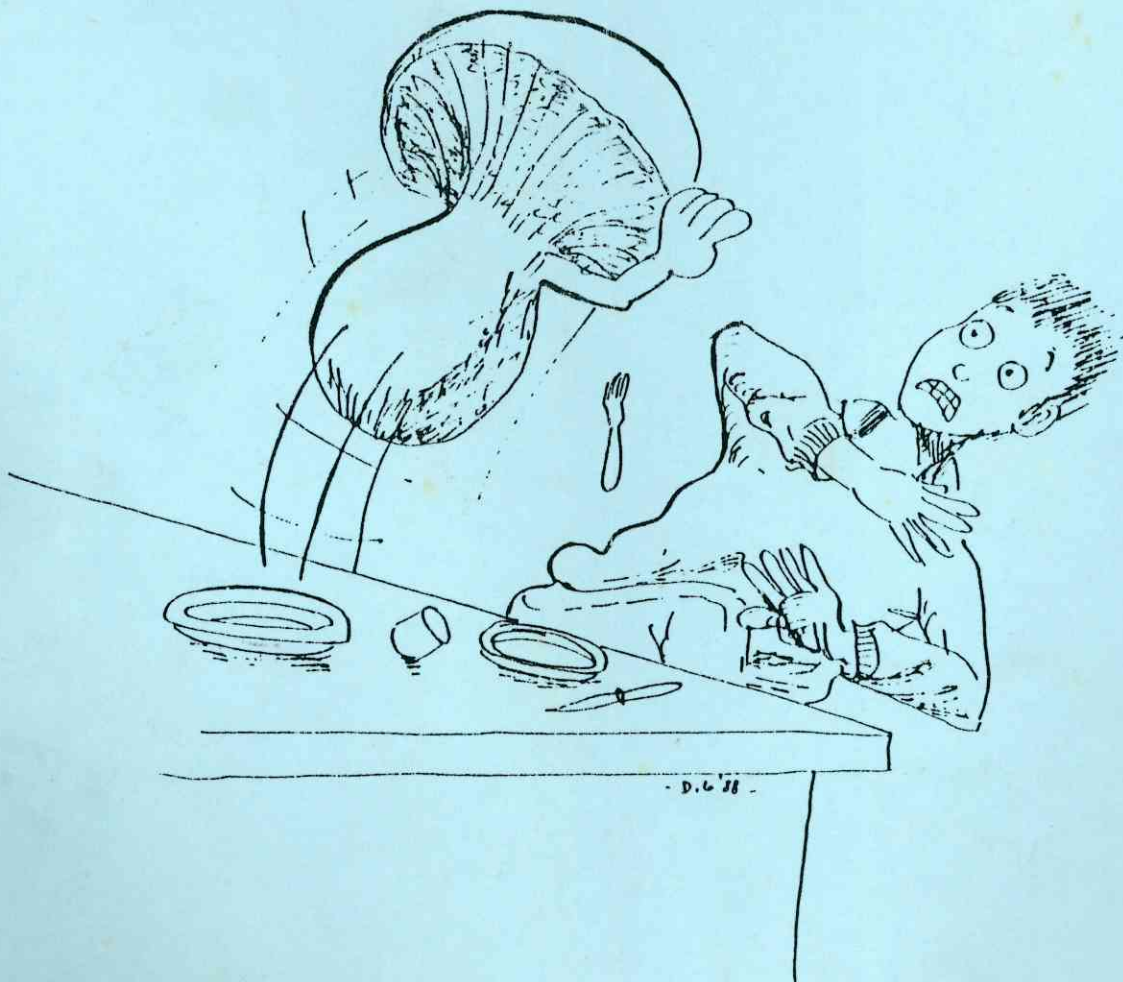


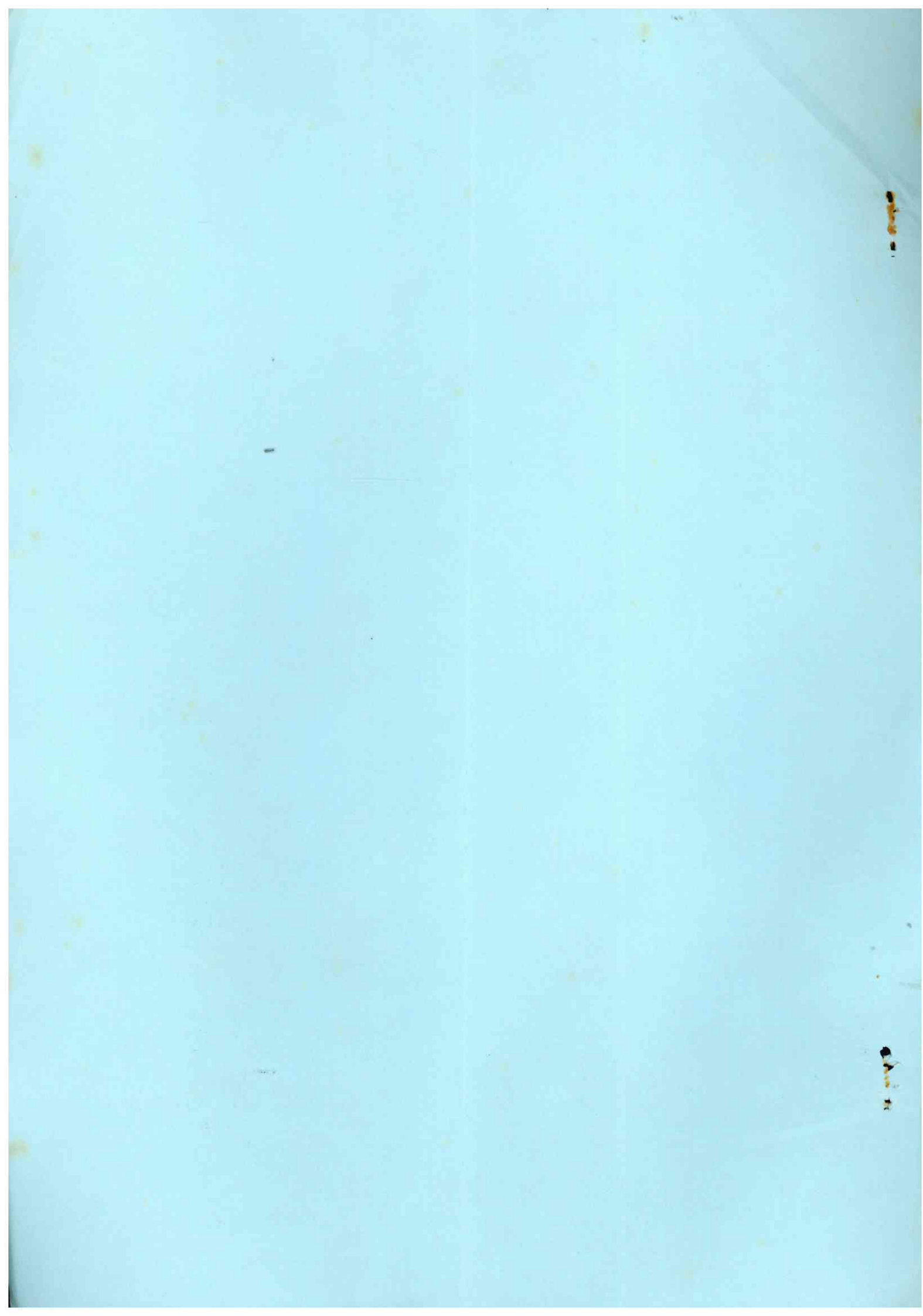
# AEMBA

BULLETIN N° 20 - NOVEMBRE 1988

L'ÉCOLOGIE DE L'AN 2000

CHAMPIGNONS "COMESTIBLES" . . .  
. . . ATTENTION, DANGER !





BULLETIN N° 20

SOMMAIRE

- Page 1 : EDITORIAL
- Page 2 : ECOLOGIE ET CHIMIE : AVENIR DE LA MYCOLOGIE  
par René-Charles AZEMA
- Page 7 : LA LAVANDE par Linda RICHE
- Page 8 : TOXICITE DES CHAMPIGNONS "DITS" COMESTIBLES  
par le Docteur Lucien GIACOMONI

EDITORIAL

Ce Bulletin paraît avec un regrettable retard par suite "d'une grève sans préavis d'une certaine catégorie de personnel technique". Mais par suite d'une répression impitoyable d'origine présidentielle, les mutins ont demandé l'AMAN (nous les avons solennellement menacés d'être obligés de participer à un Congrès de Cortinariologues). Nous pouvons donc offrir aujourd'hui aux mycologues leur nourriture préférée.

Il s'agit d'un bulletin de transition. Mais, dès le prochain numéro, nos lecteurs frustrés retrouveront les rubriques dont ils se délectent avec fureur, et qui seront prochainement traduites en tchécoslovaque et en japonais afin de satisfaire les populations mycologiques lointaines qu'il n'est pas admissible, à l'orée du XXIème siècle, de priver du droit à la culture.

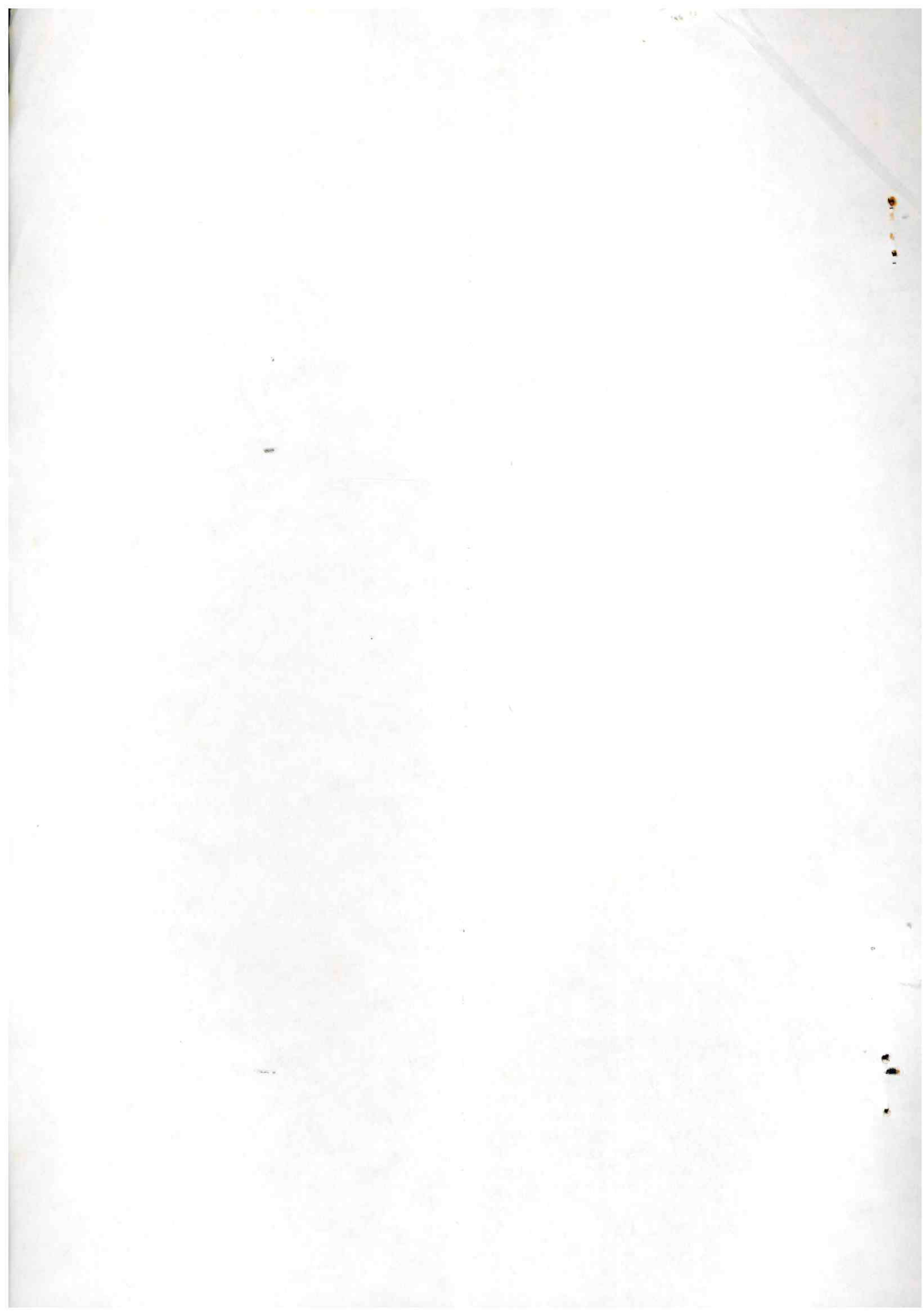
Les deux articles de fond que nous vous soumettons aujourd'hui sont également l'objet des deux conférences présentées au XIèmes Journées Mycologiques d'Entrevaux, avec débat public.

-Premièrement, selon René-Charles AZEMA, comment concevoir l'Ecologie et la Mycologie en l'an 2000 (soyons optimistes !)  
Il s'agit d'un article original signé par le toujours fringant "Tigre" de Malakoff.

-Deuxièmement, selon le Dr Lucien Giacomoni (Président héréditaire) comment arriver jusqu'en l'an 2000 en évitant les overdoses de champignons "dits" comestibles. Ce travail est extrait d'un Diplôme d'Université : "Intoxications par les Champignons et Responsabilité des Déterminateurs."

"TOUTE IGNORANCE EST UN PÉCHÉ"

Georges BECKER



En 1982 j'écrivais dans mon livre "Les Champignons catalans" :  
" L'étude des champignons, pour la grande majorité des mycologues amateurs, se limite à la recherche d'un nom; sans doute cela est-il profondément regrettable car la vraie connaissance d'une espèce passe avant tout par son écologie."

" On ne connaît pas un champignon parce qu'on sait le nommer" a dit Georges Becker.

La longue étude que j'ai faite des réactions macrochimiques chez les Cortinaires m'a montré que ces réactions sont dues à deux facteurs :  
- la nature du réactif utilisé,  
- la composition chimique de la chair des champignons.

Le Dr. Maurice Potiron a écrit ( BT. SMF. 1950, p.242.) : "Il est de notion courante aujourd'hui que les influences géographiques, météorologiques, physiques, chimiques, retentissent sur la biologie des champignons."

Ces influences ne sont autres que des facteurs écologiques auxquels il convient d'ajouter l'habitat, c'est-à-dire la nature des biotopes. On peut voir, par là, que l'écologie est le facteur déterminant de la nature des espèces et de la composition de leurs chairs.

Écologie et Mycochimie sont donc intimement liées. Les méconnaître c'est refuser toute étude exhaustive des espèces, ce qui, indéniablement est une attitude antiscientifique.

Sans doute est-il plus facile pour un mycologue de relever et d'analyser les facteurs écologiques que d'étudier la composition chimique de la chair des champignons. Ce domaine, du fait de sa complexité et des connaissances scientifiques nécessaires pour seulement y pénétrer, est généralement hors de portée du mycologue de terrain.

Toutefois ce mycologue peut faire un petit pas en utilisant sciemment les réactifs macro et microchimiques.

Cela s'ajoute à d'autres facteurs pour démontrer qu'une utile collaboration doit s'établir entre chercheurs et mycologues.

La réaction macrochimique que presque tous les mycologues sont susceptibles de faire ne donne qu'une très vague indication sur la nature des substances composant les chairs des espèces.

Par exemple :

- On sait que le gaiac donne une couleur bleue au contact des oxydases.
- Les phénoloxydases sont mises en évidence par les naphthol A et B et par le pyramidon.
- L'iode est considéré comme le réactif des substances amyloïdes.

Par contre si on constate le résultat de certaines réactions, on ne peut pas reconnaître les substances responsables.

