

# AEMBA

ASSOCIATION  
ENTREVALEISE de  
MYCOLOGIE et de  
BOTANIQUE  
APPLIQUÉE

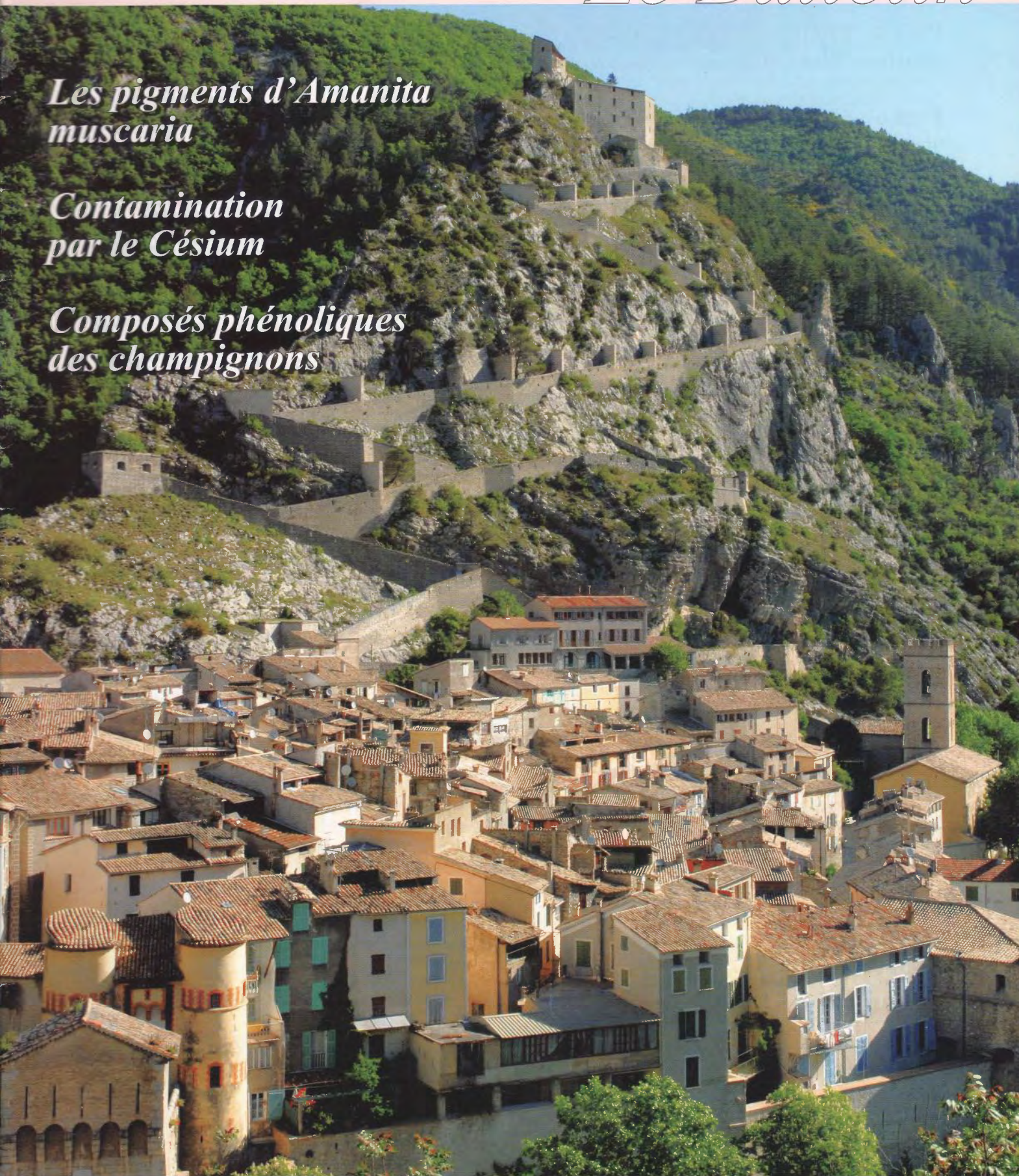
N°55 janvier 2013

## *Le Bulletin*

*Les pigments d'*Amanita muscaria**

*Contamination  
par le Césium*

*Composés phénoliques  
des champignons*



ASSOCIATION ENTREVALAISE DE MYCOLOGIE ET DE BOTANIQUE APPLIQUÉE

Membre de la Fédération des Associations Mycologiques Méditerranéennes et de la Confédération Européenne  
Association régie par la loi de 1901. Siège social : chez le Dr Lucien Giacomoni F - 04320 Entrevaux (France)

☎ 04 93 05 40 65 \* 04 93 05 46 04 \* 04 93 05 46 40 - courriel : [lucien.giacomoni@wanadoo.fr](mailto:lucien.giacomoni@wanadoo.fr)

**Quandoque bonus dormitat Homerus**

## BULLETIN N° 55 Janvier 2013

**Page 2** : Profil pigmentaire d'*Amanita muscaria* : possible rôle pharmacologique.  
*Gianluca Toro*

**Page 6** : Contamination par le césium 137 des champignons : état des lieux 26 ans après Tchernobyl.  
*Olivier Daillant*

**Page 13** : Phenolic compounds in mushrooms.  
*Gianluca Toro*

**Page 17** : Le Bois (3) : Arbres des forêts exotiques humides.  
*Maurice Heullant †*

**Page 23** : Une nouvelle station d'*Amanita muscaria* [var. *formosa*] f. *europaea*  
Neville et Poumarat 2002.  
*Dr Lucien Giacomoni*

**Page 25** : Aembiens, Aembiennes...Titre complet en français littéraire, page 25  
*Didier & Jean Borgarino*

**Page 29** : Vous reprendrez bien un peu de caca di luna ?  
*Tjakko Stijve & Georg Sobestiansky †*

« Notre misérable espèce est tellement bien faite que ceux qui marchent dans le chemin battu jettent toujours des pierres à ceux qui enseignent un chemin nouveau. » **Voltaire** (Dictionnaire Philosophique, 1764)

« Mens agitat molem. » Horace (Art poétique, I)

Le bulletin est ouvert à tout naturaliste, adhérent ou non à l'association, désireux de publier un travail original, même non conventionnel, mais si possible... intelligent et conforme aux Statuts et au Règlement Intérieur de l'AEMBA, c'est-à-dire n'entraînant aucune polémique de nature politique, philosophique ou religieuse. Le Comité de Lecture est juge souverain pour accepter ou refuser tout article proposé, et se réserve le droit de modifier la présentation, la mise en page, le choix des polices, la taille des caractères.

**Responsable de publication, traitement de texte, mise en page** : Dr Lucien Giacomoni

**Directrice de la Commission du Bulletin** : Alexandrine Sigaud

**Responsable de la Commission de Lecture** : Marie-France Haemmerlé

**Abstracts (articles en français)** : Fernande Isnardy

**Traductions originales (articles en anglais)** : Daniel Rémy

**Informatique** : Lucien Gautier

**Coordination Administrative** : Monique Correnson

**Régie** : Micheline Kessler, Paulette Guéret, Colette Giacomoni, Geneviève Brun, Yvette Barthelemi

## Le profil pigmentaire d'*Amanita muscaria* (L. ex Fr.) Pers. ex Gr.: possible rôle pharmacologique

Gianluca Toro

Via S. Fer n° 3, 10064 Pinerolo (TO) - courriel : gianlucatoro@libero.it

**Résumé:** Les pigments formant la couleur rouge-orangé d'*Amanita muscaria* sont les bétaxanthines muscaaurine I-VII, la bétacyanine muscapurpurine, la muscaflavine et les hygroaurines. Les muscaaurines sont les produits de condensation spontanée de l'acide bétalamique avec des acides aminés, en particulier, l'acide iboténique (muscaaurine I) et l'acide stizolobique (muscaaurine II). La muscaflavine agit de façon similaire, formant les hygroaurines. Il est possible que l'effet psychoactif d'*A. muscaria* soit dû, outre à l'acide iboténique et au muscimol, aussi à la muscaaurine I, la muscaaurine II, les dérivés bétalamiques du muscimol, muscazone et acide stizolobinique, les hygroaurines correspondantes et la 4,5-dihydromuscimol-bétaxanthine.

**Mots-clés:** *Amanita muscaria*, acide iboténique, muscimol, 4,5-dihydromuscimol, muscazone, acide stizolobique, acide stizolobinique, acide bétalamique, muscaaurines, muscapurpurine, muscaflavine, hygroaurines

Les champignons psychoactifs peuvent être répartis en deux classes biochimiques principales, en fonction de l'identité des principes actifs qu'ils métabolisent. La première classe, et clairement la plus répandue, à la fois du point de vue du nombre d'espèces et de la distribution géographique est la psilocybienne, comprenant des champignons qui produisent des alcaloïdes indoliques psilocybine, psilocine et baeocystine et appartenant aux genres *Psilocybe*, *Panaeolus*, *Pluteus*, *Gymnopilus* et *Inocybe*. La seconde classe est l'isoxazolique et est composée de champignons du genre *Amanita* qui produisent principalement les alcaloïdes isoxazoliques acide iboténique et muscimol (SAMORINI, 2002).

On a trouvé l'acide iboténique dans les espèces *Amanita gemmata* (Fr.) Gillet, *Amanita muscaria* (L. ex Fr.) Pers. ex Gr., *Amanita muscaria* var. *alba* (Peck) Saccardo, *Amanita muscaria* var. *formosa* (Fries) Saccardo, *Amanita pantherina* (DC. ex Fr.) Secr., *Amanita regalis* (Fr.) R. Mre. et *Amanita strobiliformis* (Paul.) Quélet (OTT, 1996).

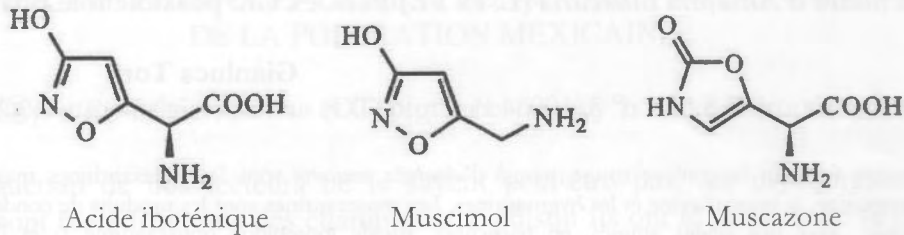
L'expérience psychoactive avec *A. muscaria*, considérée comme l'espèce de référence, est dominée par une condition générale narcotique à différents niveaux d'intensité. Les symptômes sont fatigue, confusion, vertiges, impression d'accroissement de l'énergie physique, hypersensibilité visuelle et auditive (en particulier, les couleurs paraissent plus vives), distorsions de la perception (principalement de l'espace et du temps), états visionnaires et hallucinations. C'est un état similaire au rêve, dans lequel la réalité est perçue comme un monde intérieur et la conscience semble abolie. Le rêve lui-même peut-être lucide, riche en images brillantes et en couleurs (FESTI & BIANCHI, 1991; MICHELOT & MELENDEZ-HOWELL, 2003).

Si d'une part les effets des espèces psilocybiennes sont imputables, en pratique, seulement à la présence de psilocybine (ou plus exactement de psilocine, son produit déphosphorilé), d'autre part, cela ne serait pas valable pour *A. muscaria*. L'acide iboténique et le muscimol séparément ne rendent pas compte de tous les effets perçus. Dans des recherches expérimentales avec des volontaires, l'ingestion de quantités variables d'acide iboténique et de muscimol synthétiques n'a pas induit les effets habituellement rapportés pour le champignon complet. Cela a permis de formuler l'hypothèse que d'autres composants pouvaient contribuer à l'effet général. Pour eux, des études pharmacologiques spécifiques manquent souvent et certains se sont révélés inactifs aux concentrations présentes dans le champignon (FESTI & BIANCHI, 1991). Substantiellement, il s'agit de muscarine, muscazone, muscaridine, (R)-4-hydroxy-2-pyrrolidone, acide stizolobique, acide stizolobinique et 1-méthyl-3-carboxyl-tétrahydro- $\beta$ -carboline (MICHELOT & MELENDEZ-HOWELL, 2003).

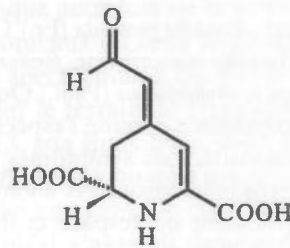
Dans le présent article, nous prendrons en considération la contribution possible des composants du profil pigmentaire d'*A. muscaria* aux effets psychoactifs

La biosynthèse des pigments d'*A. muscaria* est en partie liée à celle de l'acide iboténique et du muscimol.

Par décarboxylation (perte d'une molécule d'eau), l'acide iboténique produit du muscimol et par un probable photo-réarrangement, du muscazone (VELISEK *et al.*, 2007). Il ne peut pas être exclu que le muscazone soit un artefact produit pendant l'extraction et la préparation de l'échantillon pour analyse (CATALFOMO & EUGSTER, 1970).

