

Francis Martin

Tous les
champignons
portent-ils
un chapeau

?

90
clés pour
comprendre
les champignons

éditions
Quæ

Tous les champignons portent-ils un chapeau ?

90 clés pour comprendre les champignons

Dans la même collection

Pourrons-nous vivre sans OGM ?

60 clés pour comprendre les biotechnologies végétales
Yvette Dattée, Georges Pelletier, coordinateurs, 2014, 144 pages

Mais que fait donc ce gendarme dans mon jardin ?

100 clés pour comprendre les petites bêtes du jardin
Patrice Leraut, 2014, 160 p.

Une mer propre, mission impossible ?

70 clés pour comprendre les déchets en mer
François Galgani, Isabelle Poitou, Laurent Colasse, 2013, 176 p.

Les chauves-souris ont-elles peur de la lumière ?

100 clés pour comprendre les chauves-souris
François Prud'homme, 2013, 208 p.

Les oiseaux ont-ils du flair ?

160 clés pour comprendre les oiseaux
Luc et Muriel Chazel, 2013, 240 p.

Le jardin suit-il des modes ?

90 clés pour comprendre les jardins
Yves-Marie Allain, 2013, 136 p.

Le sel pousse-t-il au soleil ?

120 clés pour comprendre le sel
Pierre Laszlo, 2012, 128 p.

Un crapaud peut-il détecter un séisme ?

90 clés pour comprendre les séismes et tsunamis
Louis Géli, Hélène Géli, 2012, 176 p.

Le tout bio est-il possible ?

90 clés pour comprendre l'agriculture biologique
Bernard Le Buanec coordinateur, 2012, 240 p.

Les poissons d'élevage sont-ils stressés ?

80 clés pour comprendre l'aquaculture
Michel Girin, 2012, 144 p.

Éditions Quæ

RD 10

78026 Versailles Cedex, France

www.quae.com

© Éditions Quæ, 2014

ISBN 978-2-7592-2175-2

ISSN 2261-3188

Le Code de la propriété intellectuelle interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique, et est sanctionné pénalement. Toute reproduction, même partielle, du présent ouvrage est interdite sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, Paris 6e.

Francis Martin

**Tous les
champignons
portent-ils
un chapeau**



90
clés pour
comprendre
les champignons



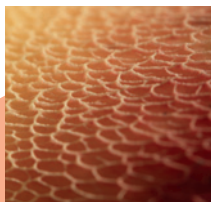
Remerciements

L'auteur aimerait remercier Sylvie Blanchard et Véronique Leclerc pour leurs conseils avisés, Sylvie Martin pour sa lecture attentive du manuscrit, ainsi que Philippe Callac, François Le Tacon, Pascale Frey-Klett, Aurélie Deveau, Jean-Luc Jany et Jean-Paul Maurice pour leurs aides amicales.



Table des matières

Avant-propos	7
Questions pour... un champignon !	11
Du visible à l'invisible	57
Dis-moi quels champignons tu consommes...	91
D'un extrême à l'autre: mortels ou rédempteurs	133
Glossaire	176
90 clés pour comprendre les champignons	178
Bibliographie	182
Crédits iconographiques	184







Avant-propos

Rosée matinale, rais de lumières filtrant entre les futaies, odeurs d'humus, bruissement des feuilles mortes dans les sous-bois et champignons sont intimement associés dans la mémoire collective. Nombreux sont les promeneurs parcourant les bois et les prairies lors des belles matinées ensoleillées et brumeuses de l'automne qui perpétuent la tradition familiale de cueillette des champignons. Et nombreux les amateurs de champignons qui ont partagé les impressions fortes ressenties par Jean-Henri Fabre lors de sa première cueillette de champignons :

« Le sol est matelassé de mousse. Dès les premiers pas sur le moelleux tapis, un champignon est aperçu, non étalé encore et pareil à un œuf laissé là par quelque poule vagabonde. C'est le premier que je cueille, le premier qu'entre mes doigts je tourne et je retourne, m'informant un peu de sa structure avec cette vague curiosité qui est l'éveil de l'observation. Bientôt d'autres sont trouvés, différents de taille, de forme, de coloration. C'est vrai régal pour mes yeux novices. Il y en a de façonnés en clochette, en éteignoir, en gobelet ; il y en a d'étirés en fuseau, de creusés en entonnoir, d'arrondis en demi-boule. J'en rencontre qui, à l'instant, se colorent de bleu ; j'en vois de gros qui s'effondrent en pourriture où grouillent des vers.

