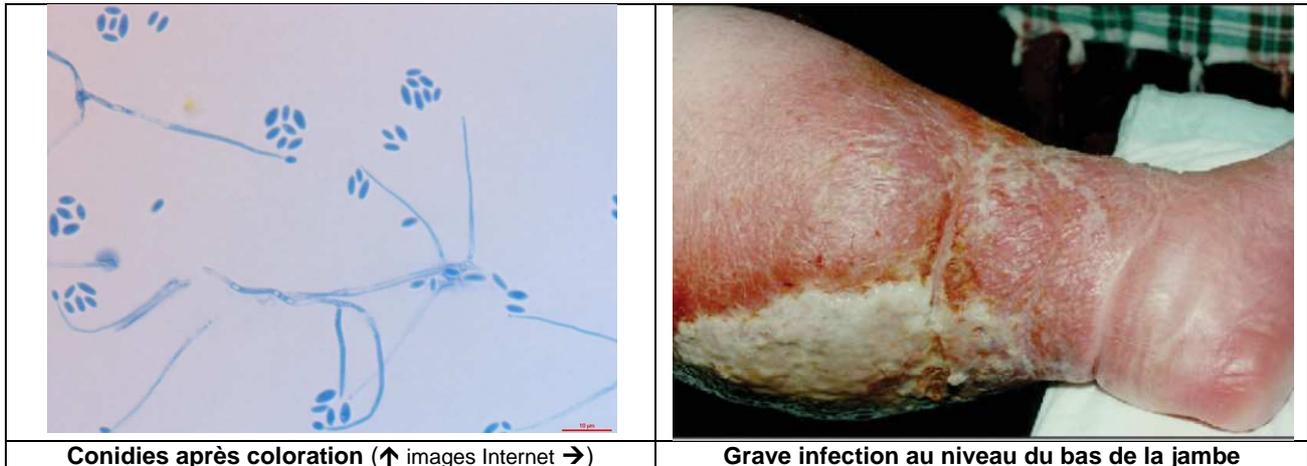


Citons *M. racemosus* (= *Botrytis racemosa*), responsable d'une pourriture spongieuse sur pommes de terre et citrons. C'est aussi un agent dégradant les produits laitiers, les viandes réfrigérées et transformées, les œufs et les légumes, les céréales... Il peut provoquer une fermentation alcoolique en milieu mal ventilé.

M. mucedo se développe sur nombre de céréales & de légumes stockés, y compris les tomates et les concombres. *M. plumbeus* se rencontre dans le sol, sur foin, excréments, fromages avariés, viande, noix & céréales. C'est un important agent de dégradation des jus de pomme en conditions anaérobies.

Le genre *Acremonium*

Les représentants de ce genre sont présents naturellement dans le sol, à la surface des feuilles, sur la matière végétale en décomposition (foin) et sur des champignons morts. Ils demandent un substrat très humide et se rencontrent souvent avec des *Stachybotrys*. C'est surtout *A. strictum* qui va retenir notre attention, car il peut s'avérer très dangereux pour la santé.



Une préparation microscopique laisse voir des phialides allongées, se formant à angle droit sur les hyphes, et générant un bouquet de conidies uniloculaires, subrondes à ovales, à paroi mince, non ornementée. Ce champignon provoque de graves lésions cutanées au niveau surtout du tronc et des membres.

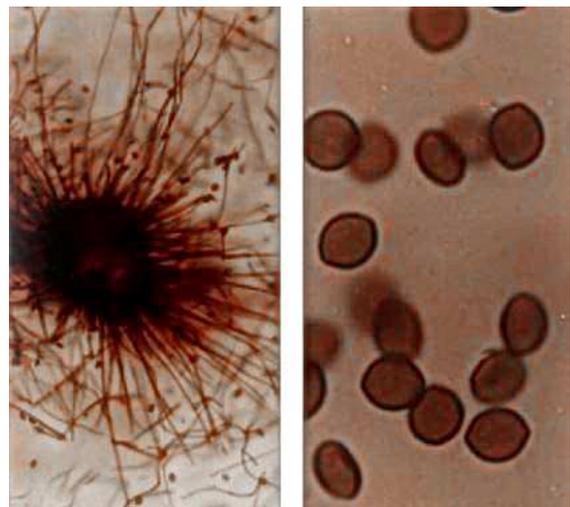
Parmi la centaine d'espèces répertoriées, citons également *A. carticola*, *A. kiliense* & *A. rutilum*.

