ANNALES
de la
SOCIÉTÉ D'HORTICULTURE
et
D'HISTOIRE NATURELLE
de
L'HÉRAULT

Volume 157 Année 2018

L'importance des champignons pour l'Homme : intérêts, dangers et perspectives

Françoise Fons, Sylvie Morel & Sylvie Rapior

Laboratoire de Botanique, Phytochimie et Mycologie, Equipe Substances Naturelles et Médiations Chimiques (UMR 5175 CEFE), Faculté de Pharmacie (Université de Montpellier), 15 avenue Charles Flahault, BP 14 491, F - 34090 Montpellier cedex 5
(francoise.fons@umontpellier.fr, sylvie.morel@umontpellier.fr, sylvie.rapior@umontpellier.fr)

Résumé
Les champignons font partie de l'environnement de l'homme mais sont souvent méconnus du grand public : si la récolte des champignons en automne reste une tradition en France, source de nombreuses intoxications, d'autres impacts de ces organismes restent totalement ignorés. Ils peuvent constituer des alliés de l'homme par certains aspects ou, au contraire, être source d'effets redoutables. Dans le but de les connaitre un peu mieux, la diversité de leurs interactions avec leur environnement (y compris l'homme) sera présentée lors d'une rapide revue. Ce tour d'horizon s'appuiera sur une bibliographie permettant d'approfondir certains aspects en cas d'intérêt pour un point en particulier.
Mots-clés : Champignons, Diversité, Environnement, Fungi, Interaction, Intoxication, Maladies fongiques humaines, Usages.

Abstract
Fungi belong to Human environment, often unknown by the general audience; whether macrofungi collection in Fall is a French traditional custom directly linked to mushroom poisonings, several fungal impacts are ignored. These micro-organisms can either be Human allies or have deleterious effects. In order to well-known them, the diversity of fungal interactions with their various environments (including human diseases) is reported as a mini review here. This focus is based on literature to extend knowledge of great interest.
Keywords : Environment, Diversity, Fungi, Human fungal diseases, Interaction, Mushrooms, Poisoning, Uses.

Les propos de cet article ont fait l'objet de conférences réalisées notamment lors du 34ème Salon du champignon et des plantes d'automne (Montpellier, France, 25-26/10/2014 : « Champignons : Bénéfices ou Risques pour la santé et l'environnement ») et du cycle de conférences organisées dans le cadre du Centre d'Etudes et de Rencontres Méditerranéennes (CERM) à Palavas les Flots (08/04/2015 : « Champignons : alliés ou ennemis de l'homme ? »).

Le règne fongique : généralités

Alors qu'ils ont longtemps été classés parmi les plantes, les champignons sont maintenant bien individualisés au sein du règne fongique et constituent un phylum à part entière (Courtecuisse & Duhem, 2013 ; Silar & Malagnac, 2013). Ils présentent les caractéristiques suivantes qui les distinguent des plantes et des animaux. Ce sont des organismes eucaryotes possédant donc de véritables noyaux. Ils sont hétérotrophes (vis-à-vis du carbone), c'est-à-dire incapables, contrairement aux plantes, de synthétiser par la photosynthèse des composés organiques (comme les glucides) à partir du CO_2 atmosphérique. Ils doivent donc trouver du carbone organique dans leur environnement comme les

animaux. Ce sont des organismes absorbotrophes car ils sont capables d'absorber les substances nutritives par absorption. Certains auteurs utilisent le qualificatif « osmotrophe ». Les végétaux vont « assimiler » grâce à la photosynthèse alors que les animaux « ingèrent » leurs aliments.
Les champignons sont généralement constitués d'un appareil végétatif ramifié, diffus, non différencié et tubulaire appelé thalle. Plus rarement, certains champignons peuvent rester sous forme unicellulaire : il s'agit des levures. Ce thalle, non cloisonné chez les champignons inférieurs (Zygomycota, Glomeromycota) est appelé siphon alors qu'il est cloisonné (ou septé) chez les champignons dits supérieurs (Ascomycota et Basidiomycota) ; il est constitué d'hyphes mycéliennes. Ce sont des filaments microscopiques diffus regroupés pour former le mycélium. Ce mycélium peut être souterrain et invisible, en forêt par exemple comme celui d'espèces récoltées par les amateurs de champignons ou bien au contraire bien visible sur des aliments contaminés par des moisissures.
Leur paroi cellulaire est composée de chitine ce qui les rapproche des animaux. En effet ce polysaccharide azoté entre dans la structure de l'exosquelette des crustacés ou des arthropodes. En revanche, la paroi cellulaire des végétaux est composée de cellulose. Enfin, les champignons se reproduisent généralement par des spores non flagellées (Bouchet *et al.*, 2005 ; Nabors, 2008).
Quelques chiffres : actuellement, plus de cent mille espèces sont connues dont trente mille en France et on découvre chaque année mille sept cents espèces. On estime à un million d'espèces au moins la diversité du règne fongique dont il faut assurer la conservation (Allen & Lendemer, 2015 ; Chen *et al.*, 2015 ; Dahlberg *et al.,* 2010 ; Loizides *et al.*, 2016 ; Moreau *et al.*, 2009 ; Richard *et al.*, 2011 ; Wabang & Ajungla, 2016). Les champignons inférieurs ne regroupent que quelques milliers d'espèces, les Ascomycota en comptent soixante mille et les Basidiomycota, trente mille (Silar & Malagnac, 2013).

Modes de vie (stratégie nutritionnelle)

L'hétérotrophie des champignons conditionne leur mode de vie qui peut prendre cinq aspects : saprotrophie, parasitisme, mutualisme symbiotique, commensalisme et carnivorie.
Les saprotrophes (ou saprophytes) vont se développer grâce à de la matière organique morte animale ou végétale (litière, cadavres) voire des déjections : ce sont des détritivores ou décomposeurs. Ils jouent un peu le rôle d'éboueurs. Les parasites vont vivre aux dépens d'organismes vivants (champignons, plantes, insectes, animaux, homme). Certains parasites sont dits obligatoires alors que d'autres sont facultatifs ou opportunistes. Ils pénètrent chez l'hôte par des voies naturelles (stomates) ou occasionnelles (blessures) voire par effraction en synthétisant des enzymes. Les mutualistes symbiotiques vont contracter une association durable à bénéfices réciproques avec une espèce végétale pour former des mycorhizes ou avec des algues pour former des lichens. Les commensaux vont tirer leur matière organique sans réciprocité de leur hôte mais sans nuisance non plus. Les carnivores vont pouvoir créer des pièges pour capturer et digérer des nématodes (petits vers) par exemple. Ce sont souvent des saprotrophes adaptés à une carence en azote du milieu. Certaines espèces peuvent passer d'un mode de vie à l'autre en fonction des circonstances.

Le cycle biologique des Basidiomycota

Chez les champignons, il existe deux types de reproduction : la reproduction asexuée et la reproduction sexuée qui a lieu au moyen de spores. Les cycles de développement sont variables en fonction des embranchements et souvent complexes. Chez les champignons dits supérieurs, lors de la reproduction sexuée, les spores sont produites par des asques (Ascomycota) ou des basides (Basidiomycota). Les champignons les plus connus des amateurs appartiennent aux Basidiomycota et sont les plus évolués (Nabors, 2008). Le cycle de reproduction commence par la germination des spores haploïdes (n) dans le sol qui produisent des mycéliums primaires (n). La rencontre de deux mycéliums de types sexués différents provoque la fusion des cytoplasmes ou plasmogamie et la formation d'un mycélium secondaire à dicaryon (n+n). C'est la forme végétative pérenne du champignon. A la suite de facteurs

déclenchants (climatiques, nutritifs), se produit la reproduction sexuée. Le mycélium va se condenser et s'agréger pour former le sporophore : c'est ainsi que l'on nomme la partie productrice des spores qui est bien visible et va sortir du sol. C'est aussi celle que recherche l'amateur de champignons. Il récolte donc une partie fugace du champignon qui n'a d'autre but que de produire de nouvelles spores. Ce sporophore est donc constitué de mycélium secondaire et souvent formé d'un pied surmonté d'un chapeau sous lequel sont produites les spores. En fonction des espèces, tapissant les lames des amanites ou l'intérieur des tubes d'un cèpe, vont se former les basides, cellules terminales du mycélium dans lesquelles va se produire la caryogamie : les deux noyaux fusionnent puis à la suite d'une méiose, il y a production de quatre spores haploïdes vers l'extérieur de la baside appelées basidiospores. Ces spores émises en grande quantité pour être disséminées constituent la sporée du champignon et peuvent être de couleur différente. Elles vont donc colorer les lames des champignons à maturité et concourir à la détermination de l'espèce du champignon par le mycophage. C'est un caractère de détermination souvent ignoré par le néophyte. C'est ce qui explique que les lames d'un champignon de Paris changent de couleur pour devenir foncées à maturité.
Les ronds de sorcières : après germination de la spore, le mycélium croit indéfiniment (en théorie) de façon centrifuge pour explorer des surfaces de plus en plus lointaines du sol afin de trouver une source nutritive sans cesse renouvelée. Les sporophores sont produits à un âge donné et il y a donc synchronisation de leur apparition sur un anneau appelé « rond de sorcière » lorsqu'il est visible (Bouchet *et al.*, 2005). Selon d'autres auteurs, le centre de ce cercle ne serait pas la spore d'origine mais le lieu où s'est produit la plasmogamie (Nabors, 2008).