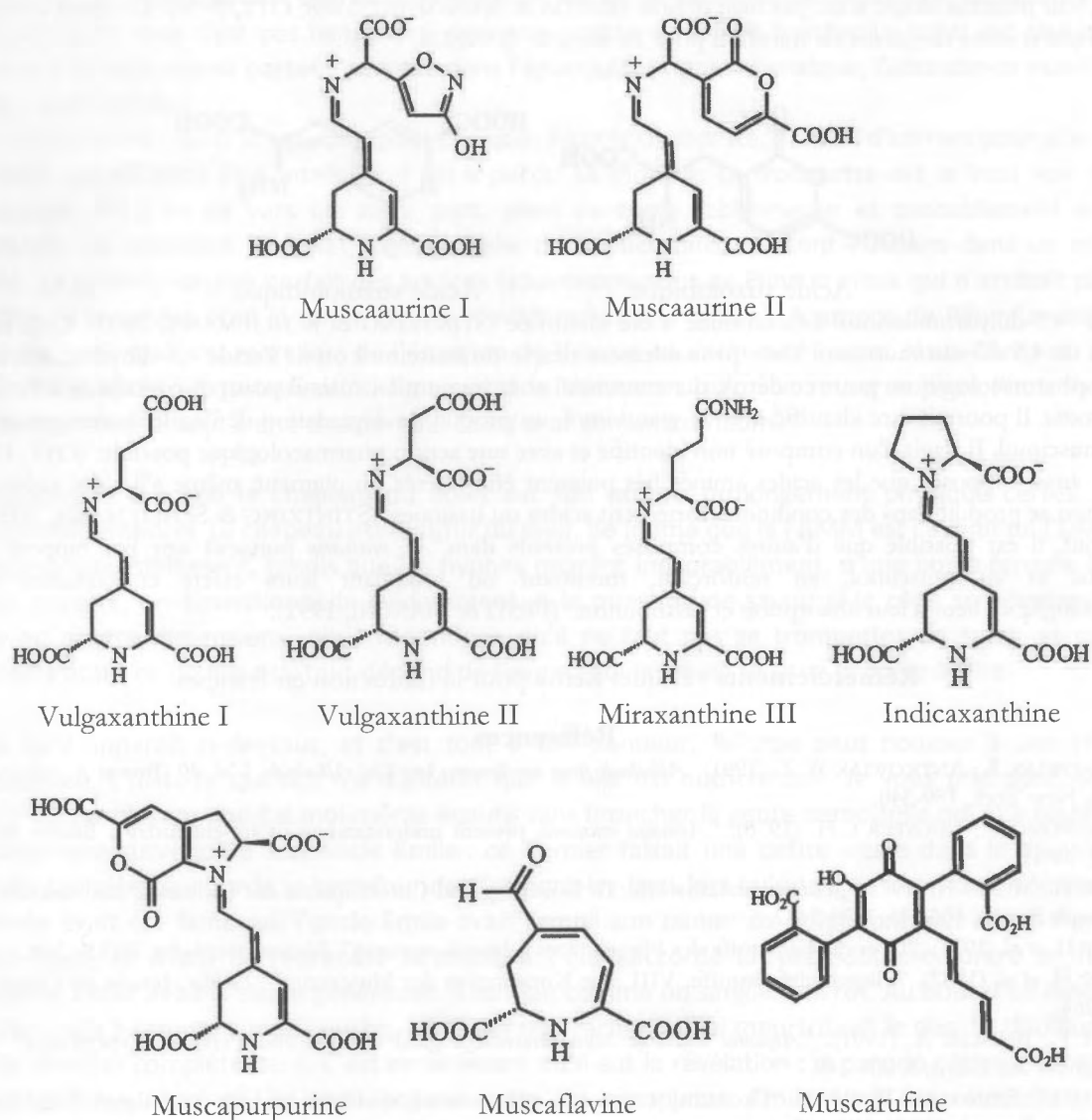


Les pigments responsables de la couleur rouge-orangé d'*A. muscaria* appartiennent au groupe des bétalaïnes. Les bétalaïnes ont été identifiées, entre autres, chez des espèces de la famille des *Aizoaceae*, *Amaranthaceae* et *Cactaceae*. Comme les anthocyanines, les bétalaïnes agissent comme attracteurs visuels pour la pollinisation et la dispersion des graines. Leur biosynthèse est induite par le rayonnement ultraviolet chez *Mesembryanthemum crystallinum* L. et par des attaques bactériennes chez *Beta vulgaris* L., amenant à supposer qu'elles ont une fonction radio-protectrice et antibactérienne (PAVOKOVIC & KRSNIK-RASOL, 2011). On peut faire l'hypothèse de fonctions identiques pour les champignons, en particulier, en ce qui concerne leur attraction envers les insectes (VELISEK & CEJPEK, 2011). Chimiquement, il s'agit de produits de condensation dérivés de l'acide bétalamique. On connaît plus de 100 composés, divisés en deux classes, les bétaxanthines (couleur jaune-orangé) et les bétacyanines (couleur rouge violet) (VELISEK *et al.*, 2007; PAVOKOVIC & KRSNIK-RASOL, 2011). Les bétalaïnes sont hydrosolubles et chimiquement plutôt stables dans une gamme de pH relativement étendue (PAVOKOVIC & KRSNIK-RASOL, 2011).



Acide bétalamique

Chez *A. muscaria*, on a identifié les bétaxanthines muscaaurine I-VII (couleur rouge-orangé) et la bétacyanine muscapurpurine (couleur rouge-violet) (DÖPP *et al.*, 1971; DÖPP & MUSSO, 1973). Les muscaaurines et la muscapurpurine sont des produits de condensation spontanée de l'acide bétalamique avec des acides aminés. La muscaaurine I et la muscaaurine II dérivent respectivement des acides aminés non-protéino-gènes acide iboténique et acide sızolobique, et représentent les principaux pigments d'*A. muscaria*. Les muscaaurines III-VII dérivent d'acides aminés protéino-gènes. La muscaaurine III est un mélange de vulgaxanthine I ((S)-glutamine-bétaxanthine), de miraxanthine III ((S)-acide aspartique bétaxanthine) et de la bétaxanthine dérivée de l'acide 2-aminoadipique, la muscaaurine IV est un mélange de vulgaxanthine I et de miraxanthine III, la muscaaurine V est un mélange de vulgaxanthine II ((S)-acide glutamique-bétaxanthine), d'indicaxanthine ((S)-proline-bétaxanthine) et les bétaxanthines dérivées de leucine et de valine, la muscaaurine VI est un mélange de vulgaxanthine II et d'indicaxanthine et la muscaaurine VII est un dérivé d'histidine (VELISEK & CEJPEK, 2011). Les muscaaurines peuvent être hydrolysées en acide bétalamique et l'acide aminé qui les compose (ANTKOWIAK & ANTKOWIAK, 1991). Enfin, la muscapurpurine dérive de l'acide muscapurpurinique (DÖPP & MUSSO, 1973; MUSSO, 1979). Outre les bétalaïnes mentionnées, *A. muscaria* biosynthétise de la muscaflavine (couleur jaune), un dérivé de la dihydroazépine. De la même façon, que l'acide bétalamique, la muscaflavine peut se condenser spontanément avec des acides aminés, formant les hygroaurines (couleur jaune) (VELISEK & CEJPEK, 2011). Dans le passé, on a aussi rapporté la présence de muscarufine (couleur rouge) comme pigment principal d'*A. muscaria*. Ce serait un dérivé de la terphénylquinone, mais sa présence n'a pas été confirmée par la suite (KÖGL & ERXLBEN, 1930; MUSSO, 1979).

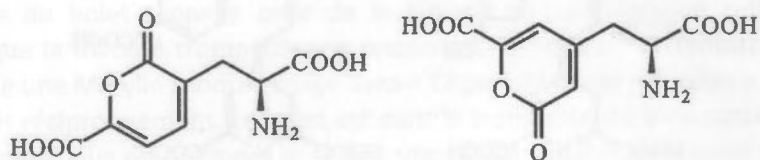


Le précurseur biosynthétique des muscaaurines I-VII, muscapurpurine, muscaflavine et hygroaurines est la L-tyrosine (VELISEK *et al.*, 2007).

Outre l'acide iboténique et le muscimol libres, la muscaaurine I et l'hygroaurine correspondant à l'acide iboténique pourraient aussi contribuer principalement à l'effet psychoactif d'*A. muscaria*, dans les deux cas par l'action de l'acide iboténique lié. La portion acide aminé de l'acide iboténique pourrait former des dérivés correspondant au muscimol et au muscazone. D'autre part, la présence de muscimol-bétaxanthine, précédemment identifiée comme un artefact pendant la synthèse partielle et la purification de la muscaaurine I, a été signalée chez *A. muscaria* (DÖPP *et al.*, 1982). On peut aussi formuler l'hypothèse qu'aussi le muscazone libre forme un produit de condensation spontané avec l'acide bétalamique et la muscaflavine, agissant éventuellement sous cette forme liée. D'autre part, le muscazone libre est présent à une concentration relativement faible chez *A. muscaria* et son activité est considérée comme insignifiante, ou, au moins dans certaines études pharmacologiques, elle s'est révélée moins active que l'acide iboténique et le muscimol (CATALFOMO & EUGSTER, 1970; FESTI & BIANCHI, 1991).

De la même façon, l'acide stizolobique lié de la muscaaurine II et de l'hygroaurine correspondante pourrait agir sous cette forme. Une hypothèse analogue pourrait être valide pour l'acide stizolobinique. Même si l'acide stizolobique et, à un degré moindre, l'acide stizolobinique ont montré un effet excitatoire sur la moelle épinière du rat, de toute

manière, leur pharmacologie n'est pas bien définie (ISHIDA & SHINOZAKI, 1988; OTT, 1996). Les deux composés ont été proposés comme dissuasifs de nutrition pour les insectes (JANZEN, 1973).



Acide stizolobique

Acide stizobinique

Enfin, la 4,5-dihydromuscimol-bétaxanthine a été identifiée (STINTZING & SCHLIEMANN, 2007). Cela suggère la présence de 4,5-dihydromuscimol libre, probablement dérivé du muscimol ou de l'acide 4,5-dihydroiboténique. Les données pharmacologiques pour ce dérivé du muscimol sont inconnues, mais il pourrait contribuer à l'effet global d'*A. muscaria*. Il pourrait être identifié avec le panthimol, un produit de dégradation de l'acide iboténique en relation avec le muscimol. Il s'agit d'un composé non identifié et avec une action pharmacologique possible. (OTT, 1976).

On peut aussi supposer que les acides aminés liés puissent être libérés du pigment, même s'il a été avéré que leur dégradation se produit dans des conditions fortement acides ou basiques. (STINTZING & SCHLIEMANN, 2007).

Après tout, il est possible que d'autres composés présents dans *A. muscaria* puissent agir par rapport à l'acide iboténique et au muscimol, en renforçant, modifiant ou modulant leurs effets et certaines variables pharmacologiques liées à leur absorption et distribution. (FESTI & BIANCHI, 1991).

**Remerciements :** Daniel Rémy pour la traduction en français.

### Références

- ANTKOWIAK R., ANTKOWIAK W.Z. (1991). *Alkaloids from mushrooms*. In: *The Alkaloids. Vol. 40* (Brossi A., ed.), Academic Press, New York, 189-340.
- CATALFOMO P., EUGSTER C.H. (1970). "Amanita muscaria: present understanding of its chemistry". *Bulletin on Narcotics*, 22(4), 33-41.
- DÖPP H., MUSSO H. (1973). „Fliegenpilzfarbstoffe. II. Isolierung und Chromophore der Farbstoffe aus *Amanita muscaria*". *Chemische Berichte*, 106(11), 3473-3482.
- DÖPP H. *et al.* (1971). "Über die Farbstoffe des Fliegenpilzes (*Amanita muscaria*)". *Naturwissenschaften*, 58(11), 566.
- DÖPP H. *et al.* (1982). "Fliegenpilzfarbstoffe. VIII. Die Konstitution der Muscaurine". *Liebigs Annalen der Chemie*, 1982(2), 254-264.
- FESTI F., BIANCHI A. (1991). "Amanita muscaria: Mycopharmacological Outline and Personal Experiences". *Psychodelic Monographs and Essays*, 5, 209-249.
- ISHIDA M., SHINOZAKI H. (1988). "Excitatory action of a plant extract, stizolobic acid, in the isolated spinal cord of the rat". *Brain Research*, 473(1), 193-197.
- JANZEN D. (1973). "Community structure of secondary compounds in plants". *Pure and Applied Chemistry*, 34(3-4), 529-528.
- KÖGL F., ERKLEBEN H. (1930). "Untersuchungen über Pilzfarbstoffe. VIII. Über den roten Farbstoff des Fliegenpilzes". *Liebigs Annalen der Chemie*, 479(1), 11-26.
- MICHELOT D., MELENDEZ-HOWELL L.M. (2003). "Amanita muscaria: chemistry, biology, toxicology, and ethnomycology". *Mycological Research*, 107(2), 131-146.
- MUSSO H. (1979). "The pigments of fly agaric, *Amanita muscaria*". *Tetrahedron*, 35(24), 2843-2853.
- OTT J. (1976). "Psycho-Mycological Studies Of Amanita - From Ancient Sacrament To Modern Phobia". *Journal of Psychodelic Drugs*, 8(1), 27-35.
- OTT J. (1996). *Pharmacothoeon. Entheogenic drugs, their plant sources and history*. Natural Products Co., Kennewick, WA, 639 pp.
- PAVOKOVIĆ D., KRŠNIK-RASOL M. (2011). "Complex Biochemistry and Biotechnological Production of Betalains". *Food Technology and Biotechnology*, 49(2), 145-155.
- SAMORINI G. (2002). "A contribution to the ethnomycology and ethnobotany of Alpine psychoactive vegetals". *Acta Phytoterapeutica*, 3<sup>a</sup> s. (2), 59-65.
- STINTZING F., SCHLIEMANN W. (2007). "Pigments of Fly Agaric (*Amanita muscaria*)". *Zeitschrift für Naturforschung*, 62(11-12), 779-785.
- VELÍŠEK J., CEJPEK K. (2011). "Pigments of Higher Fungi: A Review". *Czech Journal of Food Science*, 29(2), 87-102.
- VELÍŠEK J. *et al.* (2007). "Biosynthesis of Food Constituents: Natural Pigments. Part 1 - a Review". *Czech Journal of Food Science*, 25(6), 291-315.

# Contamination par le césium 137 des champignons : État des lieux 26 ans après Tchernobyl

Olivier Daillant

Observatoire mycologique, F.71250 Mazille - mail : [Olivier.daillant@wanadoo.fr](mailto:Olivier.daillant@wanadoo.fr)

**Résumé :** Vingt six ans après Tchernobyl, les analyses de césium 137 dans des champignons de différentes régions récoltés au fil des années sont évoquées, avec des comparaisons entre groupes trophiques (saprotrophes ou mycorhiziens), des comparaisons entre stations et dans le temps. Les champignons saprotrophes s'avèrent être nettement moins contaminés alors que la présence de césium dans les espèces mycorhiziennes a d'abord augmenté pendant une quinzaine d'années avant de commencer à diminuer lentement, à un rythme à peine supérieur à la décroissance radioactive dans le sol. Des tentatives d'extraction du césium selon le milieu de cuisson ont été faites, avec des résultats mitigés.

**Mots clés :** cesium 137, radioactivité, contamination des champignons,

## Introduction

Au lendemain de la catastrophe de Tchernobyl le public a pris conscience que la pollution radioactive était là pour longtemps. Qu'en est-il en 2012, vingt six ans après ? La littérature internationale nous offre désormais beaucoup de données sur la contamination radioactive des champignons, en particulier par le césium 137, présent dans notre environnement non seulement depuis la catastrophe de Tchernobyl mais aussi depuis les essais militaires atmosphériques des années 60. Une revue des publications jusqu'à à 2000 peut être consultée sur le lien <http://www.observatoire-mycologique.fr/index.php/champignons22>

Les informations relatives au territoire français sont certes moins nombreuses mais existent dans les publications spécialisées. Citons le Bulletin de la SMF (Daillant 1987, Rivasi 1988) ; en 1989 Fourré publie un article destiné à un public plus vaste dans Science et vie, puis aussi le Bulletin de la FMDS (Daillant, et Mornand 1993) et The Science of the Total Environment (Kirchner et Daillant 1998). Les analyses sur des échantillons prélevés en 2011 ont été présentées en janvier 2012 au congrès NAMLS 10 (Nuclear Analytic Methods in Life Sciences) à Bangkok. Les résultats relatifs à l'année 2012 sont originaux.

Nous disposons de moins de données sur l'évolution dans le temps de la contamination, comme sur les variations spatiales et spécifiques. Les informations disponibles quant au transfert du césium radioactif du substrat vers le carpophore d'abord, du carpophore vers le milieu de cuisson ou de préparation ensuite sont encore plus rares. Ce dernier point est particulièrement important, puisqu'il détermine la quantité incorporée par le consommateur. Il n'a pourtant que rarement été pris en compte, peut-être parce que l'aspect « recette de cuisine » semblait peu porteur pour beaucoup de scientifiques. Ce sont donc ces points qui seront aussi évoqués ici.