Le genre *Chaetomium*

Ce sont essentiellement des espèces lignivores, s'attaquant principalement aux feuillus et plus rarement aux conifères ; elles sont responsables d'une pourriture dite "molle". Les périthèces contiennent des ascques 4- ou 8-sporés, et souvent des paraphyses lui conférant un aspect chevelu. Spores foncées et monoloculées.

C. globosum peut provoquer chez l'homme des mycoses au niveau des ongles, des lésions cutanées et des péritonites. Sa température de croissance idéale se situe entre 35 & 42°C.

Périthèces avec paraphyses de grande taille & ascospores
(photos internet) →



Le genre *Cladosporium*

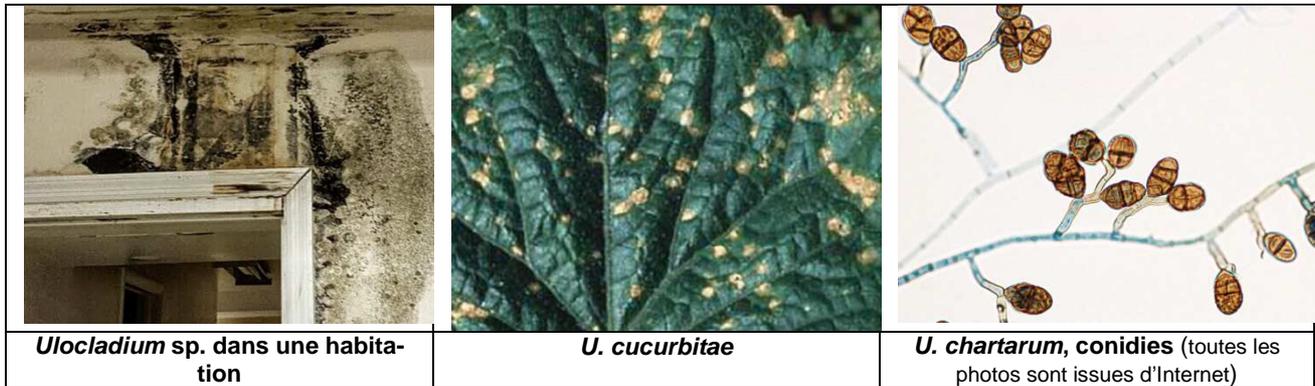


On les rencontre sur la matière végétale, morte ou vivante. Les conidies sont de couleur sombre. Une bonne partie de ces espèces ne sont pas considérées comme des agents pathogènes pour l'homme, mais quelques-unes peuvent causer des infections fongiques de la peau et des ongles, ou générer des sinusites ou des infections pulmonaires, pouvant évoluer vers une pneumonie. D'autres sont allergènes quand les

conidies sont en grand nombre dans l'air. Parmi quasi 50 espèces, citons *C. fulvum* (= *Passalora fulva*), qui cause la moisissure des feuilles de tomates. *C. herbarum* et *C. cladosporioides* sont fréquentes dans les habitations ; elles ont la capacité de se développer à des températures négatives et on peut les rencontrer sur de la viande réfrigérée, voire congelée. *C. cucumerinum* provoque la tavelure du concombre.