Les champignons utiles à l'homme et l'environnement

Intérêts écologiques (saprotrophes, symbiotiques, patrimoine)

De nombreuses espèces fongiques (*Aspergillus, Penicillium, Rhizopus, Agaricus, Coprinus, Lepiota*…) sont saprophytes et permettent donc la dégradation des litières, l'élimination d'arbres malades, de souches, déjections ou cadavres… Les champignons participent au recyclage de la matière organique et à la formation de l'humus avec les bactéries. Ces décomposeurs vont fertiliser le sol et jouent un rôle primordial dans les écosystèmes. Il faut noter que leur richesse en enzymes leur permet de dégrader la cellulose et même la lignine et d'éviter l'accumulation des déchets végétaux en forêt notamment (Martin, 2014 ; Pichard, 2015).
Grâce aux symbioses fongiques, 90 % des espèces végétales sont mycorhizées ce qui leur permet de mieux se développer et leur assurent une protection contre d'autres micro-organismes pathogènes. Le réseau mycélien associé aux racines des plantes leur assure une démultiplication de la surface explorée et un apport accru en eau et sels minéraux (Garbaye, 2013 ; Suty, 2015). En échange, le champignon va détourner une partie des composés organiques photosynthétisés par la plante. Cela permet aux espèces végétales de conquérir plus facilement de nouveaux territoires, lors de repeuplement ou de reforestation. Amanites, Bolets, Lactaires, Chanterelles, Pieds de mouton, Truffes, *Glomus*… sont des mycorhiziens.
Les lichens sont des organismes chimériques constitués d'un champignon, le plus souvent un Ascomycota et d'une algue verte unicellulaire dans 85 % des cas. Cette association physique durable est à bénéfices mutuels. L'algue fournit les glucides et la vitamine B au champignon qui la protège grâce à son thalle des agressions extérieures et de la déshydratation et lui apporte également les sels minéraux. Les lichens sont des organismes pionniers qui s'installent dans des lieux et conditions climatiques extrêmes mais dotés d'une croissance très lente et d'une vie également longue (Nabors, 2008 ; Suty, 2015 ; Van Haluwyn, 2009). Ils sont capables de reviviscence (déshydratation/réhydratation) et produisent des composés organiques qui leur sont spécifiques. Ils présentent de nombreux intérêts : ce sont des indicateurs de pollution, ils participent à l'alimentation et à la litière des rennes et des caribous (*Cladonia)* et l'homme utilise les composés qu'ils produisent. Ils apportent aux parfumeurs les notes

boisées fongiques (Fons & Rapior, 2013 ; Froissard *et al.*, 2011 ; Froissard *et al.*, 2014) des accords fougères (*Evernia prunastri* : « mousse de chêne ») et de nombreuses recherches s'intéressent à la valorisation des activités biologiques de leurs composés (antiviraux, antibactériens…). Historiquement, l'homme les a utilisés comme colorants, indicateurs pH et pour empoisonner les nuisibles (loups et renards).
L'importance patrimoniale des champignons doit aussi être considérée au même titre que celle des plantes, des insectes ou des animaux. Certaines espèces sont indicatrices d'écosystèmes particuliers qui peuvent être menacés par l'urbanisme et doivent être pris en compte lors de l'aménagement du territoire. On connait maintenant l'importance des champignons dans l'équilibre et le maintien des écosystèmes et la raréfaction de la fonge d'un lieu donné doit être source d'inquiétude et de questionnement pour en trouver la cause et éventuellement y remédier. D'autres espèces, trouvées de plus en plus rarement, font partie des espèces protégées indépendamment de leur comestibilité. Cependant, le ramassage outrancier de certaines espèces comestibles devient de plus en plus préoccupant rendant indispensable la prise de mesures préfectorales (Martin, 2014). Il existe des listes rouges des espèces menacées pour différents pays (en cours de réalisation pour la France mais dont les mises à jour nécessitent une collaboration des mycologues de toutes les régions). Des actions conservatoires sont maintenant entreprises par des organismes internationaux (UNESCO, WWF…) dans un contexte officiel (Courtecuisse & Duhem, 2013).

Champignons comestibles

L'homme n'est pas le seul à consommer les champignons. Limaces et mammifères disputent à l'homme toutes les espèces y compris certaines espèces toxiques ! Mais certains insectes eusociaux vont plus loin et, comme l'homme, cultivent des jardins de champignons. C'est le cas des fourmis champignonnistes découpeuses de feuilles (*Atta* sp.) d'Amérique tropicale ou des termites d'Afrique et d'Asie (*Macrotermes* sp.) qui vont nourrir et protéger le champignon en échange d'un apport alimentaire contrôlé dans cette association mutualiste (Nyegue *et al.*, 2003 ; Rapior *et al.*, 1993). Les champignons disposent de batteries d'enzymes qui leur permettent notamment de dégrader la cellulose dont sont dépourvus ces insectes (Nabors, 2008 ; Martin, 2014).
L'intérêt alimentaire des champignons est souvent recherché dans leurs arômes appréciés des gastronomes (Fons *et al.*, 2003 ; Rapior *et al.*, 1997 ; Rapior *et al.*, 1998 ; Rapior *et al.*, 1999). D'un point de vue diététique, ils sont riches en eau (50-90 %) et présentent une faible valeur nutritive (20-80 kcal/100 g). Apports : 0,5-7 % de protéines, 0,5-2 % minéraux (K, P, Se, Fe, Zn, oligo-éléments), Glucides : 2-13 %, 0,05-2 % lipides : apport faible mais absorbent le gras à la cuisson (lames, tubes). Riches en vitamines du groupe B (levure de bière ; Castan, 2016). Riches en fibres (Cheung, 2013 ; Süfer *et al.,* 2016), ils facilitent le transit. En leur défaveur, les fibres qu'ils contiennent peuvent être mal tolérées. La paroi de leurs cellules est riche en chitine indigeste. Il ne faut donc pas les consommer en trop grosse quantité sur plusieurs repas successifs. Le tréhalose (glucide) qu'ils contiennent peut provoquer des diarrhées chez les personnes présentant un déficit en tréhalase (Rapior & Fons, 2011). De même, le mannitol (polyol) particulièrement concentré dans la cuticule de certains bolets visqueux (*Suillus sp.*) peut avoir le même effet. Riches en métabolites secondaires aux multiples activités et en particulier antimicrobiennes, les champignons peuvent engendrer chez les personnes sensibles des déséquilibres de la flore intestinale provoquant des troubles digestifs. D'autre part, une espèce réputée comestible peut toujours provoquer chez une personne en particulier des troubles digestifs : il s'agit de sensibilité individuelle (idiosyncrasie) qui interdira définitivement la consommation de ce champignon par la personne en question. Il faut aussi prendre garde au lieu de récolte car ils fixent naturellement ce qu'ils trouvent dans leur environnement (pesticides, engrais, métaux lourds, éléments radioactifs…), ne choisir que des exemplaires sains, les transporter dans un panier et ne surtout pas les laisser « mariner » dans un sac en plastique propice à la prolifération bactérienne. Après avoir fait déterminer de façon certaine toute la récolte (auprès d'une société de mycologie, d'un mycologue confirmé, dans

une Faculté de Pharmacie ou auprès de certains pharmaciens compétents), elle peut être conservée 48 heures maximum dans le réfrigérateur (Grégoire-Fort, 2015).

La détermination d'un champignon passe par la reconnaissance d'un certain nombre de caractères morphologiques qui nécessite des qualités d'observation et de la pratique. Il faut identifier la partie fertile du champignon (lames, tubes…) et sa couleur, la silhouette du champignon, ainsi que de différents éléments que l'on peut trouver sur le chapeau ou le pied, l'odeur du champignon, la texture de la chair… On ne peut en aucun cas identifier avec certitude un champignon que l'on ne connait pas seulement en le comparant avec la photo trouvée dans un guide : on a toutes les chances de se tromper… et de s'intoxiquer. Les espèces les plus recherchées (Fig. 1) restent les cèpes (*Boletus edulis*…), les pieds de mouton (*Hydnum repandum*), les faux mousserons (*Marasmius oreades*), les chanterelles (*Cantharellus cibarius*…), les trompettes des morts (*Craterellus cornucopioides*), les coulemelles (*Macrolepiota procera*), les morilles à consommer bien cuites ou sèches (*Morchella sp.* ; Saviuc *et al.*, 2010), les oronges (*Amanita caesarea*) … (Pichard, 2015 ; Silar & Malagnac, 2013), sans oublier les truffes (*Tuber melanosporum*…) et leurs falsifications (Moine, 2007 ; Riousset *et al.*, 2012). Mais attention, à chaque champignon comestible correspond au moins un sosie toxique (ou mortel) et le repas partagé par toute la famille peut se terminer aux urgences. Alors, la prudence est de mise !

Le cèpe (photo FF)

L'oronge (photo FF)

La girolle (photo FF)

Le pied-de-mouton (photo FF)

La coulemelle (photo SR)

Le faux mousseron (photo SR)

Fig. 1 : Quelques espèces de champignons, bons comestibles.

Champignons et biotechnologies

Le formidable équipement enzymatique des champignons les rend très importants pour l'homme qui valorise ces organismes dans des domaines très variés : biodépollution, recyclage (matières plastiques, colorants industriels, pesticides, toxines, métaux lourds, hydrocarbures…), production industrielle : biocatalyse de polymères, blanchiment non polluant de la pâte à papier, production de biocarburants, produits alimentaires comme les arômes, produits fermentés, métabolites primaires ou secondaires et médicaments (Cordoba & Rios, 2012 ; Hofrichter, 2010 ; Golan-Rozen *et al.*, 2011 ; Prasad *et al.*, 2010 ; Zhang *et al.*, 2015). Dans l'alimentation, il ne faut pas oublier que sans champignon, on ne pourrait pas consommer d'alcool et de bière (Chebli, 2016), de pain, de fromage (*Saccharomyces cerevisiae*, *Penicillium roqueforti*, *Aspergillus oryzae*, *Mucor fuscus*…).
Pour les médicaments, de nombreux principes actifs (PA) sont issus des champignons ou obtenus grâce à leur intervention sur un précurseur. Citons par exemple des antibiotiques (pénicilline G issue de *Penicillium notatum*, céphalosporines issues de *Cephalosporium acremonium*, acide fusidique issu de *Fusidium coccineum*), des antifongiques (griséofulvine issue de *P. griseofulvum*), des hypocholestérolémiants (simvastatine issue d'*Aspergillus terreus*), des immunosuppresseurs (ciclosporine issue de *Tolypocladium inflatum*), des anticancéreux (paclitaxel issu de l'association de l'if et d'un champignon endophyte), des alcaloïdes ergoliniques dérivés de l'ergot de seigle (*Claviceps purpurea*), des stéroïdes dont l'ergostérol, précurseur de la vitamine D_2 (Bakhtiari *et al.*, 2003 ; Barreira *et al.*, 2014 ; Demain & Zhang, 1998 ; Heinig *et al.*, 2013).