## Quelques rappels

Les éléments radioactifs sont très nombreux, avec des périodes (ou demi-vies : le temps nécessaire à la désintégration de la moitié des atomes radioactifs présents) pouvant aller de quelques fractions de seconde à plusieurs milliards d'années. Seule la contamination par le césium 137 ( $^{137}\text{Cs}$ ) d'une demi-vie de 30 ans est approfondie ici. Le césium 134 (demi-vie : 2 ans) n'est évoqué que dans la mesure où il a permis d'estimer la part de Tchernobyl dans la contamination qui a suivi cette catastrophe. Du fait de sa période plus brève, il a disparu depuis en Europe.

De nombreux autres éléments radioactifs sont présents dans l'environnement en général et dans les champignons en particulier. Le potassium 40 ( $^{40}\text{K}$ ), moins radiotoxique, est le plus fréquemment cité. Il y a néanmoins aussi les éléments liés aux familles radioactives du thorium et de l'uranium, en particulier le radium 226 (période 1600 ans) et son descendant, le plomb 210 (période 20 ans). Ils ne sont pas traités ici mais des résultats d'analyse peuvent être trouvés dans Daillant et Kirchner (1998) et sur le site de l'Observatoire mycologique [www.observatoire-mycologique.fr](http://www.observatoire-mycologique.fr).

Sauf indications contraires, les résultats d'analyses sont exprimés en becquerels par kilogramme (Bq/kg) de champignon à l'état sec. On estime en général qu'il faut diviser ce chiffre par 10 pour estimer la concentration de césium radioactif (ou d'autres éléments) dans le champignon à l'état frais. Un becquerel correspond à une désintégration d'un atome radioactif par seconde.

## Régions et espèces faisant l'objet des analyses

Bien que des résultats d'analyses soient désormais disponibles pour plusieurs régions, il ne s'agit pas de trouver des concentrations record, mais de voir en fonction de quels facteurs la contamination peut varier ; la grande majorité d'entre eux proviennent donc des mêmes sites, afin de permettre des comparaisons : il s'agit de différentes stations en Saône-et-Loire. Dans certains cas, les mêmes espèces analysées dans d'autres régions ou pays sont évoquées : elles ont été prélevées en Alsace, au Luxembourg et en Belgique.

Des mesures sur des échantillons récoltés au Japon dans la Préfecture de Fukushima ou les Préfectures avoisinantes ont révélé des contaminations parfois spectaculaires, mais le recul n'est pas suffisant pour les traiter ici. Cela pourrait faire l'objet d'un autre article.

## Résultats et commentaires

Le tableau 1 présente les analyses d'espèces identiques prélevées la même année dans des régions différentes (partie inférieure du tableau) ou dans des stations différentes au sein de la même région (partie supérieure). Les variations sont du même ordre dans les deux cas. Il n'y a par exemple pas plus d'écart entre deux échantillons de *Boletus edulis* récoltés dans des sites éloignés (87 et 925 Bq/kg) qu'entre deux échantillons récoltés à quelques 400 mètres de distance (30 et 393 Bq/kg). Les mêmes écarts peuvent être constatés dans un même secteur pour les autres espèces : *Xerocomus badius* (de 57 à 586 Bq/kg) et *Hydnum repandum* (49 et 1128 Bq/kg). La configuration du sol y est sans doute pour quelque chose mais cela semble aussi résulter des variations très localisées (en taches de léopard) des retombées de Tchernobyl.

Deux constats sont pourtant permis : les espèces saprotrophes (*Lepista nebularis* et *Macrolepiota procerà* ou *gracilentà*) sont très nettement moins contaminées que les espèces mycorhiziennes (*Boletus edulis*, *Hydnum repandum* et *Xerocomus badius*). Par ailleurs, les deux échantillons en provenance d'Alsace sont faiblement touchés ; cela confirme la thèse selon laquelle le nuage de Tchernobyl n'a fait qu'effleurer certaines régions de l'est de la France.

Les tableaux 2 et 3 présentent l'évolution dans le temps de la contamination d'espèces saprotrophes (ou partiellement saprotrophes comme *Armillaria mellea*) et d'espèces mycorhiziennes. La différence entre ces deux groupes devient évidente. La contamination des champignons saprotrophes semble désormais négligeable mais les espèces mycorhiziennes ont un comportement très différent. Cela peut s'expliquer par le fait que les premiers décomposent les feuilles des 3 à 4 dernières années (un peu plus dans le cas de bois de conifères) alors que les seconds interviennent dans les échanges d'éléments minéraux entre le sol et les racines.

Tableau 1 : Espèces identiques prélevées la même année en des lieux différents, avec indication de la distance entre stations pour des prélèvements dans le même secteur. Résultats exprimés en Bq/kg sur la matière sèche avec les marges d'erreur.

Année	Espèce	Région / Pays	Lieu	Distance par rapport à la station la plus proche	Activité en Cs137 (BqKg sec)
1992	Xerocomus badius	Bourgogne	Mâconnais, proche Mâcon	5 à 7 km	57 ± 12
1992	Xerocomus badius	Bourgogne	Mâconnais, proche Mâcon	5 à 7 km	262 ± 32
1992	Xerocomus badius	Bourgogne	Vergisson	7 km	491 ± 60
1992	Xerocomus badius	Bourgogne	Mazille	12 km	586 ± 64
1992	Boletus edulis 1	Bourgogne	Mazille	400 m	393 ± 51
1992	Boletus edulis 2	Bourgogne	Mazille	400 m	30 ± 5
1992	Hydnum repandum	Bourgogne	Mazille	8 km	1128 ± 143
1992	Hydnum repandum	Bourgogne	Cluny	8 km	49 ± 5
2011	Boletus edulis	Luxembourg	Birgerkreuz		925 ± 12
2011	Boletus edulis	Bourgogne	Mazille		87 ± 3,4
2011	Lepista nebularis	Belgique	Overijse		< 20
2011	Lepista nebularis	Alsace	Dettwiller		< 2
2011	Lepista nebularis	Bourgogne	Mazille		86 ± 11
2011	Macrolepiota procera	Alsace	Dettwiller		< 2,4 ±
2011	Macrolepiota procera	Bourgogne	Mazille		< 1,2 ±
2011	Macrolepiota gracilentata	Bourgogne	Mazille		1,15 ± 0,6

Tableau 2 : Evolution de la contamination des espèces saprotrophes récoltées sur le même site

Année	Lieu	Espèce	Activité en Cs137 (BqKg sec)
1986	Mazille	Armillaria mellea	210 ± 69
1997	Mazille	Armillaria mellea	8 ± 0,2
1991	Charollais	Coprinus comatus	5,8 ± 0,6
1993	Charollais	Coprinus comatus	2,5 ± 0,2
1986	Mazille	Macrolepiota gracilentata	75 ± 10
1992	Mazille	Macrolepiota gracilentata	48 ± 8
2010	Mazille	Macrolepiota gracilentata	4,1 ± 1,4
2011	Mazille	Macrolepiota gracilentata	1,15 ± 0,6

Tableau 3 : Evolution de la contamination des espèces mycorhiziennes récoltées sur le même site

Année	Site	Espèce + site/+zone	Cs137 ; Bq/kg sec
1992	Mazille	<i>Rozites caperatus</i> 1	2470 ± 240
1993	Mazille	<i>Rozites caperatus</i> 1	2763 ± 71
1995	Mazille	<i>Rozites caperatus</i> 1	5504 ± 440
1998	Mazille	<i>Rozites caperatus</i> 1	1550 ± 197
2011	Mazille	<i>Rozites caperatus</i> 1	540 ± 24
2012	Mazille	<i>Rozites caperatus</i> 1	1200 ± 140
1998	Mazille	<i>Rozites caperatus</i> 2	969 ± 107
2002	Mazille	<i>Rozites caperatus</i> 2	1790 ± 210
2011	Mazille	<i>Rozites caperatus</i> 2	870 ± 100
1986	Mazille	<i>Hydnum repandum</i> 1	490 ± 110
1991	Mazille	<i>Hydnum repandum</i> 1	904 ± 100
1992	Mazille	<i>Hydnum repandum</i> 1	1128 ± 144
1998	Mazille	<i>Hydnum repandum</i> 1	1080 ± 139
2000	Mazille	<i>Hydnum repandum</i> 1	1232 ± 32
2001	Mazille	<i>Hydnum repandum</i> 1	1692 ± 43,5
2012	Mazille	<i>Hydnum repandum</i> 1	700 ± 90
1994	Mazille	<i>Hydnum repandum</i> 2	452 ± 24
2000	Mazille	<i>Hydnum repandum</i> 2	419 ± 10,8
2002	Mazille	<i>Hydnum repandum</i> 2	820 ± 100
2010	Mazille	<i>Hydnum repandum</i> 2	670 ± 80

Les champignons mycorhiziens présentent donc une contamination qui a augmenté durant les années consécutives à la catastrophe de Tchernobyl : augmentation au moins jusqu'en 1995 et peut-être jusqu'en 2002 pour *Rozites caperatus* et jusqu'en 2001 et 2002 pour *Hydnum repandum*. Cette contamination, si elle présente désormais une tendance à la baisse, n'en semble pas moins sujette à des variations ; elles peuvent être dues à la période de récolte ou à la météorologie ; l'eau interstitielle du sol est sans doute plus « chargée » en période plus sèche. Quoiqu'il en soit la diminution des concentrations en césium dans les couches exploitées par le mycélium est faible ou nulle, surtout si l'on tient compte de la décroissance radioactive : en 2012 près de la moitié du <sup>137</sup>Cs originaire de Tchernobyl (1986) s'est désintégré.

Ces 26 ans sont aussi, à peu de chose près, la période qui s'est écoulée entre la fin des essais militaires atmosphériques des Etats-Unis et de l'URSS et la catastrophe de Tchernobyl. Les échantillons analysés en 1986 et 1987 ont souvent présenté une part non négligeable de césium en provenance des essais militaires. L'origine a pu être déterminée en comparant la proportion des deux isotopes de césium, <sup>134</sup>Cs (période 2 ans) et <sup>137</sup>Cs (période 30 ans) : lors de la catastrophe de Tchernobyl, le nuage radioactif relâché dans l'atmosphère contenait à peu près deux fois plus de <sup>137</sup>Cs que de <sup>134</sup>Cs. Le <sup>137</sup>Cs en excédent de cette proportion avait donc une autre origine : les essais atmosphériques. Si en 1986 et 1987 le césium de Tchernobyl n'était pas encore totalement disponible pour les myceliums, il est permis d'estimer qu'il l'était entre 1992 et 1994. Les résultats d'analyses rapportés par Kirchner et Daillant (1998) portant sur cette période mettent en évidence la proportion du césium provenant de Tchernobyl pour des espèces comestibles : de 42 à 73 % pour les espèces mycorhiziennes (*Amanita rubescens*, *Boletus aereus*, *edulis*, *aestivalis*, *Cantharellus cibarius*, *Hydnum repandum*, *Rozites caperatus* et *Russula nigricans*), près de 100 % pour *L. nebularis* et *M. procera* et, pour les deux espèces qui avaient défrayé la chronique pour leur forte contamination au lendemain de Tchernobyl,

*Laccaria amethystea* et *Xerocomus badius*, cette proportion était de 58 à 91 % pour le premier et de 68 à 98 % pour le second. Ces deux espèces ne seraient-elles pas mycorrhiziennes ET saprotrophes ?

Tout ce qui précède amène à repenser les « facteurs de transfert », c'est-à-dire le facteur de concentration ou de dilution du sol vers le champignon. Jusqu'à présent, ce facteur était généralement basé sur la concentration de césium dans le champignon par rapport à la concentration dans le sol, exprimée sur la matière sèche. Peut-être sera-t-il plus opportun à l'avenir de se baser sur la concentration en césium de l'eau interstitielle du sol.

Cette question en amène une autre : la localisation du césium dans le carpophore une fois qu'il y a été acheminé par les filaments mycéliens. Cette question est beaucoup moins académique qu'il n'y paraît à première vue. En effet, la réponse peut déterminer dans quelle mesure les traitements après la cueillette peuvent influencer sur la concentration finale dans le champignon. Comme les paramètres pédologiques (par exemple le pH) déterminent la disponibilité des éléments minéraux pour être « importés » dans le champignon, la chimie du milieu de préparation/de cuisson doit logiquement avoir une influence sur « l'exportation » du césium. Le degré d'acidité n'est sans doute pas le seul facteur à prendre en compte mais il est logique de lui accorder une certaine importance. A titre indicatif, le tableau 4 fournit quelques valeurs de pH : le substrat de quelques champignons analysés, l'eau du champignon lui-même et quelques milieux de cuisson.

En France, une première tentative ponctuelle a été faite en 1992 lors d'une campagne d'analyses commandée par la ville de Mâcon (Daillant et Mornand 1993) en faisant bouillir un échantillon de *Hydnum repandum* pendant 10 minutes. Le résultat peut être considéré comme à moitié concluant dans la mesure où la moitié du césium est passée des carpophores à l'eau de cuisson. En 1994 une étude beaucoup plus systématique a été présentée par Stijve, portant sur plusieurs espèces comestibles soumises à des traitements divers : trempages de durées différentes, dans de l'eau pure ou salée, d'espèces à l'état frais ou à l'état sec, cuissons de différentes durées, combinaisons de ces différents traitements.

Enfin, les résultats d'analyses présentés au congrès NAMLS 10 portent également sur quelques essais de traitement. Des champignons charnus avaient été choisis afin de couper chaque carpophore en deux, permettant ainsi une comparaison entre la partie du lot traitée et la partie non traitée. Différents traitements dont on aurait pu espérer qu'ils disloqueraient les hyphes pour libérer le césium stocké dans l'eau intracellulaire ou dans les parois des hyphes ont été appliqués : dessiccation, congélation, trempage et cuisson dans de l'eau neutre et dans de l'eau rendue acide par un ajout de vinaigre ou de jus de citron (des essais ont aussi été faits avec de l'eau dont le pH a été augmenté avec du bicarbonate de soude ; ces essais n'ont pas été poursuivis pour cause de formation incontrôlable de mousse...).

Tableau 4 : pH de sols, de champignons et de différents milieux de cuisson

Sol de <i>Rozites caperatus</i>	3,8
Sols des stations étudiées en Saône-et-Loire	3 à 5,6
<i>Boletus edulis</i>	4,5 à 5,6
<i>Rozites caperatus</i>	6,3
Eau neutre + jus de citron	3,5
Eau neutre + vinaigre	4,5 à 4,8
Lait	7
Concentré de tomates	4,5
Ketchup	4,8

Dans l'ensemble les résultats ont été décevants : la congélation et la cuisson n'ont eu qu'un effet marginal sur *Boletus edulis* :  $87 \pm 2$  Bq/kg sur l'échantillon sec avant traitement et  $81 \pm 2$  Bq/kg après congélation/décongélation puis cuisson de 10 minutes. Le succès a été un peu meilleur avec *Lepista nebularis* : un échantillon a été cuit et stérilisé dans un bocal ; la contamination résiduelle s'est avérée être de 4,1 Bq/kg, égale à celle de l'eau de cuisson. Il faut cependant noter que l'échantillon, vu les circonstances, a été analysé à l'état humide et le résultat révèle donc simplement un équilibre.