Par exemple : le T14 du Dr. Henry, réactif classique des Cortinaires donne de belles colorations sur bon nombre de ces champignons. Ces réactions colorées sont différentes suivant, à la fois, les espèces et les parties du champignon touchées. Elles vont du verdâtre au jaune et des rouges aux violets.

On peut en conclure que la nature des substances qui composent les chairs des champignons est différente à la fois suivant les espèces et suivant les diverses parties des carpophores : chapeau, stipe, lamelles... Peut-être même suivant l'âge du champignon en raison même du vieillissement.

### LES CHAMPIGNONS SONT DES ETRES VIVANTS.

Ils sont hétérotrophes, donc ils dépendent de la matière organique déjà formée pour assurer leur nourriture.

Le métabolisme complet des champignons si différent suivant les espèces et si magistralement étudié par feu Fernand Moreau, est encore très imparfaitement connu.

Le champignon est une véritable petite usine chimique dans laquelle l'homme n'est encore entré que très timidement.

Les membranes du mycélium présentent des organes spécifiques, autrement dit des récepteurs qui permettent grâce à un équipement enzymatique particulier l'extraction et l'absorption de substances minérales.

Mais on ne sait pas encore pourquoi les diverses espèces réagissent différemment en présence de métaux lourds toxiques comme le mercure, le cadmium ou le plomb.

Pourquoi les champignons pollués par le mercure transforment-ils une partie de ce mercure en méthylmercure, ce redoutable poison responsable de la maladie dite de Minamata ? Il est curieux de constater que l'on retrouve cette propriété chez les poissons, dans les vases lacustres et.. peut-être dans le corps humain !

De même on ne sait pas encore pourquoi et comment certaines espèces comme Boletus chrysenteron et badius, Craterellus lutescens accumulent plus que d'autres les radionucléides, ces particules radioactives provenant des expériences ou des accidents atomiques.

L'élimination de tous ces produits dangereux absorbés par le mycélium se produit certainement, mais c'est encore une inconnue scientifique. On ne connaît pas la durée de transit dans les mycéliums; il est certainement très long et très variable suivant les espèces ce que semblent démontrer les divers taux de concentration constatés.

### CONNAISSANCE DES SUBSTANCES.

Cette connaissance des substances qui entrent dans la composition des chairs des champignons revêt une très grande importance.

Que de choses à découvrir pour le bien de l'humanité !

Des antibiotiques aux alcaloïdes de l'Ergot du seigle, des moisissures bienfaisantes aux moisissures toxiques, des poisons encore inconnus du Paxillus involutus aux substances hallucinogènes ou cancérigènes, des mycostimulines aux substances anticancéreuses, que de grandes découvertes en perspective pour la Mycologie !

Ce travail sera sans nul doute celui de la Mycochimie du siècle prochain mais, dès maintenant il faut préparer la route du progrès et ôter quelques broussailles qui limitent la vue de nombreux mycologues.

Un mycologue digne de ce nom ne doit pas se désintéresser de tous ces problèmes, tant par ses études et ses recherches que par la diffusion de ces connaissances dans un public presque toujours ignorant.

H. Roques nous a appris (Précis de Botanique pharmaceutique, 1952) que les substances organiques de composition chimique plus ou moins bien connues sont très diverses. Il cite les composés suivants :

- Substances protéiques; la plus grande partie de la matière sèche.
- Substances ternaires : surtout matières amyloïdes, glycogène, tréhalose, mannite.
- Substances grasses : lipides
- Substances résineuses.

De plus les champignons renferment des vitamines (groupe B surtout), des facteurs de croissance, divers acides aminés (balanine), certains amides et vitamine B.I ou aneurine.

Quant aux pigments, dont l'étude actuelle est menée surtout par le Professeur Meinhard Moser et son laboratoire, ils constituent des matières colorantes. Certains, appelés "lipochromes", généralement de couleur jaune orangé ou rouge comme les carotènes, sont solubles dans les graisses. D'autres sont hydrosolubles comme les pigments rouges des

Russules et de Amanita muscaria. D'autres encore sont solubles dans divers solvants organiques : pigment rouge des Bolets. Certains présentent une fluorescence, d'autres enfin peuvent être obtenus à l'état cristallisé comme les acides luridique, téléphorique, polyporique... Il faut ici citer Roger Heim qui a écrit : " Les pigments, s'ils présentent un certain intérêt pour la science, ne constituent qu'un caractère taxinomique artificiel, descriptif et commode. L'identité entre les couleurs des pigments ne peut impliquer la possibilité d'une parenté chimique réelle, elle peut seulement autoriser à la soupçonner.

La Mycochimie, on le voit, est donc l'une des deux grandes sciences, qui sont à développer dès maintenant.

#### APRES LA MYCOCHIMIE, L'ECOLOGIE.

Le mycologue doit développer ses connaissances non seulement sur la mycochimie et le métabolisme des champignons, mais encore sur l'écologie afin d'enrichir son esprit et d'en faire bénéficier les profanes, les récolteurs et autres mycologues.

Son premier devoir est de faire connaître les dangers présentés par la consommation de certaines espèces.

Mais à travers les champignons il faut apprendre aux autres à aimer, à comprendre et à respecter la Nature à travers toutes ses productions, aussi bien végétales qu'animales.

Mais comment assumer cette charge s'il ne connaît pas lui-même les bases de son argumentation, c'est-à-dire s'il n'a pas assimilé et compris toutes ces bases ?

Chaque espèce de champignon n'apparaît que sur des milieux qui lui sont favorables et même indispensables. Ce sont les biotopes. Elle n'apparaît qu'à une certaine époque, celle où les conditions atmosphériques le permettent.

Cela rassemble un certain nombre de facteurs dits "facteurs écologiques"

Il y a, on le sait des espèces printanières, estivales, automnales, quoique les frontières entre ces catégories soient assez lâches. Il y a encore des champignons de la plaine et de la montagne. Mais il y a également des espèces xérophiles, héliophiles, calcicoles, calcifuges, lignicoles, muscicoles, acicoles, thermophiles, etc...

Ce sont là des "groupes écologiques" et, comme l'ont écrit Ch. Delzenne et Van Haluwyn (D.M. Fasc. I, 1971) ces groupes présentent divers avantages :

- détermination facilitée pour les espèces d'habitat strict ou particulier,
- contrôle des habitats classiques permettant de citer soit une écologie nouvelle, soit un habitat plus strict,
- inversement un habitat particulier peut aider à soupçonner une éventuelle espèce nouvelle.

#### FAMILLES VEGETALES.

Les êtres vivants ne vivent pas isolément; ils sont tributaires d'autres plantes, d'animaux avec lesquels ils forment des associations quasi-obligatoires.

Les plantes ont été groupées en unités supérieures de végétation comprenant des classes groupées en cinq milieux :

- aquatique
- maritime
- orophile
- héliophile
- silvatique

Chacun de ces milieux comprend un certain nombre d'"alliances" ou encore de familles végétales. On les nomme en "etea" pour la classe. (Ex. Cisto-lavanduletea pour les cistaies calcifuges)

Les ordres sont nommés en "etalia". Les alliances en "ion". Les phytosociologues parlent encore d'associations nommées en "etum"

Marcel Bon a indiqué que les champignons semblent jusqu'à nouvel ordre plus ubiquistes que les phanérogames et ne sont pas à inclure, pour le moment, dans les unités supérieures de végétation. Peut-être pourrait-on revoir cette position. Je pense, personnellement que l'ubiquité mise en avant peut être facilement acceptée. Les champignons ubiquistes peuvent entrer dans plusieurs familles végétales. Avec une bonne clé des "alliances" il ne paraît pas trop difficile d'inclure les champignons dans ces coupures.

Par exemple prenons Lactarius deliciosus, on peut le placer sans aucun risque dans le Quercion ilicis, Erico-Pinion, Cephalentero-Fagion, Ilici-Fagion etc.. suivant la nature des Pins sous lesquels il pousse. Le Boletus elegans qui ne vient que sous les Mèlèzes sera à placer soit dans le Vaccinio-Piceion s'il vient en montagne sous cet arbre, dans le Quercion robori-petreae ou dans le Carpinion si l'arbre pousse sur des sols secs et maigres ou plus frais et plus riches.

La mycosociologie doit devenir une science équivalente à la phytosociologie car l'une comme l'autre est réglée par l'écologie. Aucun mycologue ne peut s'en désintéresser s'il veut mieux comprendre et définir les choses qu'il étudie.

En France les mycologues qui traitent les champignons dans leur contexte écologique sont rares. C'est assez regrettable.

C'est avec plaisir que je cite ici mon ami Marcel Bon a qui nous devons cet outil indispensable et précieux que sont les Documents mycologiques. Le Professeur Roland Carbiener et ses collaborateurs Jean Trendel, N. Ourisson et A. Bernard, du Laboratoire de Botanique et Cryptogamie, UER des sciences pharmaceutiques de l'Université de Strasbourg font, dans ce domaine un excellent travail. Le Bulletin de l'Association Philomathique d'Alsace et de Lorraine nous permet de suivre leurs études de la mycoflore dans le Grand Ried d'Alsace.

#### COMMENT DECRIRE UN CHAMPIGNON.

Je voudrais ici donner seulement mon avis, ma conception, sur ce sujet, de façon que chacun puisse juger en toute sérénité. La description d'une espèce doit comprendre un certain nombre de points.

Classiquement on décrit l'aspect général, le chapeau, l'hyménium, le stipe, parfois la sporée. Ensuite les organes microscopiques : spores, hyphes, basides, cystides, etc...

Certains mycologues ajoutent parfois quelques mots sur l'habitat, sur la comestibilité et sur quelques réactions macrochimiques, mais toujours très succinctement comme si ces observations ne présentaient qu'un intérêt secondaire.

C'est là une habitude héritée du passé où l'on décrivait une espèce en 5 ou 6 mots latins !

J'estime, quant à moi, que l'habitat, disons l'écologie du champignon, doit être traité en priorité et méticuleusement comme j'ai tenté de le faire dans "Les champignons catalans."

Il faut également parler de la comestibilité reconnue ou douteuse ce qui tient évidemment à la chimie de l'espèce.

Chaque espèce possède, outre ses caractères macro et microscopiques des caractères chimiques dus à la composition des chairs des différents organes. Il importe de les relever par des réactions appropriées si l'on veut faire une description exhaustive sinon scientifique.

Malgré tous ces conseils déjà largement diffusés, on voit trop souvent apparaître, ici ou là, des espèces nouvelles avec des descriptions insuffisantes d'où des sources d'erreurs dans les interprétations.

Qu'il me soit maintenant permis pour conclure et en toute modestie de soumettre le plan suivant aux mycologues qui ont ou qui auront à décrire un champignon.

PLAN PROPOSE POUR LA DESCRIPTION D'UN CHAMPIGNON.

NOM du champignon en latin.

NOM du champignon en français ( cas d'une espèce nouvelle )

I.- HABITAT.

- Nature du sol
- Végétation environnante, arbres surtout
- Saison de récolte ou de poussée
- Altitude
- Exposition
- Façon de pousser : isolé, conné, grégaire...

II.- CARACTERES MACROSCOPIQUES. ( Indiquer l'âge de l'espèce décrite )

Description des différentes parties ou organes :

- tailles
- couleurs y compris celle de la sporée
- formes et ornements
- hygrophanéité

III.- CARACTERES MICROSCOPIQUES.

- Spores, forme, dimensions, ornements
- Basides ou asques, forme, dimensions...
- Cystides, paraphyses, poils... taille, forme...
- Hyphes cuticulaires, de la chair, du stipe
- Périthèces
- Indiquer toujours la nature des liquides d'observation : eau, ammoniacal, congo ammoniacal, melzer, bleus...

IV.- ODEUR ET SAVEUR.

V.- COMESTIBILITE.

VI.- REACTIONS MACROCHIMIQUES.

- Nature du réactif utilisé. Indiquer ici le pourcentage des bases ou des acides entrant dans la composition du réactif (important)
- Organes touchés : cuticule, chair du chapeau, du stipe, etc..
- Résultat de la réaction : couleur obtenue, lent, immédiat, rapide, le lendemain, modification des couleurs avec le temps...

VII.- OBSERVATIONS.

- Indiquer le groupe ou la section auquel doit être rattachée l'espèce décrite.
- Au besoin discuter des synonymies ou des conceptions d'autres auteurs. (Cette partie, que Marcel Bon ne néglige jamais, permet de mieux situer l'espèce.)

- 
- Je rappelle qu'en l'absence de toute réaction le résultat ne doit pas être déclaré "négatif", mais = 0.
  - En effet l'absence de réaction est un résultat indicatif donc "positif" puisqu'il indique quelque chose.
  - Pour les descriptions les mycologues ne devraient utiliser que des termes exacts et pour cela ils ont à leur disposition l'ouvrage de notre Maître Marcel Jossierand, "La description des champignons supérieurs".
  - Chaque fois que cela est possible il faut accompagner les descriptions de dessins, de photographies en couleur et mieux de diapositives qui permettent des discussions concrètes entre mycologues.

### La Lavande.

Il existe plusieurs variétés de lavande qui sont cultivées ou qui poussent spontanément dans les maquis, broussailles, bois clairs et coteaux arides exclusivement sur sols siliceux, jusque 1.100 m. Distribution: Région méditerranéenne, jusqu'au Tarn, à la haute Garonne et à la Dordogne en Corse également sur tout le pourtour méditerranéen.

LAVANDULA latifolia Grande lavande ,Spic

Famille :Labiées.

Elle se distingue à ses feuilles spatulées et ses bractées florales vertes et étroites, son odeur rappelle le camphre, son aire géographique est la même que toutes les sortes de lavande, mais ne se rencontre que jusqu'à 1000 m d'altitude.

On en tire l'essence d'Aspic, encore utilisée en médecine vétérinaire ( en mélange avec l'essence térébenthine) contre les rhumatismes.

LAVANDULA vera=lavandula angustifolia Mill=lavandula officinalis Chaix

Famille: labiées

Cette plante buissonnante, vert-grisâtre, haute de 20 à 60cm est universellement connue: tiges grêles, à rameaux nombreux, feuilles opposées fines et lancéolées, d'un vert un peu blanchâtre, petites fleurs d'un bleu-violet, disposées en épi terminal (juin-septembre)

HISTOIRE: Chez les GRECS, la lavande était appelée nardus et c'est le pseudo-nardus dont parle Pline. Galien en a traité au huitième livre des "SIMPLES", en disant que c'est une plante parfaite qui, prise en breuvage, est bonne à l'estomac et au foie. Hildegarde, abbesse de Bingen, lui consacre quelques pages pour vanter ses vertus comme antiseptique et purgatif.

Pour Mattioli, la lavande est une plante idéale pour traiter les maladies et affections du cerveau, le nervosisme, les spasmes, les paralysies et apoplexies, les maux d'estomac, du foie et de la rate. La décoction, assure-t-il, est remarquable pour guérir la jaunisse, avec marrube, cinnamome, racines de fenouil et asperge.

Jean Schroder, en 1665, affirme que SPICA ou aspic, est souveraine pour guérir les maladies nerveuses d'origine psychique, les coliques

ventueuses, les flatulences et les affections du poumon, comme le catarrhe.

Au XVIII<sup>e</sup> siècle, la lavande était classée parmi les plantes "céphaliques", et Nicolas Lemery certifie que les lavandes "\*\*\*\*" sont propres pour fortifier le cerveau et les nerfs : on les emploie dans l'apoplexie, dans la paralysie, dans la léthargie, dans l'épilepsie, dans les rhumatismes. Elles chassent les vents, elles excitent les mois aux femmes, elles résistent à la corruption, elles chassent par transpiration les mauvaises humeurs. On s'en sert extérieurement et intérieurement.