Champignons et compléments alimentaires

Les sporophores des champignons peuvent être utilisés notamment en Asie, pour leurs activités biologiques (anti-oxydante, neuroprotectrice, anti-inflammatoire, hépatoprotectrice, immunostimulante, hypoglycémiante, anticancéreuse… ; Ngo, 2011). Ils font l'objet de nombreuses recherches dans le monde entier (Badalian *et al.*, 2001 ; Bandara *et al.*, 2015 ; De Silva *et al.*, 2012 ; De Silva *et al.*, 2013 ; Francia *et al.*, 1999 ; Morel *et al.*, 2018 ; Poucheret *et al.*, 2016 ; Rapior *et al.*, 2000 ; Roumestan *et al.*, 2005 ; Thongbai *et al.*, 2015). L'utilisation traditionnelle asiatique des champignons connait un engouement depuis une vingtaine d'années dans les pays occidentaux avec le développement de compléments alimentaires et fait l'objet de circuits de production et de distribution souvent douteux ou non contrôlés (Cassar, 2016 ; Ninot *et al.*, 2017 ; Rapior, 2013). Les champignons les plus commercialisés sont *Cordyceps sinensis, Flammulina velutipes* (Enokitake)*, Ganoderma lucidum* (Reishi), *Grifola frondosa* (Maitake)*, Hericium erinaceus* (Yamabushitake), *Lentinula edodes* (Shiitake)*, Pleurotus ostreatus* (Bandara *et al.,* 2015 ; Cassar, 2016 ; Givelet, 2011 ; Ngo, 2011) ainsi que *Saccharomyces cerevisiae* (Levure de bière) et *Monascus purpureus* (Levure de riz rouge) (Carmona, 2016 ; Castan, 2016 ; Seenivasan *et al.*, 2015 ; Smith *et al.,* 2015). A ce jour, l'efficacité de ces compléments alimentaires n'a été démontrée que dans de rares cas (*Monascus purpureus*). Des études cliniques objectives sont nécessaires sur la matière première et les produits finis (Cheung, 2013 ; Fortes *et al.*, 2008 ; Lima *et al.*, 2012 ; Money, 2016 ; Smith *et al.*, 2015 ; Taofiq *et al.*, 2017 ; Wasser, 2017).

Divers : feu, tissus, art ...

Un champignon est connu et utilisé par l'homme depuis toujours. Il s'agit de l'amadouvier (*Fomes fomentarius*), champignon lignicole formant des consoles à croute particulièrement coriace et multicolore sur les troncs des arbres (Fig. 4). L'amadou qu'il contient a été utilisé depuis la préhistoire pour allumer le feu, comme hémostatique, en odontologie et pour réaliser parures et vêtements voire des accessoires (Roussel *et al.*, 2002a ; Roussel *et al.*, 2002b ; Roussel *et al.*, 2002c ; Roussel *et al.*, 2005).

Aspects négatifs des champignons

Toxicité

La consommation des champignons ne va pas toujours sans risque et certains d'entre eux peuvent provoquer des intoxications causées soit par des toxines qui leur sont propres (mycétisme) soit par développement de micro-organismes, soit par un site de récolte pollué. Enfin, les spores produites en grand nombre peuvent aussi causer des allergies chez certaines personnes.

Champignons mortels

Parmi les champignons les plus redoutables (Barceloux, 2008 ; Cervellin *et al.*, 2017 ; Rapior & Fons, 2006 ; Rapior & Fons, 2011 ; Vo *et al.*, 2016) l'amanite phalloïde (*Amanita phalloides*) demeure le champignon le plus craint des Centres Antipoison (CAP) et de tous les services d'urgence lorsqu'il y a suspicion d'intoxication. Cette espèce pourtant facilement reconnaissable provoque chaque année des intoxications gravissimes pour le foie mettant en jeu la vie des personnes. Il est impensable que les amateurs de champignons n'aient pas tous appris à reconnaitre cette terrible empoisonneuse. Protégée dans un œuf (voile général blanc) lorsqu'elle est jeune, cette amanite va ensuite développer un pied relativement long et fin blanc chiné de vert (zigzag de couleur) possédant à sa base la volve en sac plus ou moins visible (restes du voile général) et en haut du pied un anneau juponnant (Fig. 2). Ses lames

L'amanite phalloïde (photos FF)

Le cortinaire à couleur de rocou (photo SR)

La galère marginée (photo FF)

Fig. 2 : Trois espèces de champignons mortels.

blanches, libres (insertion en un seul point sous le centre du chapeau : fuyantes) et son chapeau de couleur jaune verdâtre pouvant tirer sur le brun complètent sa description. Mais attention, il existe aussi des formes complètement blanches. Il faut donc rejeter les amanites blanches, jaunes, à tonalité verdâtre ou tirant sur le brun. D'autres espèces provoquent la même intoxication comme des petites lépiotes ou des galères (Fig. 2) donc la prudence est de mise. Les toxines contenues dans ces champignons sont des cyclooctapeptides appelés amatoxines thermostables, non détruites par la cuisson (Enjalbert *et al.*, 2002 ; Mengs *et al.*, 2012 ; Morel *et al.*, 2016 ; Poucheret *et al.*, 2010). Après un temps de latence long (6 à 12 heures), une gastro-entérite particulièrement importante s'installe jusqu'au troisième jour puis les signes visibles de l'hépatite cytolytique signalent l'atteinte des organes profonds (Rapior & Fons, 2006 ; Rapior & Fons, 2011). L'évolution dépend de la quantité ingérée, de l'âge du patient et de son état physique et de la rapidité de prise en charge.
D'autres champignons peuvent provoquer des intoxications mortelles comme le cortinaire à couleur de rocou (*Cortinarius orellanus*) de couleur rousse (Fig. 2) dont l'orellanine s'attaque plus spécifiquement aux reins après un délai d'apparition des symptômes particulièrement long : trois jours en moyenne (Andary *et al.,* 1989 ; Grossenbacher *et al.*, 2010 ; Hedman *et al.*, 2017 ; Rapior *et al.*, 1989
Il existe d'autres espèces mortelles et pour les connaître, le mieux est de se rapprocher de mycologues membres d'une société de mycologie comme la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault à Montpellier (*https://s2hnh.org*) pour acquérir un minimum de compétences quant à la détermination des espèces.

Champignons toxiques

Une pléthore de champignons peut présenter des risques si on les consomme ce qui est malheureusement méconnu du grand public. Le but, ici, n'est pas de tous les citer ni de les décrire mais de donner une idée de leur diversité. Les symptômes les plus souvent ressentis après une intoxication correspondent à une bonne gastro-entérite d'apparition rapide (inférieure à 3 heures) qui peut être plus ou moins violente et longue appelée pour les plus drastiques le syndrome résinoïdien (Barceloux, 2008 ; Bousquet, 2000 ; Cervellin *et al.*, 2017 ; Fons & Rapior, 2011 ; Rapior & Fons, 2006 ; Riqué, 2000). Parmi les responsables de ce syndrome, on peut nommer le bolet de satan (*Boletus satanas*, Fig. 3) et ses compères (une dizaine d'espèces au moins) qui créent des ravages chez les imprudents. La gastro-entérite est tellement violente et prolongée que certaines personnes mettent plusieurs semaines pour s'en remettre. Il faut rappeler qu'un cèpe possède un chapeau brun (et non blanc ou rosé), ne présente jamais de couleur rouge sur le pied ou les pores (ouverture) des tubes et que sa chair ne bleuit pas. Dans le palmarès des incontournables le clitocybe de l'olivier (*Omphalotus olearius*, Fig. 3) attire par ses poussées en touffe (sur souches ou bois enfoui) d'exemplaires souvent respectables de couleur rousse (ou orangée) avec un chapeau déprimé ou carrément en entonnoir (Rapior & Fons, 2011). Malheur aux inconscients les prenant pour de grosses girolles ! L'entolome livide (*Entoloma lividum*, Fig. 3) appelé aussi le perfide ravit l'amateur non éclairé par son chapeau charnu beige porté par un pied blanc, des lames colorées (rose sale) et son odeur agréable… avant qu'il ne le consomme.
Les toxines de certains champignons entrainent d'autres syndromes (Fons & Rapior, 2006 ; Vendranim & Brvar, 2014) comme celle du coprin noir d'encre (*Coprinus atramentarius*) qui ne doit pas être consommé avec de l'alcool sous peine d'éréthisme cardiovasculaire (tachycardie, rougeur de la face…). L'amanite panthère (*A. pantherina*, Fig. 3) provoque des troubles sur le système nerveux autonome (agitation, tachycardie, mydriase…). Les inocybes (*Inocybe rimosa* et autres espèces ; Fig. 3) et les petits clitocybes blancs (*Clitocybe dealbata* et plusieurs espèces proches au niveau morphologique ; Fig. 3) déclenchent des effets inverses (bradycardie, hypotension, myosis). L'usage des champignons hallucinogènes lors de cérémonies sacrées ou dans un but d'euphorie énergisante avant des combats est reporté bien avant notre ère pour différentes civilisations et sur plusieurs continents. L'usage récréatif toujours d'actualité n'est pas dénué de risques pour la santé en particulier lors de consommation répétée (crises d'angoisse, maux de têtes, vertiges, vomissements, convulsions, défaillances cardiaques,