Le caractère charnu des champignons n'explique que partiellement les différences d'extraction du césium dans ces deux recherches. La première a utilisé des volumes d'eau plus importants et des temps de trempage beaucoup plus longs. La deuxième se basait sur des tentatives de modulation du milieu mais en utilisant un volume réduit : par exemple 540 g de *B. edulis* cuits dans 1 l d'eau pendant 10 minutes ou bien 200 g de *L. nebularis* dans 200 ml d'eau mis à stériliser.

Si le césium radioactif est présent dans le champignon sous forme de sel  $\text{Na}^+\text{Cs}^-$ , l'équilibre sera atteint au bout d'un certain temps avec l'eau de trempage.

## Les normes

Les questions de radioprotection dépassent un peu l'horizon de la mycologie ; néanmoins, dans la mesure où les autorités chargées de la radioprotection s'aventurent parfois sur le terrain de la mycologie nous pouvons donner quelques indications, sans toutefois nous aventurer trop loin. La directive européenne 96/29 du 26 mai 1996 fixe des limites annuelles d'incorporation pour chaque radionucléide, se basant sur une limite annuelle de 1 millisievert (mSv) pour les personnes adultes du public. En cas de mélange de radionucléides, ils doivent tous être pris en compte en proportion de leur radiotoxicité.

En imaginant un consommateur mangeant dans l'année 10 kg de pholiotés ridées (*R. caperatus*) contaminées à un niveau de 550 Bq/kg (matière fraîche) telles que celles analysées en Saône-et-Loire en 1995 et 5 kg de pieds de moutons contaminés à 50 Bq/kg de matière fraîche, tels qu'on pouvait les trouver la même année arriverait à 10 % de l'incorporation admissible, à condition cependant de supposer que les champignons sont la seule source de  $^{137}\text{Cs}$  (peu probable) et que le  $^{137}\text{Cs}$  est le seul radionucléide présent dans les champignons (hypothèse exclue).

En imaginant un gros mangeur consommant dans l'année 30 kg de champignons fortement contaminés à un niveau de 2500 Bq/kg de matière fraîche (soit 25000 Bq/kg sec), celui-ci atteindrait, par le seul césium de cette seule consommation, 96 % de la dose recommandée. Ce cas est extrême mais pas inconcevable et s'est probablement présenté dans des cas isolés.

Ces hypothèses sont néanmoins assez théoriques, car les radioéléments présents dans les champignons sont nombreux et la dose incorporée par le consommateur est souvent dominée par le plomb 210 ( $^{210}\text{Pb}$ ), d'origine partiellement naturelle et partiellement anthropique. La présence d'éléments radioactifs naturels n'est cependant pas un argument en faveur de l'inocuité du césium ; c'est un argument pour modérer la consommation, car le risque associé à l'ingestion des éléments naturels s'ajoute au risque résultant de l'ingestion du césium radioactif.

## Conclusion

Il est désormais possible d'avoir une idée plus précise de l'évolution de la contamination radioactive des champignons par le césium ; les espèces mycorhiziennes en particulier constituent très probablement l'alimentation la plus chargée en césium 137, du moins en Europe. Cela vaut pour 2012 mais, la mobilité dans le sol de cet élément étant très limitée, il est permis de penser que ces espèces

ont été l'une des sources les plus importantes d'ingestion de  $^{137}\text{Cs}$  déposé sur l'ensemble des terres suite aux essais militaires des années 1960.

La modération est donc conseillée, d'autant plus que les connaissances sur les autres éléments radioactifs sont beaucoup plus incomplètes. Même pour une consommation modérée, il est sage de laisser tremper les champignons dans un volume d'eau conséquent et/ou de les blanchir puis de ne pas consommer cette eau.

### Remerciements

Aurélie Migeon et Mylène Josset du laboratoire de l'Association pour le contrôle de la radioactivité dans l'Ouest, doivent être remerciées ici pour le traitement rapide des échantillons prélevés en 2012

### Références

Daillant O 1987, Sur l'accumulation d'éléments radioactifs par les champignons, Bull. Soc. Myc. Fr. 103 (2), 34 – 37

Daillant O et Kirchner G 1998, Accumulation of  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  and radioactive cesium by fungi, the Science of the Total Environment 222, 63 – 70

Daillant O et Mornand J 1993, Suivi de la radiocontamination des champignons dans la région de Mâcon, Bull. Féd. Myc. Dauphiné-Savoie, 131 ; 15 – 19

Fourré G 1989, La radioactivité clandestine dénoncée par les champignons, Science et vie, décembre 1989, 98 – 100 et 192

NAMLS 10, Nuclear analytic methods in life sciences, Bangkok janvier 2012 ; présentation de Daillant O, Boilley D, Josset B, Hettwig H et Fischer H.

Rivasi M 1988, Radioactivité et champignons, Bull. Soc. Myc. Fr, 104 (1) 1à -15

Stijve T 1994, Extraction of radiocesium from mushrooms, Observations Mycologiques, Bulletin de l'Observatoire Mycologique 6

## PHENOLIC COMPOUNDS IN MUSHROOMS

Gianluca Toro

Via S. Fer n° 3, 10064 Pinerolo, Torino (Italy) – courriel : [gianlucatoro@libero.it](mailto:gianlucatoro@libero.it)

**Abstract** : Mushrooms are able to biosynthesize phenolic compounds (PCs) as simple phenols, phenylpropanoids and quinones. The main PCs isolated from mushrooms are mostly phenolic acids, as hydroxybenzoic and hydroxycinnamic acid derivatives. PCs biological roles can be summarized as follows: influence on growing and reproduction processes, protection against UV-radiation, antioxidant action, protection against external attacks from different organisms and competition for and adaptation to the habitat, in the context of the surviving strategy in natural selection. Such roles have been studied in plants and they can be generally considered valid in mushrooms. PCs could also have a role in the biosynthesis of psilocybian alkaloids, mainly psilocybin, psilocin and baeocystin. In fact, PCs are able to chelate manganese, a component of decarboxylase, an enzyme involved in such biosynthesis, to increase phosphate availability, being the phosphate group part of intermediates and final products, and to bind to amines and alkaloids, such as tryptamine and intermediate products.

**Key words**: phenolic compounds, benzoic acid, cinnamic acid, pathogenic agents, heavy metals, metal chelation, metabolic pathways, psilocybian alkaloids

Natural phenolic compounds (PCs) represent an important class of secondary metabolites comprising a wide range of very different compounds, mostly widespread in the vegetal kingdom in which they mainly define the colour of flowers and fruits and attract pollinator insects.

PCs are compounds with at least one benzene (aromatic) ring carrying one or more hydroxyl substituents (-OH). These latter can be free, methylated (methoxy groups) or bound to sugars (glycosides) or acids (esters) (Morelli et al. 2006). Phenol is the base structure.

The hydroxyl groups have a great influence on PCs chemical-physical properties, increasing the hydrophilic character and conferring an acidic property. Being aromatic compounds, PCs have an intense absorbance in the UV-VIS spectrum that is influenced by the distribution pattern of the hydroxyl groups on the aromatic ring. PCs are enough reactive compounds, forming more or less complex substances or undergoing degradation to more simple compounds, as benzoic acid derivatives, until to carbon dioxide.

In nature, most PCs are found in a conjugated form, mainly with sugar residues from arabinose, galactose, glucose, mannose and rhamnose. In particular, cinnamic acid derivatives can be bound to lipids, sugars, terpenoids, organic acids (malic and tartaric acid), amines (tryptamine and putrescine) and other PCs.

Generally, PCs content in plants varies according to the part of the organism, its physiology and the pedo-climatic conditions. They are stored in all parts, preferentially in the aerial ones in relation to the effect of light as inducer of PCs metabolism and the protection against UV-radiation. PCs can react with the main protoplasmic constituents and therefore could be toxic for the cells producing them. Such toxicity can be prevented by a strict cellular compartmentation and secretion and conjugation processes.

Thousands of PCs are known in nature. They are grouped in the following 11 main classes according to the number of carbon atoms, the most numerous being the flavonoids: simple phenols and benzoquinones (6 carbon atoms), phenolic acids (7 carbon atoms), acetophenones and phenylacetic acids (8 carbon atoms), phenylpropenes, hydroxycinnamic acids and coumarins (9 carbon atoms), naphthoquinones (10 carbon atoms), xanthenes (13 carbon atoms), stilbenoids and anthraquinones (14 carbon atoms), flavonoids and isoflavonoids (15 carbon atoms), lignans and neolignans (18 carbon atoms), bioflavonoids (30 carbon atoms), lignins, melanines and tannins (n carbon atoms; phenolic polymers) (Morelli et al. 2006).

Mushrooms are able to biosynthesize PCs as simple phenols, phenylpropanoids and quinones. Flavonoids are rare in mushrooms, being more common in plants. We remember myricetin from *Phallus impudicus*. The main PCs isolated from mushrooms are mostly phenolic acids, as hydroxybenzoic and hydroxycinnamic acid derivatives from benzoic and cinnamic acid, respectively. Usually, such phenolic acids are linked to proteins and organic acids, like tartaric and quinic acid (Ferreira et al. 2009).

The main PCs found in mushrooms are reported in Table 1 (Ferreira et al. 2009):

Table 1

Benzoic acid derivatives	Cinnamic acid derivatives
Gallic acid	Caffeic acid
Gentisic acid	3-O-caffeoylquinic acid
Homogentisic acid	4-O-caffeoylquinic acid
para-Hydroxybenzoic acid	5-O-caffeoylquinic acid
Protocatechuic acid	ortho-Coumaric acid
5-Sulphosalicylic acid	para-Coumaric acid
Syringic acid	Ferulic acid
Vanillic acid	Sinapic acid
Vanillin	
Veratric acid	

In a study on the content of total phenols in 55 distinct mushroom species, the range was between 2,35 (*Russula lutea*) and 9,05 mg/g (*Clavaria aurea*) on fresh weight (Del Signore et al. 1997). The content of PCs could also be useful in chemotaxonomy for the differentiation among species of the same genus or closely related genera, as in the case of 7 species of *Cortinarius* (Rapior S. et al. 1990).

PCs biosynthesis is carried out through two pathways, that of the shikimic acid and that of the malonic acid. The first one is very important in plants and not very relevant in mushrooms, the reverse applies to mushrooms. In the first pathway, PCs are directly produced from shikimic acid or from its derivative, phenylalanine. In the second pathway, PCs are produced by means of the action of Acetyl Co-enzyme A on malonic acid (Morelli et al. 2006).

PCs structural diversity means that they don't have a single function, on the contrary, their biological roles are quite different and are influenced by the number and nature of substituents on the phenol base structure. PCs functions can be summarized as follows: influence on growing and reproduction processes, protection against UV-radiation, antioxidant action, protection against external attacks from different organisms and competition for and adaptation to the habitat, in the context of the surviving strategy in natural selection. Such roles have been studied in plants and they can be generally considered valid in mushrooms.

In the growing process, PCs can be enzymatic co-factors of hormones or hormones by themselves. Ortho-diphenols inhibit indole acetic acid-oxidase (peroxidase), while mono-phenolic compounds stimulate it, thus suggesting a relation between PCs and hormonal action. Indole acetic acid is an auxine, a growth hormone, found in plants but also in mushrooms, for example in *Boletus edulis*, and generally PCs are able to regulate the transport of auxines (Nilsen 1932).

Protection against UV-radiation, especially in the critical range 230-280 nm, reduces the probability of photo-oxidation of some compounds when the light intensity is high. UV-absorption depends on the distribution of hydroxyl groups in the PCs, phenolic acids and phenylpropanoids being less effective than flavonoids.

The antioxidant effect is due to phenolic acids and flavonoids involved in reactions with compounds containing oxygen radicals. The effectiveness of a phenolic antioxidant depends on the stability of the new free radical formed and on the substituents on the phenolic structure (Ferreira et al. 2009).

PCs act against infestant and pathogenic agents, like microfungi, moulds, bacteria, parasites, viruses and insects, sometimes with a very specific action (Del Signore et al. 1997). Such activity is carried out by the PCs themselves or by their metabolites (phytoalexins) formed after the external attack has taken place. A good antifungal activity is given by PCs lipoflicity and/or the presence of at least one hydroxyl group. As an indirect action, PCs can deprive the substrate of the nutrients for the pathogen, by insolubilizing proteins and complexing metals.

In a study on 204 basidiomycetes, the antimicrobial activity of fermentation broths extracts has been evaluated against a series of human pathogens (Suay et al. 2000). Even if the identification of specific compounds (PCs comprised) responsible for such activity was outside the scope of that work, the results show that orders and families of mushrooms don't have pronounced differences in their antimicrobial activity, though such differences were observed at the genus level. This would suggest that the ability to produce antimicrobial compounds isn't homogeneously distributed among basidiomycetes. Representatives from the different genera showed marked differences in antimicrobial activity and this might reflect the different metabolic ability, but could also partly depend on the cultivation conditions. Moreover, isolates from some species showed large

differences in their ability to produce antimicrobial metabolites, possibly reflecting genetic differences at the infra-specific level. In addition, more or less significative differences have been found among different strains of the same species. In Table 2, we report some data that could link the content of PCs with the antimicrobial activity (Del Signore et al. 1997; Suay et al. 2000):

Table 2

Species	PCs (mg/g fresh weight)	Activity (1)			
		ASP	BAC	ENT	STAP
<i>Amanita muscaria</i>	4,60	-	+	-	-
<i>Clitocybe nebularis</i>	6,25	+	+++	-	++
<i>Ganoderma lucidum</i>	2,65	-	++ +++	-	-
<i>Hypholoma fasciculare</i>	5,25	-	-	+	+
<i>Macrolepiota procera</i>	6,70	-	-	+	++
<i>Psilocybe semilanceata</i>	not analyzed	-	-	+	+++

(1) ASP: *Aspergillus fumigatus*, BAC: *Bacillus subtilis*, ENT: *Enterococcus faecium*, STAP: *Staphylococcus aureus*

Tests have shown that *P. semilanceata* is able to suppress the growth of *Phytophthora cinnamomi*, a water mould and virulent plant pathogen (Finlay & McCracker 1991). It significantly suppresses also the growth of many fungi isolated from the rhizosphere of grasses of its habitat. Only *Trichoderma* spp. markedly inhibits the growth of *P. semilanceata*. In liquid culture, *P. semilanceata* produced at least two compounds, probably phenolic in nature, which shows antifungal activity (Keay & Brown 1989).