Chez les Romains, la lavande servait à parfumer les bains et en frictions pour soigner les affections de la peau. L'étymologie de son appellation française viendrait du latin LAVARE, qui signifie "laver". De là, également, le nom de "lavandières" pour les femmes qui lavaient le linge et y mettaient de la lavande pour le parfumer. L'usage en est resté, et nos grand-mères mettaient des sachets de fleurs entre les piles de draps dans l'armoire à linge pour éloigner les insectes et les mites ce qui donnait une odeur fraîche et suave, autrement plus agréable que celle de la naphthaline.

PROPRIETES: De nos jours, on a plus coutume de se servir de la lavande sous forme d'eau de toilette, pour se parfumer, que sous forme d'infusion, pour se soigner. Cependant, la lavande présente l'avantage d'être un très remarquable tonique du système nerveux, doué de vertus antispasmodiques, antiseptiques, diurétiques, stomachiques et carminatives. On se rend compte, une fois de plus, et non sans surprise, que nos lointains ancêtres avaient vu juste et que leurs indications empiriques correspondent à peu de chose près à ce que des travaux modernes ont mis en évidence.

A l'extérieur, la lavande est utilisée comme:

antiseptique, stimulant, tonique et résolutif. Henri Leclerc, Jean Valnet et divers auteurs citent nombre de formules à base de lavande.

On l'utilisera avec profit pour traiter l'asthme, les catarrhes pulmonaires, la grippe, la laryngite, la coqueluche, et en inhalations. Dans les maladies infectieuses, les fièvres éruptives (rougeole, varicelle, etc.) le Dr Leclerc recommande cette tisane diurétique et sudorifique:

Fleurs de lavande.....10g  
Fleurs de souci.....5g  
Fleurs de bourrache.....5g  
Fleurs de genêt.....5g  
Fleurs de pensée sauvage...5g

Une cuillerée à soupe par tasse d'eau bouillante. Trois ou quatre tasses par jour

Sans vouloir empiéter sur le domaine de certaine dame du Shoo-Bizz (orth. personnelle) voici un remarquable vulnéraire, antiseptique dont la formule manuscrite a été retrouvée dans un cahier d'herboriste de Pau. Mettre à macérer dans 500cl d'alcool à 90°:

100g de fleurs de lavande  
.50g de sommités fleuries de millepertuis  
30g de camomille

Laisser macérer quinze jours, filtrer. Ajouter 10g de camphre et après dilution complète, 300cl d'eau pour abaisser le degré alcoolique de ce liniment, bien agiter avant d'appliquer sous forme de compresses ou de frictions.

L. RICHE . A.E.M.B.A  
Entrévaux. 88.

AVANT !



APRES!!!



## LES CHAMPIGNONS COMESTIBLES

...ou dits comestibles

"Je vous dis des danses, Philotée, comme les médecins disent des potirons (50) et des champignons : les meilleurs ne valent rien."

Saint-François de Sales

"Plante fruit, mets délicieux,  
Rare excrément de la nature."

Corneille

"N'en mangez plus !" titre Potirinus, alias Guy Fourré dans sa chronique du journal "Le Courrier de l'Ouest" (51). S'agit-il d'amanites phalloïdes ? Pas du tout, il s'agit de champignons...comestibles.

Cet étrange conseil rejoint l'opinion, de plus en plus inquiète, des mycotoxicologues. Il n'est pas excessif quand on lit les rubriques spécialisées des revues mycologiques...et même les faits divers de la presse quotidienne. Tous les mycologues peuvent en témoigner, eux qui connaissent de croustillantes anecdotes, de ces punitions parfois sévères infligées aux mycophages, et même à des mycologues de renom, par des cèpes, des chanterelles, des rosés des prés authentiquement déterminés (jusque là, la détermination n'est pas un art difficile).

Sosies vénéneux ? (52) Races chimiques ? (53) Conditions géologiques ou climatiques ? Détermination approximative ? (54) On ne le sait pas encore. Ou tout au moins on ne le sait pas toujours, car les enquêtes ne sont pas toujours négatives. Le concept de "champignon à toxicité variable" (qui d'ailleurs n'explique rien) n'est pas forcément dépassé.

Nous avons déjà parlé des "nouveaux" champignons, toxiques. Chaque génération a les siens, qui eurent droit à des "fourchettes de comestibilité" dans les livres à la mode : le paxille à bords enroulés, ou le gyromitre comestible, pour ne citer que deux espèces "mortelles".

(48)Le naturel est donc ce qui vient de la Nature. Mais la Nature est-elle un Dieu d'amour ? "La Nature est une chienne sans merci, et nous l'oublions trop souvent lorsque la technologie nous protège" dit L.Thomas. Comparer à la phrase de Celine : "La nature est une chose effrayante." et aux vers de Verlaine : "Il n'est pas bon d'aller troubler dans son sommeil

La Nature, ce Dieu féroce et taciturne." (Jadis et Naguère)

(49)"chapeau de la liberté" dans l'argot des toxicomanes. Il s'agit en général de Psilocybe semilanceata, le plus recherché des champignons hallucinogènes.  
(50)Les potirons sont des champignons. Olivier de Serres appelait ainsi tous les bolets (Littré) et Chateaubriand parle d'un arbre mort "couvert de potirons"  
(51)Le Courrier de l'Ouest, 20 décembre 1986 : "loin de moi l'idée de troubler vos festins de fin d'année où vous dégusterez peut-être les cèpes mis en conserve à l'automne. Mais après avoir participé aux Journées Mycologiques d'Entrevaux, en Haute-Provence, je suis obligé de rapporter ce cri d'alarme du Dr Giacomoni, fondateur de ces journées, et de Mr R.C.Azema :

.../...

En réalité, les exemples sont si nombreux que nous en pourrions écrire des chapitres entiers. Qu'en est-il de cette "Coulemelle vénéneuse", si proche de la déguenillée et qui empoisonna quelques malheureux entre 1974 et 1979 ? "Et pourtant, jusqu'en 1979, constate Guy Fourré, les mycologues étaient bien persuadés qu'ils ne couraient aucun risque d'intoxication avec les grandes coulemelles", ce qui "VINT SUSCITER QUELQUES INQUIETUDES, NOTAMMENT CHEZ LES MYCOLOGUES CHARGES DE VERIFIER LES RECOLTES DES AMATEURS."

Et de *Collybia* (on dit maintenant *Oudemansiella*) *platyphilla*, que de nombreux mycologues consomment encore, bien qu'elle ait provoqué des syndromes d'incubation courte, émétiques, diarrhéiques, stuporeux, accompagnés de crampes et de tachycardie ? (P2)

Et de la nonette ou bolet des pins (*Ixocomus granulatus*) que nous avons dénoncé en 1975 (G1) et qui provoque parfois des diarrhées profuses ? Ce champignon est toujours consommé (c'est le "pissacan" en Provence) malgré l'avertissement de nombreux mycologues ("Les purges surprises du prétendu cèpe des pins" avait écrit Guy Fourré en titre d'une de ses chroniques) (F6)

Et tant d'autres ! Fourré, qui a travaillé sur les amanitopsis du groupe *Inaurata* et *lividopallescens*, couramment consommés, avait écrit un excellent "papier" intitulé, horreur ! "Ceux qui mangent sans le savoir... des Amanites mal connues !" (F6)

Le comble de l'incohérence et de la stupidité est atteint par certaines réglementations municipales sur la vente des champignons sauvages. C'est un thème que nous allons passer en revue, mais nous pouvons déjà constater que certaines communes, c'est Boutines qui l'écrit, laissent vendre (ou laissaient vendre encore en 1984) des champignons mortels comme *Gyromitra esculenta* (Avignon, Vichy) ou *Paxillus involutus* (Nancy, Poitiers, Saint-Etienne) sans parler des toxiques notoires comme *Clavaria formosa* (Poitiers, Nice) etc...

En réalité, les auteurs s'avouent incapables "d'établir une discrimination franche entre les bons et les mauvais champignons" (S6), autrement dit "il est encore bien difficile, à l'heure actuelle, d'établir avec une certitude absolue une distinction rigoureuse entre champignons comestibles et vénéneux" (B16). Et Boutines, on le voit, ne contrarie pas Scigala : bis repetita placent !

Si l'on pousse plus loin la plaisanterie quand on écrit un traité de mycophagie, on fondera sa dialectique sur la valeur alimentaire, essentiellement protéique, des champignons.

(51) suite : "Les Champignons, n'en mangez plus !"

(52) "Il reste souvent difficile d'identifier tel ou tel spécimen, parce qu'il ne s'agit pas de l'identique, mais du semblable et du dissemblable dont l'appréciation demeure flottante et qui nous mettent en présence de l'insaisissable..." Cette admirable "méthode de détermination" nous vient d'André Dhotel et nous montre que l'homme de lettres a parfaitement compris les champignons...et la mycologie !

(53) C'est le "chimical strain" invoqué par les auteurs anglo-américains.

(54) "...deux mycologues qui regardent le même champignon ne voient pas la même chose" (Michel Sandras, cité par Guy Fourré)

Scigala pense qu'il faut consommer "environ un kilo de champignons pour remplacer 100 g. de viande" et Boutines ajoute que "pour avoir l'équivalent de 1 kg de viande de boeuf qui nous apporte 2500 calories, il faudrait consommer :

- 3 kgs d'Helvelles
- 5,5 kgs de Lépiote élevée
- 8,5 kgs de Lactaires délicieux
- 12,5 kgs de Golmottes
- 25 kgs de Clitocybes
- 41,6 Kgs de Girolles

Quarante deux kilogs de girolles, champignons "riches en glucides inassimilables", et en un seul repas, c'est indigeste, même sans la crème, et même si ça ne représente "que" la valeur alimentaire de 34 oeufs de poule, selon Moerner !

"De plus ces protéines végétales ont une valeur alimentaire nettement moins élevée que les protéines animales, car les champignons n'élaborent pratiquement pas de lysine, de méthionine et de tryptophane, qui sont des acides aminés indispensables. (55)

N'insistons donc pas sur ce prétendu "intérêt alimentaire qui pourrait inciter à prendre des risques...ou, ce qui est moins dangereux, à les faire prendre aux autres.

Nous passerons rapidement (Première Partie) sur les inconvénients présumés connus des champignons comestibles : certains sont liés aux intolérances individuelles ou à un déficit enzymatique génétique, d'autres à la décomposition de la matière fongique (cryptomaïnes), d'autres, enfin, à l'attaque de champignons parasites (mycotoxicoses). Nous insisterons surtout (Deuxième Partie) sur la toxicité naturelle, jusqu'alors inconnue, ou la toxicité acquise d'espèces couramment consommées.

## PREMIERE PARTIE : CONNAISSANCES PRESUMÉES ACQUISES

### I. LES INTOLÉRANCES PERSONNELLES

"L'individu diffère d'un autre non pas seulement d'une façon numérique, mais dans ses caractères et sa constitution" a dit Lalande. Les facteurs de toxicité sont dits individuels quand ils font intervenir une susceptibilité propre du sujet, c'est-à-dire, pour un poison pharmacologiquement stable, une variabilité du pouvoir toxique chez le récepteur. Nous éliminerons volontairement les facteurs pathologiques dus à l'âge ou à une débilité digestive, pour nous pencher sur l'anaphylaxie et l'idiosyncrasie.

(55) Sont particulièrement riches en tryptophanes les champignons hallucinogènes (pour synthétiser les indolamines) et les espèces affines incapables, on ne sait pourquoi, de parvenir à cette synthèse.

Ces deux termes ne sont pas synonymes, malgré l'opinion quasi-unanime des mycologues. L'idiosyncrasie est une "réaction innée et constitutionnelle", une "susceptibilité individuelle" (Bard), une "disposition particulière en vertu de laquelle chaque individu ressent d'une façon qui lui est propre les influences des divers agents qui impressionnent ses organes" (Garnier et Delamare). Ses modalités sont généralement imprévisibles, et la réaction peut se produire dès la première ingestion du champignon incriminé. L'anaphylaxie, telle que l'ont définie Portier et Richet (paraphylaxie de Danielopolu est un synonyme inusité) est une "augmentation de la sensibilité de l'organisme à une substance étrangère après l'introduction de cette substance" (Garnier et Delamare). Elle ne peut donc se manifester qu'après l'ingestion sensibilisante (introduction de l'allergène alimentaire par voie digestive). En mycotoxicologie, on dira qu'idiosyncrasie et anaphylaxie sont globales, quand elles concernent tous les champignons (ce qui est rare), sélectives quand elles ne concernent qu'une espèce donnée, évidemment pour des raisons de chimie propres à ce champignon.

L'intolérance classique concerne les acides aminés libres, les pigments quinoniques (certains ont en plus une toxicité propre), les antibiotiques (clitocybine, pleurotine, etc...) et bien d'autres substances plus ou moins irritantes de nature : parmi celles-ci, il faut accorder une mention spéciale aux dérivés à triple liaison comme les nombreux polyacétylènes fongiques (diatretyne, etc.) Perrin note avec juste raison la similitude de ces principes toxiques avec ceux de l'oënanthe safranée, une plante mortelle s'il en est (P2). Les champignons les plus riches en composés polyacétyléniques sont les rhodopaxilles et le Clitocybe nébuleux -qui trouve là une nouvelle raison d'être parfois toxique.

L'intolérance par malabsorption digestive du tréhalose est due à une carence intestinale, chez certains individus défavorisés, de l'enzyme spécifique, la tréhalase. de même trouve-t-on des intolérances graves par déficit en G6-P.D. (glucose-6-phosphodéshydrogénase) qui intervient de façon péjorative dans de nombreux syndromes toxiques.

Enfin, les anomalies génétiques de l'acétylation hépatique sont beaucoup plus graves encore et favorisent d'une part la toxicité aiguë de certains poisons, et d'autre part une toxicité à long terme (carcinogénétique) dont le mécanisme intime est encore très mal connu.

## II. CHAMPIGNONS PRODUCTEURS DE CRYPTOMAINES :

"Certains accidents résultent d'une véritable intoxication causée par les produits de décomposition des champignons. Sous l'influence du vieillissement et de la putréfaction, il se forme dans ceux-ci une quantité de produits plus ou moins toxiques : acides, ammoniacque, phénols et dérivés, et surtout, en nombre appréciable, amines diverses et produits azotés analogues aux alcaloïdes qui ont reçu le nom de ptomaines (cryptomaines de A.Houdé). Ces modifications sont le fait soit de phénomènes d'autolyse ou d'oxydoréduction, soit de l'action des bactéries." (112)

Ainsi parlait Roger Helm. Depuis quelques années, on se doutait que les champignons coriaces, difficilement putrescibles, marcescents (par une comparaison : botanique, mais approximative, avec les organes de la fleur qui se flétrissent sans se détacher) et qui sont habituellement comestibles, pouvaient devenir toxiques sous l'effet d'une décomposition sournoise, mais active. C'est-à-dire qu'un champignon marcescent, de la même façon que certaines personnes qui nous entourent, reste longtemps, non pas jeune mais bien conservé en apparence : dans l'intimité de sa chair, la décomposition inexorable fait son oeuvre.

C'est-à-dire encore que cette fois, le consommateur et le déterminateur font une erreur grave, non pas d'identification d'une espèce ou d'appréciation de sa toxicité, mais de comestibilité sensu stricto. On connaît les conséquences d'une ingestion de ptomaines : ces substances qui sont d'origine animale plutôt que végétale étaient déjà utilisées par les Borgia !

Il y a malheureusement une critique à cette belle théorie, probablement en partie vraie (comme beaucoup de théories) : il n'y a pas que les champignons marcescents qui rendent malades. A plusieurs reprises on a identifié des bactéries pathogènes dans les carpophores d'espèces putrescibles, mais jeunes. Voici donc une autre théorie (peut-être pas "biodégradable") : les champignons, comestibles ou non, sont quelquefois INFECTES, comme les animaux et les végétaux. Leur consommation n'est certainement pas propice à une digestion harmonieuse, qu'ils soient servis crus ou cuits, car la plupart des toxines microbiennes ne sont pas thermolabiles.