Le bolet satan (photo LM)

Le clitocybe de l'olivier (photos FF)

L'entolome livide (photo FF)

L'amanite panthère (photo FF)

Les inocybes (photos GL)

Les petits clitocybes blancs (photo GL)

Fig. 3 : Quelques exemples de champignons toxiques.

complications psychiatriques, insuffisance rénale…) pouvant même mettre en danger la vie du consommateur. La cueillette, la détention comme la consommation de ces champignons relèvent de la législation sur les stupéfiants et donc passibles de poursuites judiciaires (ANSM, 2017 ; Borowiak *et al.*, 1998 ; Bruneton, 2016 ; CAP Belge, 2017 ; Courtecuisse, 2004 ; Dinis-Oliveira, 2017 ; Minn, 2005 ; Nef *et al.*, 2009 ; Pierrot *et al.*, 2000 ; Silar & Malagnac, 2013 ; Tylš, 2014).
Enfin certaines espèces de champignons peuvent présenter une toxicité inconstante s'ils sont mal cuits comme l'amanite rougissante (*A. rubescens*), le bolet à pied rouge (*B. erythropus*), le lentin comestible (ou Shiitake, *Lentinula edodes*) contenant une toxine thermolabile (détruite par une cuisson suffisamment prolongée), ou la Morille (*Morchella* sp.) qui peut aussi être desséchée pour plus de sécurité mais peut aussi provoquer plus rarement un syndrome neurologique récemment décrit (Boels *et al.*, 2014 ; Saviuc *et al.*, 2010).
A noter aussi qu'un champignon comestible peut entrainer des désordres gastro-intestinaux s'il a été récolté trop âgé, s'il a subi l'effet du gel, s'il est consommé en trop grande quantité ou de façon répétée ou chez une personne fragile ou présentant un déficit en tréhalase. Eviter aussi de donner des champignons récoltés lors d'une promenade à des jeunes enfants, à une femme enceinte ou de les consommer crus. Une personne jeune et en bonne santé peut être intolérante à une espèce réputée comestible et bien en tolérer une autre : il s'agit de sensibilité individuelle qu'il faut prévenir en ne goûtant qu'en petite quantité tout nouveau champignon jamais consommé auparavant (Rapior & Fons, 2013).

Toxicité extrinsèque

Elle peut être due à toute substance toxique de l'environnement (air, sol) accumulée par le champignon (*cf.* paragraphe Champignons comestibles). Il faut donc privilégier des sites de récolte visiblement sains et éviter les champs, bordures de routes ou de décharges. Mais la pollution peut malheureusement ne pas toujours être visible. Nous avons eu le meilleur exemple avec l'accident de la centrale nucléaire de Tchernobyl, le 26 avril 1986, qui a contaminé durablement de nombreux pays d'Europe et en particulier tout l'est de la France rendant impropres à la consommation les champignons (entre autres) sans qu'aucune alerte sanitaire n'ait été déclenchée au moment opportun (Jacobin, 2010). Des micro-organismes (champignons, bactéries) peuvent aussi contaminer des champignons récoltés trop âgés ou après le gel (effet congélation / décongélation) ou mal conservés (sacs plastiques) ou gardés trop longtemps avant cuisson (plus de 48 heures).

Champignons pathogènes

Les champignons pathogènes pour l'homme vont provoquer des pathologies (ou maladies ou affections) appelées des mycoses. Les champignons responsables peuvent avoir deux statuts différents. Ils peuvent être des parasites opportunistes ayant pénétré dans notre organisme à l'occasion d'une blessure, d'une brûlure (ou toute autre effraction de la peau ou des muqueuses) ou lors d'une intervention chirurgicale, de la pause d'une sonde ou de tout autre examen invasif. Une autre porte d'entrée naturelle est constituée par le système respiratoire puisqu'à chaque inspiration, nous inhalons une quinzaine de spores de champignons pouvant provoquer des allergies (Silar & Malagnac, 2013). Le deuxième statut possible est celui de champignons commensaux que nous hébergeons naturellement dès notre naissance sur nos muqueuses ou sur notre peau et qui font partie de notre flore endogène. Ils vivent à notre contact sans provoquer de nuisance à leur hôte. A l'occasion d'une baisse de notre immunité d'origines différentes (infections, prise de certains médicaments immunosuppresseurs, pathologies ou atteintes de certains organes), notre flore endogène peut se déséquilibrer et les commensaux peuvent devenir pathogènes. Il existe des mycoses cutanées, sous-cutanées ou profondes dont les atteintes seront de plus en plus graves (ANOFEL, 2014 ; Buffaz *et al.*, 2014 ; Saintot, 2017).

Mycoses cutanées

Nous verrons quelques pathologies les plus fréquentes atteignant l'homme.

Les Dermatophytes sont des champignons filamenteux présentant une affinité pour la kératine et appartenant aux Ascomycota. Ce ne sont pas des commensaux de l'homme mais des parasites opportunistes. Dans les genres *Trichophyton* et *Microsporum*, différentes espèces vont provoquer des atteintes circulaires de la peau, caractéristiques des champignons avec chute des poils ou des cheveux : herpès circiné (au niveau de la peau), teignes tondantes sur le cuir chevelu. Localisés dans les espaces interdigitaux et contractés sur des sols mouillés (piscines, vestiaires, zones de pêches) ou favorisés par les macérations dans les chaussures de sports, ils occasionnent également l'intertrigo (ou pied d'athlète). Il existe des atteintes localisées au niveau des ongles appelées Onychomycoses. Ces affections sont bénignes mais contagieuses et désagréables et peuvent facilement être traitées par des antifongiques classiques (ANOFEL, 2014 ; Buffaz *et al.*, 2014 ; Silar & Malagnac, 2013).

Le genre *Malassezia* regroupe des levures commensales de l'homme appartenant aux Basidiomycota. Des déséquilibres physiologiques les rendent responsables de desquamations du cuir chevelu (pellicules) ou de dermatose localisée sur le haut du corps sous forme de taches de pigmentation variable en fonction de la couleur de la peau. Un traitement antifongique approprié en vient facilement à bout.

Au sein des Ascomycota, *Candida* est un genre regroupant des levures commensales (*C. albicans*) pouvant provoquer au niveau de la muqueuse buccale le muguet. Ces plaques blanchâtres recouvrant la langue et le palais se développent à l'occasion de traitements médicamenteux déséquilibrant la flore (antibiotiques, corticoïdes…) ou de certaines pathologies (immunodépression, diabète) ou à l'occasion de la grossesse.

Mycoses profondes ou systémiques

Les mycoses systémiques sont, elles, beaucoup plus redoutables et leur mortalité est particulièrement élevée dans les hôpitaux. Elles atteignent, en effet, des personnes dont l'état général est souvent affaibli par l'âge, d'autres maladies, des traitements lourds ou l'immunodéficience (ANOFEL, 2014 ; Barceloux, 2008 ; Buffaz *et al.*, 2014 ; Silar & Malagnac, 2013 ; Saintot, 2017).

Les Candidoses représentent 10 % des infections nosocomiales les plus graves. La levure responsable est *Candida albicans*, levure déjà présentée pour le muguet. Ce pathogène opportuniste, dans les cas les plus graves, peut provoquer des atteintes digestives, organiques, voire généralisées.
Les Aspergilloses constituent la 2ème cause de mortalité fongique. Elles sont dues à des atteintes par *Aspergillus*, champignon filamenteux appartenant aux Ascomycota et pathogène opportuniste. La contamination est respiratoire et l'inhalation des spores provoque des atteintes pulmonaires gravissimes, voire généralisées.

Les Zygomycoses ou Mucormycoses sont responsables de la troisième mycose invasive avec deux genres en cause : *Mucor et Rhizopus,* champignons filamenteux inférieurs très courants dans le sol, et sur la matière organique morte. Ce sont donc des pathogènes opportunistes dont la voie d'entrée est aussi nasale. Les atteintes les plus fréquentes touchent les fosses nasales, les sinus, le visage. Très destructrices, elles laissent souvent de lourdes séquelles, et peuvent aussi être fatales.

Les Cryptococcoses sont dues à *Cryptococcus neoformans,* levure encapsulée appartenant aux Basidiomycota. Ces maladies opportunistes résultent aussi de contamination respiratoire par des fientes de pigeons, du guano de chauve-souris… Les atteintes qui en résultent sont profondes et gravissimes : pulmonaires, osseuses et nerveuses (système nerveux central) …

D'autres champignons peuvent entrainer des pneumonies gravissimes comme les Pneumocystoses (*Pneumocystis*, Ascomycota) redoutables chez les immunodéprimés, les Histoplasmoses (*Histoplasma*

Les armillaires (photos FF)

L'amadouvier (photo GG)

Le polypore du bouleau (photo FF)

Fig. 4 : Champignons parasites.

capsulatum, Ascomycota) encore appelées « maladies des grottes » transmises par les déjections d'oiseaux ou de chauves-souris et atteignant plus particulièrement les spéléologues ou les archéologues découvreurs de la tombe de Toutânkhamon…

Nous avons cité les mycoses systémiques les plus fréquentes et gravissimes mais il en existe de nombreuses autres de plus faible incidence.