Le genre *Ulocladium*

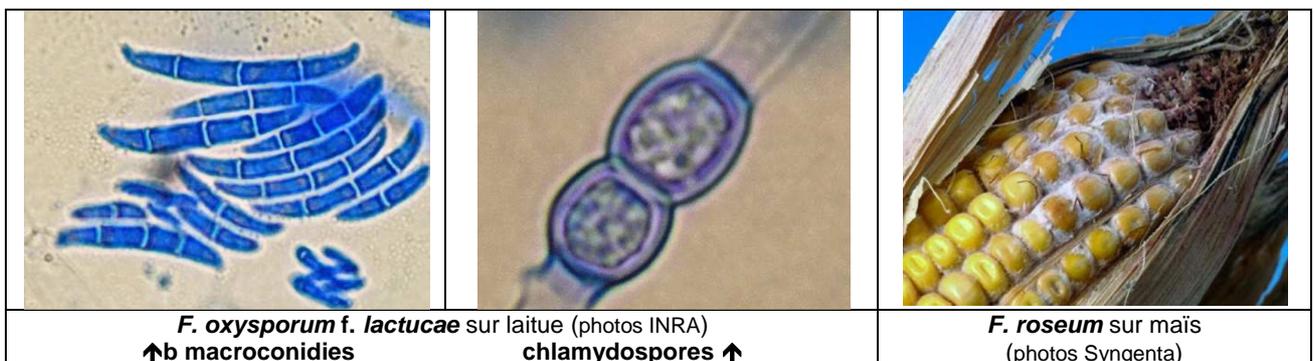
Ces moisissures sont très présentes dans le sol, sur le bois et les végétaux pourrissants. Ce sont des espèces (+/- 25) également considérées comme agents de détérioration des aliments (noix, haricots, céréales notamment). Les conidies sont de couleur foncée, et possèdent des cloisons tant longitudinales que transversales.



Les plus connues sont *U.* (= *Stemphylium*) *atrum* (qui peut provoquer des problèmes oculaires et s'attaque aux pommes de terre), *U. chartarum* (indicateur d'un haut niveau d'humidité dans les habitations), *U. botrytis*, *U. consortiale* (qui provoque des taches foliaires sur les Cucurbitacées), *U. cucurbitae* (s'attaque spécialement au concombre).

Le genre *Fusarium*

Plusieurs espèces causent une maladie des plantes appelée "fusariose" ; elles s'attaquent au collet, aux racines ou aux gaines foliaires des céréales et des Graminées, ainsi qu'à nombre de fruits & légumes (bananes, pastèques, melons, tomates, asperges, vanille, concombres, courgettes, pommes de terre, oignons, céleris...). D'autres génèrent des infections chez les animaux et l'homme : mycoses des ongles, ulcères, intoxications alimentaires...



La microscopie s'avère très intéressante ; présence de macroconidies fusiformes, pluriloculaires, de microconidies, de chlamydozoïdes éventuelles, de phialides.

F. oxysporum a été décliné en nombre de formes ou variétés selon la plante qui est infectée : *f. betae* (betterave), *f. conglutinans* (reine-marguerite), *f. vanillae* (vanille), *f. dianthi* (oeillet), *f. asparagi* (racines d'asperge), *f. cucumerinum* (concombre), *f. gladioli* (glaiéul), *f. lycopersici* (tomate), *f. tulipae* (tulipe), *f. chrysanthemi* (chrysanthème), *f. fragariae* (fraisier), *f. phaseoli* (haricot), *f. pisi* (pois), *f. meloni* (melon), *f. raphani* (radis). Citons également *F. tricinctum* (maïs), *F. solani*, *F. culmorum*...

Toutes ces fusarioses sont très préjudiciables pour les cultures intensives et génèrent des pertes financières considérables. A l'heure actuelle, on essaie de favoriser la lutte génétique (sélection de variétés résistantes) par rapport à la lutte chimique (pesticides).