### III. CHAMPIGNONS PARASITÉS : MYCOTOXICOSES :

De nombreux micromycètes attaquent les champignons sauvages. IL s'agit le plus souvent de ces moisissures fréquentes sur les plantes dépérissantes, et provoquées par des champignons des genres *Aspergillus*, *Fusarium*, *Paecilomyces*, *Stachybotrys*, etc... Beaucoup de ces champignons malhonnêtes ne se contentent pas de pourrir nos aliments (à la grande satisfaction des écologistes ), il sécrètent des substances très toxiques, souvent cancérigènes, comme l'aflatoxine ou la citréoviridine.

Les atteintes les plus spectaculaires sont dûes à des champignons supérieurs, qui se conduisent en parasites stricts. Nous ne parlerons même pas des basiodiomycètes parasites, comme les *Nyctalis* et autres champignons dévoyés, mais des Ascomycètes, et plus précisément des Pyrénomycètes, qui sont les agresseurs les plus virulents. Le plus célèbre d'entre eux (pour les mycophages) est *Peckia* (*Hypomyces*) *deformans* qui se développe sur les lactaires du groupe *Dapetes* (les "sanguins") et entraîne des modifications morphologiques importantes. Considéré longtemps comme toxique, ce champignon est réhabilité, ce qui fait bien plaisir à la fraction des "sanguinolâtres" qui appréciaient la consistance ferme et le goût un peu sauvage donné au lactaire par le parasite. Mais la plupart des autres *Hypomyces* sont toujours suspects, comme *Peckia aureum*, la moisissure jaune de certains bolets comme *spadiceus* et *chrysenteron* (56)

(56) Dans le Bull.Féd.Myc.Dauphiné-Savoie, 109, 1988, J.L.Cheyne présente une courte, mais remarquable classification des 3 genres du groupe *Hypomyces* regroupés dans la famille des Nectriacées :

- Spores non cloisonnées, genre *Peckia* (*aureum*, *viridis*, *lateritia*...)
- Spores cloisonnées (uniseptées) à loges inégales : Genre *Apiocrea* : *A.chrysosperma* sur bolets (= *Sepedonium chrysospermum*)
- Spores cloisonnées à loges égales : genre *Hypomyces* (*aurantius*, *ochraceus*, *rosellus*, *broomeanus*, etc...)

## DEUXIÈME PARTIE : CONNAISSANCES A ACQUERIR D'URGENCE

"Il serait grand temps de ne plus attendre l'apparition de maladies évidentes pour nous demander s'il n'y a pas contamination de l'environnement. C'est toute notre méthode de fixation de "niveaux acceptables" qui est désespérante de naïveté, et qui nous reste, inchangée, en héritage du XIXème siècle.

Gordon R. Taylor (Le Jugement Dernier)

Les champignons dits comestibles peuvent être naturellement toxiques (toxicité innée endogène) ou toxiques par contamination (toxicité acquise).

C'est la toxicité acquise qui préoccupe surtout les spécialistes. A juste raison, on va le voir à travers quelques constatations peu réjouissantes.

Quant à nos connaissances sur la toxicité innée, elles sont encore fragmentaires, dispersées dans des travaux en langues étrangères, ou occultées par inconscience, insouciance, désintéressement fataliste, ou -horresco referens !- pour des raisons "économiques".

Dans un premier temps, nous essaierons de faire le point sur l'état actuel de la pollution fongique :  
-Pollution chimique par les pesticides et les métaux lourds.  
-Pollution par les radiations ionisantes artificielles.

Nous demanderons ensuite à quelque traducteur polyglotte et pas trop sensible de nous expliquer ce que les biologistes et les chimistes étrangers ont découvert dans la chair des champignons "comestibles".

### I. POLLUTION CHIMIQUE : LES PESTICIDES

"Maudit soit le sol, à cause de toi!"

(Genèse, 3, 17)

"Le pré est vénéneux, mais joli en automne"

Apollinaire (Alcools)

Comme tous les végétaux sans chlorophylle, les champignons sont incapables de pourvoir à leur nutrition. Ils ne sont pas photoautotrophes, donc ils sont obligés de "puiser à la source d'énergie créée par les plantes vertes" (Went). C'est par assimilation directe, précise Heim, sans mécanisme délicat d'édification chimique, à partir des aliments organiques eux-mêmes, que les champignons tirent la satisfaction de leurs besoins et prélèvent le carbone indispensable." (H1). Que le sol, ou l'hôte, soit empoisonné et les commensaux, les saprophytes et les parasites NE PEUVENT PAS être indemnes.

C'est l'homme qui est directement responsable de l'empoisonnement du sol, des végétaux supérieurs et des champignons, empoisonnement réitéré, progressif et continu par la pollution industrielle et agricole (57). Tous les produits dits phytosanitaires (insecticides, acaricides, nématocides, herbicides, fongicides, hélicides, rodenticides (58) et bientôt...homicides!) ont des "qualités (sic) de pestilence et de rémanence". La plupart sont des composés organiques, issus du carbone, cet élément indispensable à la vie que les champignons puisent directement dans le sol ! Les pesticides sont le plus souvent liposolubles, et se fixent dans l'intimité des organes nobles (cerveau, foie, glandes endocrines..) intervenant directement sur la respiration cellulaire et les réactions enzymatiques, et à plus longue échéance provoquent des altérations de l'ADN cellulaire.

Les perturbations métaboliques sont encore assez mal connues. Certains polluants n'agissent qu'en pénétrant dans le sol, là où vit le mycélium. C'est une action "qui est loin d'être négligeable et qui se manifeste très lentement et d'une manière durable" (Ternisien). D'autres dérivés organiques, dont les endosystémiques, pénètrent à travers les tissus de la plante. L'action des polluants, dit encore Ternisien, "s'exerce sur l'ensemble des fonctions (nutrition, croissance, reproduction) et, par suite, la physiologie (respiration, photosynthèse, action enzymatique) peut être troublée sans que cela soit visible par certains polluants à des concentrations même faibles."

Les produits qui nous paraissent d'emblée les plus dangereux sont :

-Parmi les ENGRAIS, le Cyanamide calcique (producteur d'ion cyanique) et surtout les NITRATES (de sodium, de calcium, de potassium) car il se transforme dans le sol en nitrites, poisons de l'hémoglobine. Les nitrites sont retrouvés en quantités importantes dans les eaux de ruissellement et les légumes...

-Parmi les INSECTICIDES GAZEUX, le bromure de méthyle, l'acide cyanhydrique, le sulfure de carbone (inducteur de la "folie soufrée"), le tétrachlorure de carbone et les hydrocarbures chlorés (Trichloréthane, Chlorure de méthylène, di-, tri- et Tétrachlorures de méthyle), etc...

-Parmi les INSECTICIDES ORGANIQUES (nous passons sous silence les insecticides minéraux, comme le redoutable Arséniate de plomb qui ne paraissent pas directement assimilables par les plantes), il faut citer au moins quatre familles de toxicité avérée : les Carbamates, les Sulfonates, et surtout les Organochlorés et les Organophosphorés.

Les ORGANOCHLORES, dont 4 groupes, au moins, sont impliqués :

°Le groupe des Camphènes chlorés (dérivés de l'essence de thérébentine (Endosulfan, Toxaphène, etc...)

°Le groupe de l'HCH et du Lindane (Hexa-Chloro-Cyclo-Hexane et son isomère gamma)

°Le groupe du Chlordane, proche du précédent : Chlordane, Aldrine, Dieldrine, Heptachlore...Tous ces produits sont interdits en France (et en Europe) mais on en trouve encore dans les "bombes" insecticides à usage familial. (59)

°Le groupe du DDT (dichlorodiphényltrichloréthane) et du DDD (non commercialisé en Europe). Le DDT longtemps utilisé de façon intensive pour la démoustication se dégrade très lentement. Il est stocké dans les graisses animales (et humaines) et présent chez les animaux arctiques et antarctiques. Son usage est interdit en France à cause des troubles neurologiques centraux, observés, entre autres, chez les champignonistes qui traitaient les meules. Mais il n'est pas encore interdit en Italie et en Grèce : attention, donc, à l'origine de vos "Champignons de Paris" !

(57)"...le plus redoutable est encore l'homme, avec son manque de respect pour la nature, son avidité et son mépris du patrimoine commun, dont font partie les lieux où poussent spontanément les champignons." (Raris, mycologue italien)

(58) de l'anglais "rodent". rongeur.

(59) Cf la polémique sur la Dieldrine à l'occasion des récentes invasions de sauterelles qui ont ravagé plusieurs pays d'Afrique.

Les ORGANOPHOSPHORÉS, descendants des gaz de guerre (Tabun, Sarin, Sevin) qui étaient aussi...insecticides. Le plus connu est le parathion, mais il en existe des centaines. Ce sont des phosphates, des thiophosphates, des phosphonates. Ils sont halogénés ou non, fluorés, alkylés, hétérocycliques... Ils agissent en bloquant la cholinestérase au niveau des synapses : l'acétylcholine n'étant plus scindée s'accumule et induit un syndrome parasympathicomimétique, c'est-à-dire à la fois un syndrome muscarinique et un syndrome nicotinique. Exactement un syndrome sudorien, comme celui des Inocybes toxiques, mais en plus grave. La pollution des champignons par les organophosphorés pourrait expliquer la "toxicité variable" des champignons vénéneux à muscarine.

-Parmi les FONGICIDES ORGANIQUES, on utilise encore des Organochlorés dérivés du phénol (comme le fameux pentachlorophénate de sodium) qui touchent le cerveau et les reins, et des O.mercuriels (v.plus loin en ce qui concerne la pollution mercurielle)

-Parmi les HERBICIDES, citons les ammoniums quaternaires comme le Diquat et le Paraquat, cancérigènes et inducteurs de fibroses pulmonaires. Les plus dangereux sont peut-être les Aryloxyacides (phytohormones) qui s'incorporent à la plante et se mélangent à la sève pour anarchiser sa croissance. On sait depuis peu que leur dégradation, en présence d'humidité et d'oxygène, aboutit à la formation de ...dioxine (Sevoso 1)

-Les RODENTICIDES les plus dangereux sont minéraux : ce sont des sels de phosphore (phosphure de zinc ou d'aluminium) de baryum (un laupicide de choix) ou de thallium (métal dont nous reparlerons. Tous ces produits sont extrêmement toxiques et susceptibles de contaminer le sol. Mais les rodenticides organiques ne sont pas toujours inoffensifs : tel ce Bromadiolone, dérivé de la coumarine, un anticoagulant de synthèse dont les métabolites seraient toxiques (f-6).

On connaît maintenant de nombreuses intoxications par les champignons "enrichis" aux pesticides, malheureusement la plupart de ces produits n'ont pas été recherchés de façon systématique dans les carpophores.

1. Une place importante doit être accordée aux DESHERBANTS puisque plusieurs empoisonnements leur ont été attribués

-Georges BECKER, dans "La Vie Privée des Champignons" et le Supplément de la Revue de Mycologie (1975), fait part d'intoxications graves par des psalliotes (*Agaricus bisporus*) récoltées dans des champs de maïs traités aux herbicides.

-Roger GIREL, dans le Bulletin de la Fédération Mycologique du Dauphiné-Savoie, N°61, 1976, fait état de la lettre d'un hôtelier mycologue de Francin (près de Montmélian) et accusant *Agaricus bisporus* des mêmes méfaits. Il s'agissait encore une fois de champignons ramassés dans un champ de maïs préalablement traité par un désherbant sélectif. Cette fois, on connaît le nom du produit : c'est du Gesaprime, donc une des innombrables marques commerciales de l'Atrazine, une triazine

-Guy FOURRE a fait des recherches intéressantes sur la toxicité des désherbants. Il les rapporte dans deux chapitres

de son remarquable ouvrage "Pièges et Curiosités des Champignons" (F6). Il cite plusieurs empoisonnements provoqués par des champignons ramassés dans des champs de maïs après desherbage chimique, et même sur une pelouse traitée par un désherbant sélectif "spécial pour le gazon". Les champignons en cause étaient des rosés des prés (*Psalliota campestris*), des "nez de chat" (*Lepiota excoriata*), des psalliotés radicantes (*Agaricus romagnesii* = *Psalliota radicata*) et des lépiotes pudiques (*Lepiota pudica*), tous des champignons de bonne réputation sauf la psallioté radicante, considérée parfois comme légèrement toxique sans qu'on en connaisse la raison (mettons la avec les responsables du "syndrome résinoïdien" !)

Les substances mises en cause sont : l'Atrazine, la Simazine et l'Aminotriazole. Nous verrons qu'un quatrième produit, utilisé comme défoliant, posséderait une "toxicité relativement faible" selon un correspondant particulièrement qualifié de Guy Fourré. Néanmoins, nous discuterons cette opinion, arguments à l'appui.

-L'Atrazine ou chloro-2 éthylamino-4 isopropylamino-6 triazine 1,3,5 est absorbée par les racines et les feuilles et se montre remarquablement efficace sur les graminées adventices et de nombreuses herbes dicotylédones. Sa DL 50 chez le rat par ingestion est de 2000 à 3000 mg/kg. Les conditions d'emploi précisent toutefois "Application de préférence hors des périodes de sécheresse", indication qui peut nous être utile.

-La Simazine ou chloro-2bis (éthylamino)4,6 triazine-1,3,5 empêche l'assimilation du gaz carbonique et bloque la respiration de la plante qui utilise ses réserves nutritives et meurt lorsque celles-ci sont épuisées. La DL 50 chez le rat est pratiquement nulle : 5000 mg/kg, mais nous avons affaire à de petits rongeurs... Notre ami Guy Fourré ne nous en voudra pas, nous l'espérons, de le citer :

"Peut-on se fier à une extrapolation aux humains de résultats obtenus sur des souris, alors qu'en matière de mycotoxines, il semble établi que certains rongeurs ont un comportement très différent de notre organisme ?" (Corr.pers.)

-L'Aminotriazole ou amino-3,1 H-triazole-1,2,4 est encore appelé amitrole. Absorbé par le feuillage, ce produit possède la propriété d'empêcher la formation de la chlorophylle : les tissus des plantes traitées blanchissent, la croissance est arrêtée. DL 50 chez le rat par ingestion très faible : de l'ordre de 2460 mg/kg.

-Le Krénite, ou ethyl carbamoylphosphonate d'ammonium est un débroussaillant : il inhibe la formation de bourgeons chez les plantes ligneuses. Il est dégradé dans le sol au bout de quatre semaines en substances que nous ne connaissons pas. Peu toxique, il présente toutefois un sérieux inconvénient, comme le note Guy Fourré : il s'emploie en automne, ce qui est ennuyeux pour les mycophages ! (Courrier de l'Ouest, 28/6/86)

Le correspondant de Guy Fourré, Ingénieur en Chef d'Agronomie, Chef de la Circonscription Phytosanitaire des Pays de la Loire pour la Protection des Végétaux, fait remarquer avec juste raison que l'Atrazine n'est pas un produit bien dangereux : "sa toxicité est pratiquement nulle, moins élevée que le sel de cuisine" et, autre part : "On voit mal comment cette substance peut provoquer une intoxication. Sans doute les champignons sont bien connus comme susceptibles de concentrer différentes substances (...) Cependant, la concentration de l'Atrazine à des doses telles qu'elle puisse devenir dangereuse n'a pas été prouvée..."