This fact could explain the medicinal use of *P. semilanceata* in the traditional popular medicine, perhaps the only case today known. In the region of Sóvidék in Transylvania, this species is rubbed on warts. *Psilocybe merdaria* is used in the same way (Zsigmond 1999). Moreover, it has been verified that *Panaeolus subbalteatus* has an antiviral effect against poliomyelitis in guinea pigs (Cochran & Lucas 1959).

PCs can also play a role in the interactions with other living organisms in the same habitat. For example, PCs can induce nitrogen fixation by part of specific bacteria. This has been verified for flavonoids in higher plants, in relation to the rhizobia bacteria. As for the role of PCs in the surviving strategy and reproduction in mushrooms, one would speculate if their concentration is significative in the area of the lamellae, from which spores are dispersed. In general, PCs reactivity is increased by hydroxyl groups, forming intra-molecular bonds or bonds with proteins and alkaloids. Then, quinones formed through enzymatic oxidation of PCs can react with proteins and aminoacids and bind to amine groups, interfering with enzyme synthesis or inhibiting enzymatic systems, for example complexing metal ions.

PCs, ortho-diphenols in particular, are able to chelate heavy metals taken up from the growing substrate, modifying their action. PCs can also bind to soluble forms of manganese, iron and aluminium, that otherwise would bind to phosphates. In such a way, phosphate availability is increased.

PCs could also have a role in the biosynthesis of psilocybian alkaloids (mainly psilocybin, psilocin and baeocystin). In general, the biosynthesis of such compounds depends on factors still to be clarified, but it would seem linked to the geographical distribution and therefore to parameters as altitude, climate and characteristics of the soil (concentration of soluble nitrogen and phosphorous compounds) (Ola'h 1968; Gitti et al. 1983; Samorini 1988, 1992).

The main biosynthetic pathways are the following ones (Brack et al. 1961; Augurell & Nilsson 1968a, 1968b):

Tryptophan → hydroxylation → 4-Hydroxytryptophan → decarboxylation → 4-Hydroxytryptamin → methylation → 4-Hydroxy-N,N-dimethyltryptamin (Psilocin) → phosphorylation → 4-Phosphoryloxy-N,N-dimethyltryptamin (Psilocybin)

Tryptophan → decarboxylation → Tryptamin → methylation → N-Methyltryptamin → methylation → N,N-Dimethyltryptamin → hydroxylation → Psilocin → phosphorylation → Psilocybin.

It is known that in mushrooms there are different not-specific enzymatic systems, metabolizing either endogenous or exogenous substances, so that a "metabolic grid", foreseeing all the possible proposed biosynthetic pathways, has been proposed (Catalfolmo & Tyler 1964; Neal et al. 1968; Leung & Paul 1969; Repke et al. 1977).

As above reported, PCs is able to chelate manganese, a component of cellular enzymes as decarboxylases, arginases and in case other enzymes involved in nucleic acid metabolism (Reilly 1991). Generally, it doesn't seem that higher mushrooms need significative levels of this metal for their biochemical functions (Stijve & Blake 1994). As decarboxylase is made up by manganese and is involved in the biosynthetic pathways above reported, the PCs ability to chelate heavy metals could influence the biosynthesis of psilocybian alkaloids.

The increased phosphate availability above reported could have an influence on the production of intermediates and final products containing the phosphate group, also considering nitrogen availability through the possible activity of nitrogen-fixing bacteria. PCs are also able to bind to amines and alkaloids, such as tryptamine and intermediate products in the biosynthetic pathways of psilocybian alkaloids. Thus, it is possible that PCs are able to modulate the psychoactive effect of psilocybian alkaloids in an additive, synergic or competitive way, also considering that PCs can also bind to organic acids, as malic and tartaric acid.

### References

- Augurell S. & J.L.G. Nilsson, 1968a, "A biosynthetic sequence from tryptophan to psilocybin", *Tetrahedron Lett.*, 9: 1063-1064
- Augurell S. & J.L.G. Nilsson, 1968b, "Biosynthesis of psilocybin", *Acta Chem. Scand.*, 22: 1210-1218
- Brack A. et al., 1961, "Tryptophan als biogenetische Vorstufe des Psilocybin", *Arch. Pharmaz.*, 294/66, 4: 230-234
- Catalfolmo T. & V.E. Tyler, 1964, "The production of psilocybin in submerged cultures by *Psilocybe cubensis*", *Lloydia*, 27: 53-63
- Cochran K.W. & E.H. Lucas, 1959, "Chemoprophylaxis of poliomyelitis in mice through the administration of plant extracts", *Antibiot. Ann.* 1958-1589: 104-109
- Del Signore A. et al., 1997, "Content of phenolic substances in basidiomycetes", *Mycol. Res.*, 101 (5): 552-556
- Ferreira I. et al., 2009, "Antioxidants in Wild Mushrooms", *Curr. Med. Chem.*, 16 (12): 1543-1560
- Finlay A.R. & A.R. McCracker, 1991, "Microbial suppression of *Phytophthora cinnamomi*", in: Lucas J., *Phytophthora: Symposium of the British Mycological Society, the British Society for Plant Pathology, and the Society of Irish Plant Pathologists*, Trinity College, Dublin, September 1989, Cambridge University Press, Cambridge
- Gitti S. et al., 1983, "Contributo alla conoscenza della micoflora psicotropa del territorio bresciano", *Natura Bresciana, Ann. Mus. Civ. Brescia*, 20: 125-129
- Keay S.M. & A.E. Brown, 1989, "Interactions between *Psilocybe semilanceata* and fungi of its habitat", *Mycol. Res.*, 93 (4): 554-556
- Leung A.Y. & A.G. Paul, 1969, "The relationship of carbon and nitrogen nutrition of *Psilocybe baeocystis* to the production of psilocybin and its analogs", *Lloydia*, 32: 66-71
- Morelli I. et al., 2006, *Manuale dell'erborista. Biosintesi, estrazione e identificazione delle sostanze di origine vegetale*, Tecniche Nuove, Milano
- Neal J.M. et al., 1968, "Interrelationship of phosphate nutrition, nitrogen metabolism and accumulation of key secondary metabolites in saprophytic cultures of *Psilocybe cubensis*, *Ps. cyanescens* and *Panaeolus campanulatus*", *J. Pharm. Sci.*, 57: 1661-1667
- Nillsen N., 1932, "Ueber das Vorkommen von Wuchsstoff bei *Boletus edulis*", *Biochem. Zeit.*, 249: 196
- Ola'h G.M., 1968, "Étude chimiotaxinomique sur les *Panaeolus*. Recherches sur la présence des corps indoliques psychotropes dans ces champignons", *Compt. Rend.*, 267: 1369-1372
- Rapior S. et al., 1990, "Investigation of polyols, amino acids and phenolic acids in taxonomic study of *Cortinarius* subgenus *Leprocycbe* section *Orellani*", *Mycologia*, 82: 242-248
- Reilly C., 1991, *Metal Contamination of Food*, Elsevier Applied Science, London and New York
- Repke D.B. et al., 1977, "Baeocystin in *Psilocybe*, *Conocybe* and *Panaeolus*", *Lloydia*, 40: 566-578
- Samorini G., 1988, "Sulla presenza di piante e funghi allucinogeni in Valcamonica", *Boll. Camuno St. Preist.*, 24:132-136
- Samorini G., 1992, "Funghi allucinogeni italiani", *Ann. Mus. Civ. Rovereto*, Suppl. vol. 8: 125-150
- Stijve T. & C. Blake, 1994, "Bioconcentration of manganese and iron in *Panaeolideae* Sing.", *Persoonia*, 15 (4): 525-529
- Suay I. et al., 2000, "Screening of basidiomycetes for antimicrobial activities", *Antonie van Leeuwenhoek*, 78 (2): 129-139
- Zsigmond G., 1999, "Les champignons dans la médecine populaire hongroise", *Bull. Soc. Myc. Fr.*, 115: 79-90

## LE BOIS (3)

### Arbres des zones exotiques humides

Maurice Heullant †

Le fruit est aveugle. C'est l'arbre qui voit.  
René Char (*Feuillets d'Hypnos*)

**Avertissement :** Après les généralités sur le bois et les maladies du bois d'œuvre, nous continuons l'étude de chaque arbre et de son bois. A la suite des principaux arbres des zones tempérées d'Europe, voici maintenant les arbres des zones exotiques humides utilisables en menuiserie-ébénisterie. On trouvera dans l'inventaire de Maurice Heullant les caractéristiques de chaque espèce étudiée – et il s'agit d'une synthèse exhaustive sur les qualités, les propriétés et les usages de ces bois.

#### 43. Albizia

Autres noms :	Arbre à soie, Mimosa de Constantinople
Nom scientifique :	<i>Albizia julibrissin</i>
Provenance :	Extrême-Orient
Description :	Bois clair à cœur brun foncé, grain moyen à pores assez larges avec un contre-fil important. Aubier distinct.
Densité :	de 0,60 à 0,70 à 12% d'humidité.
Dureté :	de mi-dur à mi-lourd.
Propriétés mécaniques :	se scie correctement, quoique pelucheux.
Propriétés technologiques :	se rabote moyennement bien, assez fissile, résistant aux chocs. Finition facile avec un beau poli, se sèche relativement bien.
Durabilité :	Bonne à l'intérieur, plus faible en extérieur. Doit être protégé.
Usage :	Sa longévité est assez faible. Ne donne pas des troncs importants donc limite son emploi à la décoration et en raison d'une faible connaissance due à sa récente introduction (XXe siècle).

#### 44. Azobé

Autres noms :	Bongossi
Nom scientifique :	<i>Lophira alata</i>
Provenance :	Côte d'Ivoire, Cameroun, Gabon
Description :	Bois parfait de couleur brun chocolat, grain très grossier, contre-fil fréquent. Aubier différencié de 6 à 8 cm, rose clair, tendre.
Densité :	de 0,95 à 1,10 à 12% d'humidité ; de 1,10 à 1,25 à l'état vert.
Dureté :	Très dur à l'état sec, très lourd, fort retrait, très nerveux, stable après un séchage qui est très long.
Propriétés mécaniques :	Excellence résistance en compression et en flexion, très bonne résistance aux chocs, très élastique.
Propriétés technologiques :	Usage difficile, exige beaucoup de force motrice, désaffûtant, collage délicat. Impossibilité de planter un clou ou une vis sans avoir fait au préalable un avant-trou avec un forêt.
Durabilité :	Insensible aux attaques de champignons, termites et autres insectes xylophages. Bois parfait imputrescible.
Usage :	Grosse menuiserie, travaux hydrauliques et portuaires, charpente lourde, planchers de wagon, de camions, escaliers, pieux, portes d'écluses.

#### 45. Bété

Autres noms :	Mansonia, Noyer d'Afrique
Nom scientifique :	<i>Mansonia altissima</i> , <i>Mansonia nymphaefolia</i>
Provenance :	Côte d'Ivoire, Ghana, Cameroun, Nigéria, République Centrafricaine.
Description :	Bois parfait, gris brunâtre ou gris violacé foncé, légèrement veiné, un peu maillé sur quartier, grain fin, fibre en général droite, aubier de 2 à 3 cm blanchâtre à éliminer.

Densité :	de 0,60 à 0,70 à 12% d'humidité ; de 0,80 à 1,00 à l'état vert
Dureté :	Mi-dur à dur, mi-lourd, retrait moyen, assez peu nerveux.
Propriétés mécaniques :	Bonne résistance mécanique, élastique, résistant aux chocs mais très fissile.
Propriétés technologiques :	Se travaille et s'usine facilement, se colle, se peint et se vernit bien. Apte à la sculpture, se cloue et se visse bien. Les poussières étant irritantes peuvent provoquer des allergies sur certaines personnes, d'où l'obligation de travailler avec un masque.
Durabilité :	Bonne, non attaqué par les insectes xylophages.
Usage :	Ebénisterie, décoration, belle menuiserie de bâtiment, parquet, moulures, sculptures. Remplace le noyer d'Europe dans de nombreux cas.

#### 46. Bossé

Autres noms :	Diambi
Nom scientifique :	<i>Guarea cedrata</i>
Provenance :	Côte d'Ivoire, Ghana, Cameroun, Congo, Nigéria.
Description :	Bois parfait rose pâle à rose foncé, grain fin, fibre souvent tourmentée, texture très homogène, odeur de cèdre. Quelques exsudations de résine; aubier de 5 à 10 cm, peu différencié.
Densité :	de 0,55 à 0,65 à 12% d'humidité ; de 0,85 à 0,95 à l'état vert.
Dureté :	Bois tendre, mi-lourd à léger, retrait faible, peu nerveux, stable à l'état sec.
Propriétés mécaniques :	Bonne résistance mécanique, en flexion assez élastique, assez fissile, mais fragile aux chocs.
Propriétés technologiques :	Usinage facile, quoique ce bois soit un peu siliceux. Se tourne et se polit bien, se colle bien. Risque de fentes aux clous et aux vis ; se peint et se vernit facilement. Toutefois la résine peut provoquer de petites taches sous le vernis et parfois au cours de l'usinage. Les poussières ont une action irritante chez certaines personnes.
Durabilité :	Bonne, résiste aux insectes xylophages.
Usage :	Menuiserie intérieure et extérieure, agencement, placages, ameublement.

#### 47. Dibétou

Autres noms :	Bibolo, Noyer du Gabon
Nom scientifique :	<i>Lovoa trichiloides</i> , <i>Lovoa brownii</i> , <i>Lovoa klaineana</i>
Provenance :	Gabon, Cameroun, Côte d'Ivoire
Description :	Bois parfait gris beige à brun gris à reflets dorés, grain mi-fin, contre-fil très fréquent, donne un aspect un peu rubané sur quartier, veinures noires, parfois un peu figuré selon la provenance. Devient jaune roux en exposition au soleil ; aubier différencié de 5cm grisâtre.
Densité :	de 0,50 à 0,55 à 12% d'humidité, de 0,70 à 0,85 à l'état vert.
Dureté :	Bois tendre, léger, retrait total faible, peu à moyennement nerveux.
Propriétés mécaniques :	Résistance mécanique moyenne, sensible aux chocs, un peu fissile.
Propriétés technologiques :	Assez facile à usiner malgré le contre-fil, se tourne et se polit bien, se colle, se cloue et se visse parfaitement ; se peint et se vernit très bien, boucheporage recommandé.
Durabilité :	Bois durable à l'intérieur, quoique parfois attaqué par les <i>Lyctus</i> et Vrillettes.
Usage :	Belle menuiserie d'intérieur à vernir, décoration, placages tranchés, rampes d'escaliers, ébénisterie.

#### 48. Doussié

Autres noms :	Lingué, Azfelia
Nom scientifique :	<i>Azfelia pachyloba</i> , <i>Azfelia bipindensis</i> , <i>Azfelia africana</i>
Provenance :	Cameroun, Côte d'Ivoire, Nigéria, République Centrafricaine.
Description :	Bois parfait brun rouge à orangé, grain grossier, fibre droite avec léger contre-fil, texture très homogène. Dépôt de résine pulvérulente jaune canari dans les vaisseaux, aubier très différencié de 5 à 7 cm, blanchâtre, tendre.
Densité :	de 0,70 à 1,00 à 12 % d'humidité ; de 1 à 1,25 à l'état vert.
Dureté :	Bois dur et lourd, retrait très faible, très peu nerveux, très stable à l'état sec.
Propriétés mécaniques :	Très bonne résistance mécanique en fission et compression, moyennement élastique, plutôt cassant aux chocs.