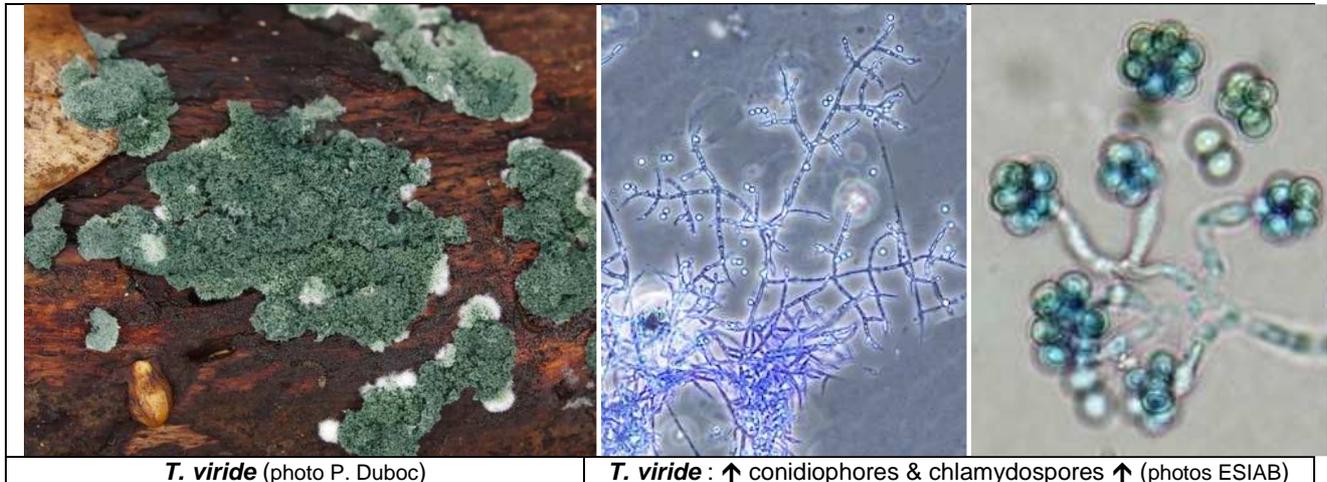
Le genre *Trichoderma*

Il compte environ 20 espèces, et la plupart sont utilisées comme biopesticides ou agents de lutte biologique ; leurs avantages sont bien plus importants que leurs inconvénients. Nous en parlons ici car ils

constituent l'avenir des produits phytosanitaires amenés à remplacer les pesticides chimiques.

T. viride est peut-être le champignon du sol le plus commun ; il a été trouvé dans des habitats très variés, sous toutes les latitudes : sur bois pourri, blé, avoine, orge, arachides, tomates, citrons...

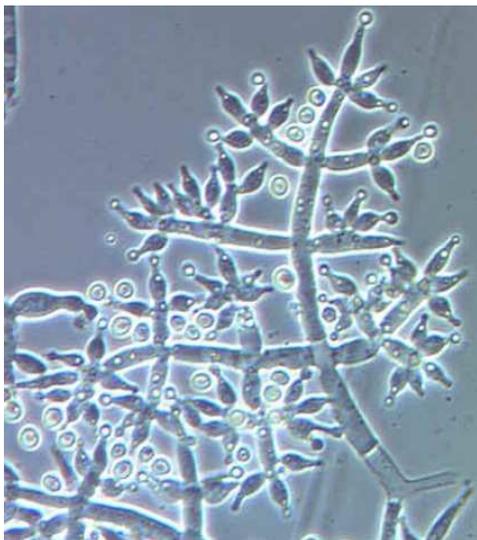
Malgré cela, c'est une espèce très intéressante, car elle est antagoniste de nombre d'autres taxons (moisissures, ascomycètes et basidiomycètes, comme *Armillaria mellea*) et contribue à les contrarier voire les détruire. Il est considéré comme hyperparasite d'espèces à sclérotés, c'est à dire qu'il parasite d'autres parasites.



T. viride (photo P. Duboc)

T. viride : ↑ conidiophores & chlamydospores ↑ (photos ESIAB)

Les conidies sont ovoïdes, rugueuses, et mesurent 3,5-4,5 µm de Ø ; quand on réalise des cultures en boîtes de Pétri, et qu'on les laisse vieillir, on voit apparaître des chlamydospores globuleuses, lisses & hyalines, nettement plus grandes que les conidies.



← Sur cette photo de **T. harzianum** (image Internet), on voit distinguer très bien les phialides en forme de bouteilles ou de quilles, qui génèrent les conidies. Cette espèce notamment est utilisée maintenant en agriculture comme fongicide, car elle empêche des parasites mycéliens de se développer.

Citons également **T. koningii**, **T. asperellum**, **T. longibrachiatum**, **T. polysporum**, **T. atroviride**...

Accordons une attention toute particulière à **T. reesei**, dont les enzymes cellulosiques dégradent le coton ; cette propriété particulière est utilisée dans l'industrie pour fabriquer des jeans délavés, et rendre les toiles plus soyeuses, comme veloutées.

Le genre *Monilia*

Il compte environ 70 espèces, dont plusieurs sont responsables d'une maladie des fruits appelée « moniliose ». Les monilioses sont dues à 3 espèces de champignons responsables de dégâts, parfois très importants, aux représentants de la famille des Rosacées (abricotier, amandier, cerisier, cognassier, pêcher, poirier, pommier, prunier) :

Monilia fructigena qui se manifeste uniquement sur fruits au verger et en conservation.

Monilia laxa qui, en plus des fruits, infecte principalement les fleurs et rameaux.

