La biodiversité fongique au service de l'homme et de son industrie

Autor(en): **Job, Daniel**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Actes de la Société jurassienne d'émulation**

Band (Jahr): **104 (2001)**

PDF erstellt am: **05.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-549934

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

La biodiversité fongique au service de l'homme et de son industrie

Daniel Job

Introduction

Aussi loin qu'on remonte dans le temps à travers la mémoire des hommes, l'intérêt pour ces organismes étranges que sont les champignons s'est manifesté. Une légende raconte que, il y a 3500 ans, le héros grec Persée, étant assoiffé, trouva un champignon (*mykes* en grec), en but le jus et le trouvant très plaisant, décida de fonder sur ce lieu même une cité: Mycènes! (Alexopoulos et al. 1996). Selon cette légende, une des grandes civilisations de l'Antiquité, les Mycéniens, pourrait avoir tiré son nom à partir d'un champignon.

Des légendes, des héros, ou des démons en rapport avec les champignons ont existé depuis l'Antiquité dans diverses civilisations. C'est cette dualité du monde fongique qui a motivé peut-être le grand mycologue français Delmas à écrire «Tantôt fruit du Diable ou don de Dieu, organisme indéfini entre l'animal et le végétal, naissant d'un rayon de lune ou des sucs de la terre, le champignon s'est offert comme un être mystérieux» (Delmas, 1989).

Essayons maintenant de parcourir un peu l'histoire de ce contact entre l'humanité et les champignons, en prenant comme exemple quelques cas concrets de l'utilisation qu'a fait l'homme de ces organismes.

Au commencement, j'étais la survie

L'amadou (*Fomes fomentarius*) est un des champignons qui a sans doute joué un rôle important depuis l'Antiquité. Ce champignon est à l'origine de la maîtrise du feu, d'où son rôle fondamental dans l'évolution même de l'humanité. On a retrouvé des carpophores du *F. fomentarius* (Figure 1) encore attachés à des morceaux de bouleau dans les foyers de plusieurs habitats préhistoriques antérieurs à 6000 années avant notre ère, ainsi que sur les gisements préhistoriques des lacs de Neuchâtel et de Morat (Keller et al. 1991).

Figure 1 : Fructification du *Fomes fomentarius* (amadou).

L'amadou enflammé était également utilisé pour cautériser les blessures au Ve siècle avant notre ère, usage qui s'est perpétué jusqu'au XIXe siècle et peut-être même au XXe siècle en Laponie et au Népal (Thoen, 1982). Il a aussi continué a être collecté, notamment en Allemagne, jusqu'à la guerre 1914-1918 pour fabriquer les «mèches d'Allemagne» qui brûlaient sans fumée et sans mauvaise odeur.

Autre preuve de sa large utilisation a été la trouvaille en septembre 1991 dans le Tyrol, du corps momifié d'un chasseur préhistorique qui parcourait cette région 3300 ans avant notre ère. Ce chasseur, que l'on a surnommé Oetzi, transportait peu d'outils. Cependant, les chercheurs chargés de l'étudier ont été surpris de retrouver sur lui deux champignons : dans un petit sac en cuir rangé avec un os cylindrique et des pierres à feu, une boulette d'amadou ; et dans deux lanières en cuir, une rondelle et un cône fabriqué avec le champignon *Piptoporus betulinus* (Rensberger, 1992). Autant l'utilisation de l'amadou pour allumer ou maintenir le feu est claire, l'utilisation que faisait Oetzi du *Piptoporus* est encore en discussion. Pour certains anthropologues il aurait également servi à allumer le feu (Chapela & Lizon, 1993). D'autres émettent l'hypothèse d'un usage médicinal ou comme objet magique, de culte ou lié à la religion (Stamets, 1993).

Les champignons : dieux ou démons ?

L'utilisation des champignons à des fins religieuses a été bien documentée dans d'autres régions du globe. Entre autres, les conquistadors espagnols ont largement raconté à partir du XVIe siècle, l'utilisation des champignons par les civilisations Aztèque et Maya dans divers rites. Comme exemple, citons Diego Durand qui, dans son *Historia de las Indias de Nueva España*, décrit l'utilisation de champignons enivrants durant la cérémonie de l'ascension au trône de Moctezuma II en 1502.