Propriétés technologiques :	Usinage facile, un peu désaffûtant ; parfois quelques difficultés de collage, se polit très bien. Par contre, se cloue et se visse difficilement, avec risque de fentes ; en revanche, se peint et se vernit bien.
Durabilité :	Excellente. L'aubier éliminé, est inattaquable par les insectes. Imputrescible.
Usage :	Charpentes lourdes et durables, même dans les pires conditions de conservation, parquets d'usure, escaliers, belle menuiserie extérieure, agencement, ébénisterie, cuves pour produits chimiques.

#### 49. Févier

Autres noms :	Févier à trois pointes
Nom scientifique :	<i>Gleditschia triacanthos</i>
Provenance :	Amérique du Nord
Description :	Bois parfait brun rosé à orangé rougeâtre, à veines brun rouge, grain grossier, fil assez droit et régulier ; aubier différencié de 2 à 5 cm, blanchâtre, tendre.
Densité :	de 0,65 à 0,80 à 12% d'humidité.
Dureté :	Bois dur, de mi-lourd à lourd, retrait moyen, peu nerveux.
Propriétés mécaniques :	Bonne résistance à la compression, assez bonne en flexion, moyennement élastique. Un peu raide, un peu fissile surtout sur le cœur, séchage assez lent.
Propriétés technologiques :	Usinage relativement facile, quoique de sciage un peu raide et désaffûtant. Quelques difficultés à planter des clous et à visser ; se colle sans problème, se polit, se vernit et se peint aisément.
Durabilité :	Bois parfait très durable à condition d'éliminer l'aubier qui est attaqué par <i>Lyctus linearis</i> , <i>Lyctus brunneus</i> et <i>Hesperophanes cinereus</i> .
Usage :	Menuiserie, parquets, escaliers, décoration, marqueterie, tournerie.

#### 50. Framiré

Autres noms :	Idigbo
Nom scientifique :	<i>Terminalia ivorensis</i>
Provenance :	Côte d'Ivoire, Ghana et en très faibles quantités Nigéria et Cameroun
Description :	Bois parfait de couleur jaune paille à ocre brun clair, grain grossier, contre-fil irrégulier, aubier peu ou pas différencié.
Densité :	de 0,45 à 0,65 à 12% d'humidité ; de 0,70 à 0,85 à l'état vert.
Dureté :	De mi-dur à tendre selon provenance, mi-lourd, retrait assez faible, très stable une fois sec, peu nerveux.
Propriétés mécaniques :	Bonne résistance mécanique, moyenne aux chocs, assez fissile et élastique.
Propriétés technologiques :	Usinage facile, se colle bien, les clous et les vis s'enfoncent facilement et tiennent relativement bien. Se teinte, se peint et se vernit sans difficulté. À l'usinage, la poussière est parfois irritante.
Durabilité :	Bonne, mais l'aubier se distinguant mal, un traitement de préservation est recommandé contre les dégâts des <i>Lyctus</i> et autres insectes xylophages.
Usage :	Menuiserie intérieure, agencement intérieur, moulures, mobilier rustique.

#### 51. Iroko

Autres noms :	Kambana, Acacia d'Afrique
Nom scientifique :	<i>Chlorophora excelsa</i> , <i>Chlorophora regia</i>
Provenance :	Gabon, Cameroun, Côte d'Ivoire, Nigéria, Congo, Ghana, Rép. Centrafricaine
Description :	Bois parfait brun-jaune, plus ou moins foncé, grain grossier, fibres assez enchevêtrées, légèrement huileux au toucher, contre-fil donnant un aspect rubané sur quartier ; aubier de 5 à 6 cm jaune pâle.
Densité :	de 0,55 à 0,75 à 12% d'humidité ; de 0,95 à 1,00 à l'état vert.
Dureté :	Mi-dur et mi-lourd à lourd, retrait total faible, moyennement nerveux.
Propriétés mécaniques :	Bonne résistance mécanique, comparable à celle du chêne, craint les chocs.
Propriétés technologiques :	Usinage facile en général sauf si le contre-fil est trop accusé. Est parfois désaffûtant à cause de concrétions calcaires situées dans le cœur. Se colle, se cloue et se visse sans difficulté, se polit et se vernit bien. Par contre, il arrive que certaines peintures à l'huile siccatives soient décomposées par le bois ; on y remédie en utilisant des vernis en sous-couche ou d'autres peintures à composants différents.
Durabilité :	Très bonne, résiste aux termites et autres insectes ainsi qu'aux champignons après avoir éliminé l'aubier.

Usage : Menuiserie intérieure et extérieure, escaliers, parquets, charpentes, silos, constructions navales, clôtures.

## 52. Kotibé

Autres noms : Danta, Mutsanya  
 Nom scientifique : *Nesogordonia papaveifera*, *Cistanthera papaverifera*  
 Provenance : Gabon, Cameroun, Côte d'Ivoire, Ghana, Nigéria.  
 Description : Bois parfait rose brun plus ou moins foncé à reflets moirés, grain fin, contre-fil apparent pouvant donner un aspect rubané. Surface grasse au toucher ; aubier bien différencié de 2 à 3 cm de couleur brun pâle.  
 Densité : de 0,65 à 0,80 à 12% d'humidité  
 Dureté : De mi-dur à dur et de mi-lourd à lourd, fort retrait, assez nerveux.  
 Propriétés mécaniques : Excellente propriété mécanique en compression axiale et flexion statique, très bonne cohésion transversale, très résilient, comparable au frêne et à l'hickory.  
 Propriétés technologiques : Usinage sans difficulté particulière, sauf pour le rabotage (contre-fil) ; se polit et se colle bien, se peint et se vernit bien. Quelques difficultés au clouage et vissage.  
 Durabilité : Moyennement durable, résiste assez bien aux insectes.  
 Usage : Construction navale, charpente, placage, menuiserie intérieure et extérieure.

## 53. Lauan

Autres noms : Tanguilé, Bataan  
 Nom scientifique : *Shorea negrosensis*, *Shorea polysperma*, *Shorea sp.div.\**  
 Provenance : Philippines  
 Description : On distingue deux catégories d'après la couleur du bois, *Red Lauan* (ou *Dark Lauan*) assez foncé, à larges pores, contre-fil fréquent, plages ou veines résineuses blanchâtres, aubier de 5 à 6 cm plus clair. *White Lauan* (ou *Light Red Lauan*) comprenant des bois de teinte rose plus ou moins pâle à larges pores, avec un contre-fil donnant au bois un aspect rubané et un aubier plus ou moins distinct.  
 Densité : de 0,45 à 0,75 à 12% d'humidité.  
 Dureté : Bois tendre à mi-dur, mi-lourd, faible retrait, moyennement nerveux.  
 Propriétés mécaniques : Dans l'ensemble assez bonne résistance mécanique.  
 Propriétés technologiques : Usinage sans difficulté particulière, sauf le risque d'encrassage des outils, dû à la présence de résine (selon certaines provenances). Se colle, se cloue et se visse sans problème, se polit, se peint et se vernit aisément.  
 Durabilité : Assez durable.  
 Usage : Menuiseries intérieures et extérieures, ébénisterie, constructions navales, décoration, contre-plaqués.  
 \* note : Autres espèces incluses (genres *Shorea*, *Parashorea*, *Pentache*)

## 54. Mûrier à papier

Autres noms : Mûrier de Chine  
 Nom scientifique : *Broussonetia papyrifera*  
 Provenance : Japon  
 Description : Bois jaune clair uniforme à grain fin, pore moyen, de fil droit.  
 Densité : de 0,50 à 0,60 à 12% d'humidité.  
 Dureté : Mi-dur assez léger.  
 Propriétés mécaniques : Se scie et se rabote facilement, peu fissile, résistant aux chocs.  
 Propriétés technologiques : Se ponce et se polit facilement. Prend bien la teinte et se vernit bien.  
 Durabilité : Bonne à l'intérieur, moyenne à l'extérieur ; altérable s'il n'est pas traité.  
 Usage : Primitivement importé pour la pâte à papier, tous les usages du mûrier blanc. Petits meubles, petit outillage.

## 55. Ngollon

Autres noms : Acajou d'Afrique, Grands Bassam, N'dola, Krala, Acajou ira  
 Nom scientifique : *Khaya ivorensis*, *Khaya anthotheca*  
 Provenance : Côte d'Ivoire, Ghana, Nigéria, Cameroun, Congo, Gabon, Angola.  
 Description : Bois parfait de rouge foncé à rose foncé, reflet satiné, grain mi-fin, contre-fil plus ou moins accusé et régulier, aubier de 3 à 7 cm blanc, plus ou moins rosé

Densité :	de 0,45 à 0,75 à 12% d'humidité ; de 0,70 à 0,80 à l'état vert.
Dureté :	Tendre et léger, retrait moyen, peu nerveux.
Propriétés mécaniques :	Élastique, résiste assez bien aux chocs, bonne cohésion transversale, centre de grume plus ou moins cassant compte-tenu d'une vingtaine de densités différentes, mais malgré tout faible. Encrasse les outils.
Propriétés technologiques :	Usinage facile avec tous les outils, se colle, se polit, se cloue et se visse bien. Se cire et se peint sans difficulté, mais nécessite parfois un bouche-porage.
Durabilité :	Assez bonne ; non attaqué par les <i>Lyctus</i> et autres insectes xylophages.
Usage :	Tous travaux de menuiserie intérieure ou extérieure, construction navale, décoration.

### 56. Niangon

Autres noms :	Ogoué (lorsqu'il provient du Gabon)
Nom scientifique :	<i>Tarrietia utilis</i> , <i>Tarriata densiflora</i>
Provenance :	Côte d'Ivoire, Gabon, Ghana, Libéria, Guinée équatoriale.
Description :	Bois parfait de teinte brun rosé ou brun rouge, grain mi-fin, fil irrégulier, forte maillure ; aubier différencié, grisâtre, peu épais.
Densité :	de 0,60 à 0,75 à 12% d'humidité ; de 0,90 à 1,00 à l'état vert.
Dureté :	Mi-dur et mi-lourd, retrait faible, moyennement nerveux, stable une fois sec.
Propriétés mécaniques :	Bonne résistance mécanique, tant en compression qu'en flexion, très élastique, craint un peu les chocs, un peu fissile.
Propriétés technologiques :	Usinage facile mais encrassant les outils. Malgré cela, finition aisée. Se colle, se cloue et se visse bien, se peint et se vernit facilement.
Durabilité :	Excellente. Résiste bien aux champignons lignivores.
Usage :	Menuiseries de bâtiment, extérieures et intérieures, pouvant être vernies. Construction navale, agencement, escaliers, parquets, moulures, charpente décorative, mobilier rustique.

### 57. Okoumé

Autres noms :	Acajou du Gabon, Moukoumi, N'kumi
Nom scientifique :	<i>Aucournea klaineana</i>
Provenance :	Congo, Rio Muni et surtout Gabon (200.000 tonnes).
Description :	Bois parfait rose saumon, plus ou moins foncé, grain mi-fin, contre-fil plus ou moins saillant, texture homogène ; aubier de 2 à 5 cm, grisâtre.
Densité :	de 0,35 à 0,50 à 12% d'humidité.
Dureté :	Bois tendre et très léger, retrait plutôt faible, peu nerveux.
Propriétés mécaniques :	Assez faible résistance mécanique, résilient, peu fissile.
Propriétés technologiques :	Usinage assez difficile ; le contre-fil donne un aspect pelucheux au sciage et parfois au rabotage ; désaffûte rapidement les scies et les lames à trancher ; par contre, en fil travers, se déroule bien, se cloue et se visse très bien, se peint et se vernit facilement.
Durabilité :	Assez moyenne, surtout à l'extérieur ; résiste mieux aux insectes xylophages qu'aux champignons lignivores.
Usage :	Menuiserie légère, moulures et surtout contreplaqués et lattés toutes gammes.

### 58. Padouk

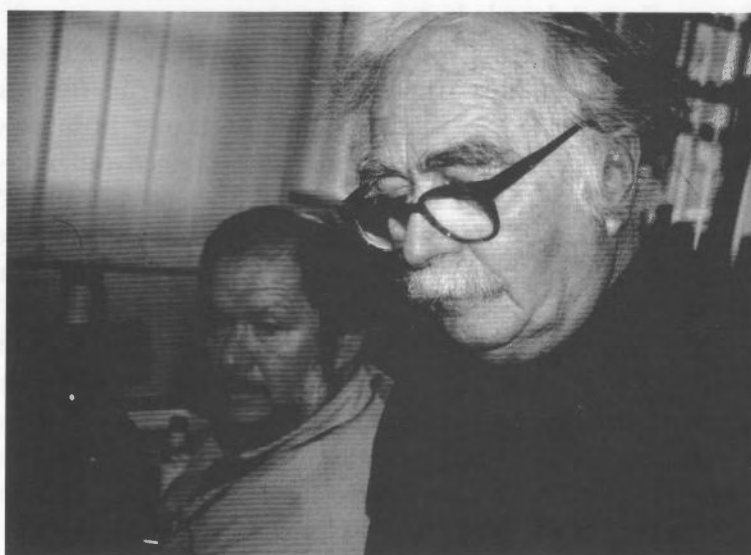
Autres noms :	Bois de corail
Nom scientifique :	<i>Pterocarpus saoyauxii</i>
Provenance :	Cameroun, Gabon.
Description :	Bois parfait, corail rouge dont la teinte s'altère en violet-noir en vieillissant. Grain mi-fin, fibre droite ; aubier différencié, blanc, inutilisable.
Densité :	de 0,65 à 0,80 à 12% d'humidité.
Dureté :	Bois dur et mi-lourd.
Propriétés mécaniques :	Faible retrait, moyennement nerveux, bonne résistance aux chocs. Élastique, résilient mais plutôt fissile, un peu cassant.
Propriétés technologiques :	Se scie et se rabote facilement, se tourne, se polit et se peint sans difficulté.
Durabilité :	Très résistant aux termites et autres insectes xylophages ainsi qu'aux champignons lignivores. Résiste donc bien à l'extérieur.
Usage :	Menuiseries extérieures, escaliers, parquets décoratifs, confection navale, marqueterie. Peu importé car assez onéreux.