Parasites des végétaux (rouilles, charbons, caries)

Certaines espèces de champignons peuvent aussi s'attaquer aux arbres affaiblis voire aux arbres sains comme les polypores ou les armillaires (Fig. 4) qui peuvent faire des ravages dans les vergers. La plus célèbre d'entre elles est l'armillaire couleur de miel (*Armillaria mellea*) encore appelée pourridié particulièrement redoutée des fruitiers. On peut également citer la langue de bœuf (*Fistulina hepatica*), l'amadouvier déjà vu dont l'homme a fait son allié pour se chauffer et s'éclairer ou le polypore du bouleau (*Piptoporus betulinus*). Certaines espèces de ligneux ont été complètement décimées suite à des épidémies mémorables comme l'Orme par la graphiose (*Ophiostoma ulmi*), maladie partie des Pays-Bas au début du vingtième siècle, appelée aussi « maladie hollandaise de l'orme » qui a touché l'Europe toute entière et même l'Amérique (Silar & Malagnac, 2013 ; Martin, 2014 ; Pichard, 2015).
Certains champignons sont des parasites obligatoires des végétaux et, à ce titre, interagissent avec

l'homme lorsque l'espèce attaquée est cultivée. Les rouilles font partie des Pucciniomycotina au sein des Basidiomycota et sont spécifiques d'un hôte. Il en existe de nombreuses espèces reconnaissables par les atteintes de couleur rouille marquant les feuilles de la plante parasitée et tous les végétaux peuvent être atteints : caféier, peuplier, framboisier… La rouille du blé, *Puccinia graminis* possède ainsi un cycle très complexe comportant six stades et deux hôtes et peut faire des ravages dans les cultures qui seront décimées par le parasite. Toute la difficulté consiste à développer des traitements efficaces mais aussi respectueux de l'environnement et de la santé publique. De la même façon, les charbons et les caries peuvent ravager les cultures. La carie du blé, *Tilletia caries* va dessécher progressivement le plant attaqué, remplaçant le grain de blé à maturité, par une poudre noire très contaminante. Le charbon du maïs (*Ustilago maydis*) appartenant au sous-embranchement des Ustilaginomycotina parmi les Basidiomycota s'attaque aux organes de reproduction de la plante et les épis de maïs contaminés auront un aspect difforme présentant comme des tumeurs grisâtres peu engageantes. Bien évidemment, à maturité, comme pour les carries, il y aura libération de spores foncées (expliquant le terme de charbon) transportées par le vent vers d'autres plantes pour les contaminer à leur tour. Les Mexicains revendent volontiers ces épis de maïs porteurs de ces tumeurs foncées pour les consommer sous le terme de Huitlacoche, avant maturité complète des spores. Ces mets de choix, pour eux, sont appelés truffes mexicaines et appréciés pour leur saveur douceâtre dans des tacos. Cependant, à maturité, ces tumeurs accumuleraient des alcaloïdes non dénués de risques (Dubos, 2002 ; Silar & Malagnac, 2013).

Saprotrophes (habitations, aliments...)

Si les champignons saprotrophes se révèlent des décomposeurs très efficaces et fort utiles, certaines espèces présentant une croissance rapide, peuvent, en fonction du substrat auquel elles s'attaquent, (bois des habitations, aliments…) engendrer des effets particulièrement néfastes pour l'homme (Gueguen & Garon, 2015).

Dégradation de biens et objets

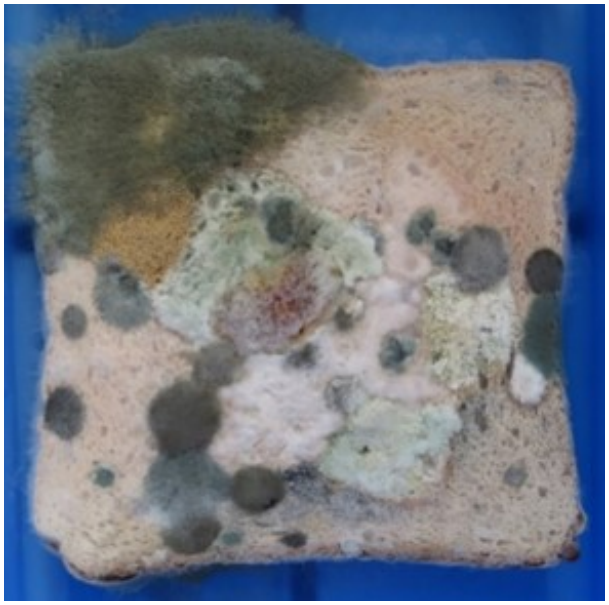
Les champignons sont des agents de détérioration du bois, du papier (livres, manuscrits), des peintures (habitations, grottes préhistoriques), des textiles (tapis, tentures…), des tableaux… Les spores des champignons colonisent tout l'environnement de l'homme, constituent une forme de résistance de ce micro-organisme et germent dès qu'elles trouvent un substrat et des conditions favorables pour perdurer. Ainsi, dès qu'une humidité leur est suffisante et dans une atmosphère confinée propice à leur développement, les champignons peuvent s'installer aux dépens d'objets anciens et rares et les mettre en péril. Les bibliothécaires y sont confrontés et la conservation de vieux manuscrits ou documents officiels peut se révéler problématique d'autant que le traitement doit être adapté au support précieux sans le dégrader également.
Concernant le bois utilisé par l'homme dans de nombreuses applications, la mérule pleureuse (*Serpula lacrymans, Serpulaceae,* Boletales, Basidiomycota) consomme sa cellulose et s'attaque au bois d'habitation dans les régions à pluviométrie fréquente mais a constitué aussi par le passé un ennemi redoutable des navires décimant des flottes entières (Silar & Malagnac, 2013). Ce champignon pose de très gros problèmes en particulier dans le Nord, en Bretagne, en Normandie où des quartiers entiers d'habitations sont menacés. La mérule se développe souvent dans les caves ou locaux des sous-sols souvent peu fréquentés, confinés où l'humidité favorise leur développement sur le bois. Elle se propage ensuite aux parties supérieures des maisons (Fig. 5) par le bois mais peut aussi tirer bénéfice de fissures même à travers des parties en béton, plâtre ou pierre grâce à ses cordons mycéliens, véritables outils d'exploration tout terrain. Souvent, lorsqu'apparaissent les sporophores sur les poutres ou les escaliers, la situation est déjà grave et certaines maisons, devenues trop dangereuses doivent être détruites. Les brigades d'intervention qui traitent les zones infestées avec des antifongiques doivent revêtir des combinaisons spéciales pour éviter la propagation vers l'extérieur et se protéger des spores allergisantes

accumulées dans les pièces infestées. D'autres champignons tels *Perenniporia meridionalis* (*Polyporaceae*, Polyporales, Basidiomycota), détruisent au contraire les bois d'œuvre en milieu extérieur (balustrades, volets, barrières, garde-corps…) et sont responsables de pourriture fibreuse blanche notamment en Basse-Normandie (Rioult *et al.*, 2014).

Fig. 5 : Les dégâts occasionnés par la mérule (photos JPR).

Dégradation des aliments

Les champignons saprophytes peuvent se régaler autant que nous des aliments que nous destinons à notre consommation courante et les corrompre en cas de mauvaise ou trop longue conservation de notre part (Fig. 6). Parmi les plus connus, des champignons « inférieurs » de l'ordre des Mucorales (*Mucor*, *Rhizopus*), ou des champignons « supérieurs » de la division des Ascomycota (*Aspergillus, Penicillium*) peuvent altérer le gout et les qualités nutritives de divers aliments et en particulier les céréales et leurs dérivés (notamment les graines et les farines), les produits laitiers (fromages), les œufs, les légumes et les fruits (bananes, fraises) et tout aliment cuisiné… Un feutrage épais peut se développer en surface de l'aliment avec un aspect en « poils de chat » ou au contraire des colonies aux couleurs très diverses mais beaucoup plus rases ou veloutées ou un simple changement de couleur d'aspect souvent circulaire signalent la colonisation par un champignon. Toute altération de l'aspect ou du goût d'un aliment doit être suspect. Les effets peuvent aller du simple désordre gastro-intestinal à des symptômes plus graves notamment quand des toxines dangereuses sont sécrétées par certaines souches fongiques. Le respect de la chaîne du froid, la conservation la plus courte possible et le bon sens sont de mise pour s'éviter au maximum des désagréments au quotidien (Bouchet *et al.*, 2005 ; Silar & Malagnac, 2013).



Diversité des moisissures sur une tranche de pain de mie (photo SM)

Différentes moisissures dont *Aspergillus sp.* et *Rhizopus sp.* (photo FF)

Différentes moisissures dont *Penicillium sp.* (photo FF)

Fig. 6 : Moisissures cultivées sur du pain.

Les mycotoxines

Les champignons peuvent provoquer, même s'ils ne sont plus présents dans un aliment transformé par exemple, des effets gravissimes au moyen de composés qu'ils ont synthétisés lorsqu'ils se sont développés sur le substrat. Ces empoisonnements sont d'autant plus difficiles à prévenir que le consommateur est victime de champignons qu'il ne verra jamais mais ayant préalablement contaminé des matières premières comme des céréales par exemple qu'il peut consommer quotidiennement avec un effet cumulatif à long terme. Les atteintes peuvent toucher de façon aiguë certaines fonctions et organes ou générer des pathologies plus pernicieuses comme des cancers.

De nombreuses toxines ont été recensées (Barceloux, 2008 ; Bouchet *et al.*, 2005 ; Doko *et al.*, 1995 ; Katsurayama *et al.*, 2017 ; Limay-Rios *et al.*, 2017 ; Silar & Malagnac, 2013 ; Zinedine *et al.*, 2017). En voici quelques-unes parmi les plus connues. Les aflatoxines (B, G) produites par différents *Aspergillus*

sp. sont hépatotoxiques et cancérogènes et se retrouvent en particulier sur céréales, arachides, pistaches, noix, épices, lait… L'ochratoxine A (*Aspergillus* sp./*Penicillium* sp.) signalée sur céréales, raisin et dérivés, café, fruits secs, arachides, viandes est néphrotoxique, tératogène et cancérogène. Les fumonisines (*Fusarium moniliforme*) sur céréales (maïs), polenta, abats, légumes secs entre autres, peuvent provoquer des atteintes cérébrales et favoriser les cancers de l'œsophage ou du foie. Différentes espèces de *Fusarium* se développant sur céréales, fruits, légumes, œufs, lait, abats, peuvent produire des toxines comme la zéaralénone ayant des effets oestrogéniques, anabolisants, pouvant provoquer gynécomastie et infertilité ou la toxine T-2 (inflammation de la muqueuse digestive, hémorragies, gangrène, nécrose). La patuline (*Aspergillus* sp./*Penicillium* sp.) détectée sur fruits entiers ou transformés (pomme, raisin) atteint plus particulièrement le poumon, le rein, la rate et le cerveau.