Mais l'utilisation des champignons dans ces civilisations est beaucoup plus ancienne que les chroniques espagnoles. Dans les ruines Mayas ont été retrouvées des centaines de statuettes en pierre représentant des «champignons-animaux» ou des «champignons-hommes» (Figure 2) fabriqués à partir de la période préclassique ancienne (900 av. J-C.) jusqu'à la période classique finale (600 ap. J-C.; Ott et Bigwood, 1978). La signification de ces objets est restée obscure jusqu'aux travaux du Dr Wasson dans la décennie des années 50. Wasson a pu démontrer que la plus grande partie des Indiens du Mexique et du Guatemala utilisaient assidûment, dans des cérémonies religieuses, un

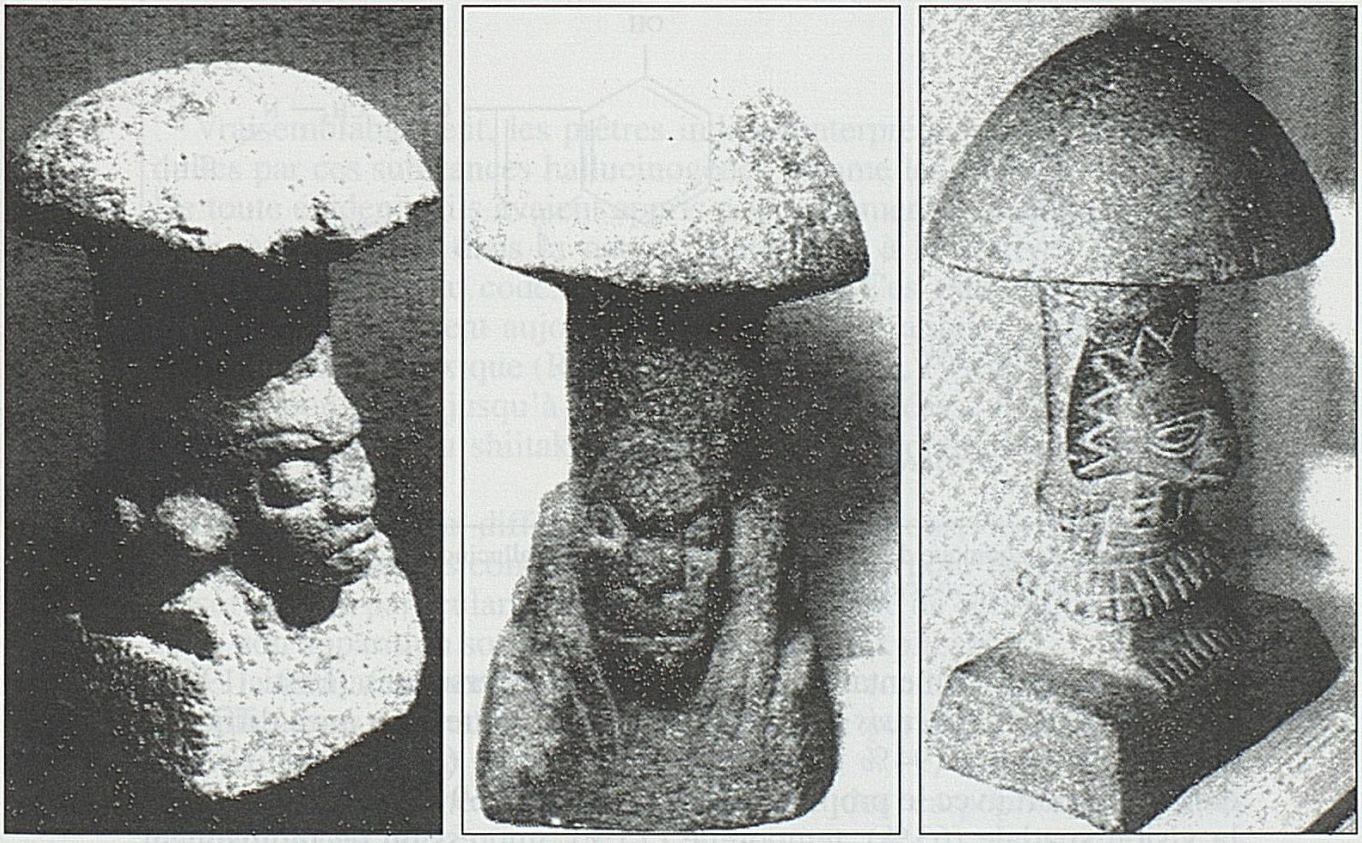

Figure 2: Statuettes Mayas représentant des champignons-hommes et des champignons-animaux.

champignon sacré appelé en langue nahualt *Teonanácatl*, vocable qui peut être traduit comme «la chair divine» ou aussi «le messager des Dieux».