D'autres, configurés en poires, sont secs et s'ouvrent au sommet d'un trou rond, sorte de cheminée d'où s'échappe un jet de fumée lorsque, du bout du doigt, je leur tapote le ventre. Ce sont les plus curieux. J'en remplis ma poche pour les faire fumer à loisir, jusqu'à épuisement du contenu, qui se réduit enfin en une sorte d'amadou. »

Souvenirs entomologiques (1907)

Malgré les menaces qui pèsent sur la plupart des environnements naturels, nos forêts hébergent encore une richesse

mycologique insoupçonnée. Des centaines d'espèces de champignons peuplent bois, forêts, prairies et marais. À l'automne, chanterelles, craterelles, cèpes, lactaires sont récoltés en abondance et les fricassées de ces produits de la terre agrémentent la table familiale.

Au-delà de leur intérêt gastronomique, la contribution des champignons à notre civilisation est trop souvent ignorée. Imaginez un monde sans pain, sans bière ni vin, sans jus de fruit, sans café ni chocolat, sans fromage, sans sauce soja... Nous pourrions peut-être nous priver de ces plaisirs de la vie, mais pourrions-nous survivre sans antibiotiques, sans la cyclosporine évitant les rejets chez les malades transplantés, sans les statines qui régulent le taux de cholestérol, sans les strobilurines qui représentent un tiers du marché des fongicides en France ?

Sont abordées dans cet ouvrage quatre-vingt-dix questions sur la biologie et l'écologie des champignons que les curieux de la nature, les promeneurs sillonnant les forêts, les mycologues amateurs se posent, ou pourraient se poser, et auxquelles ils n'ont pas encore trouvé de réponses. Ils y découvriront l'extrême diversité du monde des champignons, la fonge, et je souhaite que cet ouvrage constitue une introduction au monde fascinant de ces microorganismes discrets.







Questions pour...

un champignon !



1 D'où vient le nom « champignon » ?

Le terme « champignon » (n. m., ^{xiv}^e siècle) vient de l'ancien français *champignuel*, et du latin populaire *campaniolus*, « qui pousse dans les champs ». À l'origine du nom, les champignons sont ces « petits produits des campagnes » constitués très souvent d'un pied surmonté d'un chapeau, à l'image du fameux et délicieux champignon de Paris. Au ^{xii}^e siècle, on emploie les termes *campaignel*, *champignol*, *champigneul*. La racine étymologique latine se retrouve dans l'aragonais *sampiñón*, le norvégien *sjampinjong*, si différente de l'italien *fungo*, de l'anglais *fungi* ou *mushroom* ou *toadstool* (tabouret de crapaud !), de l'allemand *Pilz* et de l'espagnol *seta*. La forme si particulière des champignons à chapeau a généré quelques analogies, par exemple : le chauffard « appuie sur le champignon », car l'accélérateur ressemblait sur les premières voitures à un champignon ; le sinistre « champignon atomique ».

2 Quand la mycologie est-elle née ?

Pendant des siècles, les champignons sont considérés comme des émanations de la terre humide dont les poussées sont stimulées par la foudre. La mythologie scandinave les voit naître de gouttes d'écume tombées de la bouche du cheval d'Odin, le premier homme. Au Moyen Âge, ils sont très souvent considérés comme démoniaques et diaboliques, et utilisés dans les élixirs des adeptes de la magie noire.