Mais il ajoute, infra : "On pourrait penser à la dégradation de l'Atrazine par le cryptogame et à la formation de METABOLITES BEAUCOUP PLUS TOXIQUES." D'ailleurs, nous apprend Guy Fourré, la preuve a été faite que l'Atrazine n'est pas toxique en elle-même. L'expérience conduite par une firme productrice du produit sur des cultures de champignons de couche, à des doses 3 à 6 fois supérieures à des quantités normales, n'a pas permis de détecter de triazine dans les champignons récoltés. Pour ces techniciens, l'hypothèse de l'accumulation de desherbants par les champignons, dans les champs traités, est donc "SANS FONDEMENT". Par conséquent, comme dirait le Dr Knock, "les malades sont morts guéris" !

Enfin, en ce qui concerne l'opinion du correspondant de Guy Fourré sur le débroussaillant type, le 2.4.5.T dont "la toxicité est relativement faible", nous ne sommes pas du tout d'accord. Le 2.4.5.T. est une phytohormone dont nous avons vu qu'elle peut se transformer en Dioxine, selon les découvertes les plus récentes. De plus ce produit, comme son "petit frère" le 2.4.D. peut provoquer des blocs auriculo-ventriculaires de tous les degrés et conduire à des fibrillations ventriculaires mortelles (ces produits dont "la toxicité est relativement faible" ont tué 127 personnes au Maroc en 1966 !)

Certes, "le désherbant fait pousser les morilles" (titre d'une chronique de Guy Fourré) et on peut en conclure que "les morilles résistent à la chimie" (titre d'une autre chronique du même auteur) mais pas forcément que les hommes résisteraient longtemps à ces morilles...

2. Les Nitrites posent un problème beaucoup plus sérieux, et à court terme. On connaît la toxicité de ces produits qui se combinent avec l'hémoglobine et qui provoquent des affections très graves, particulièrement chez les nourrissons (crises cyaniques aiguës)

De plus, les nitrites peuvent donner naissance à des dérivés N-nitrosés, cancérigènes pour les mammifères, dont les plus connus sont les nitrosamines. Nous verrons que certains de ces composés sont déjà présents, naturellement, dans le carpophore de certains champignons comestibles. Fiussello a démontré (60) que 50 espèces de champignons, au moins, ont la faculté d'accumuler les nitrites. Pour Ceruti (C1) "la présence de nitrites dans le monde biologique est une menace permanente pour la formation de nitrosamine et d'autres composés cancérigènes". Les aliments les plus riches en nitrites sont dans l'ordre : les végétaux cultivés en "surabondance" de nitrates, le tabac (même fumé!), les viandes desséchées et les champignons secs (Arkhipov, 1981) Des mises en garde significatives ont été formulées par l'IARC (N°9, 1974) et par Ronald et Shank en 1981 selon Ceruti. Nous pensons, quant à nous, que la présence de nitrites dans les champignons secs provient avec la concentration due à la déshydratation, 1) des substances naturelles, synthétisées par le champignon (même en terrains non enrichis en nitrates) 2) des substances apportées par le traitement des sols et les pluies "acides" (pollution atmosphérique par l'acide nitrique et autres dérivés nitrés).

Nous n'insisterons pas sur la gravité de la situation qui semble difficilement réversible.

(60) Fiussello N. et al., Allionia, 1970. 16, 43; 1980, 24, 61, 69; 1982, 25, 69, 81; N.Progr.Vet., 1976; Industr. Alim., 1977, 16, 100.

## II. POLLUTION CHIMIQUE : LES METAUX LOURDS

"Les champignons liés aux pollutions ! Quel mycologue aurait pu penser (...) que, tôt ou tard et déjà maintenant pour certaines récoltes trop polluées, les champignons comestibles pourraient devenir plus dangereux que notre classique Amanite phalloïde ?"

René-Charles Azema (en...1977!)

Pour l'essentiel de ce chapitre, nous nous référerons aux auteurs suivants :

AZEMA R., La Pollution Mercurique des Champignons (A 7)  
(Quinche, Veluz, Stijve et Roschnik)

AZEMA R., La Pollution des Champignons par des Métaux Lourds  
(A13) (Cumont, Ruth Seger)

DONADINI J.C., Intoxications par les Champignons Supérieurs  
Contenant des Métaux Lourds (D6)  
(Kuusi, Lodenius)

WENNIG R. et al., Contamination des Champignons par le Mercure  
(W3) (Seeger, Diehl, Rauter)

Il y a une dizaine d'années, et grâce en soit rendue à René-Charles Azema, les mycologues et mycophages français apprenaient avec tristesse que les champignons étaient contaminés par un métal "lourd", le mercure.

Ils n'étaient pas au bout de leurs peines : depuis on a identifié d'autres métaux toxiques, concentrés dans les mycéliums et les carpophores. Et on a appris également deux propriétés jusqu'alors inconnues des champignons :

-d'abord ils accumulent, par leur mycelium, les métaux lourds introduits dans le sol et ils les concentrent dans leurs carpophores.

-ensuite, ils sont capables, à partir de ces métaux, de synthétiser des dérivés extrêmement toxiques. Pour l'instant, hélas, on ne connaît à peu près bien qu'un seul de ces dérivés, mais quel dérivé ! Il s'agit du méthyl-mercure, responsable de quelques uns des empoisonnements collectifs des temps modernes. Et non des moindres !

**LE MERCURE** "Mad as a hatter" (61)  
est un métal peu dangereux pour l'homme, mais quelques uns de ses sels sont extrêmement toxiques.

(61) Locution anglaise signifiant "fou comme un chapelier": Au XIXème siècle, on utilisait le mercure pour traiter le feutre des chapeaux.

Ce sont malheureusement les dérivés organiques qui sont utilisés dans certaines industries (fabrication de pâte à papier, industrie de la soude caustique, production de chlorure polyvinyle, etc...) et surtout en agriculture où les produits mercuriels ont sévi pendant des années et sévissent encore dans certains pays (un peu moins depuis que l'OMS a recommandé en 1974 aux gouvernements de "s'efforcer par tous les moyens de supprimer le recours aux dérivés mercuriels en agriculture").

Malheureusement, les sels de mercure (phosphate d'éthyl-mercure, chlorure de méthoxyéthyl-mercure, acétate de phényl-mercure, etc...) sont "irremplaçables" dans le traitement antifongique des semences (62), dans le traitement de la fusariose du blé, de l'helminthosporiose de l'orge et de nombreuses autres atteintes parasitaires de différents végétaux par des *Alternaria*, des *Botrytis*, des *Cercospora*, des *Phoma*, etc...

On sait que les organomercuriels sont liposolubles et peuvent se fixer dans tous les organes, surtout le cerveau, le foie et les reins. Malheureusement, la faculté d'élimination de l'homme est très lente, d'où le danger des apports successifs, même minimes. D'autre part, les champignons pollués ont un pouvoir de concentration qui varie selon les espèces (les champignons n'aiment pas les généralisations) mais qui est souvent très important. D'autres êtres vivants sont capables de concentrer les sels organiques du mercure, et plus précisément le méthyl-mercure : ce sont les mollusques, qui contaminent toute la chaîne alimentaire et le dernier prédateur mangeur de poisson, le point "culminant" de cette chaîne : l'homme. L'empoisonnement par une usine de pâte à papier de la baie de Minamata en est un exemple tragique : plus de 110 morts, des milliers d'infirmités, la naissance de phocomèles et autres monstres, car le méthyl-mercure peut être à l'origine de "larses chromosomiques transmissibles à plusieurs générations" (Commins et Bilket). Nous pourrions également citer d'autres catastrophes de ce type, par exemple lorsque des populations pauvres consomment des semences traitées (et souvent dérobées) : à Panama, en Irak, etc... Une autre source de pollution des sols est la transformation du mercure tellurique en méthyl-mercure grâce à des bactéries anaérobies, elles-mêmes stimulées par des eaux de pluie acides (contaminées par les fumées industrielles et domestiques, qui voyagent beaucoup). Nous ne détaillerons pas plus longtemps cette contamination mercurielle, attendu que nous dresserons un bilan, en fin de chapitre, des espèces comestibles les plus recherchées et les plus contaminées. D'ores et déjà, nous pouvons affirmer que les champignons les plus contaminés, donc les plus dangereux, sont les psallotes, encore une fois.

**LE CADMIUM** est un métal obtenu comme production secondaire dans l'industrie du plomb, du cuivre et surtout du zinc. Il est utilisé industriellement dans la production de vernis ou de produits anti-corrosifs. L'homme avait donc déjà des occasions de se contaminer, mais il en a trouvé deux autres : la consommation de champignons pollués et aptes à concentrer le métal, et la fumée des cigarettes, note Azema avec véhémence, y compris celle des autres, surenchérit Guy Fourré (63)

(62) Il est curieux de constater que les sels de mercure inhibent la croissance des champignons inférieurs, et sont inoffensifs pour les champignons supérieurs qui semblent au contraire les pomper avidement dans le sol.

(63) Ils ont raison : une seule cigarette contient 2mg de cadmium dont 5 à 10% sont inhalés (A13), ce qui représente la moitié de la dose hebdomadaire tolérée par l'OMS !

**LE THALLIUM :** un métal extrait de quelques pyrites, est utilisé en métallurgie et dans quelques industries électriques. Il est utilisé aussi en agriculture, nous l'avons vu tout à l'heure, comme rodenticide. Un de ses sels, l'acétate, est utilisé comme dépilatoire dans le traitement des teignes. C'est un redoutable poison du système nerveux, du foie, et des glandes endocrines. Il est mortel par ingestion à moins d'un gramme !

Fort heureusement pour les mycophages, les champignons ne concentrent pas, ou concentrent très peu le thallium. Toutes les analyses pratiquées (en Allemagne) ont montré que les quantités de thallium détectées dans les carpophores étaient infratoxiques (Plus de 400 espèces ont été testées par Ruth Seeger). Les seuls champignons dangereux, et terriblement dangereux, puisque titrant 1g/kilog (dose mortelle) ont été prélevés à proximité de mines de pyrite.

**LE PLOMB** est utilisé dans l'industrie pour la fabrication de feuilles de revêtement, des tuyaux, des plaques de protection contre les rayons X. Le plomb tétraéthyl est utilisé comme antidétonant dans les carburants. C'est un produit liposoluble, donc très dangereux, et sa quantité dans l'air, dans les sols, dans les plantes a prodigieusement augmenté depuis l'avènement du moteur à explosion. Il paraît que la concentration dans l'air des grandes villes est DIX MILLE FOIS supérieure au niveau naturel (Taylor) puisque l'air du Groenland contient CINQ CENT fois plus de plomb qu'avant l'ère industrielle. "Le MILLION de tonnes annuellement déversé dans l'air par les seuls véhicules roulant aux États-Unis ne reste pas dans l'air, écrit Taylor. Une bonne partie retombe au sol, pénétrant dans LES LÉGUMES, LES FRUITS et la Flore en général.

N'oublions pas l'arséniate de plomb, qui combine les "bienfaits" du plomb à ceux de l'arsenic, et qui est encore utilisé comme insecticide.

Azema constate (A13) que dans les sols pollués, les mycéliums et les carpophores de champignons recueillent le plomb mais ne le concentrent pas. Donc le taux relevé dans les champignons est le même que celui du sol sur lequel ils poussent. Là où le ruissellement n'apportera pas de quantités toxiques de plomb, les champignons ne seront pas empoisonnés. Près des autoroutes et des parcs à voitures, TOUS les champignons sont toxiques.

**LES AUTRES METAUX** se fixent beaucoup moins dans les mycelliums et dans les carpophores.

Louré signale toutefois une "intoxication gastro-intestinale sans gravité, mais fort désagréable" par un sel de zinc, mais nous n'avons pas connaissance des doses contenues dans ces champignons toxiques (des Lépiotes pudiques)

Le problème du cuivre est encore différent : cette fois, les macromycètes sont inhibés, comme les vulgaires champignons inférieurs détruits par la bouillie bordelaise. Rühling, en 1984, a étudié l'action des fumées de cuivre et de zinc émises par une usine de Gusum en Suède.

L'ensemble des résultats paraît probant à Donadini (D6) :

-la plupart des champignons ne supportent pas le cuivre. Les plus résistants sont les bolets et les tricholomes. Un champignon comestible n'est pas affecté par l'excès de cuivre : *Cantharellus tubaeformis*.

Enfin, l'augmentation de la teneur en cuivre du plot entraîne une poussée importante d'un autre champignon comestible, mais de peu d'importance, *Laccaria laccata* !

## SYNTHESE DE LA POLLUTION PAR LES METAUX LOURDS

### NORMES OMS :

Mercure : 0,05 ppm (France : 0,5 ppm)  
(Suède : 0,8 à 1 ppm)

Plomb : 1 ppm

Cadmium : 0,5 ppm

(ppm = part par million = 1mg par Kg de nourriture)

### BOLETACEES

#### MERCURE

-espèces non précisées (Kuusi) : Zone urbaine 0,34 ppm (Z.U.)  
Zone rurale 0,18 ppm (Z.R.)

#### -EDULIS

1 à 17,4 ppm (Allemagne 1976)  
3,10 à 4 ppm (Stijve, Suisse, 1973)  
1,64 et 3,91 ppm (Quinche, Suisse, 1975)  
1 ppm et plus (Ruth Seeger, Allemagne, 1976)  
0,18 (Z.U.) à 4,14 (Z.R.) (Kuusi, Finlande, 1981)  
1,2 à 4,7 ppm (Wennig, 1976)  
7 (chapeau) et 3,2 ppm (pied) (Seeger, 1976)  
0,7 ppm (Cèpes en conserves) (Azema)

#### PLOMB

#### -EDULIS

0,9 ppm (Z.U. et Z.R.) (Kuusi 1981)

#### CADMIUM

#### -EDULIS

1,3 (Z.R.) à 2,9 ppm (Z.U.) (Kuusi 1981)

### LACTARIO-RUSSULACEES

#### -Russula sp. (Kuusi 1981)

Pb 4,6 ppm en Z.U. et 3,6 en Z.R.  
Hg 0,19 ppm en Z.U. et 0,03 en Z.R.  
Cd 2,2 ppm en Z.U. et 0,4 en Z.R.

#### -Lactarius sp. (Kuusi 1981)

Pb 3,3 ppm en Z.U. et 1,8 en Z.R.  
Hg 0,24 ppm en Z.U. et 0,09 en Z.R.  
Cd 1 ppm en Z.U. et 0,8 en Z.R.

AMANITACEES

- RUBESCENS (Mercure seulement)  
1 à 2 ppm (Wennig)  
Sup. à 1 ppm (Seeger)  
0,69 à 13,2 ppm !! (Quinche)

TRICHOLOMACEES

- TRICHOLOMA SCALPTURATUM  
Hg : 86,5 ppm (Rauter, Autriche, 1975) !!  
(stupéfiant ! : près d'une usine fabriquant du chlore,  
0,09 à 0,19 ppm (Suisse)
- LYOPHYLLUM GEORGII  
Hg : Sup. à 1 ppm (R.Seeger)
- LYOPHYLLUM CONNATUM  
Hg : Z.U., 14,1 ! et Z.R. 4,2 ppm (Kuusi, 1981)  
Pb : Z.U., 9,2 et Z.R. 13 ppm (?) (Kuusi, id.)
- LYOPHYLLUM CONNATUM  
Hg : Z.U. 6,1 et Z.R. 1 ppm (Kuusi 1981)  
Pb : Z.U. 3 et Z.R. 1,6 ppm (Kuusi, id.)  
Cd : Z.U. 2,9 et Z.R. 1 ppm (Kuusi, id.)
- RHODOPAXILLUS SAEVUS  
Hg : 0 à 7,2 ppm (moy.:5,9) (Wennig)
- CLITOCYBE GEOTROPA  
Hg : 4,69 ppm (Quinche, 1976)
- CLITOCYBE NEBULARIS  
Hg : 2,76 à 4,85 ppm (Quinche 1976)  
: 2,9 à 5,6 (moy.:3,0) (Wennig)
- CLITOCYBE ODORA  
Hg : 3,3 à 4 ppm (moy.:3,6) (Wennig)
- CLITOPILUS PRUNULUS  
Hg : 1,7 ppm (Wennig)
- HYGROPHOROPSIS AURANTIACA  
Hg : 0,6 à 0,8 ppm (moy.:0,7) (Wennig)
- LACCARIA LACCATA  
Concentrations non connues en Hg, Pb, Cd, mais les constatations de Ruhlring sont effarantes : ce champignon est le seul à pouvoir vivre sur du cuivre "concentré".