Ce chercheur a pu établir que ce champignon sacré appartenait à l'espèce botanique *Psilocybe cubensis* (Heim and Wasson, 1958). Cette espèce renferme dans sa fructification de la Psilocybine, de la Psilocyne et de la Baeocystine, substances indoliques très proches du LSD et à fort pouvoir hallucinogène (Figure 3). La consommation de quinze petites fructifications du P. cubensis suffisent déjà pour déclencher toute une série d'hallucinations visuelles et auditives, d'intensité variable selon les individus.

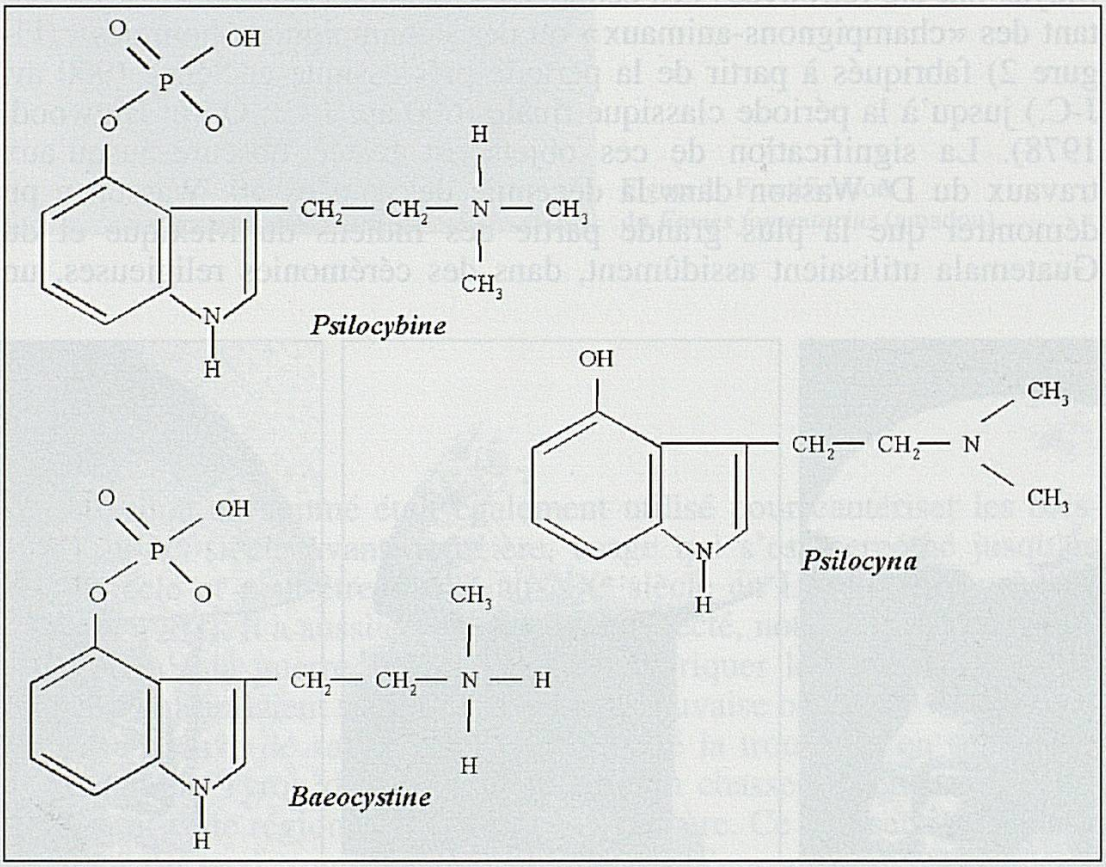

Figure 3: formule chimique des trois principales substances hallucinogènes contenues dans les fructifications de *Psilocybe cubensis*.

Dans une expérimentation réalisée avec 43 personnes (Festi, 1985), l'ingestion du *P. cubensis* a provoqué: perte de l'attention avec difficulté d'écrire ou de lire (94% de personnes); euphorie (84%); modification dans le rapport avec le propre corps et les autres (69%); modification de la vision spatiale (63%), temporelle (75%), impression de mouvement des objets (63%), vision des images géométriques ou amorphes (44%); hallucinations auditives (50%).

Figure 4: Dessin du Codex Dresdensis (26c) représentant un prêtre Maya en tenue rituelle. On peut observer les *P. cubensis* fructifiant à l'extrémité d'un tronc.

Vraisemblablement, les prêtres indiens interprétaient les visions produites par ces substances hallucinogènes comme les conseils des Dieux. De toute évidence, ils avaient appris non seulement à identifier le *Psilocybe*, à le récolter dans la nature, mais aussi à le cultiver, comme le montre ce dessin du codex Maya (Figure 4). Ces rites liés au champignon sacré continuent aujourd'hui même à se pratiquer en cachette par les shamans du Mexique (Rätsch & Liggenstorfer, 1996).