Dernier exemple historique choisi parmi les nombreux existants, l'ergot de seigle (*Claviceps purpurea*) parasitant les céréales (seigle) a longtemps provoqué au moyen de ses alcaloïdes indoliques des épidémies mystérieuses (hallucinations, effets cardio-vasculaires, gangrènes) attribuées au diable avant d'être démasqué au vingtième siècle (Streith, 2011). L'ergotisme a été caractérisé et les alcaloïdes indoliques ensuite utilisés par l'homme en thérapeutique. Ce dernier exemple illustre bien les dualités de nos rapports avec les champignons ceux-ci possédant, pour nous, un double visage, tels des Janus de notre quotidien.

Conclusion

Les champignons font partie intégrante de l'environnement de l'homme. Ils sont indispensables dans le cycle de la vie et présentent une importance écologique incontournable. Ils peuvent constituer des alliés de l'homme par certains aspects ou, au contraire, source d'effets redoutables. Le but de cet article visait à les rendre un peu plus accessible, à montrer la diversité de leurs interactions avec leur environnement (y compris l'homme) et à dévoiler certains de leurs aspects peut-être plus méconnus. Il ne faut pas hésiter à aller rechercher la connaissance concernant les champignons auprès d'organismes, d'associations comme la SHHNH (*https://s2hnh.org*) et de personnes spécialisées sur certains domaines. Concernant la consommation des champignons sauvages, si chère au grand public, la prudence est toujours de mise et les récoltes doivent être déterminées auprès de véritables connaisseurs que sont les mycologues des sociétés locales comme la SHHNH, les enseignants chercheurs des Facultés de Pharmacie et certains pharmaciens.

Crédit photographique

Françoise Fons : FF ; Ghislaine Guibaud : GG ; Gérard Lévêque : GL ; Jean-Philippe Rioult : JPR ; Luc Maury : LM ; Sylvie Morel : SM ; Sylvie Rapior : SR.

Bibliographie

Allen J.L. & Lendemer J.C., 2015. Fungal conservation in the USA. *Endangered Species Research* **28** : 33-42.

Andary C., Rapior S., Delpech N. & Huchard G., 1989. Laboratory confirmation of *Cortinarius* poisoning. *Lancet :* 213.

ANOFEL, 2014. *Parasitoses et mycoses des zones tempérées et tropicales*. 3ème édition, Abrégés Masson, 472 p. Issy-les-Moulineaux.

ANSM, 2017. *Liste des substances classées comme stupéfiants (13/10/2017)*. http://ansm.sante.fr/Declarer-un-effet-indesirable/Pharmacodependance-Addictovigilance/Reglementation/(offset)/8

Badalian S.M., Serrano J.J., Rapior S. & Andary C., 2001.Pharmacological activity of the mushrooms *Flammulina velutipes* (Curt:Fr.) Sing., *Paxillus involutus* (Batsch:Fr.) Fr. and *Tricholoma pardinum* Quél. (*Basidiomycota*). *International Journal of Medicinal Mushrooms* **3** : 27-33.

Bakhtiari R., Moazami N., Fallahpour M., Mirdamadi M., Tabatabaee M., Norouzian M. & Moshseni F., 2003. Production and purification of Cyclosporin A from fermentation broth of *Tolypocladium inflatum*. *Scientia Iranica* **10** : 367-371.

Bandara A.R., Rapior S., Bhat D.J., Kakumyan P., Chamyuang S., Xu J. & Hyde K.D., 2015. *Polyporus umbellatus*, an edible-medicinal cultivated mushroom with multiple developed health-care products as food, medicine and cosmetics: a review. *Cryptogamie, Mycologie* **36** (1) : 3-42.

Barceloux D.G., 2008. *Medical Toxicology of natural substances. Foods, Fungi, Medicinal Herbs, Plants and Venomous Animals*. John Wiley & Sons, 157 p. Hoboken (USA).

Barreira J.C.M., Oliveira M.B.P.P & Ferreira I.C.F.R., 2014. Development of a novel methodology for the analysis of ergosterol in Mushroom. *Food Analytical Methods* **7** : 217-223.

Boels D., Landreau A., Bruneau C., Garnier R., Pulce C., Labadie M., de Haro L. & Harry P., 2014. Shiitake dermatitis recorded by French Poison Control Centers - New case series with clinical observations. *Clinical Toxicology* **52** : 625-628.

Borowiak K.S., Ciechanowski K. & Waloszczyk P., 1998. Psilocybin Mushroom (*Psilocybe semilanceata*) intoxication with myocardial infarction. *Journal of Toxicology - Clinical Toxicology* **36** : 47-49.

Bouchet P., Guignard J.L., Pouchus Y.F. & Villard J., 2005. *Les champignons - Mycologie fondamentale et appliquée*. 2ème édition, Masson, 208 p. Paris.

Bousquet C., 2000. *Principaux champignons responsables de syndromes gastro-intestinaux. Partie I : Ordres des Bolétales, Russulales, Tricholomatales*. Thèse d'exercice du diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie, Université Montpellier 1, 354 p. Montpellier.

Bruneton J., 2016. *Pharmacognosie Phytochimie - Plantes médicinales*. 5ème édition, Lavoisier – Tec & Doc, 1504 p. Paris.

Buffaz C., Hodille E., Jourdy Y. Louvrier C. & Marijon A., 2014. *Parasitologie et mycologie médicale pratique*. DeBoeck, 249 p. Louvain-la-Neuve.

Carmona B., 2016. *Les probiotiques (bactéries et levures) : où en est-on aujourd'hui ?* Thèse d'exercice du diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie, Université de Montpellier, 105 p. Montpellier.

Cassar A., 2016. *La culture des macromycètes entrant dans la composition des compléments alimentaires*. Thèse d'exercice du diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie, Université de Montpellier, 155 p. Montpellier.

Castan C., 2016. *La levure de bière : un champignon aux multiples bienfaits pour la santé et la beauté*. Thèse d'exercice du diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie, Université de Montpellier, 80 p. Montpellier.

Chebli M., 2016. *La bière : Production, Consommation et Santé Publique*. Thèse d'exercice du diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie, Université de Montpellier, 109 p. Montpellier.

Centre Antipoison Belge, 2017. *Psilocybes*. https://www.centreantipoisons.be/nature/champignons/champignons-toxiques/psilocybes-psilocybe

Cervellin G., Comelli I., Rastelli G., Sanchis-Gomar F., Negri F., De Luca C. & Lippi G., 2017. Epidemiology and clinics of mushroom poisoning in Northern Italy: A 21-year retrospective analysis. *Human and Experimental Toxicology* 1-7. doi: 10.1177/0960327117730882.

Chen J., Zhao R.L., Parra L.A., Guelly A.K., De Kesel A., Rapior S., Hyde K.D., Chukeatirote E. & Callac P., 2015. *Agaricus* section *Brunneopicti*: a phylogenetic reconstruction with descriptions of four new taxa. *Phytotaxa* **192** : 145-168.

Cheung P.C.K., 2013. Mini-review on edible mushrooms as source of dietary fiber: Preparation and health benefits. *Food Science and Human Wellness* **2** : 162-166.

Cordoba M.K.A. & Rios H.A., 2012. Biotechnological applications and potential uses of the mushroom *Trametes versicolor*. *Vitae, Revista de la Facultad de Quimica farmaceutica* **19** (1) : 70-76.

Courtecuisse R. & Deveaux M., 2004. Champignons hallucinogènes d'Europe et des Amériques : mise au point mycologique et toxicologique. *Annales de Toxicologie Analytique* **16** (1) : 36-64. http://www.ata-journal.org or http://dx.doi.org/10.1051/ata/2004024

Courtecuisse R. & Duhem B., 2013. *Champignons de France et d'Europe*. Delachaux et Niestlé, 544 p. Paris.

Dahlberg A., Genney D.R. & Heilmann-Clausen J., 2010. Developing a comprehensive strategy for fungal conservation in Europe: current status and future need. *Fungal Ecology* **3** : 50-64.

Demain A.L. & Zhang J, 1998. Cephalosporin C Production by *Cephalosporium acremonium*: The methionine story. *Critical Reviews in Biotechnology* **18** : 283-294.

De Silva D.D., Rapior S., Fons F., Bahkali A.H. & Hyde K.D., 2012. Medicinal mushrooms in supportive cancer therapies : approach to anti-cancer effects and putative mechanisms of action. *Fungal Diversity* **55** : 1-35.

De Silva D.D., Rapior S., Sudarman E., Stadler M., Xu J., Aisyah Alias S. & Hyde K.D., 2013. Bioactive metabolites from macrofungi: Ethnopharmacology, biological activities, chemistry. *Fungal Diversity* **62** : 1-40.

Dinis-Oliveira R.J., 2017. Metabolism of psilocybin and psilocin: clinical and forensic toxicological relevance. *Drug Metabolism Reviews* **49** (1) : 84-91. doi : 10.1080/03602532.2016.1278228.

Doko M.B., Rapior S., Visconti A. & Schjoth J.E., 1995. Incidence and levels of fumonisin contamination in maize genotypes grown in Europe and Africa. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **43** : 429-434.