LEPIOTACEES (Mercure seulement)

- LEPIOTA PROCERA  
Hg : Sup. à 1 ppm (Seeger)  
0,8 à 7,1 ppm (moy.:3,6) (Wennig)

-LEPIOTA RHACODES

Hg : 2,2 à 3,7 ppm (mot.:2,9) (Wennig)

-LEPIOTA EXCORIATA

Hg : 1,4 à 6 (moy.:3,7)

-LEPIOTA ACUTESQUAMOSA

Hg : 0,5 (Wennig)

MARASMIACEES

-MARASMIUS OREADES

Hg : 19,7 (Méthyl-mercure 3,5!) (Stijve, 1973)  
1,6 ppm moy. (Wennig, 1976)  
0,68 à 1,91; 1,08; 1,94 (Zones agric.Quinche 1975)  
- 0,68 à 1,91; 4,34; 4,91 (Zones indust.Quinche 1975)  
0,37 (Parc); 4,78 (Lausanne) (Zones urb.Quinche 1975)  
33,6 !! (Quinche 1977, zone "polluée" -sic!)  
3,5 en Z.U. et 1,7 ppm en Z.R. (Kuusi, 1981)  
2,88 ppm à Mikkeli (Finlande) (Lodenius, 1981)

Pb : Z.U., 3,7 et Z.R. 1,8 ppm (Kuusi 1981)  
6,2 ppm à Mikkeli (Finlande) (Lodenius, 1981)

Cd : Z.U., 1,5 et Z.R. 0,3 (Kuusi 1981)  
1,18 ppm à Mikkeli (Finlande) (Lodenius, 1981)

-MYCENA PURA

Hg : 0,24 à 0,96 ppm (Suisse, 1976)  
14,5 à 23,7 ! ppm (Rauter, Autriche)  
(toujours près d'une fabrique de chlore)

AGARICACEES

-AGARICUS BISPORA

Hg : 0,27 ppm (France, 1984, zone non polluée)  
Cd : 0,14 ppm (Commerce, Azema)

-AGARICUS BISPORA (Conserves)

Hg : 0,27 ppm (France, 1984)  
Pb : 0,19 ppm (id.)  
Cd : 0,06 ppm (id.)

-AGARICUS ARVENISIS

Hg : 5,8 à 6,5 ppm (Stijve 1973)  
1,90 à 11,1 ppm (Allemagne, Seeger 1976)

-AGARICUS SILVICOLA

Hg : 5,8 ppm (0,04 méthyl-mercure) (Stijve 1973)  
2,22 à 12 ppm (Quinche, 1976)

- AGARICUS CAMPESTRIS (Hg seulement)  
14,2 ppm (0,43 CH<sub>3</sub>Hg) (Stijve 1973)  
11,6 ppm (0,31 CH<sub>3</sub>Hg) (Quinche, Zone polluée, 1974)  
2,10 à 4,01 ppm (Zone agric. Quinche, 1975)  
4,37 à 12,7 ppm (Zone industr. Quinche 1975)  
9,29 à 20,1 ppm (Zone urbaine "polluée" -sic!-Quinche, id.)  
33,60 !! ppm (Zone urbaine "très polluée" !, Quinche, id.)  
12,7 ppm (0,34 CH<sub>3</sub>Hg) (Quinche 1977)
- AGARICUS sp. (travaux de Kuusi 1981)  
Hg : 14,1 en Z.U. et 4,2 ppm en Z.R.  
Pb : 9,2 en Z.U. et 13 (?) en Z.R.  
Cd : 11,2 en Z.U. et 16,8 (?) en Z.R.  
(résultats "énormes" et contradictoires en ce qui concerne le Pb et le Cd)
- AGARICUS gpe Flavescentes (travaux de Lodenius 1981)  
Hg : 2,5 à 4 ppm; 7,9 à 10 ppm (Mikkeli, Finlande)  
Pb : 6 à 8 ppm (id.)  
Cd : 18 à 36 ppm; 55 à 130 ppm !!!  
(Donadini constate que les explications sont parfois "peu claires")
- AGARICUS gpe Rubescentes (travaux de Lodenius, 1981)  
Hg : non communiqué.  
Pb : 2 à 10 ppm  
Cd : 2,5 à 4; 7,9 à 10 ppm.  
(Conclusion de Lodenius : 11 agaricacées concentrent le cadmium au-delà de 10 ppm. Cette constatation, très grave, aurait échappé aux exégètes ?)

#### CANTHARELLACEES

- CANTHARELLUS CIBARIUS  
Hg : 0,09 en Z.U. et 0,02 en Z.R. (Kuusi, 1981)  
Pb : 1,7 en Z.U. et 0,7 en Z.R. (id.)  
Cd : 1 en Z.U. et 0,5 en Z.R. (id.)
- CANTHARELLUS CIBARIUS (Conserves)  
Hg : 0,03 (France, 1984, Azema)  
Pb : 1,80 (id.)  
Cd : 0,09 (id.)
- CANTHARELLUS TUBAEFORMIS  
Hg : 0,13 en Z.U. et 0,09 en Z.R. (Kuusi, 1981)  
Pb : 8,9 en Z.U. et 1,4 en Z.R. (id.)  
Cd : 0,7 en Z.U. et 1,2 en Z.R. (?) (id.)

#### GASTEROMYCETES

- GASTEROMYCETES sp. (non précisées) (Kuusi, 1981)  
Hg : 2 en Z.U. et 2,2 en Z.R.  
Pb : 16,8 en Z.U. et 12,1 en Z.R.  
Cd : 3,9 en Z.U. et 0,5 en Z.R.
- CALVATIA GIGANTEA  
Hg : 19,7 ppm ! (3,5 CH<sub>3</sub>Hg) (Stijve 1973)  
33,6 ppm !! (Quinche 1974)

-LYCOPERDUM PERLATUM

(Mercure seulement)

1,1 à 7 ppm (Stijve, 1973)

1 ppm (0,24 CH<sub>3</sub>Hg) (Stijve 1973)

5 ppm (1,32 CH<sub>3</sub>Hg) (Quinche 1974)

2,37 à 11 ppm (Quinche 1975)

54,1 à 80,9 !!! (Rauter, Autriche, 1975)

(près d'une usine fabriquant du chlore : résultats  
"stupéfiants" dit Azema)

CONCLUSION :

Sans autre commentaire, nous laisserons la parole à René Charles Azema :

"On notera dans certains cas les taux élevés dépassant les taux admissibles (il s'agit de champignons du commerce, frais ou en conserve, cf. chiffres supra). Chacun doit en tirer les conclusions qui SEMBLENT S'IMPOSER."

"Cette importante question qui touche à la santé des hommes doit être suivie de très près, malgré les incidences qui se produiront inévitablement avec certains industriels."

Nous verrons que d'autres "incidences", pour ne pas dire des "incidents" risquent de se produire avec des industriels, même quand il s'agit de champignons non pollués.

III. POLLUTION PAR LES RADIATIONS IONISANTES

Quand on parle de rayonnements ionisants, on pense tout de suite aux malheureux irradiés d'Hiroshima ou de Tchernobyl. Il faut cependant tenir compte de l'irradiation naturelle et de l'irradiation secondaire, d'origine humaine mais non voulue (?), consécutive à deux sources principales :

- les explosions atomiques dans l'atmosphère.
- les sources civiles de pollution radioactive : production d'énergie électrique, conservation des denrées alimentaires, recherche scientifique, utilisation médicale...

1) Généralités sur les rayonnements :

Selon les données actuelles (Errera, La Recherche, 1985, 168) l'exposition chronique, prolongée, à de faibles doses ne doit pas à priori être considérée comme inoffensive.

La radioactivité émise se mesure en curies (Ci). La nanocurie (nCi) est une division qui correspond au milliardième de la curie et elle vaut 37 becquerels (Bq)

La gravité des dégâts causés par l'irradiation sur les tissus dépend de l'intensité du rayonnement. Celle-ci est exprimée en Gray (Gy) qui mesure la quantité d'énergie absorbée; autrefois, on utilisait le rad (1 Gy = 100 rads).

Mais la nature du rayonnement intervient également et il faut tenir compte de l'efficacité biologique relative des divers types de rayonnement. Le sievert (Sv) est la dose en gray affecté d'un coefficient de correction, tenant compte de la qualité de chaque type de rayonnement : par exemple,

pour les particules alpha, le facteur de qualité est dix fois supérieur à celui d'un rayonnement gamma (qui est très pénétrant). Autrefois, on utilisait le rem (1 Sv = 100 rems).

La définition des "doses admissibles" de radiations : celles dont les inconvénients sont estimés négligeables (?) par les réglementations définies sous l'égide du CIPR (Commission Internationale de Protection Radiologique)

Mais "de nombreuses incertitudes subsistent quant aux dangers réels des irradiation à faibles doses" (Errera)

Un atome irradié peut donner naissance à une transformation chimique de la molécule irradiée dont il est l'élément constitutif : c'est un effet ionisant DIRECT. Il peut aussi agir de façon INDIRECTE en créant dans les tissus des radicaux libres, très toxiques, qui prolongent l'action du rayonnement à d'autres molécules, avec un effet accru en milieu oxygéné.

Les effets pathologiques sont de deux sortes : ils sont génétiques ou héréditaires lorsqu'ils se manifestent sur la descendance de l'individu dont les gonades ont été irradiées; ils sont somatiques quand ils concernent l'individu irradié lui-même. (64) Les troubles somatiques peuvent apparaître très rapidement après l'exposition à une irradiation (jusqu'à la mort subite) ou tardivement avec l'apparition de cancers, d'un vieillissement prématuré ou d'anomalies embryonnaires si le rayonnement a touché une femme enceinte. Mais à des doses inférieures, dites sublétales, on admet la notion de "dose critique" à partir de laquelle apparaissent certains types de lésions (cataractes, lésions vasculaires, infertilité). On parle alors (on parle beaucoup!) d'effet "non aléatoire" qui n'est pas observé au-dessous d'un certain seuil. Mais ce seuil n'existe pas pour tous les effets : "Toute dose, si petite soit-elle, présenterait un risque pour une fraction de la population" (Errera)

Cette double notion de seuil et de non-seuil est fondamentale pour prévoir les conséquences à long terme d'une irradiation. Elle est également essentielle pour tenter d'évaluer les risques à une exposition permanente à de faibles doses.

La CIBLE préférentiellement affectée par les rayonnements est la molécule géante d'ADN (Taylor, Greenstein, Hollaender, Errera). Les lésions induites par les rayonnements sont variées :

-Des fragments d'ADN peuvent être déplacés (recombinaison génétique). Ces fragmentations sont responsables d'aberrations chromosomiques qui se traduisent par une perte de l'information génétique portée par les chromosomes ou une mauvaise interprétation de cette mémoire génétique (l'avenir est imprévisible si la cellule survit)

-Les radiations peuvent également modifier la structure chimique des constituants élémentaires de l'ADN, les bases. La conséquence est une MUTATION.

-Si la lésion bloque la réplication de l'ADN, c'est-à-dire le processus qui donne naissance à deux molécules d'ADN filles lors de la division cellulaire, elle peut entraîner la mort de la cellule.

Il existe des processus de réparation et dans le meilleur des mondes s'il existe, la réparation sera rigoureusement correcte et la lésion "effacée" par des enzymes spécifiques. Dans d'autres cas, un sauvetage en catastrophe conduit à une réparation incorrecte de l'ADN. La lésion n'est pas éliminée dit Errera, simplement tolérée. C'est la "réparation de mutagénèse SOS" (Radman)

Notons que par rapport à des bactéries en culture, il faut une dose d'irradiation CENT fois plus faible pour tuer des cellules de peau humaine en culture, car la quantité d'ADN par cellule est MILLE fois plus importante que chez les bactéries. Notons également qu'il existe une sensibilité accrue chez les homozygotes qui les prédispose aux cancers et aux leucémies. Notons enfin que la plus grande sensibilité des vieillards aux agents génotoxiques (donc pas seulement aux radiations ionisantes) est due à une réparation moins efficace de l'ADN, probablement cacochyme, et celle des enfants au nombre considérable de cellules en division pendant la croissance.

"Mais, malgré des recherches très nombreuses, dit Errera, il reste d'ENORMES TALLONS dans nos connaissances sur la façon dont l'espèce humaine restaure son matériel génétique. L'une des inconnues, et de taille pour toute

prévision d'effets à long terme des radiations est de savoir si, aux très faibles doses la réparation de l'ADN est rigoureusement correcte et totalement efficace. En d'autres termes, on ignore actuellement si TOUTES les lésions infligées au matériel génétique par de faibles doses de rayonnements peuvent être éliminées et rester SANS EFFET."

## 2) Contamination des Champignons par les Rayonnements :

Premier document : Evaluation du Technischer Überwachungs-Verein Baden E.V., traduction résumée par Olivier Daillant (65)

1. Des recherches antérieures à Tchernobyl, comme le rapport annuel 1983 du ministère de l'intérieur, montrent que les champignons contenaient déjà des taux non négligeables de Césium. Ce Cs 137 vient surtout des essais d'armes nucléaires pratiqués dans l'atmosphère jusqu'à la fin des années 60. Sa périodicité est de 30 ans; le Cs 134 libéré à l'époque a disparu, sa périodicité étant de deux ans.

De nombreuses mesures ont montré que pour Tchernobyl, le rapport Cs 137/Cs 134 est de 2 à 1. Lorsque la quantité de Cs 137 est largement au-dessus du double de la quantité de Cs 134, on peut en conclure que ce surplus ne provient pas (encore) de Tchernobyl. Tel est le cas pour *Ramaria pallida* et *Craterellus cornucopioides* (récolte de 1984-1985) et peut-être pour *Amanita citrina*.

2. La présence d'Ag 110 est intéressante. Elle a souvent été détectée dans le sol mais, dans les aliments, en dehors des foies de daims et de moutons, elle n'a été détectée que dans les lépiotes. Pour un échantillon de *Sparassis crispa*, nous avons eu des doutes.

Cet isotope radioactif qui marque une préférence pour les lépiotes est d'origine inconnue pour l'instant. Il semble que ce ne soit pas un produit de fission (mais alors d'où vient-il ?) et sa demi-vie est de 270 jours.

N.B. : A la décharge des lépiotes, on constate que ces champignons semblent être également ceux qui absorbent le moins de Césium (Cs 134 et Cs 137). De nombreuses mesures ont été faites en Allemagne (et quelques unes en France) : "Il ne semble pas y avoir d'exception, les lépiotes sont toujours en bas de l'échelle."

3. Le K 40 (Potassium 40) est d'origine naturelle.

Il est plus que possible que "les rejets plus ou moins réguliers et plus ou moins clandestins des centrales nucléaires se retrouvent dans les champignons" (66)

(64) Le mercure, que nous avons étudié dans le chapitre précédent est le type des substances à la fois SOMATOTOXIQUES (v. Minamata) et GENOTOXIQUES (id.), mais il n'est pas le seul, hélas: voir plus loin le chapitre sur les hydrazines.

(65) Mycologue français, membre de la S.M.F., connu pour son auto-expérimentation sur la toxicité psychotrope de *Mycena pura*, et ses recherches sur la Radioactivité des champignons après sa communication aux 8èmes Journées Mycologiques d'Entrevaux.