Au Japon aussi, jusqu'à nos jours, une autre déesse liée aux champignons, la déesse du shiitake (*Lentinus edodes*) continue a être vénérée (Delmas, 1989).

En Europe, à la différence de ces civilisations, les champignons étaient plutôt perçus comme des êtres maléfiques pour la population. On ressort quatre particularités principales à l'origine de cette crainte:

– son apparition soudaine et, à l'époque, inexplicable;

– la formation pour certaines espèces, de «ronds de sorcière» où les fructifications en poussant forment un cercle parfait en desséchant les herbes à l'extérieur;

– les phénomènes de bioluminescence des carpophores observés pendant la nuit, et

– sans doute la plus redoutée, le pouvoir toxique, voire mortel de certaines espèces.

Preuve de cette peur est le mot latin utilisé pour désigner les champignons: *Fungus*, qui pour certains chercheurs dériverait de *Funus* + *agos* = le faiseur de funérailles!

Les champignons dans notre alimentation

A côté de la crainte ou de la déification que ces organismes ont inspirées à l'homme, les champignons ont aussi joué un rôle important dans la création de plusieurs produits et ont été utilisés dans des processus de fabrications ancestrales déjà. Depuis l'Antiquité jusqu'à nos jours, ils se sont révélés être nos partenaires en plusieurs domaines, dont les plus significatifs sont la fabrication d'aliments et de médicaments.

Nous pouvons signaler comme exemple d'une des premières utilisations des champignons, la fermentation alcoolique du raisin par les levures. L'origine du vin se perd dans la nuit des temps et les premiers indices de son apparition nous amènent dans la région de la Mésopotamie 6000 années av J.-C. (Reed & Nagodawithana, 1991). Une autre fermentation alcoolique ancienne est la fermentation de l'orge effectuée aussi par des levures (*Saccharomyces cerevisiae*). Cette fermentation est toujours utilisée pour produire la bière et a été vraisemblablement décou-

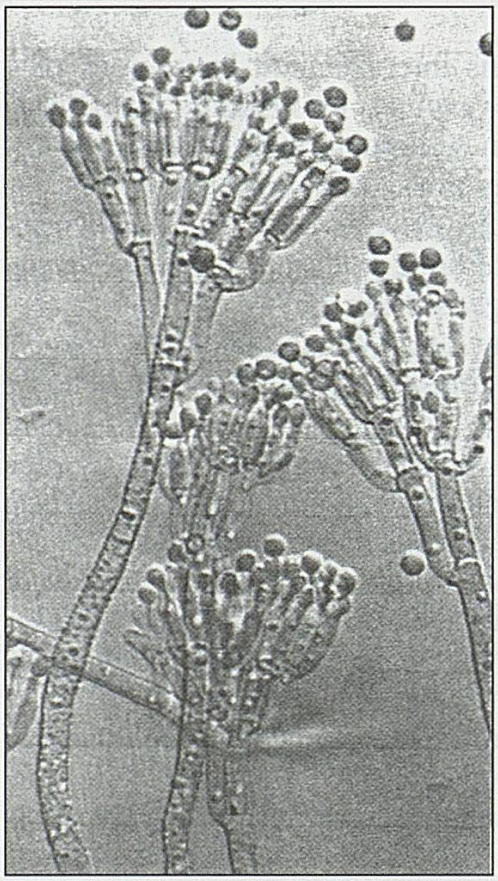

Figure 5: Fructification asexuelle d'un *Penicillium* (conidiophore) en forme caractéristique de petit pinceau.

verte quatre siècles avant notre ère par les Egyptiens. Les fermentations alcooliques présentent le grand avantage d'abaisser le pH du moût en enrichissant d'alcool le breuvage, ce qui permettait une meilleure conservation des liquides et facilitait leur transport pendant de longues périodes, atout non négligeable dans l'ancienne Egypte.

Une autre utilisation économiquement très importante des champignons de nos jours, est la fabrication des fromages à pâte molle.

Prenons l'exemple du Camembert. Les origines de ce fromage sont incertaines mais pour certains c'est Maria Harel qui en 1790 aurait entrepris sa fabrication en Normandie. Pour d'autres, Mme Harel aurait simplement industrialisé une production locale plus ancienne. Le camembert est fabriqué avec le concours d'un champignon inférieur, le *Penicillium camemberti* (Figure 5). Cette moisissure a un biotope inconnu puisque jamais elle n'a été retrouvée hors du fromage. Le *P. camemberti* produit 4 enzymes protéolytiques et une lipase qui vont couper la caséine et les globules de matière grasse du lait formant différents aldéhydes, esters, acides aminés et méthylcétones. Ces substances vont contribuer largement à la formation de l'arôme et du goût de ce fromage. La production de camembert a passé de 1000 pièces par jour au début du XXe siècle, à plus de 120000 pièces par jour aujourd'hui.