### 59. Sapelli

Autres noms :	Aboudikro, Sapele
Nom scientifique :	<i>Entandrophragma cylindricum</i>
Provenance :	Côte d'Ivoire, Congo, Gabon, Ghana, Cameroun, Nigéria, Rio Muni.
Description :	Bois parfait de couleur brun rouge à reflets dorés, grain assez fin, fibre rarement droite, contre-fil donnant un aspect rubané très régulier, sur quartier souvent figuré ; aubier différencié gris rosâtre, odeur de cédrat caractéristique.
Densité :	de 0,60 à 0,75 à 12% d'humidité ; de 0,85 à 0,95 à l'état vert.
Dureté :	Mi-dur, mi-lourd, retrait moyen, délicat à sécher mais stable une fois sec, assez nerveux.
Propriétés mécaniques :	Bonne résistance mécanique, surtout dans le sens du fil, adhérent et élastique, assez fendif, parfois cassant.
Propriétés technologiques :	Usinage facile malgré le contre-fil (réglages des contre fers et de l'angle de coupe au rabotage). Se colle, se peint, se vernit bien, se cloue et se visse bien.
Durabilité :	Bonne durabilité, résiste bien aux termites et aux autres insectes xylophages.
Usage :	Menuiserie fine intérieure et extérieure, ébénisterie, décoration, placage tranché.

### 60. Sipo

Autres noms :	Assie
Nom scientifique :	<i>Entandrophragma utile</i>
Provenance :	Côte d'Ivoire, Ghana, Nigéria, Camrou, Congo, Gabon, R.C.A.
Description :	Bois parfait de couleur acajou brun-rosé à reflets violacés, grain assez fin, fibres un peu tourmentées. Contre-fil donnant un aspect rubané sur quartier, texture très homogène ; aubier différencié de 2 à 4 cm, rose grisâtre.
Densité :	de 0,55 à 0,70 à 12% d'humidité ; de 0,65 à 0,75 à l'état vert.
Dureté :	Relativement tendre, assez léger, moyennement nerveux.
Propriétés mécaniques :	Résistance mécanique moyenne, assez élastique, moyennement fissile et adhérent, plutôt cassant aux chocs.
Propriétés technologiques :	Travail facile, légèrement désaffûtant ; se colle et se peint sans difficulté, se vernit, se cloue, et se visse bien.
Durabilité :	Assez bonne. Résiste bien aux termites et n'est pas attaqué par les <i>Lyctus</i> .
Usage :	Menuiseries extérieures et intérieures, agencement, ébénisterie et décoration, escaliers, construction navale, placage déroulé et tranché.



Maurice Heullant et Jean-Paul Maurice aux Journées d'Entrevaux

À la mémoire de Maurice Heullant, menuisier-ébéniste, mycologue et botaniste

***Amanita muscaria* [var. *formosa*] f. *europaea* Neville & Poumarat 2002**  
**Une nouvelle station dans la châtaigneraie de Méailles (Alpes de Haute-Provence)**

Dr L. Giacconi, 04320 Entrevaux – courriel : lucien.giacconi@wanadoo.fr

La châtaigneraie de Méailles, située au nord d'Annot à 900m. d'altitude, a été explorée chaque année lors des Journées Mycologiques d'Entrevaux, et particulièrement étudiée par Jean-Paul Maurice (Bulletins de l'AEMBA N°32 [1999] et 43 [2044]). Il ne s'agit pas d'une châtaigneraie exclusive, mais d'une forêt mixte à châtaigniers très largement dominants (*indefinitum*) où l'on trouve, épars, quelques feuillus (surtout des chênes et de rares érables), et même quelques conifères (*Pinus sylvestris*).

Le 21 novembre 2012, l'AEMBA avait organisé sur les lieux une sortie commune avec les membres de l'ANNAM et de la Société Mycologique de Digne. La récolte, étudiée dans l'ancienne salle de cinéma de la mairie d'Entrevaux, s'était révélée particulièrement fructueuse, riche notamment de nombreux cortinaires d'interprétation plus que difficile (les cortinariologues renommés n'étaient pas là !).

Mais l'espèce la plus étonnante, que nous avons reconnue avec, il faut bien l'avouer, une certaine excitation et une grande surprise (car elle n'avait jamais été identifiée dans la région), a été la fameuse *muscaria* jaune décrite par Pierre Neville sur des exemplaires que nous avons découverts à deux reprises dans une pessière humide près de Vescles (Jura) au cœur de la «Petite Montagne». Il s'agissait alors de nombreux individus, robustes, élevés, de taille égale, alignés et serrés dans une ronde parfaite autour d'un épicéa dressé au centre géométrique du cercle. Un spectacle étonnant ! De nombreuses *muscaria* « normales » [*Amanita muscaria* (Linné 1753 : Fries 1821) Lamarck 1783] poussaient éparses à perte de vue dans le bois, avec des rondes absentes ou mal formées.

Dans la châtaigneraie de Méailles, les exemplaires étaient plus disséminés (absence de ronde) et jaillissaient du tapis de feuilles mortes en raison d'un stipe très long : jusqu'à 25 cm pour les plus robustes. Au voisinage des châtaigniers très âgés, il existait un petit chêne et un érable très grêle. Fait encore plus étonnant, nous n'avons découvert aucune *muscaria* normale dans les environs, et même nulle part dans le bois.

Pour la récolte jurassienne, Pierre Neville décrit (2004) un chapeau à marge crénelée (ce que nous retrouvons sur nos exemplaires), mais des colorations du chapeau et des verrues piléiques sensiblement différentes : « dans la première récolte brun foie au centre (vers Methuen 6D7), passant vers la marge à un jaune doré nuancé de brun-olive (vers 5C8). Verrues piléiques semblant avoir été jaunâtres au départ, mais prenant une tonalité brunâtre au stade étudié. Dans la seconde récolte, le chapeau est d'abord d'une teinte safran (vers Methuen 5A6) avec une tonalité légèrement verdâtre (vers 4A8) qui passe ensuite à une nuance plus orangée (vers 5A8), surtout au centre du chapeau étalé, les verrues issues du voile général sont chamois grisâtre très pâle ». Anneau « pelucheux à sa face inférieure, non strié sur sa face supérieure et bordé de flocons ou crénelures jaunâtres-grisâtres. » (id.)

La description des exemplaires jurassiens ne correspond pas tout à fait à celle de Méailles, notamment en ce qui concerne la couleur, d'un jaune plus franc, les verrues piléiques, minuscules, d'un blanc pur, surtout regroupées sur le pourtour du chapeau, les squames remontant sur le stipe et peut-être l'aspect de l'anneau.

Pierre Neville considère à juste titre que les rares récoltes européennes et notamment l'abondant matériel de Vescles ne sont pas identiques au taxon américain pour les raisons suivantes : « Les récoltes d'individus à chapeau jaune, trouvées en Europe, sont toutes ponctuelles et faites au voisinage d'individus normaux. Cela suggère qu'ils correspondent à l'*Amanita muscaria* normale, présente alentour, mais affectée d'une simple mutation d'au

moins un des gènes contrôlant la synthèse du pigment rouge. Cependant, on ne peut être sûr que le gène défectueux dans la synthèse du pigment rouge soit le même dans tous les cas. En effet, il est très probable que plusieurs gènes soient impliqués dans cette synthèse et que la défection de l'un quelconque d'entre eux aboutira toujours au même résultat : l'absence de rouge sur le chapeau. » (id.)

Il convient seulement de signaler les différences entre les exemplaires de Vescles et ceux de Méailles, notamment la couleur du chapeau et surtout la taille des stipes. A noter que cette *muscaria* jaune n'a jamais été signalée sous châtaignier. Il s'agit peut-être d'une forme écologique, la nature du milieu ayant souvent été mise en cause par les auteurs : Heim, Becker, Romagnesi, Azéma, et bien d'autres mycologues contemporains.



*Amanita muscaria* [var. *formosa*] f. *europaea* Neville et Poumarat 2002

#### Bibliographie :

Neville P., Poumarat S., 2004, Amaniteae, Fungi Europaei, Candusso éd., 1120 p.

### Etudition comparationnelle de la noblitude de la ramassance du cèpe (*Boletus edulis*) et de la majestation de la cueillitude de la trompette des morts (*Craterellus cornucopioides*).

Didier Borgarino & Jean Borgarino, La Tuilière 84160 Cadenet – courriel : tuiliere@free.fr

#### A ambiens, A ambiennes,

Ce bulletin, qui est le nôtre, ne brille généralement pas par un amour immodéré du règne fongique, en tant que pourvoyeur de l'alimentation humaine, s'entend. Tout au moins. On ne compte plus dans ses pages lugubres, les accusations assassines sur de bons vieux champignons que le commun consommait jusqu'alors sans se poser de questions : le tricholome équestre, les morilles, le shiitaké, les oreilles de Judas..., j'en passe et des encore meilleurs. Le terme même de « comestible » est désormais banni des colonnes, et la moindre recette de poulet aux girolles vaut excommunication. Cependant, en silence, la révolte gronde...

Aussi ai-je décidé de transgresser une fois pour toutes l'interdit giacomonien en faisant ici l'éloge d'un champignon qui se mange. Voilà, ça y est, le gros mot est lâché.

Pour pouvoir distiller ci-dessous ma chronique gastronomique, j'avoue avoir été conduit à faire usage de la ruse, la force et les menaces n'ayant mené à rien. En fait, j'ai tout simplement remis ma copie le dernier jour avant impression, à minuit moins cinq et directement à l'imprimeur. L'auguste mycophobe qui nous tient lieu de président n'y a vu que du feu. Il faut dire que je lui avais envoyé pour le rassurer un titre soporifique : « Contribution à l'étude des paramètres hépatiques chez la collembole femelle, après consommation aigue de lamelles fongiques du genre *Strobilurus* ». Bref, la censure a été censurée. Lorsque les foudres entrevalaises s'abattront sur moi, il sera trop tard...

Le stratagème a un inconvénient toutefois, c'est qu'il n'est pas reproductible. Cet article sera donc probablement mon dernier dans ces pages, à moins qu'une pétition de soutien massive ne fasse fléchir l'inflexible. (Envoyez vos dons au 3615mycofolie, merci !).

Mais pour cet opus ultime, quel champignon choisir, je vous le demande ? Il fallait quelque chose de noble, d'universel, d'incontestable. J'ai réfléchi et passé en revue tous les candidats potentiels. Dans le lot des rares espèces possibles, l'oronge, puis la truffe, ont, un instant, tenu la corde. Mais l'évidence s'est imposée à moi : c'est entre le cèpe et la trompette des morts que je devais trancher. Eh bien, mes amis, dussé-je passer pour un indécis, un Salomon des garrigues, un Buridan des jachères, je dois avouer que je n'y suis point parvenu, et c'est précisément ce dont vont vous démontrer les lignes ci-dessous.

(Je sais, j'aurais pu écrire comme tout le monde « ce que vont vous démontrer », ou « ce dont vont vous convaincre », mais je trouve que « ce dont vont vous démontrer » ça a une autre gueule. J'aurai pu écrire aussi « ce que vont vous convaincre », mais ça, ce n'est pas français.)

Entrons dans le vif du sujet : la différence est formelle entre l'unicitude du bolet, qui fait un avec son tout. Et dont l'intégrité est manifeste : qui n'a jamais cueilli un bolet rotundobolique me jette le premier mousseron !

---

<sup>1</sup> La mention de cette nouvelle science mycologique© a été votée à l'unanimité par le Comité de lecture

L'acte de cueillir est ici un acte fini, car l'exemplaire à ramasser se suffit à lui-même. Entier et indivisible, au moins autant que la république. Il est un et indissoluble. Alors que la trompette se dissout, et dix sous c'est pas beaucoup, dans une pointe de crème fraîche. Le bolet est clairement charnu, il se déborde de partout, se situe dans l'épanouissement rubensique, l'abondance manifeste, le trop plein félinien.

Le bolet est rond quand la trompette est conique. Pour la trompette, on part d'un rien pour aller vers un infini qui se peut être intemporel s'il a perdu sa montre. La trompette est le trou noir de la mycologie. On s'en va vers un autre part, plein de terre sablonneuse et probablement même d'asticots. La rotondité du bolet, comme celle de la cucurbitte, contient l'univers dans un espace fermé. La sphère, volume parfait des anciens (souvenons-nous de Pline le vieux qui n'arrêtait pas de pouffer : « la sphère était si ronde qu'elle n'avait qu'un seul côté »). A propos de Pline l'ancien, on peut souligner qu'il est mort lors de l'éruption du Vésuve en vachement avant Jésus-Christ ou peut-être même après, et justement, si l'on prend le Vésuve et qu'on le retourne avec Photoshop, il ressemble bougrement à une chanterelle. *Quod erat demonstrandum.*

Soulignons le fait que le chapeau du bolet est son propre prolongement physique certes, mais également temporel. Le chapeau est le futur du pied, de même que la FAMM est l'avenir de l'OM. On passe insensiblement, tandis que les hyphes migrent inexorablement, d'une boule fermée à une boule ouverte, unidimensionnelle évidemment. A la question de savoir si le cèpe se développe en trois ou quatre dimensions, nous répondons qu'il ne faut pas se tromper de sujet, et que la relativité étant ce qu'elle est, tout dépend de l'espace dans lequel se situe la poêle à frire.

Ainsi qu'il apparaît ci-dessous, et c'est tout à son honneur, le cèpe peut pousser à une vitesse prodigieuse. L'histoire qui suit n'a d'intérêt que si elle est authentique. Je vous prie donc de me croire sur parole, comme j'ai moi-même écouté sans broncher la gentille demoiselle qui m'a raconté la mésaventure survenue à son oncle Emile : ce dernier faisait une petite sieste dans la magnifique hêtraie sapinière qui borde le carrefour de Clermont-les-flots lors qu'on va de Chamonix à Vesoul. La matinée avait été fameuse, l'oncle Emile avait rempli son panier de bolets premier choix. Après le pique-nique, et avant de reprendre la route, il s'était accordé un petit somme contre un fayard complice. Emile avait la sieste généreuse. Il ronflait comme un sanglier en rut. Au bout d'un moment, il commença à remuer sur sa couche, gêné par une racine qui lui meurtrissait le dos. La douleur finit par le réveiller complètement. C'est en se levant qu'il eut la révélation : la pseudo racine était en fait un magnifique cèpe qui lui avait poussé entre les omoplates. Emile avait été réveillé par une impériosité bolétoturgescente, une érection fongiticielle !

Authentique, vous dis-je ! Ensuite, c'est à vous de voir...

Le ramassage des trompettes se situe dans l'achèvement complexif d'un cheminement ondulatoire à condition toutefois que ces dernières ne poussent pas en cercles concentriques. Nous trouvons dans l'expression « trompettes de la renommée » l'indication formelle de la sociabilité grégaire de la trompette ainsi que celle des autres instruments à corde, comme par exemple le bateau à voile. La trompette dans son essence intrinsèque et pléonastique n'existe que par ses semblables, comme « le violon ne prend son sexe qu'avec l'archet qui le touche », car, ainsi que le disait Alphonse Rimbaud : « je ne serait-il pas un autre, des fois ? ». Ce qui ne simplifie pas toujours les déterminations.

La notion d'infini dans le cèpe n'est pas la même que dans la trompette. La dimension bouclée du cèpe engendre l'infini (Nul ne peut en faire le tour sans repasser inexorablement par le point A. (Voir figure 1). Dans le cas de la trompette, on est dans le cas d'une courbe ouverte, ce qui *a priori* est à relier directement à l'expression mycoscopique d'une formulation de l'expansion de l'univers ou même des univers, et nous soulignons le pluriel, qui a son importance. Sachant que les univers

multiples sont parfois dénommés « multivers », il serait prudent d'écarter le sujet pour éviter, justement, que des asticots ne viennent boulotter nos cèpes d'étude.