(66) Types d'accidents : l'incendie du réacteur de Windscale, (Sellafield) et la "catastrophe" de Three Mile Island, avant celle de Tchernobyl (pour les accidents connus)

Deuxième document : fourni par le CRII-RAD (67) :  
Les centaines d'analyses effectuées au laboratoire du CRII-RAD montrent des écarts très importants d'une espèce à l'autre. Ceci dans des lieux géographiques voisins, c'est-à-dire ayant reçu des quantités de pluie comparable (les nuages, donc la pluie, sont les transporteurs d'éléments radioactifs)

### COMMENT PEUT-ON EXPLIQUER CES VARIATIONS ?

1°) - PAR UN METABOLISME SPECIFIQUE A CHAQUE ESPECE comme nous l'avons déjà rencontré chez les plantes aromatiques.

Certains végétaux présentent d'un point de vue chimique des concentrations différenciées en minéraux, en métaux lourds et aussi d'après les résultats précédents en particules radioactives.

2°) - PAR UN BIOTOPE (milieu physique) qui peut, suivant sa constitution (sol lourd, sol léger...), capter plus ou moins de Cesium (complexe argilo-humique) et le délivrer avec plus ou moins de facilité au mycélium (à partir duquel s'élabore le champignon que l'on consomme).

3°) - Il est acquis, à l'heure actuelle que dans les milieux oligotrophes (milieux pauvres en substances minérales), les plantes absorbent davantage de Cesium et moins de Potassium (ces 2 éléments étant en compétition). Cette absorption se fait sur des récepteurs spécifiques présents sur les membranes des filaments du mycélium.

Si le sol par contre est riche en Potassium, la concentration en Cesium dans les végétaux, sera moindre par suite de cette compétition.

3°) - PAR UN LIEU DE PRELEVEMENT (bois de feuillus, conifères, landes ou prairie) où de grandes quantités de radioéléments sont tombées, contaminant les champignons soit directement (dépôts responsables de la contamination 86) soit indirectement : destruction progressive de la matière organique contaminée, feuilles des arbres ou de végétaux divers, qui contribue à enrichir l'humus en radioéléments.

Les champignons sont des végétaux particuliers car dépourvus de chlorophylle ils absorbent la matière organique déjà formée (mode de nutrition saprophyte ou parasite), ce qui peut expliquer pour certains d'entre eux la forte concentration trouvée en 87 par rapport à 86.

En effet, le dépôt progressif des feuilles 86 sur le sol, leur décomposition puis l'absorption de cette matière organique par les champignons représentent des phénomènes lents et le transfert des particules radioactives s'effectue donc de manière très progressive.

Précisons également que la plupart des champignons que l'on consomme vivent en association avec d'autres espèces végétales, arbres ou arbustes. Aussi est-il très difficile à l'heure actuelle d'évaluer la part de la contamination due aux espèces parasitées et celle due au champignon lui-même.

## Statistiques :

### 1) Normes en vigueur (Doses admissibles)

CEE : 370 Bq/kg pour les produits laitiers  
370 Bq/kg pour les enfants.  
600 Bq/kg pour les adultes.

Allemagne : 50 Bq/kg (on note l'influence des "verts" !)

Ces chiffres établissent seulement un niveau de dommage minimum acceptable ou "valeur admissible" (par qui?) et non pas "inoffensive".

### 2) Principales Analyses

#### I. MESURES EFFECTUÉES AVANT TCHERNOBYL (Pas de Cs 134)

T.U.V. Baden (élément : Cs 137) 1983  
Boletus luteus : 23.000 Bq  
Boletus badius : 22.000  
Boletus edulis : 82.000  
Cantar. cibarius : 11.000 (68)

T.U.V. Baden (élément : Cs 137) 1984-1985  
Crat. cornucopioides : 1590

#### II. MESURES EFFECTUÉES APRES TCHERNOBYL (Cs 134, +Cs 137)

CRI-RAD 1987 (Plusieurs séries)  
Bol. chrysenteron : 24.500 Bq  
Boletus badius : 15.461  
Cantar. lutescens : 12.800  
Cantar. cibarius : 6.800  
Boletus badius : 4.395  
Crat. cornucopioides : 1.841  
Boletus erythropus : 1.100  
Cantar. cibarius : 745  
Hydnum repandum : 625 (69)

SCPRI (Ministère de la Santé) (70). Première série (optimiste)  
Les champignons les plus pollués sont crédités de 120 Bq, mais leur identification fantaisiste ("Lactaires-Bolets-Russules-Etc (?) frais" enlève toute crédibilité à ces résultats qualifiés de "largement conformes à la Réglementation et aux Normes de base Sanitaires des directives (...) d'Euratom".

SCPRI . Deuxième série (étonnante) publiée dans "Le Moniteur des Pharmacies" du 31/10/1987. Le champignon le plus pollué atteint 1.900 Bq/kg et il s'appelle Chantrelle et pieds de mouton (admettons que les deux espèces aient acquis la même pollution). Un second champignon dépasse les normes avec 980 Bq/kg : c'est une Amanite non désignée. La conclusion est également très optimiste quand il s'agit d'espèces comestibles : "Aucune considération de santé fondée sur la radioactivité ne justifie une restriction de consommation."

(68) Contamination par essais nucléaires dans l'atmosphère (absorption rapide)

(69) Seulement pour les espèces qui dépassent la norme de la CEE (600 Bq)

(70) Service Central de Protection Contre les Rayonnements Ionisants.

## CONCLUSIONS SUR LES POLLUTIONS

Les chiffres que nous avons cités sont actuels, et même déjà dépassés. Ils seront sous-évalués dans quelques années, sinon dans quelques mois.

De nombreuses espèces sont déjà impropres à la consommation, surtout en zones urbaines ou industrielles.

### I. POLLUTION PAR LES PESTICIDES :

(Zones agricoles, zones sous-jacentes, zones "sous le vent")  
Espèces à éviter : Psalliotes et surtout "Rufescentes" (*Agaricus bisporus*, *A. campestris*), Lépiotes (*excoriata*, *naucina*).

### II. POLLUTION PAR LES METAUX LOURDS

- A) PLOMB : Autoroutes, routes à grande circulation, parcs à voitures.  
Espèces à éviter : TOUS les champignons en zone citée.
- B) CADMIUM : Zones industrielles.  
Espèces à éviter : TOUS les champignons en zone citée.
- C) THALLIUM : Mines de pyrites  
Espèces à éviter : TOUS les champignons en zone citée.  
Pollution négligeable ailleurs.
- D) MERCURE : Toutes régions et surtout zones urbaines et zones industrielles.  
Espèces à éviter : *Amanita rubescens*, *Lyophyllum connatum*, *Clitocybe geotropa*, *Clitocybe nebularis*, *Clitocybe odora*, *Lepiota rhacodes* (Z.U. et Z.I.), *Marasmius oreades* (id.), *Calvatia gigantea*, *Lycoperdum perlatum*, TOUTES les psalliotes, et particulièrement groupes *Arvensis*, *Campestris*, *Silvicola*.

### III. POLLUTION RADIOACTIVE :

Toutes régions, mais avec de grosses différences (zones "contaminées" par proximité des usines nucléaires, expérimentations atomiques en atmosphère, accidents des centrales avec "couloirs" de vents dominants)

Nous n'avons retenu que les espèces ayant atteint 1800 Bq/kg, c'est-à-dire TROIS fois la norme C.E.E. :

Espèces à éviter : *Boletus chrysenteron*, *Boletus badius*, *Cantarellus cibarius* (confirmé par le SCPRI), *Cantarellus lutescens*. (Nous n'avons pas retenu les résultats du T.U.V. Baden en Cs 137, très élevés, mais probablement secondaires à une expérience atomique en atmosphère)

### IV. BILAN :

Les espèces le plus souvent citées appartiennent au genre *Agaricus*. Il serait prudent de rejeter toutes les psalliotes de l'alimentation humaine, y compris les "rosés des prés" "boulés de neige" et autres "agarics des forêts". D'autant que ces champignons, nous allons le voir tout de suite, contiennent naturellement d'autres poisons.

En ce qui concerne la radioactivité des champignons, nous ne partageons pas l'optimisme d'Azema, habituellement plus inquiet. Certes, la situation n'est pas encore dramatique, mais nous n'empêcherons pas les accidents nucléaires en U.R.S.S., aux U.S.A. ou ailleurs, ni les fuites dans les usines atomiques un peu partout dans le monde. Sans parler d'un "grand boum" ! Mais alors, nous ne serions peut-être plus là pour contrôler la radioactivité des champignons...

...ET MEME, CONNAISSANCES A ACQUERIR  
D'EXTREME URGENCE !

"Je maintiens que ce poison est pire qu'un mélange de ciguë, d'ellébore noire, d'opium, de solanum et de jusquiame."

Voltaire

"Quand le fait que l'on rencontre est en opposition avec une théorie régnante, il faut accepter le fait, et abandonner la théorie..."

Claude Bernard

Voici que le jour se lève sur la chimie des champignons supérieurs ! Non seulement on a identifié, ou on va identifier l'un après l'autre, les poisons des espèces toxiques, mais on a commencé l'inventaire des dizaines de milliers de substances chimiques synthétisées par des champignons anonymes.

Chacun de ces végétaux inférieurs (ou de ces animaux ?) est une "usine chimique", comme l'a écrit Roger Heim, autrement plus performante que celle d'un phanérogame. Il peut à lui seul élaborer on ne sait combien de molécules différentes, dont beaucoup sont des poisons -et bien peu des "nutriments" au sens originel du terme : substances antibiotiques, cytotoxiques, mutagènes, oncogènes...

Quand on sait ce que distille la moindre moisissure, les plus infimes des *Aspergillus*, un *Fusarium* quasi-invisible, on ne s'étonne pas qu'un macromycète un champignon qui développe d'énormes carpophores, puisse élaborer une véritable "soupe" chimique, selon l'expression d'Alexander Shulgin.

Faut-il manger régulièrement de cette soupe dont on ne connaît pas les ingrédients ? Ce n'est pas prudent ! Faut-il la conseiller, si l'on est déterminateur conseil, au mycophage forcené ? Ce n'est pas honnête !

Jusqu'à ces temps que nous qualifierons de modernes, car les temps sont toujours modernes jusqu'aux lendemains, les chimistes s'intéressaient surtout, d'une part aux poisons des champignons malfaiteurs, d'autre part aux toxines des micromycètes, des antibiotiques au sens étymologique (qui s'oppose à la vie), les uns utiles à l'homme et les autres néfastes. Le rôle de ces toxines dans l'épidémiologie de certains cancers (hépatomes, leucémies...) et de mycotoxicoses systémiques graves (encéphalopathies, néphropathies...) est apparu très vite évident. Citons quelques uns de ces poisons cancérogènes : Aflatoxine, Sterigmatocystine, Rugulosine, Ochratoxine, Patuline, etc.

Il n'y a pas de grandes différences d'action entre les antibiotiques, les cytostatiques, les mutagènes, les oncogènes : tous modifient le processus cellulaire en provoquant des altérations de l'ADN (de la même façon que les poisons chimiques ou les radiations ionisantes dont nous avons déjà parlé). Certains de ces poisons cellulaires se combinent avec les acides nucléiques donnant naissance à des molécules imprévisibles, d'autres interviennent sur les polymérase, d'autres encore provoquent des altérations nucléaires ou chromosomiques. (71)

La même substance peut d'ailleurs être à la fois antibiotique, mutagène et oncogène ! Et quel que soit son type d'action, elle ne provoque jamais l'apparition d'anticorps, contrairement aux toxines bactériennes.

La constatation la plus déplaisante c'est que des substances de ce type ont été identifiées chez les champignons supérieurs et même chez des champignons comestibles parmi les plus réputés. Et on commence à peine à chercher, quand on a des crédits !

### POISONS MUTAGENES

Ils sont capables d'entraîner des mutations génétiques, généralement étudiées, et chiffrées sur des souches de micro-organismes : Salmonella typhimurinum (TA 98), Saccharomyces cerevisiae, Bacillus subtilis, etc... L'action mutagène d'un poison n'est pas forcément liée à l'action cancérigène, contrairement à une opinion très répandue (Lin et Tang, 1980) mais l'interdépendance est fréquente (Fahrig, 1984)

Voici quelques champignons comestibles qui possèdent, in vitro, des propriétés mutagènes (Sterner et al., 1982) :

Boletus edulis  
Boletus subtomentosus  
Agaricus hortensis  
Agaricus silvaticus  
Lepiota rhacodes  
Lactarius deliciosus  
Sparassis crispa  
Calvatia gigantea  
Lycoperdum perlatum  
Laccaria amethystina  
Armillaria mellea  
Coprinus comatus  
Rhodopaxillus (Lepista) personatu  
etc...

### ANTIBIOTIQUES CYTOTOXIQUES

Ces substances sont des poisons cellulaires, soit toxiques pour des cellules saines, et cancérigènes, soit toxiques pour des cellules polyploïdiques et alors utiles dans une thérapeutique anticancéreuse, en chimiothérapie sous haute surveillance. L'étude reste à faire (72)  
Voici quelques uns de ces "antibiotiques" avec les champignons qui les synthétisent :

-Hydroxyanilide de l'acide glutamique est un inhibiteur de la glyoxylase, identifié en 1975 par Kurasawa dans Agaricus campestris.

(71) Ils sont Génotoxiques et Somatotoxiques, comme les radiations ionisantes.

(72) Un polypore, Inonotus obliquus, possède une action anticancéreuse utilisée traditionnellement par les populations sibériennes sous le nom de tchaga,

- L'acide calvatique a été isolé de *Calvatia lilacina* et de *calvatia craniformis* (Ceruti Scurti 1972 et Umezawaa 1975)
- Dans les mêmes champignons et dans *Clitocybe maxima*, Roland, en 1960, a extrait la Calvacine, active sur une quinzaine de tumeurs de la souris, bravo! mais "d'action cumulative et toxique provoquant une anorexie, un amaigrissement, une nécrose et une surcharge des fibres musculaires cardiaques, une lésion des cellules osseuses, une nécrose hépatique, des hémorragies pulmonaires et rénales." (C1) En somme, une substance vraiment "antibiotique" ?
- L'acide cristatique et l'acide grifolique ont été isolés de plusieurs polypores : *albatrellus*, *cristatus*, *confluens*, *ovinus*... (Steglich et Zechlin 1981)
- La strobilurine (encore appelée oudemansine) est un dérivé méthylé présent chez *Collybia* (*Oudemansiella*) *mucida*, *Collybia tenacella*, *Collybia esculenta* et de nombreux mycènes (*galopoda*, *rosea*, *zephyrus*, *crocata*, *vittilis*, etc...)
- La nebularine, une des nombreuses substances synthétisées par *Clitocybe nebularis*, inhibe la croissance des mycobactéries et du Sarcome 180, mais aussi des cellules épithéliales et des fibroblastes (Loefgren en 1954, puis Gupta et Bhakumi en 1981) (73)
- La flamuline est un polypeptide antimitotique et mutagène isolé en 1963 de *Collybia velutipes*, un champignon très recherché dans certains pays pour la cuisine. (Komatsu)
- etc...etc...

## ONCOGENES = CANCERIGENES

Les substances en cause induisent IN VITRO des proliférations de cellules néoplasiques et IN VIVO des tumeurs cancéreuses chez l'animal de laboratoire. Nous avons découvert quelques uns de ces dérivés chez des champignons toxiques (*Gyromitres*) (74). Des poisons aussi dangereux sont malheureusement présents chez quelques unes des espèces les plus recherchées pour l'alimentation. Malheureusement pour les consommateurs, elles sont toxiques à très longue échéance, d'une façon insidieuse qui n'attire pas l'attention jusqu'à la catastrophe finale. Pour reprendre la terminologie des mycotoxicologues, ce serait donc un syndrome de "très longue incubation".