Autre champignon aussi largement utilisé dans la fabrication des fromages, le *Penicillium roqueforti*. A la différence du premier, ce champignon est cosmopolite et présente la caractéristique de pouvoir pousser à une concentration très faible d'oxygène. D'ailleurs cette espèce est responsable aussi du «goût de bouchon» du vin, vu qu'il est capable de se nourrir à partir de la subérine.

A coté de ces utilisations alimentaires disons «indirectes» des champignons, la consommation des fructifications remonte aussi à l'Antiquité.

Du point de vue nutritionnel, les champignons présentent comme avantage – en plus de leurs goûts et arômes caractéristiques – la particularité d'être pauvres en lipides. Ils en contiennent seulement de 2 à 8% en moyenne, dont une partie importante sont des acides linoléiques, oléiques, stéariques, ainsi que des stérols. Par contre, ils sont riches en hydrates de carbones ainsi qu'en protéines dont la plus grande partie (70%) est assimilable par l'homme.

Deux catégories de consommation peuvent être distinguées: l'utilisation des champignons sauvages – c'est à dire ramassés dans la nature – et celle des champignons cultivés.

En ce que concerne les champignons sauvages, la cueillette est très répandue dans toutes les régions du globe mais il est très difficile d'évaluer exactement combien de champignons destinés à la consommation humaine sont ramassés chaque année dans le monde. En France par exemple, on estime que la récolte annuelle des champignons sauvages, en année normale sur le plan climatique, dépasse les 6000 tonnes

(Delmas, 1989). En Suisse, une moyenne de 17000 kilos de champignons sauvages par année ont été contrôlés officiellement de 1989 à 1994 dans les cantons de Zurich, Argovie et Berne (Senn-Irlet, 1997).

La cueillette, quoique très agréable pour certains, présente quelques inconvénients: le temps nécessaire à la recherche, les risques d'intoxication dus à une mauvaise détermination, et les aléas climatiques et saisonniers qui influencent fortement les récoltes. Pour déjouer ces désavantages, l'homme a essayé de domestiquer ces organismes en essayant de les cultiver.

Les premières cultures industrielles se sont développées dans le courant du IVe siècle av. J.-C., simultanément au Japon pour le *Lentinus edodes* et dans le nord de l'Italie pour l'*Agrocybe aegerita* (Moore & Chiu, 2001). La culture du célèbre champignon de couche a, quant à elle, commencé beaucoup plus tardivement, au XVIe siècle dans des caves à Paris.

Le développement de nouvelles techniques de production s'est affiné et optimalisé, et le marché actuel de production des champignons comestibles est très important (Tableau 1). On estime même à plus de 5000000 de tonnes la production obtenue dans l'année 2000.

	Tonnes 1980	**Tonnes 1990**
Agaricus bisporus (champignon Paris)	900000 (72%)	1424000 (40%)
Lentinus edodes (Shiitake)	180000 (15%)	402 000 (11%)
Flammulina velutipes (Enokitake)	60000 (5%)	149000 (4%)
Volvariella volvacea (Volvaire)	54000 (5%)	207000 (6%)
Pleurotus sp	35000 (3%)	909000 (25%)
Pholiota nameko	17000 (1%)	53000 (1%)
Auricularia auricula-judae (champignon chinois)	10000 (1%)	400000 (11%)
Tuber melanosporum (truffe noire)	200	220
TOTAL (tonnes)	**1256200**	**3544220**

Tableau 1. Production industrielle mondiale de champignons en tonnes par année, entre parenthèse (%) pour cent du marché total de chaque espèce.