La couleur du bolet est naturelle. Celle de la trompette est trompeuse. D'un noir insoutenable, d'autant plus insoutenable qu'il est gris à l'extérieur.

La délicate retenue du bolet rappelle celle de la lépiote pudique lorsque celle-ci était encore innocente. Tandis que la frivolité trompette resplendit, aguicheuse et tentatrice, soulevant ses jupons inversés, telle une Marilyn Monroe belge dans « Cèpe tentant de réflexion ». Amen.

Tout est dans rien et réciproquement. Le bolet est dans la trompette. La trompette est dans la fosse d'orchestre. Souvenons-nous d'Amstrong, le seul trompette capable de gagner le tour de France en marchant sur la lune. Sa trompette bouchée, n'était-elle pas injustement obstruée par une bolée de cidre alors qu'il était en tournée en Bretagne inférieure ?

D'un autre côté, la trompette est un aspirateur, un vide assourdissant ou le plongeur de champignons cueille inéluctablement. Ou l'inverse peut-être. La trompette appelle la trompette comme, chez les cervidés, le brame appelle la cervoise. Nul homme digne de ce nom, ne peut reculer devant une trompette offerte. C'est d'une addiction qu'il s'agit. La première trompette est pareille à la première cigarette, gitane bleutée dont la silhouette aguiche, et qui annonce d'autres réjouissances coupables. Le bolet est une sorte de notaire, une assurance-vie, un dimanche après-midi. La trompette est andalouse, voyage, folie.

Si la trompette était un instrument de musique, attendez, laissez-moi réfléchir, ce serait sûrement un clairon ; ou peut-être même une trompette, pourquoi pas, youquaidi youq-Aïda, haut les chœurs ! Enthousiasme, envol, légèreté.

Le cèpe, avec tous ses tuyaux bien rangés, est incontestablement et à jamais, la métaphore parfaite de l'orgue de Notre-Dame, en moins bruyant. Du massif, du solide, du consistant.

Alors plutôt orange ou plutôt citron ? Tendresse ou passion ? Boule ou Bill ?

Quelles relations animent les sentiments du bolet pour la trompette, et réciproquement ?

Ce n'est pas facile à mesurer, car certains champignons, comme leur nom l'indique, sont extrêmement pudiques. Ce que l'on peut aisément vérifier, c'est que le bolet étonne la trompette car celle-ci est sourde, d'où la taille relative du pavillon. En revanche, ce que fait la trompette ne surprend pas du tout le bolet, car ce que fait la trompette, c'est justement ce à quoi le bolet s'attend.\*

\*Je vous prie de bien vouloir m'excuser, mais c'était inévitable.

D'un point de vue arthrosique, il n'y a pas tellement de différence entre la ramassage du cèpe et la cueillitude de la trompette des morts, ni même entre la cueillitude du cèpe et la ramassage de la trompette des morts, les quatre poussant aussi bas que possible, et jamais sur les arbres comme les figes. C'est bien dommage, mis à part peut-être dans l'omelette où la fige fait bien pâle figure quand on ajoute les œufs.

Sur le plan stratégique et cérébralement parlant, le cèpe n'est pas un génie du camouflage. C'est plutôt un gros balourd qui s'expose et se donne au premier péquin qui passe. Sa poussitude en pleine medianeté des chemins, dans la mousse verte alors qu'il est brun, m'a toujours semblé être une sorte de suicidation fongitique. Si le cèpe avait un minimum de futabilité, il pousserait en vert quand la mousse est verte, et en brun uniquement quand la chlorophylle est marron. Mais allez donc demander à un bolet d'avoir inventé la spore !

Savez-vous, chers camarades, si vous êtes encore là, pourquoi les champignons sont moins performants que les autres mammifères et raisonnent vraiment comme des pieds ? C'est parce que, justement, ils ont le cortex mal placé, en général autour du stipe. C'est d'un ridicule !

La trompette est beaucoup plus taquine. Elle joue à cache-cache (trompe-trompe) dans les sous-bois, noir sur noir ou presque, et bien malin qui verra la première de la série (noire).

Comment repérer une troupe de trompettes dans un bois ? C'est facile, même lorsque les trompettes ne jouent pas de la flûte. J'hésite à dévoiler sur la place publique un secret millénaire qui, normalement, ne doit circuler que de bouche de druide à oreille de druidesse, et je vais peut-être avoir des ennuis, mais tant pis, ma générosité est sans borne, et vous ne me remercirez jamais assez de cet altruisme dont je ne reviens pas moi-même. Voici la recette : dans le bois propice, tracer un carré d'environ vingt mètres de côté. Matérialiser la chose avec quatre piquets et un morceau de ficelle. Faites attention à ce que les angles soient bien droits, c'est très important pour la suite, vous allez comprendre. En faisant ainsi, vous obtenez forcément quatre coins. Et c'est là, précisément dans les angles, qu'il faudra chercher les trompettes, car les trompettes poussent toujours dans des coins, que l'on appelle d'ailleurs fort justement des coins à trompettes. CQFD.

Culinairement, rien ne permet de distinguer une trompette trop cuite d'un bolet brûlé, raison pour laquelle il est judicieux de ne pas essayer de fabriquer du charbon de bois avec les champignons. A l'inverse, les champignons insuffisamment cuits sont glaireux, dégoûtants, indigestes et laxatifs. Une purge. Ne comptez d'ailleurs pas sur moi pour vous donner mes recettes favorites, ni disserter sur les mérites gastronomiques respectifs des uns et des autres. Ainsi qu'il est dit plus haut, il n'est question ici que de ramassage et de cueillitude. Vous ne m'entraînez point sur le terrain de la cuisson, de la savourance, ni même de la parfumitude de nos espèces préférées.

Autre différence : nous connaissons tous un certain nombre d'actrices, chanteuses, mannequines, journalistes, dont le petit nez en trompette est un atout majeur de la réussite professionnelle, ainsi que du charme opérant sur le *vulgum pecus*. Croyez-vous, chères et chers camarades des deux sexes, que ces mêmes célébrités eussent connu autant de succès avec un pif énorme, en forme de bon gros bolet bien rond ?

Croyez-vous que ces starlettes semi-anorexiques qui ont piqué à la trompette sa mincitude, sa fluetterie, son aérence, ainsi que l'ouvertition de son accueilance, aurait-eu à gagner à ressembler à ce gros patapouf de cèpe ?

Je peux me leurrer, mais je ne le crois point. La trompette, longiligne, veloutée, toute de noir vêtue, et ondulant ses courbes sinueuses, est définitivement et incontestablement cent fois plus glamour que le cèpe. Voilà, c'est dit.

Cela étant posé, je précise tout de suite que mon point de vue n'est pas universel. Les asticots par exemple sont d'un avis contraire, et préfèrent de très loin la grassique charnution du cèpe à la dessicateuse maigritude de la trompette.

A l'issue de ce tour d'horizon des mille et une similitudes différentielles entre qui vous savez et son contraire, j'avoue ne pas être plus avancé pour autant. J'en suis donc rendu à demander l'avis du public, si vous le voulez bien, et je vous propose de nous envoyer votre avis par SMS (Special Mycologic Survey) : pour voter pour la trompette faites le 1, pour voter pour le cèpe faites le 2.

Parfois, Dieu soit loué, il arrive de trouver, dans le même bois, bolets et trompettes. Et là, forcément, c'est le bonheur absolu, il n'y a plus à choisir : on peut les aimer tous les deux. Ensemble. Enfin.

- Je me suis trompété de route, dit le bolet.

- On Satan au tournant, dit la trompette.

## VOUS REPRENDREZ BIEN ENCORE UN PEU DE CACA DE LUNA?

LE MYXOMYCETE *FULIGO SEPTICA* EST CONSOMME PAR CERTAINES COUCHES DE LA POPULATION MEXICAINE...

Par Tjakko Stijve, St.-Légier, Suisse et Georg Sobestiansky †, Nova Petrópolis, Brésil.

Comme beaucoup de nos lecteurs ne le savent peut-être pas, les myxomycètes sont des amibes. Ils sont bien différents des champignons, puisqu'ils ont le pouvoir de se déplacer. En effet, les myxomycètes ou mycétozoaires possèdent toutes les caractéristiques des amibes, surtout dans leur phase de plasmode, quand ils rampent sur les supports (feuilles mortes, bois pourri, mousse, etc.) qu'ils colonisent pour se nourrir principalement de bactéries, des champignons et d'algues. A leur maturité, ils passent à un stade reproducteur et fixe où l'organisme n'a plus besoin de nourriture. Ils se transforment alors en véritables sacs contenant des spores.

Puisque la plupart des "myxos" ne mesurent pas plus que quelques millimètres, on doit les chercher à la loupe, et encore aux endroits appropriés. Pourtant, il y a une espèce beaucoup plus grande que chaque amateur de champignons a déjà rencontrée pendant ses randonnées. Il s'agit de *Fuligo septica*, un myxo qui se présente comme une plasmode d'une belle couleur jaune, de quelques centimètres carrés, rampant sur les feuilles d'arbres en décomposition ou sur des cônes et du bois pourrissants. Il est également appelé "fleur de tan", puisque autrefois on le voyait très souvent foisonner sur la matière première des tanneries! Dans les pays tropicaux ou semi tropicaux ce myxo peut devenir très grand. La photo ci-jointe montre une plasmode spectaculaire de plusieurs décimètres se déplaçant sur une planche de bois pourri, qui se trouvait sur le terrain de l'entreprise *Floricultura Ursula*, située à Nova Petrópolis dans le sud du Brésil. En 1973, aux Etats Unis, dans les environs de Dallas, Texas, il y avait une prolifération massive de *Fuligo septica* dans un quartier résidentiel. Les grandes plasmodes jaunes qui envahissaient les jardins ont provoqué une panique chez les habitants, qui croyaient avoir affaire à des extraterrestres! D'autres pensaient qu'il s'agissait des bactéries qui – ayant subi une mutation – allaient envahir toute la surface de la terre...

Un autre myxo qui peut devenir très grand est *Enteridium lycoperdon*, qui-, après une vie de quelques jours comme masse gélatineuse, se transforme pour ainsi dire en un sac de papier contenant une masse de spores rappelant plus ou moins une vesse de loup (photo).

Il est surprenant d'apprendre que les deux espèces sont mangées par certaines couches de la population de Veracruz (Mexique). Les grandes fructifications qu'on trouve périodiquement là-bas sont appelées "caca de luna" (!) par les indigènes, qui en préparent un mets frite. Selon le Professeur Gaston Guzmán, mycologue mexicain bien connu, on mangerait dans l'Etat de Chiapas également le *Lycogala epidendrum*, un myxo beaucoup plus petite, d'une belle couleur rouge, qu'on trouve également chez nous.

On pouvait se demander si, comme les champignons, les myxos auraient une certaine valeur nutritionnelle. Pour pouvoir répondre à cette question, nous avons analysé le plasmode jaune de *Fuligo septica*, après l'avoir séché et moulu pour obtenir une poudre homogène. Le plasmode frais contient environ 70 % d'eau. La poudre sèche a approximativement la composition suivante: 4 % de graisse, 5 % de glycogène, 4% de sucres, 30 % de protéines et env. 6 % d'acides aminés libres, ce qui n'est pas très différent de certains champignons comestibles. Par contre, le myxo se distingue par une teneur en sels minéraux (cendres) d'environ 35 %, consistant principalement de sels de calcium, un élément plutôt rare chez les champignons. Parmi ces sels, la chaux (carbonate de calcium, CaCO<sub>3</sub>) est prédominante. On peut démontrer sa présence en versant un peu d'acide chlorhydrique ou de vinaigre sur la masse des spores. Il se dégage alors, avec effervescence, une bonne quantité de gaz carbonique (CO<sub>2</sub>). Notre *Fuligo* constitue donc un aliment riche en calcium. Les deux autres myxos qu'on mange en contiennent beaucoup moins.

Il est bien connu que beaucoup de champignons ont la capacité d'extraire des métaux lourds des sols et de les concentrer. Par conséquent, les champignons sauvages – cèpes, coulemelles et pieds-de-mouton – vendus sur les marchés ont souvent des teneurs excessives en mercure, en cadmium et en plomb. Nous avons voulu savoir si les myxos préférés des Mexicains seraient également pollués par ces métaux toxiques. Or, nos analyses ont montré que pour plusieurs échantillons de chaque espèce, les résultats étaient plutôt rassurants. Les teneurs en ces métaux lourds ne dépassaient guère les prescriptions légales suisses pour les champignons cultivés.

Toutefois, en soumettant les trois myxos à un dosage simultané d'environ 60 éléments chimiques, nous avons pu faire quelques observations intéressantes. Tous les échantillons de *Fuligo* contenaient d'énormes concentrations (jusqu'à 0,5 pourcent!) de zinc et de manganèse, ce qui est quand même insolite pour un être vivant. On se demande bien quelle utilité pourraient avoir ces métaux pour ce myxo! En outre, il s'est avéré que *Fuligo* ne concentre pas seulement le calcium, dont il a besoin pour la formation de son péridium, mais aussi deux autres métaux alcalino-terreux, qui sont le baryum et le strontium. Peut-être que *Fuligo* est incapable de discriminer entre ces métaux chimiquement semblables et qu'il les pompe du sol en même temps que le calcium.

La préférence pour tous ces métaux n'est pas partagée par l'*Enteridium lycoperdon* et *Lycogala epidendrum*, qui en contiennent des quantités plutôt modestes. Chose étrange : *Lycogala* concentre le cuivre, un métal qui est plutôt exclu par les deux autres myxos.

Les concentrations élevées en métaux légèrement toxiques dans le *Fuligo septica* ne semblent pas dangereuses pour les consommateurs. Puisque ce mets exotique ne constitue qu'une partie négligeable de la nourriture de la population autour de Veracruz, il n'y a pas pour elle un risque d'empoisonnement chronique par des métaux comme le zinc, le manganèse ou le baryum.

Notre petite étude montre que les myxomycètes se différencient aussi des champignons par leur affinité pour plusieurs métaux. Leur placement dans un règne à part se justifie donc encore un peu plus.

### Littérature

- Villarreal, L. 1983 – Algunas especies de myxomycetes no registradas para el Estado de Veracruz. *Bol. Soc. Mex. Mic.* **18**, p. 153 – 164
- Stijve, T. , D. Andrey et W. Goessler. 2000 – Accumulation de plusieurs métaux par *Fuligo septica* (L.) Wiggers et par quelques autres myxomycètes. *Bull. Soc. Mycol. Fr.* **116** (1), p. 27 – 33

### Illustrations (photos, de gauche à droite)

- *Enteridium lycoperdon* ( Gerrit J. Keizer)
- *Lycogala epidendrum* ( Tjakko Stijve)
- *Fuligo septica* (Georg Sobestiansky)