Dubos B., 2002. *Maladies cryptogamiques de la vigne. Champignons parasites des organes herbacés et du bois de la vigne*. 2ème édition, Féret, 207 p. Bordeaux.

Enjalbert F., Rapior S., Nouguier-Soulé J., Guillon S., Amouroux N. & Cabot C., 2002. Treatment of Amatoxin Poisoning: 20-Year Retrospective Analysis (A review, 420 references). *Journal of Toxicology – Clinical Toxicology* **40** : 715-757.

Fons F., Rapior S., Eyssartier G. & Bessière J.M., 2003. Les substances volatiles dans les genres *Cantharellus*, *Craterellus* et *Hydnum*. *Cryptogamie, Mycologie* **24** : 367-376.

Fons F. & Rapior S., 2006. Les intoxications par les champignons. Partie II. Intoxications à court délai d'apparition de la symptomatologie. *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault* **146** (2) : 29-37.

Fons F. & Rapior S., 2013. Fougères et Parfumerie. *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault* **153** (1) : 96-108.

Fortes R.C., Recôva V.L., Melo A.L. & Novaes M.R.C.G., 2008. Effects of dietary supplementation with medicinal fungus in fasting glycemia levels of patients with colorectal cancer: a randomized, double-blind, placebo-controlled clinical study. *Nutrición Hospitalaria* **23** : 591-598.

Francia C., Rapior S., Courtecuisse R. & Siroux Y., 1999. Current research findings on the effects of selected mushrooms on cardiovascular diseases. *International Journal of Medicinal Mushrooms* **1** : 169-172.

Froissard D., Fons F., Bessière J.M., Buatois B. & Rapior S., 2011. Volatiles of French Ferns and "fougère" Scent in Perfumery. *Natural Product Communications* **6** : 1723-1726.

Froissard D., Rapior S., Bessière J.M., Fruchier A., Buatois B. & Fons F., 2014. Volatile Organic Compounds of six French *Dryopteris* species: natural odorous and bioactive resources. *Natural Product Communications* **9** : 137-140.

Garbaye J., 2013. *La symbiose mycorhizienne – Une association entre les plantes et les champignons*. Quae, 51 p. Versailles.

Givelet P.H., 2011. *Les compléments alimentaires à base de champignons*. Mémoire pour le Diplôme d'Etudes Spécialisées de Docteur en Pharmacie, Université Lille 2, 94 p. Lille.

Golan-Rozen N., Chefetz B., Ben-Ari J., Geva J. & Hadar Y.., 2011. Transformation of the recalcitrant pharmaceutical compound carbamazepine by *Pleurotus ostreatus*: Role of cytochrome P450 monooxygenase and manganese peroxidase. *Environmental Science & Technology* **45** : 6800-6805.

Grégoire-Fort C., 2015. *Mycologie pratique à l'officine : Enquête nationale sur les besoins et les compétences des officinaux – Etat des lieux des outils de formation*. Thèse d'exercice du diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie, Université de Montpellier, 229 p. Montpellier.

Grossenbacher F.J.M., Wynckel A., Plenier Y., Courtecuisse R. & Leon A., 2010. *Cortinarius orellanoides* poisoning: three-years follow-up of five members of a French family. *Clinical Toxicology* **48** : 311.

Gueguen J.C. & Garon D., 2015. *Biodiversité et évolution du monde fongique*. EDP Sciences, 207 p. Paris.

Hedman H., Holmdahl J., Mölne J., Ebefors K., Haraldsson B. & Nyström J., 2017. Long-term clinical outcome for patients poisoned by the fungal nephrotoxin orellanine. *BMC Nephrology* **18** : 121. doi : 10.1186/s12882-017-0533-6.

Heinig U., Scholz S. & Jennewein S., 2013. Getting to the bottom of Taxol biosynthesis by fungi. *Fungal Diversity* **60** : 161-170.

Hofrichter M., 2010. *The Mycota. A Comprehensive treatise on Fungi as experimental systems for basic and applied research*. Vol X : Industrial Applications. 2ème édition, Esser K., Springer, 485 p. Berlin.

Jacobin S., 2010. Accident de Tchernobyl : Impacts sur l'homme dans son environnement. Thèse d'exercice du diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie, Université Montpellier 1, 159 p. Montpellier.

Katsurayama A.M., Martins L.M., Iamanaka B.T., Fungaro M.H.P ., Silva J.J., Frisvad J.C., Pitt J.I. & Taniwaki M.H., 2017. Occurrence of *Aspergillus* section *Flavi* and aflatoxins in Brazilian rice: From field to market. *International Journal of Food Microbiology* **266** : 213-221.

Lima C. U. J. O., Souza V.C., Morita M.C., Chiarello M.D. & de Oliveira Karnikowski M.G., 2012. *Agaricus blazei* Murrill and Inflammatory Mediatorsin Elderly Women: A Randomized Clinical Trial. *Scandinavian Journal of Immunology* **75** : 336-341.

Limay-Rios V., Miller J.D. & Schaafsma A.W., 2017. Occurrence of *Penicillium verrucosum*, ochratoxin A, ochratoxin B and citrinin in on farm stored winter wheat from the Canadian Great Lakes Region. *Plos One* July : 1-22 . doi.org/10.1371/journal.pone.0181239.

Loizides M., Bellanger J.M., Clowez P., Richard F & Pierre-Arthur Moreau P.A., 2016. Combined phylogenetic and morphological studies of true morels (Pezizales, Ascomycota) in Cyprus reveal significant diversity, including *Morchella arbutiphila* and *M. disparilis* spp. nov. *Mycological Progress* 15 : 39. doi 10.1007/s11557-016-1180-1.

Martin F., 2014. *Tous les champignons portent-ils un chapeau* ? Quae, 182 p. Versailles.

Mengs U., Pohl R.T. & Mitchell T., 2012. LegalonÒ SIL: The antidote of choice in patients with acute hepatotoxicity from Amanita Poisoning. *Current Pharmaceutical Biotechnology* **13** : 1964-1970.

Minn A.L., 2005. *Les champignons psychodysleptiques du nord-est de la France : cartographie, répartition, toxicologie et législation*. Thèse d'exercice du diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie Université Nancy 1, 341 p. Nancy.

Moine M., 2007. *Truffes et falsifications*. Thèse d'exercice du diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie, Université Montpellier 1, 128 p. Montpellier.

Money N.P., 2016. Are mushrooms medicinal? *Fungal Biology* **120** : 449-453.

Moreau P.A., Hériveau P., Rioult P., Fons F. & Rapior S., 2009. Quatre siècles de mycologie à Montpellier. *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault* **149** (1) : 5-25.

Morel S., Fons F., Rapior S., Dubois V., Vitou M., Portet K., Doré J.C. & Poucheret P., 2016. Decision-making for the detection of amatoxin poisoning: a comparative study of standard analytical methods. *Cryptogamie, Mycologie* **37** (2) : 1-23.

Morel S., Arnould S., Vitou M., Boudard F., Guzman C., Poucheret P., Fons F. & Rapior S., 2018. Antiproliferative and antioxidant activities of wild Boletales mushrooms. *International Journal of Medicinal Mushrooms* **20** (1) : sous presse.

Nabors M., 2008. *Biologie végétale. Structures, fonctionnement, écologie et biotechnologies*. Pearson Education, 614 p. Paris.

Nef H.M., Möllmann H., Hilpert P., Krause N., Troidl C., Weber M., Rolf A., Dill T., Hamm C. & Elsässer A., 2009. Apical regional wall motion abnormalities reminiscent to Tako-Tsubo cardiomyopathy following consumption of psychoactive fungi. *International Journal of Cardiology* **134** (1) : e39-41. doi: 10.1016/ j.ijcard.2007.12.064.

Ngo R., 2011. *La mycothérapie, inspirée des savoirs ancestraux asiatiques, dans la pratique officinale française.* Thèse d'exercice du diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie, Université Montpellier 1, 187 p. Montpellier.

Ninot G., Agier S., Bacon S., Berr C., Boulze I., Bourrel G., Carbonnel F., Clément V., David M., Gerazime A., Gomez A., Guerdoux-Ninot E., Laurent A., Lavoie K., Libourel T., Lognos B., Maffre F., Maitre J., Martin S., Mercier G., Michaux J., Nalpas B., Nguyen T.L., Oude Engberink A., Pujol J.L., Quantin X., Rapior S., Senesse P., Stoebner-Delbarre A. & Trouillet R., 2017. La Plateforme CEPS : Une structure universitaire de réflexion sur l'évaluation des interventions non médicamenteuses (INM). *HEGEL* **7** (1) : 53-56. doi : 10.4267/2042/62022.

Nyegue M., Amvam Zollo P.H., Bessière J.M. & Rapior S., 2003. Volatile components of fresh *Pleurotus ostreatus* and *Termitomyces shimperi* from Cameroon. *Journal of Essential Oil Bearing-Plants* **6** : 153-157.

Pichard G., 2015. *Le champignon, allié de l'arbre et de la forêt*. Centre National de la Propriété Forestière CNPF-IDF, 46 p. Paris.

Pierrot M., Josse P., Raspiller M.F., Goulmy M., Rambourg M.O., Manel J. & Lambert H., 2000. Intoxications par champignons hallucinogènes. *Annales de Médecine Interne* **151** (suppl. B) : B16-B19.

Poucheret P., Fons F. & Rapior S., 2006. Biological and pharmacological activity of Higher Fungi: 20-year retrospective analysis (A review, 196 references). *Cryptogamie, Mycologie* **27** : 311-333.

Poucheret P., Fons F., Doré J.C., Michelot D. & Rapior S., 2010. Amatoxin poisoning treatment decision making: pharmaco-therapeutic clinical strategy assessment using multidimensional multivariate statistic analysis. T*oxicon* **55** : 1338-1345.