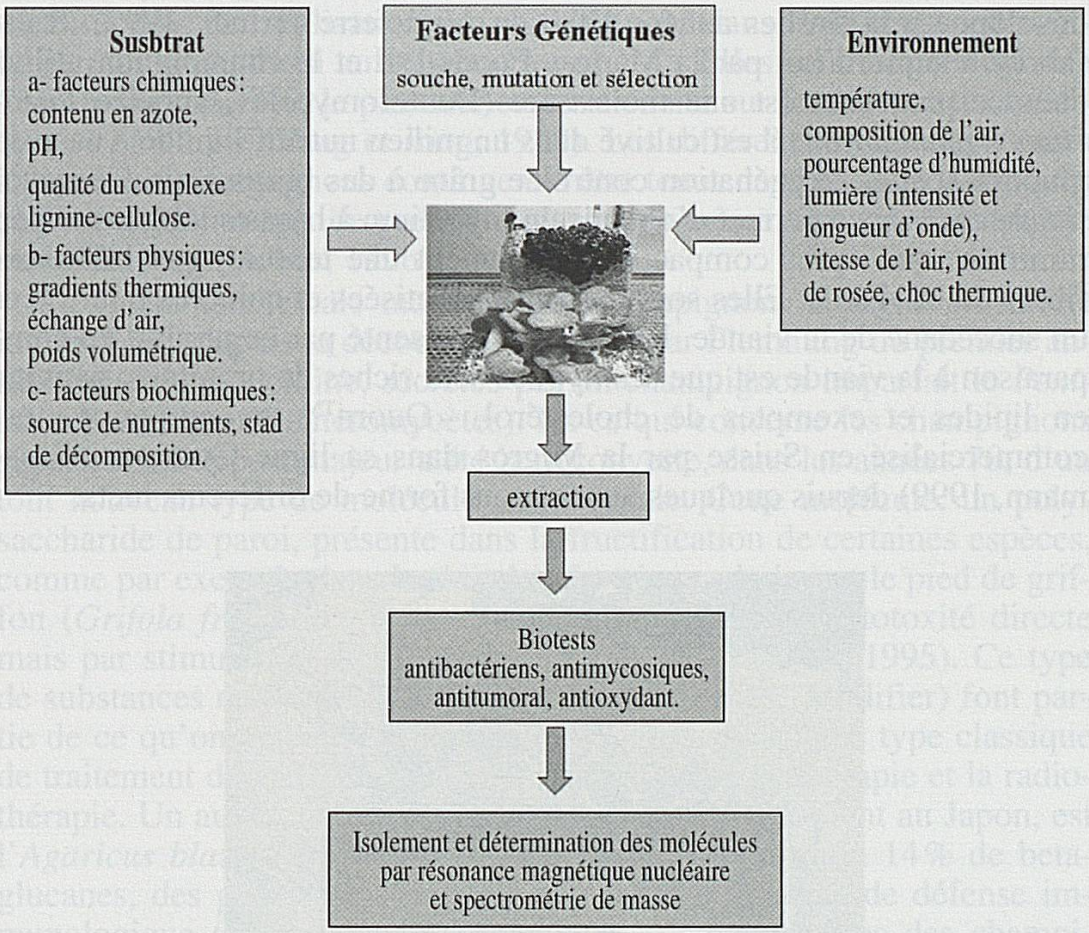

Figure 6: Paramètres génétiques, trophiques et environnementaux qui influencent la fructification, ainsi que la marche à suivre pour identifier des molécules à intérêts pharmacologiques.

Cependant, malgré une croissance soutenue de la production et une demande chaque fois plus importante pour les espèces dites «exotiques», nous pouvons constater que sur presque 200 espèces existantes de champignons comestibles, moins d'une dizaine sont vraiment industrialisées.

La principale raison de cette offre réduite est que, pour obtenir en laboratoire la fructification d'un champignon, au moins 3 paramètres doivent être maîtrisés (Figure 6) et la complexité des variables en jeu rend la recherche ardue. Notre laboratoire travaille depuis plus de 10 années sur ce domaine et nous avons développé la culture *in vitro* d'une douzaine de champignons comestibles qui sont testés actuellement en phase préindustrielle, afin de répondre aux besoins du marché (Figure 7).

En plus de la consommation de la fructification, nous pouvons signaler l'apparition récente d'un produit alimentaire fabriqué directement à partir de la phase végétative du champignon – les hyphes qui forment le mycélium. Ce produit a été appelé «Quorn™ mycoproteine» et fut

développé à la fin des années 1980 en Angleterre (Trinci, 1992). Il est fabriqué aujourd'hui par la Marlow Foods Ltd et le champignon utilisé dans ce processus est une moisissure (Deuteromycètes) appelée *Fusarium graminearum*. Il est cultivé dans un milieu nutritif liquide à base de glucose et sous oxygénation contrôlée grâce à des buses à air. Ce système de croissance permet d'obtenir un mycélium à hyphes longues et peu ramifiées qui, après compaction, présentent une texture semblable aux fibres de la viande. Elles sont ensuite aromatisées et colorées pour créer un succédané de la viande. Un avantage présenté par ce produit en comparaison à la viande est que ses hyphes sont riches en protéines, pauvres en lipides et exemptes de cholestérol. «Quorn™ mycoproteine» est commercialisé en Suisse par la Migros dans sa ligne Cornatur (Gassmann, 1999) depuis quelques années sous forme de différents mets.