On considère que les premiers scientifiques ayant étudié les champignons, ou mycologues, sont Pline l'Ancien dans son *Historia naturalis* et Dioscoride pour les usages médicaux de quelques champignons dans *De re medica*. Le Flamand Franciscus van Sterbeek publie en 1675 ce que nous pourrions considérer comme le premier guide sur les champignons, *Theatrum Fungorum oft het Tooneel der Campernoelien*. L'étude scientifique des champignons débute sérieusement avec le savant italien Pierre Antoine Micheli, qui étudie leurs spores et leur reproduction à l'aide d'un microscope primitif (*Nova Plantarum Genera*, 1727). Micheli est le premier à décrire le cycle caractéristique des champignons : la spore donne naissance au mycélium végétatif, qui produit le sporophore, qui porte les spores. Puis le Suédois Linné (1707-1778) publie son magnifique ouvrage *Species plantarum* (1753) et propose sa classification binomiale (tous les organismes sont désignés par deux noms latins), encore que les champignons n'y occupent pas une place vraiment séparée du reste des plantes.

Christiaan Hendrik Persoon (1761-1836), de l'université de Göttingen, est considéré comme l'un des pères fondateurs de la classification des champignons avec la publication de son traité *Synopsis Methodica Fungorum* (1801) et son très populaire *Mycologia Europaea* en trois volumes (1822-1826). En 1821, le Suédois Elias Magnus Fries (1794-1878) dresse dans son *Systema mycologica* les bases de la nomenclature mycologique et d'une classification qui est encore employée aujourd'hui, et le Tchèque August Corda (1809-1849) publie à partir de 1837 sa monumentale *Icones fungorum hucusque cognitorum* en six volumes. En ce début du XIX^e siècle, le pasteur Miles Joseph Berkeley (1803-1889), le père de la mycologie britannique, décrit plus de 5 000 espèces de champignons. Les travaux de l'Allemand Heinrich Anton de Bary (1831-1888), réunis dans son *Morphologie und Physiologie de Pilze* édité en 1866, et ceux

des Français Louis-René et Charles Tulasne (*Selecta Fungorum Carpologia*, 1861-1865) sont remarquables et font date. Les observations de ces pères fondateurs, rassemblées dans des traités magnifiquement illustrés, constituent une ressource exceptionnelle qui a contribué de façon décisive à l'essor de la mycologie moderne.

La mycologie (du grec ancien *μύκης*, « champignon ») est la discipline scientifique qui étudie les champignons. C'est le botaniste français Paulet (1740-1826) qui, le premier (en 1795), a proposé le mot « mycologie » pour désigner la science étudiant les champignons (terme qui s'imposa devant fungologie). En découlent les termes « mycophile », qui désigne celui ou celle qui aime les champignons, « mycophage » (qui les mange), mais aussi « mycophobe » (celui ou celle qui refuse d'en manger), « mycose » (maladie d'origine fongique) et « mycothèque » (local ou meuble aménagé pour conserver et étudier les champignons). Le terme « mycétologie » est plus rarement usité. La fonge est un terme parfois employé pour décrire le monde des champignons.

3 Qu'est-ce qu'un champignon ?

Pour le *Dictionnaire de l'Académie française*, c'est un terme générique qui désigne un cryptogame* dépourvu de feuilles, de chlorophylle et de racines, et dont la forme, la couleur et la consistance sont très variées. Dans les dictionnaires de français du siècle dernier, il s'agissait d'une plante aux tissus peu différenciés, sans chlorophylle, formés de réseaux de filaments, et qui se reproduit à l'aide de spores, portées en général par un sporophore – le « champignon » que le promeneur récolte. Ces définitions botaniques ont beaucoup évolué au cours des vingt dernières années.