Prasad M.N.V., Freitas H., Fraenzle S., Wuenschmann S. & Markert B., 2010. Knowledge explosion in phytotechnologies for environmental solutions. *Environmental Pollution* **158** : 18-23.

Rapior S., 2013. Les produits de Santé : 35-49. *In* : Ninot G. *Démontrer l'efficacité des interventions non médicamenteuses : Question de points de vue (Psychologie, Santé et Société)*. Presses universitaires de la Méditerranée. Montpellier.

Rapior S., Breheret S., Talou T. & Bessière J.M., 1999. Les arômes des champignons. *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault* **139** (1) : 20-21.

Rapior S., Ceballos L., Mousain D., Andary C. & Bessière J.M., 1998. Bioproduction des substances volatiles aromatisantes par les *Suillus*. *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault* **138** (2) : 42-46.

Rapior S., Courtecuisse R., Francia C. & Siroux Y., 2000. Activités biologiques des champignons : recherches actuelles sur les facteurs de risque des maladies cardio-vasculaires. *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault* **140** (1) : 26-31.

Rapior S., Delpech N., Andary C. & Huchard G., 1989. Intoxication by *Cortinarius orellanus*: Detection and assay of orellanine in biological fluids and renal biopsies. *Mycopathologia* **108** : 155-160.

Rapior S. & Fons F., 2006. Les intoxications par les champignons. Partie I. Intoxications à long délai d'apparition de la symptomatologie. *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault* **146** (1) : 9-17.

Rapior S. & Fons F., 2011. Mise au point sur les nouveaux syndromes et les syndromes connus d'intoxications par les champignons. *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault* **151** (2) : 64-74.

Rapior S., Fruchier A. & Bessière J.M., 1997. Volatile Aroma Constituents of Agarics and Boletes (A Review, 134 references) : 567-584. *In* : Pandalai S.G. *Recent Research Developments in Phytochemistry*. Research Signpost. Trivandrum (Inde).

Rapior S., Pélissier Y., Vassas A., Greuet J. & Kone-Bamba D., 1993. *Termitomyces striatus* (Beeli) Heim *forma annulatus*. Identification et étude préliminaire de la composition chimique : Recherche des polyols, des sucres, des alcaloïdes, des acides phénols et des toxines. *Le Pharmacien d'Afrique* (77) : 19-22.

Richard F., Bourgade F., Fons F., Rapior S. & Moreau P.A., 2011. Des champignons dans les garrigues languedociennes - Historique, diversité et enjeux de conservation : 152-165. *In* : Pietrasanta Y. & Schatz B. *Le génie de la nature*. Biotope (Collection Parthénope). Mèze.

Rioult J.P., Duchemin T., Bourreau A. & Garon D., 2014. *Perenniporia meridionalis* Decock & Stalpers : un nouveau champignon destructeur de bois ouvrés découvert en Basse-Normandie. *Cahiers Mycologiques Nantais* **26** : 16-20.

Riqué G., 2000. *Principaux champignons responsables de syndromes gastro-intestinaux. Partie II : Ordres des Plutéales, Cortinariales, Agaricales, Cantharellales, Théléphorales, Polyporales, Protoclavariales, Pézizales, Tubérales*. Thèse d'exercice du diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie, Université Montpellier 1, 283 p. Montpellier.

Riousset L., Riousset G., Chevalier G. & Bardet M.C., 2012. *Truffes d'Europe et de Chine*. Quae, 181 p. Nancy.

Roumestan C., Fons F. & Rapior S., 2005. Biodiversité, règne fongique et thérapeutique. 2. Les champignons constituent-ils une nouvelle source de composés anti-inflammatoires ? *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault* **145** (4) : 90-92.

Roussel B. & Rapior S., 2005. Les usages de l'Amadouvier en Odontologie. *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault* **145** (1) : 5-8.

Roussel B., Rapior S., Charlot C., Masson C.L. & Boutié P., 2002a. Mais quel est donc cet « Agaric de Brossard » ? *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault* **142** (2-3) : 39-54.

Roussel B., Rapior S., Masson C.L. & Boutié P., 2002b. *L'Amadouvier. Grande et petite histoire d'un champignon*. Publié par les *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault*, Supplément hors-série. Editions Mimosa, 48 p. Montpellier.

Roussel B., Rapior S., Masson C.L. & Boutié P., 2002c. *Fomes fomentarius* (L. : Fr.) Fr. : un champignon aux multiples usages. *Cryptogamie, Mycologie* **23** : 349-366.

Saintot C., 2017. *Place des Basidiomycètes dans les pathologies respiratoires*. Diplôme d'Etudes Spécialisées de Biologie médicale et Thèse d'exercice du diplôme d'Etat et Thèse de Docteur en Pharmacie, Université de Montpellier, 97 p. Montpellier.

Saviuc P., Harry P., Pulce C., Garnier R. & Cochet A., 2010. Can morels (*Morchella sp.*) induce a toxic neurological syndrome ? *Clinical Toxicology* **48** : 365-372.

Seenivasana A., Gummadib S.N., Pandaa T. & Théodorec T., 2015. Quantification of Lovastatin Produced by *Monascus purpureus*. *The Open Biotechnology Journal* **9** *:* 6-13.

Silar P. & Malagnac F., 2013. *Les Champignons redécouverts*. Belin, 231 p. Paris.

Smith H., Doyle S. & Murphy R., 2015. Filamentous fungi as a source of natural antioxidants. *Food Chemistry* **185** : 389-397.

Streith J., 2011. Ergotisme, mal des ardents ou feu de Saint-Antoine du Moyen Âge aux temps modernes. *L'actualité chimique* (358) : 40-46.

Süfer O., Bozok F. & Demir H., 2016. Usage of Edible Mushrooms in Various Food Products. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology* **4** : 144-149.

Suty L., 2015. *Les végétaux – Des symbioses pour mieux vivre*. Quae, 55 p. Versailles.

Taofiq O., Heleno S.A., Calhelha R.C., Alves M.J., Barros L., Gonzalez-Paramas A.M., Barreiro M.F. & Ferreira I.S.F.R., 2017. The potential of *Ganoderma lucidum* extracts as bioactive ingredients in topical formulations, beyond its nutritional benefits. *Food and Chemical Toxicology* **108** : 139-147.

Thongbai B., Rapior S., Hyde K.D., Wittstein K. & Stadler M., 2015. *Hericium erinaceus,* an amazing medicinal mushroom. *Mycological Progress* **14** (10) : 91. doi 10-1007/s11557-015-1105-4.

Tylš F., Páleníček T. & Horáček J., 2014. Psilocybin-summary of knowledge and new perspectives. *European Neuropsychopharmacology* **24** : 342-56. doi : 10.1016/j.euroneuro.2013.12.006.

Van Haluwyn C., Asta J. & Gavériaux J.P., 2009. *Guide des lichens de France – Lichens des arbres*. Belin, 239 p. Paris.

Vendranim A. & Brvar M., 2014. *Amanita muscaria* and *Amanita pantherina* poisoning: two syndromes. *Toxicon* **90** : 269-272.

Vo K.T., Montgomery M.E., Mitchell T., Scheerlinck P.H., Colby D.K., Meier K.H., Kim-Katz S., Anderson I.B., Offerman S.R., Olson K.R. & Smollin C.G., 2016. *Amanita phalloides* mushroom poisonings - Northern California, December 2016. *Morbidity and Mortality Weekly Report* **66** : 549-553.

Wabang T. & Ajungla T., 2016. Edible, medicinal and red listed monkey head mushroom *Hericium erinaceus* (Bull.) Pers. from Japfu mountain of Kohima needs immediate protection. *Current Botany* **7** : 33-35.

Wasser S.P., 2017. Medicinal Mushrooms in Human Clinical Studies. Part I. Anticancer, Oncoimmunological, and Immunomodulatory Activities: A Review. *International Journal of Medicinal Mushrooms* **19** : 279-317.

Zhang Y., Fraatz M.A., Müller J., Schmitz H.J., Birk F., Schrenk D. & Zorn H., 2015. Aroma Characterization and Safety Assessment of a Beverage Fermented by *Trametes versicolor*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **63** : 6915-6921.

Zinedine A., Fernández-Franzón M., Mañes J. & Manyes L., 2017. Multi-mycotoxin contamination of couscous semoulina. *Food Chemistry* **214** : 440-446.

Sommaire

Le mot du président ……..…….…..... 3
Distribution, écologie et devenir de la Pivoine officinale (*Paeonia officinalis* subsp. microcarpa Nyman) dans le Massif central - M. Debussche & G. Debussche ……..…….. 4
L'importance des champignons pour l'Homme : intérêts, dangers et perspectives - F. Fons, S. Morel & S. Rapior ……..…… 31
Note sur les coléoptères endémiques ou remarquables de l'Hérault : *Pseudoseriscius pruinosus* (Dufour, 1820) (Tenebrionidae : Diaperinae) - C. Alonso ……..…… 52
Histoire de la collection de minéralogie de l'Université de Montpellier - M. Brunet …….. 56
Du Mexique au Groenland en passant par l'Aude et la Lozère : quelques échantillons remarquables de la collection de minéralogie de l'Université de Montpellier - V. Dubost ……..……. 66
L'œuvre du naturaliste-médecin Hervé Harant (1901-1986) : un chapitre d'histoire de la pensée biologique à Montpellier - P.O. Methot ……..…….. 77
Données climatiques de l'année 2017 - M. Crousilles ……..……..…… 98

En première page de couverture : Une plante de Pivoine officinale, certainement âgée, porte cinq hampes florales et prospère dans les cailloutis calcaires des sommets de la montagne de la Séranne (crédit photographique : Emilie Andrieu)

ISSN 0373-8701