Figure 7: Fructifications du *Sparassis laminosa* obtenues selon la méthode mise au point à l'Université de Neuchâtel et testée en phase pilote à Mycotec SA.

Les mycothérapies d'hier et d'aujourd'hui

Le deuxième domaine d'application important de ces organismes est son utilisation dans les médecines traditionnelles asiatiques et dans la pharmacologie.

Historiquement, les champignons ont été utilisés par de nombreuses civilisations de par le monde. En Asie et particulièrement en Chine et au Japon, ils ont été – et sont encore – fort appréciés pour leurs vertus thérapeutiques, et ceci depuis des milliers d'années. On raconte que l'empereur chinois Ti, il y a 22 siècles, envoya ses sujets à la recherche du Ganoderme luisant (*Ganoderma lucidum*), pensant qu'en le consommant il obtiendrait la vie éternelle (Giovannini, 1999). Les premières

traces écrites de l'utilisation des champignons dans la pharmacopée chinoise remontent aussi au Ier siècle avant J.-C. Elles sont relatées dans le *Shen Nong's Herbal*, le plus ancien livre connu sur les substances médicinales en Chine (Yang et Jong, 1989). Les différents toniques préparés à partir des champignons continuent à être tenus dans les pays asiatiques comme médicaments de première classe, au même titre que l'Astragale ou le Ginseng (Hobbs, 1996).

La valeur médicinale moderne des champignons a gagné un intérêt international depuis la découverte en 1922 par Flemming du premier antibiotique, la pénicilline, sécrétée par un champignon imparfait le *Penicillium notatum* (Deutéromycètes). En ce qui concerne les champignons supérieurs, l'apport majeur a été la découverte, dans les années 70, d'un tout nouveau type de molécule antitumorale. Cette molécule, un polysaccharide de paroi, présente dans la fructification de certaines espèces, comme par exemple dans le shiitake (*Lentinus edodes*) et le pied de griffon (*Grifola frondosa*), n'agit pas sur la tumeur par cytotoxité directe mais par stimulation du système immunitaire (Takashi, 1995). Ce type de substances nommées BRM (Biological Response Modifier) font partie de ce qu'on appelle la thérapie biologique, quatrième type classique de traitement du cancer, après la chirurgie, la chimiothérapie et la radiothérapie. Un autre champignon utilisé comme médicament au Japon, est l'*Agaricus blazei*. Ce champignon peut contenir jusqu'à 14% de beta-glucanes, des polysaccharides qui stimulent le système de défense immunologique (Stijve, 2001). Si quelques composés issus des champignons ont déjà été homologués au Japon, d'autres sont actuellement testés *in vitro* et *in vivo* dans le monde.

Nous travaillons aussi en collaboration avec d'autres partenaires scientifiques, sur la recherche de substances nouvelles ayant une activité intéressante du point de vue pharmaceutique. Pour ce travail, différents champignons supérieurs sont éprouvés sur une série de tests biologiques, afin de déceler la présence de molécules actives d'intérêt pharmacologique (Figure 6).

Nos partenaires biotechnologiques

A côté de ces deux grands axes d'application, les champignons interviennent dans plusieurs autres utilisations industrielles, comme par exemple pour effectuer le blanchiment de la pâte à papier. La pâte à papier est fabriquée traditionnellement à partir du bois, par un processus chimique qui purifie la cellulose et élimine la lignine du bois. Dans ce processus, il est nécessaire d'utiliser des molécules très actives comme le chlore pendant l'étape finale du blanchiment, pour parvenir à

dégrader la lignine qui se trouve encore liée à la cellulose à l'intérieur même des parois cellulaires du bois. Malheureusement, dans ce processus, le chlore peut se lier à des molécules organiques pour former des produits organochlorés dangereux pour l'environnement. L'utilisation des enzymes présentes dans certains champignons destructeurs du bois, peut être une alternative biologique intéressante. En effet, nos travaux de recherche (Job et al. 1991, 1996) ont entre autres montré que les lignines (enzymes destructeurs de la lignine) fongiques produisent un blanchiment important de la pâte du papier, tout en gardant intactes les caractéristiques physiques de la cellulose. Ce procédé pourrait remplacer un jour de façon avantageuse les blanchiments chimiques.

D'autres applications industrielles comme l'extraction de différents types d'enzymes, d'acides organiques, de lipides ou l'utilisation des champignons dans le biocontrôle ou la biotransformation sont des domaines largement exploités aujourd'hui (Arora et al. 1992).