Monilia linhartiana a une préférence pour le cognassier.

Monilia fructicola est la forme la plus dangereuse de la maladie, et se manifeste sur fleurs et fruits.

Des coussinets pulvérulents gris ou fauve à blanc crème et souvent concentriques entraînent le pourrissement et le dessèchement du fruit sur l'arbre par temps sec (formation de véritables momies). Plus les grappes de fruits sont serrées, plus le risque de contagion est important. Les fruits momifiés et les rameaux infectés assurent la persistance de la maladie (il vaut mieux les cueillir et les stocker loin des fruitiers, ou mieux encore, les brûler, sous peine de se retrouver avec le même problème l'année suivante). Du raifort (*Cochlearia rusticana*) planté directement au pied des fruitiers limite sensiblement les risques d'infection.

Toutes ces infections résultent de blessures ou de fissures générées par des causes diverses : piqûres d'insectes, coups de bec, grêle, éclatement de l'épiderme par des crevasses suite à de fortes pluies, meurtrissures de transport...



Citons également ***Monilia johnsonii*** (sur aubépine), ***M. mespili*** (sur néflier) et ***M. roreri***, qui cause d'énormes dégâts dans les cultures de cacaoyer.

Bibliographie

- BOTTON B., BRETON A., FEVRE M., GAUTHIER S., GUY P., LARPENT J.P., REYMOND P., SANGLIER J.J., VAYSSIER Y., & VEAU P., 1990 - *Moisissures utiles et nuisibles, importance industrielle*. Masson Ed, 2ème éd., 512 p.**
- COLLECTIF, 1966 - *Les champignons parasites des arbres fruitiers à pépins***. Collection G. Viennot-Bourgin, Ed. Ponsot, 150 p. + 47 planches
- COLLECTIF, 1967 - *Les champignons parasites des arbres fruitiers à noyaux***. Collection G. Viennot-Bourgin, Ed. Ponsot, 165 p. + 50 planches
- ZUBRIK M., KUNCA A. & CSOKA G., 2013 - *Insectes ravageurs et maladies des arbres et arbustes d'Europe***, NAP Ed., 534 p.

Le ramollisseur G.S.M.

Fiche technique, Marcel Lecomte

L'utilisation d'un ramollisseur s'avère obligatoire lorsqu'on utilise des exsiccata. Il est en effet indispensable de les attendrir, de les ramollir, car ils sont beaucoup trop friables pour la confection de coupes.

La potasse, la soude et l'ammoniaque sont les substances les plus fréquemment utilisées pour ramollir la matière sèche. Différentes concentrations sont utilisées en solution aqueuse. Mais ces solutions peuvent détruire les structures de certaines espèces et le matériel a tendance à s'affaisser fortement, ce qui le rend inutilisable.

A une époque, nous avons utilisé les liquides de Dean et de Cléménçon, avec ce gros inconvénient qu'on ne pouvait les utiliser qu'avec du rouge Congo ammoniacal.

Ensuite, nous avons jeté notre dévolu, avec beaucoup de satisfaction et de succès, sur le ramollisseur GSD de Cléménçon (voir la fiche sur le site de l'AMFB - Chimie) à base de diméthyl-sulfoxyde et de glycérine, mis au point par son auteur pour pouvoir utiliser le RC SDS (en effet, celui-ci noircit complètement en présence d'un milieu acide), ce qui peut constituer un inconvénient.

Il y a quelque temps, une nouvelle préparation a été portée à notre connaissance et est spécialement dédiée au ramollissement des polypores. Il s'agit du GSM (= Glycérol-Soude-Méthyl-cellulose), qui peut être utilisé sans problème avec le RC SDS.

Après essais, nous avons le sentiment qu'il n'est ni meilleur ni moins efficace de le GSD, et le méthyl-cellulose est tout aussi difficile à trouver que le diméthyl-sulfoxyde.

A chacun de se forger sa propre opinion.

Voici sa formule de fabrication

Eau distillée	60 cc
Méthyl-cellulose	20 cc
Soude	1 g
Glycérine	20 g

Éditeur responsable : A.M.F.B. (Association des Mycologues Francophones de Belgique)
Rédacteur en chef : Marcel Lecomte

Publié le 15 juin 2022

ISSN 2507-1947