Dans le langage populaire, ce qu'on désigne couramment comme champignon et que l'on cueille en forêt et dans les prés n'est en fait que l'appareil reproducteur, une fructification temporaire et visible appelé le sporophore (« qui porte les spores », autrefois appelé carpophore

Fructification de laccaire bicolore prélevée dans une motte de terre. On aperçoit une infime partie du réseau mycélien souterrain constitué par le champignon.



ou réceptacle) en langage savant. Le plus souvent composé d'un pied et d'un chapeau, c'est la production d'un organisme à caractère plus durable et plus discret constitué d'un lacs de filaments ouateux, le mycélium végétatif. Ce dernier émerge d'une spore sous forme d'un tube germinatif et pousse dans le sol, où il vit à l'abri des regards. Il constitue la partie principale du champignon, peut couvrir plusieurs mètres carrés et représenter jusqu'à 99 % du poids de l'organisme. En dehors des sporophores, les champignons peuvent aussi être observés sous forme de spores, de rhizomorphes (faisceaux de mycélium agrégés semblables à des pipelines), de mycorhizes (voir question 16) associées aux racelles de plantes ou de sclérotés (agglomération de mycélium sous forme de sphères ou de masses).

D'autres silhouettes de sporophores sont bien connues : les consoles en forme de fer à cheval formées par les polypores sur le tronc des vieux arbres, les minuscules coupes magnifiquement colorées des pézizes, les petites boules des truffes et des vesses-de-loup, les minuscules buissons colorés des clavaires. Nombre de champignons, telle la levure du boulanger (*Saccharomyces cerevisiae*), sont cependant des êtres unicellulaires microscopiques invisibles à l'œil nu, mais leur aspect le plus courant est celui d'un feutrage ouateux de filaments, connu sous le nom de mycélium. Il paraît que nous pourrions en comprimer 15 km dans un dé de couturière !

Ce feutrage gris ou verdâtre épouvante la cuisinière qui les découvre sur la surface de ses confitures et des fruits.

Par contre, ses reflets bleutés formant des veines dans le roquefort et le bleu d'Auvergne ravissent le fromager et le gastronome.

Bien sûr, les filaments fongiques ne colonisent pas que les cuisines et les caves fromagères. Le plus souvent, ils forment d'immenses réseaux souterrains dans le sol, le bois, ou tous substrats lui permettant de s'alimenter (y compris la peau, le cerveau ou les poumons humains). L'ensemble des fins filaments interconnectés constitue le thalle* de l'individu fongique.

Thalle*
d'un individu
fongique dans
une boîte
de Pétri.



4 Plante ou animal ?

Ni l'un ni l'autre. Les champignons sont des êtres vivants présentant des caractéristiques morphologiques et biologiques si particulières que les scientifiques ont convenu de les classer dans un règne à part, à côté des autres organismes eucaryotes*, tels que les plantes et les animaux.

Comme les plantes, les champignons sont immobiles et possèdent une paroi rigide entourant leur contenu cellulaire tel un exosquelette. Cependant, cette paroi fongique ne contient pas de lignine (un assemblage de composés phénoliques) ni de cellulose (un assemblage de glucose) comme celle des végétaux. À la différence des végétaux aussi, ils sont dépourvus de formations structurées comme les racines, les tiges ou les feuilles. Ils n'ont pas les organes divers des animaux, mais sont absorbotrophes, se nourrissant par absorption et non par ingestion (caractère animal). Ils vivent directement sur leur nourriture.

Ils ne possèdent pas de chloroplastes, ces petites centrales solaires au sein desquelles le dioxyde de carbone (CO_2) de l'atmosphère est transformé, grâce à l'énergie solaire, en sucres simples, via le processus de photosynthèse. Comme les animaux, ils sont donc hétérotrophes vis-à-vis du carbone car incapables de synthétiser des sucres à partir de ressources minérales élémentaires. Ils consomment les sucres fabriqués par les plantes vertes pour subvenir à leurs besoins énergétiques et métaboliques et construire leurs cellules (ou hyphes). Ils n'accumulent pas l'amidon comme les végétaux, mais le glycogène comme les animaux.

Sur la base de ces caractères particuliers, l'Américain Robert Whittaker classe en 1969 les champignons dans un règne à part, celui des *Mycota*. Ce règne, également appelé « mycètes », constitue un taxon*. Il comprend les champignons produisant des sporophores, mais également d'autres microorganismes eucaryotes* multicellulaires, comme les moisissures, les rouilles, les mildious, et les levures monocellulaires.