Quelles autres surprises ces organismes pourront-ils encore nous révéler? Rappelons pour finir que la communauté scientifique a été étonné, en 1992 par la trouvaille d'un individu en plein développement de l'espèce commune d'*Armillarea bulbosa*, d'un âge estimé à 1500 années. Depuis cette découverte, publiée dans le prestigieux magazine *Nature* (Smith et *al.*, 1992), d'autres champignons ont été trouvés en train de pousser sur des surfaces de centaines d'hectares aux Etats-Unis et certains d'entre eux accusaient entre 2400 et 7500 années de vie!

Gardent-ils le secret de la longévité? Peut-être pourrions-nous nous rencontrer dans quelques années pour discuter encore un peu plus de ce monde, parfois énigmatique, celui des champignons.

Daniel Job, Dr ès sciences, est chargé de cours et directeur de recherches aux Universités de Fribourg et de Neuchâtel. De 1994 à 1999, il a présidé la Société suisse de mycologie.

BIBLIOGRAPHIE

Alexopoulos, C., Mims, C., Blackwell, M. (1996): Introductory Mycology. John Wiley & Sons, Inc. New York. 869 pp.

Arora, D., Elander, R., Mukerji, K. (1992): Fungal biotechnology. Handbook of applied mycology Vol IV. Eds M. Dekker, New York. 1113 pp.

Chapela, I., Lizon, P. (1993): Fungi in the Stone Age. Mycol. (7): 121.

Delmas, J. (1989): Les champignons et leur culture. Flamarion. Paris. 970 pp.

Festi, F. (1985): Funghi Allucinogeni. Aspetti psicofisiologici e storici. Eds. Musei Civici di Roveretto. Trento. 246 pp.

Gassmann, R. (1999): Du quorn pour changer. Construire (18) 22.

Giovannini, I. (1999): Champignons, médicaments d'hier et d'aujourd'hui. Bull. Suisse Mycol. (5): 224-226.

Heim, R., Wasson, G. (1958): Les champignons hallucinogènes du Mexique. Eds. Du Musée National d'Histoire Naturelle. Paris. 377 pp.
Hobbs, C. (1996): Medicinal mushrooms. An exploration of tradition, healing and culture. Inreweave Press, New York. 323 pp.
Job, C., Keller, J., Job, D. (1991): Selective delignification of sulphite pulp paper: assessment of 40 white rot fungi. Material u. Org. (26): 215-226.
Job, C., Keller, J., Job, D. (1996): Degradation of unbleached sulphite pulp paper treated in solid state conditions with five species of the brown-ror *Gloeophyllum*. Material u. Org. (30): 105-116.
Keller, J., Ramseyer, D., Sipos, L. (1991): Découvertes de champignons néolithiques dans les stations lacustres fribourgeoises de Portalban et Montilier. Bull. Soc. Frib. Sc. Nat. 80 (1-2): 105-120.
Moore, D., Chiu, S. (2001): Fungal products as food. In Bio-Exploitation of Filamentous Fungi. Eds. Pointing & Hyde. Hong Kong. 466 pp.
Ott, J., Bigwood, J. (1978): Teonanacalt. Hallucinogenic mushrooms of North America. Mattrona eds. Seattle. 435 pp.
Rätsch, C., Liggenstorfer, R. (1996). Pilze der Götter. Eds. WB Druck. Rieden. 271 pp.
Reed, G., Nagodawithana, T. (1991): Yeast technology. Eds. Nostrand Reinhold. New York. 432 pp.
Rensberger, B. (1922): The Iceman: Now the research is on ice. J. Niit. Res. (4): 25-27.
Senn-Irlet, B. (1997): Reflections on the conservation of fungi in Switzerland. Mycol. Helvetica (9): 3-18.
Smith, M., Bruhn, J., Anderson, J. (1992): The fungus *Armillaria bulbosa* is among the largest and oldest living organisms. Nature (356): 428-431.
Stamets, P. (1993): Growing gourmets and medicinal mushrooms. Ten Speed Press. Berkeley. 548 pp.
Stijve, T. (2001): Growing medicinal mushrooms. Bull. Suisse Mycol. (4): 167-168.
Takashi, M. (1995): Préface de Foods Reviews International 11 (1): 3-4.
Thoen, D. (1982): Usages et légendes liés aux polypores. Note d'ethnomycologie N° 1. Bull. Soc. Mycol. France, 98 (3): 290-318.
Trinci, A. (1992): Myco-protein: a twenty-year overnight succes story. Mycol. Res. (96): 1-12.
Yang, Q., Jong, C. (1989) Medicinal mushrooms in Chine. Msuhrooms Science. XII (1): 631-643.