Les lignées ancestrales des animaux, des plantes et des champignons se sont séparées il y a plus d'un milliard d'années, avant même que ces organismes ne colonisent les terres du supercontinent Rodinia. Grâce au séquençage de l'ADN, on sait aujourd'hui que les champignons sont en fait plus proches des animaux que des plantes. On considère que champignons et animaux ont eu pour ancêtres commun des protozoaires.

Les champignons ont accompagné les plantes lors de la colonisation des écosystèmes terrestres – des frères ennemis s'épaulant ou se combattant. La capacité des champignons à dissoudre le substrat minéral par le biais d'acides sécrétés et à dégrader la matière organique végétale et animale grâce à leurs enzymes a joué un rôle majeur dans la constitution des sols sans lesquels les plantes n'auraient pas pu se développer.

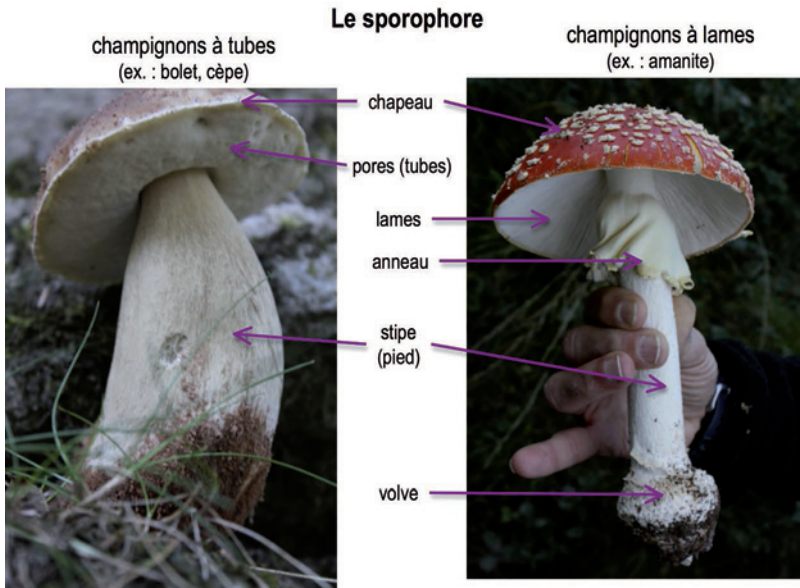
Un point
commun entre
les champignons
et les insectes

Afin de protéger le milieu cellulaire qui abrite le noyau avec son patrimoine génétique, ainsi que toutes les micro-usines qui produisent l'énergie et les protéines, les cellules des champignons sont entourées d'une paroi rigide constituée de chitine et de glucanes (assemblage de sucres). La chitine, composée d'une chaîne d'un sucre aminé, l'acétylglucosamine, est aussi présente dans le squelette externe des insectes et des arthropodes, ainsi que dans la carapace des crustacés. C'est un bel exemple de convergence évolutive : la nature a réutilisé ce composé remarquablement résistant afin de protéger avec un bouclier solide des espèces très éloignées sur le plan évolutif.

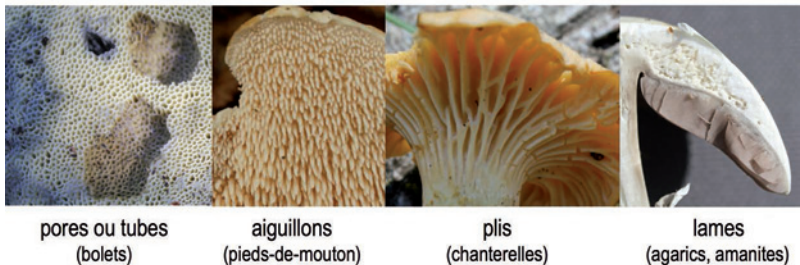
5 Tous les champignons portent-ils un chapeau ?

Imprégnés de nos lectures d'enfants, nous imaginons tous les champignons avec un pied et un chapeau rouge taché de blanc. Un champignon légendaire qui ressemble fort à l'amanite tue-mouches (*Amanita muscaria*). Schtroumpfs, lutins et gnomes l'utiliseraient comme tabourets ou gîtes. Il pousserait sur l'île Noire dans l'attente de la visite de Tintin et peuplerait les rêves d'Alice au pays des merveilles. Ce champignon imaginaire est le stéréotype des champignons supérieurs (macromycètes) que nous récoltons chaque automne dans les sous-bois ou les prairies. Seule une infime partie (< 1 %) des millions d'espèces de champignons produit cette excroissance issue de la terre. La majorité des espèces fongiques – levures, moisissures, rouilles – sont invisibles à l'œil et restent microscopiques l'essentiel de leur vie. Quelques milliers d'espèces du groupe des basidiomycètes sont capables de produire cet appareil sexuel très remarqué égayant les sous-bois à l'automne. Les autres champignons produisent leurs spores dans des structures microscopiques constituées de quelques cellules.

En effet, le champignon que nous ramassons est l'équivalent du fruit porté par un arbre fruitier. Une structure complexe, constituée de plusieurs types de tissus, dans laquelle se déroule la reproduction sexuée qui produit des millions de spores (du grec ancien σπορά, « ensemencement, semence »). Les spores, cellules spécialisées extrêmement résistantes, assurent la propagation des gamètes (qui portent le patrimoine génétique) et la perpétuation de l'espèce. Le sporophore, ou porteur de spores, émerge du feutrage de filaments mycéliens souterrains quand les conditions de température et d'humidité sont adaptées à leur complexion fragile. Ces conditions varient d'une



Sous le chapeau, l'hyménium



espèce à l'autre mais, quand la température nocturne avoisine 10 °C et l'humidité du sol est élevée après les orages de fin d'été, de nombreuses espèces produisent leurs fructifications dans nos forêts tempérées. Rien de pire que la sécheresse pour détruire cet ensemble fragile de filaments mycéliens.

Dans les moiteurs ténébreuses du sol, deux filaments mycéliens sexuellement compatibles se touchent, fusionnent leurs parois cellulaires et mélangent leur protoplasme. Le nouveau filament résultant de cet accouplement souterrain contient les deux noyaux originels qui restent bien séparés ; le mycélium ainsi formé est dit dicaryotique. Il poursuit sa croissance et explore son territoire en quête de nourriture afin de satisfaire sa faim insatiable. Chez le coprin, pied, chapeau et hyménium (la partie fertile du chapeau) s'assemblent et émergent du sol en quelques heures afin de porter haut le site de production des spores. Il s'agit d'augmenter les chances de dispersion des gamètes portant le patrimoine génétique du couple de noyaux qui va fusionner dans les hauteurs de l'appareil sexuel.

La forme et la hauteur de la plate-forme de lancement constituée par le chapeau influencent fortement le processus d'émission des spores. Chacun des chapeaux produit par les 30 000 espèces de champignons macromycètes est une merveille d'ingénierie résultant de plusieurs millions d'années d'évolution. Chaque espèce a inventé la structure la plus efficace pour projeter ses spores (ses gènes) dans l'espace à la recherche de la terre promise. 17 mégatonnes de spores de basidiomycètes flotteraient ainsi en permanence dans notre atmosphère. Prudentes, les truffes gardent leur structure de reproduction à l'abri des prédateurs et de la sécheresse à quelques centimètres sous la surface du sol. Ces petits sacs se remplissent de millions de spores pendant la maturation automnale, attendant qu'un sanglier ou un rongeur déterre les truffes mures, les avale et transporte les spores à travers les bois avant de les rejeter dans leurs déjections.

Cependant, des milliers d'espèces de champignons microscopiques ne produisent pas de chapeau et restent toute leur vie sous la forme d'un réseau de filaments microscopiques. C'est le cas des pourritures formant un feutrage mycélien gris, blanc ou vert, et poudreux, qui se développent sur les fruits, le pain ou dans les fromages tels que le roquefort. De forme ovoïde ou sphérique, les levures sont des champignons unicellulaires ne formant pas de chapeau. Elles se multiplient par