- (72,suite) un "thé" préventif dont parle Soljenitsine. Les soviétiques en ont tiré un antibiotique, le Befunginum (Cf.l'Article d'A.Roy in Doc.Myc.)
- (73) Nous avons vu que ce champignon peut être pollué par les métaux lourds et qu'il contient des polyacétylènes facteurs d'intolérance. Sa consommation n'est pas recommandable malgré la réputation dont il jouit dans le Jura ("petit gris")
- (74) Andary et al. (A3) ont également découvert des gyromitrines chez d'autres Ascomycètes comme *Cudonia circinans*, aussi riche que le *Gyromitre*.

## 1) LACTONES

Les LACTONES ne nous inquiètent pas outre mesure bien qu'elles soient à peu près toutes à la fois mutagènes et cancérigènes (Ciegler, 1971). Très fréquentes chez les micromycètes (*Penicillium*, *Aspergillus*, *Byssosclamyces*, *Fusarium*, *Tricothecium*, *Nectria*, *Chaetomium*, etc...) on les rencontre chez quelques marasmes et chez de nombreux lactaires âcres, peu recherchés pour l'alimentation (tout au moins dans notre pays), mais sait-on jamais ? Citons *Lactarius rufus*, *L. blennius*, *L. necator*, *L. scrobiculatus*, *L. torminosus* (résinoïdien!) *L. pallidus*, *L. pergamenus*, etc...

## 2) ANTHRAQUINONES

Nous ne ferons pas un drame non plus des ANTHRAQUINONES et surtout des dianthraquinones bien qu'elles soient à la fois antibiotiques, cytotoxiques, mutagènes et cancérigènes !

On les rencontre surtout chez des cortinaires que nous avons déjà des raisons de rejeter. Il s'agit du groupe des Nitidae de la Flore Analytique de Kühner et Romagnesi, ou plutôt de l'interprétation des Nitidae de Lange, scindés en deux groupes, les Sanguinei et les Cinnamomei. Une douzaine de composés anthraquinoniques ont été isolés de *Cortinarius sanguineus* (Emodine, Dermoglaucine, Dermocybine, Dermolutéine, Dermorubine, etc...) et quelques autres de *Cortinarius cinnabarinus* (Erythroglaucine, Cinnarubine, Cinnalutéine, Endocrocine, etc...) Il existe des flavomannines chez *Cortinarius cinnamomeoluteus* et chez *C. vitellinus*. Et chez bien d'autres espèces de cortinaires de couleurs rouge, fauve, ocre ou rouille.

## 3) NITROSAMINES

Les NITROSAMINES sont présentes à l'état naturel dans de nombreux champignons (Nitroso-diméthylamine, nitroso-diéthylamine, nitroso-N-butylamines, nitroso-di-iso-butylamine, nitrosopyridoline, nitroso-pipéridine, nitroso-proline, nitroso-pipérazine, etc...). De plus, nous avons vu que plus de 50 espèces ont la possibilité d'accumuler les nitrites des sols (issus des nitrates agricoles) et de les concentrer. Les champignons praticoles sont évidemment les plus dangereux.

Un champignon comestible (?) produit de sa propre initiative une grande quantité de nitrosamine cancérigène, le p-méthylnitrosaminobenzaldéhyde. C'est *Clitocybe suavolens* (Enomoto, 1972; Herrman, 1960). A rejeter formellement!

## 4) HYDRAZINES

Les HYDRAZINES sont les substances les plus dangereuses identifiées chez les champignons supérieurs dits comestibles (75). On sait maintenant de façon formelle qu'elles sont responsables de la toxicité aiguë et chronique de *Gyromitra esculenta* (76).

Mais on ignore (ou on fait semblant d'ignorer) que des poisons de la même famille se trouvent, en quantités importantes et à l'état naturel (sans contamination par les pesticides ou les pollutions industrielles) chez la plupart des agarics comestibles et chez le plus consommé d'entre eux, et souvent à l'état cru, *Agaricus (Psalliota) bisporus*, le CHAMPIGNON de PARIS cultivé !

(75) Un végétal supérieur contient des quantités appréciables d'hydrazines, c'est le tabac, particulièrement au niveau de la feuille (qui est fumée !). C'est d'ailleurs à l'occasion de recherches sur le tabac qu'on a découvert le pouvoir cancérigène transplacentaire des nitrosamines, induisant des tumeurs de Wilms (adénocarcinomes du rein)

(76) Pour répondre à un argument de Guy Fourné (corr.pers.) ces substances sont indubitablement cancérigènes chez l'homme.

Les travaux confidentiels, tout au moins en France, de Levenberg, de Daniels, de Ross, de Bela Toth, de Daniel Nagel et de bien d'autres, l'ont clairement démontré. Nous avons rassemblé (pages suivantes) les titres de quelques publications, parmi les plus importantes, de l'équipe Bela Toth, et d'autre part les extraits des ouvrages étrangers qui ont eu le courage de mentionner la présence de ces poisons chez les agarics. Arturo et Maurizio Ceruti en arrivent même à conseiller...l'abstinence.

Ajoutons, pour compléter ce sombre tableau, que la pollution agricole n'est pas négligeable (certains dérivés hydraziniques sont employés comme désherbants) ni même la pollution industrielle (antioxydants, carburants de fusées)

Nous n'avons pas de référence française à proposer. On comprend les scrupules des mycologues-écrivains quand il s'agit du Champignon de Paris. Mais pourquoi ce silence sur les agarics sauvages ? Le déterminateur conseil qui trie avec condescendance un panier de "boules de neige" est-il informé ?

Toutes les hydrazines des psalliotés sont issues de l'agaritine (ou glutamyl-phenylhydrazine) elle-même non toxique, ou peu toxique, encore que cette affirmation rassurante soit contestée. Mais tous les dérivés de l'agaritine, synthétisés par le champignon lui-même, sont cancérigènes. Voici les principaux poisons :

#### 1. AMPH (4-Hydroxymethylphenylhydrazine)

Aux doses expérimentales de 0,0625%, niveau moyen de toxicité, la plupart des animaux de laboratoire ont succombé ("most of the animals died") La mortalité était déjà de 50% à la 10ème semaine, essentiellement par adénocarcinomes pulmonaires et tumeurs des vaisseaux (angiosarcomes). Le 3ème type de tumeur le plus souvent rencontré est un lymphosarcome.

#### 2. GCPH (4-Carboxyphenylhydrazine)

Toth et al. ont calculé les quantités de GCPH contenues dans différents lots de champignons cultivés. Voici les chiffres : de 36,9 à 48,5 mg/kg de champignon FRAIS.

(A titre de comparaison, Andary et al., toujours sur champignons frais, mais sur gyromitres ! ont trouvé dans différents lots des quantités de monométhylhydrazine de 50 à 70 mg/kg pour la série la plus faiblement dosée, et de 135 à 330 mg/kg pour la série la plus fortement dosée) (A3) Ce dérivé serait l'un des plus dangereux parmi la soixantaine de substances hydraziniques identifiées chez *Agaricus bisporus* ! (Toth, 1984)

#### 3. HBA (p-Hydrazino benzoic Acid)

Extraite du "commercial mushroom", cette substance est considérée comme un précurseur biosynthétique de l'agaritine. Les lots d'*agaricus bisporus* analysés en contenaient en moyenne 10-à 11 mg/kg. Conclusions de Yeshpal Chauhan et de son équipe :

"The level of agaritine in these mushrooms therefore is approximately 70-fold higher than that of HBA. It appears that either the biosynthesis of agaritine proceeds through alternate pathways not involving HBA or HBA is rapidly converted to others compounds involved in agaritine biosynthesis. HBA is presently under study for carcinogenic action in mice." (1984)

#### 4. HMBD (4(Hydroxymethyl)Benzenediazonium

Le tétrafluoroborate de HMBD utilisé en applications locales induit des tumeurs de la peau chez les souris. Ce produit, peut être formé dans l'estomac par ingestion d'amines aromatiques et de NITRITES (nous avons vu précédemment que les nitrites, eux-mêmes cancérigènes, sont synthétisés par certains champignons et fournis à d'autres par les nitrates des engrais azotés). Il est possible, selon Toth et al. que les ions diazonium soient l'ultime étape carcinogénique des méthylphénylnitrosamines.

Expérimentalement, le HBD a été utilisé à des doses moyennes de 50mg/kg de poids en injections sous-cutanées. Si l'on cherche un peu de recul comme pour toute étude de substance cancérigène, on trouve :

-une mortalité des lots QUATRE fois supérieure aux lots témoins à la 40ème semaine, et un mortalité DOUZE fois supérieure à la 60ème semaine.

Les principales tumeurs sont des lymphosarcomes et des adénocarcinomes. Les organes les plus atteints sont le foie et les poumons.

Par la suite, l'équipe de Bela Toth a expérimenté ce produit par voie buccale : une SEULE dose de 0,4 mg (400 microgr.) diluée dans du sérum physiologique à 0,01ml par gramme de poids de l'animal. La mortalité était comparable aux expérimentations précédentes, par adénocarcinomes de l'estomac mais aussi par cancers du poumon, du foie, de la thyroïde. Conclusion des auteurs :

"Agaritine, a stable and watersoluble compound when absorbed from the gastrointestinal system, is probably distributed throughout the body, and the likelihood exists that in the various cells the different oxidative enzymes momentarily transform it to the diazonium ion. Since the diazonium compound induced tumours at the application site (i.e., subcutis and glandular stomach) THE IMPLICATIONS OF THE FINDINGS ARE SELF-EVIDENT."

#### 5. 4TH (4-Tolyl hydrazine)

Encore un dérivé cancérigène, pratiquement dans les mêmes conditions que le HMBD. Par injection à des souris (0,14mg/Kg) ou par instillations gastriques (250 µg/g) on obtient des tumeurs pulmonaires (36%) ou vasculaires (18%) : adénocarcinomes, angiosarcomes.

Les champignons les plus dangereux appartiennent au groupe d'Agaricus pratensis, avec toutes les espèces, variétés et formes créées par Lange (1926, 1938, 1939) et les agaricologues qui lui ont succédé.

D'autres psalliotes, comme *silvicola*, *silvatica* ou *Benesii*, seraient pauvres en Agaritine, donc partiellement non toxiques selon Levenberg (1964). Mais ce n'est pas l'avis de Chilton et Hsu (C6) ni de Bresinsky et Besl (B20)

Notons pour terminer que la quantité de dérivés hydraziniques et surtout de HMBD, augmente considérablement chez les individus âgés, particulièrement chez *Agaricus pratensis*, *campestris*, *arvensis*, *bitorquus*. Ce qui impose une méfiance et une vigilance accrues des déterminateurs pour les espèces ayant terminé leur croissance.

Le "N'EN MANGEZ PLUS !" de Guy Fourré n'est pas de la Science-fiction.

[CANCER RESEARCH 38, 177-180, January 1978]

**Tumor Induction with the *N'*-Acetyl Derivative of 4-Hydroxymethyl-phenylhydrazine, a Metabolite of Agaritine of *Agaricus bisporus*<sup>1</sup>**

**Bela Toth, Donald Nagel, Kashinath Patil, James Erickson, and Kenneth Antonson**

*The Eppley Institute for Research in Cancer, University of Nebraska Medical Center, Omaha, Nebraska 68105*

[CANCER RESEARCH 41, 2444-2449, June 1981]  
0008-5472/81/0041-0000 \$02.00

**Carcinogenesis of 4-(Hydroxymethyl)benzenediazonium Ion (Tetrafluoroborate) of *Agaricus bisporus*<sup>1</sup>**

**Bela Toth, Kashinath Patil, and Hwan-Soo Jae**

*Eppley Institute for Research in Cancer and Allied Diseases, University of Nebraska Medical Center, Omaha, Nebraska 68105*

*Br. J. Cancer (1982) 46, 417*

**GASTRIC TUMORIGENESIS BY A SINGLE DOSE OF 4-(HYDROXYMETHYL)BENZENEDIAZONIUM ION OF *AGARICUS BISPORUS***

**B. TOTH, D. NAGEL, AND A. ROSS**

*From the Eppley Institute for Research in Cancer and Allied Diseases, University of Nebraska Medical Center, Omaha, Nebraska 68105, U.S.A.*

Received 25 January 1982 Accepted 5 May 1982

Reprinted from JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY, 1984, 32, 1067.  
Copyright © 1984 by the American Chemical Society and reprinted by permission of the copyright owner.

**Identification of *p*-Hydrazinobenzoic Acid in the Commercial Mushroom *Agaricus bisporus***

**Yashpal Chauhan, Donald Nagel, Phillip Isenberg, and Bela Toth\***

Reprinted from JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY, 1985, 33, 817.  
Copyright © 1985 by the American Chemical Society and reprinted by permission of the copyright owner.

**Isolation of *N*<sup>2</sup>-[ $\gamma$ -L-(+)-Glutamyl]-4-carboxyphenylhydrazine in the Cultivated Mushroom *Agaricus bisporus***

Le idrazine e i loro derivati hanno attività mutagena (Herbold 1978, Wright et al. 1978, Swietlinska e Zuk 1978, Sterner et al. 1982). E per lo meno 55 hanno pure azione tumorigena (Hill et al. 1973, Toth et al. 1975, 1979, Baló 1979, Ross et al. 1982).

Le idrazine di sintesi sono numerose e purtroppo alcune vengono impiegate in agricoltura (diserbanti), nell'industria (antiossidanti, propellenti per razzi) e in terapia medica.

Molte sono le idrazine naturali presenti in vegetali (foglie di tabacco, funghi considerati commestibili).

**Idrazine di *Agaricus pratensis* e di specie affini.** Il composto più abbondante, isolato da *Ag. pratensis*, è l'Agaritina (I) (Levenberg 1960, 1961), presente dallo 0,1 allo 0,3% in peso fresco (Ross et al. 1982). È una glutamifilidrazina e precisamente la 5-[2-[4-(idrossimetil)fenil]idrazina] dell'acido L-glutammico (Daniels et al. 1961, Kelly 1962, Levenberg 1962, 1964, 1967, Weaver et al. 1970, 1971, Toth et al. 1975, 1979). È più abbondante nei corpi fruttiferi giovani (Toth 1975, Chiarlo et al. 1979) e sarebbe un cancerogeno potenziale (Lillehoj 1970, Enomoto 1972), senza azione cancerogena diretta (Ross et al. 1982, Toth e Sornson 1984). Invece almeno due altri derivati presenti nel fungo, la 4-idrossimetilfenilidrazina (II) e lo ione 4-idrossimetilbenzodiazonio (IV) (Toth et al. 1980) hanno mostrato attività cancerogena.

I composti (II) e (IV) si formano per azione di due sistemi enzimatici, presenti nel fungo, a partire dall'agaritina (Ross et al. 1982) e il (IV) anche in assenza di enzimi, in ambiente acido quale potrebbe essere quello dello stomaco (Ross et al. 1982, Ceruti e Fiussello ricerche in corso).

Un terzo derivato cancerogeno, la 4-metilfenilidrazina (III), potrebbe formarsi per disidra-

weils eine N-N-Bindung vorliegt. Es handelt sich dabei unter anderem um das Hydrazin-Derivat Agaritin [D2, L21, R20] und um daraus entstehende Diazonium-Verbindungen [L22, R18, R19]. Für Spaltprodukte des Agaritins und für das p-Hydroxymethyl-phenyldiazonium-Ion wurden im Tierversuch cancerogene Wirkungen nachgewiesen (u.a. [T16, T17, T19, T20, T26]). Mit Hilfe der HPLC [S61] wurde der Agaritin-Gehalt in frischen und in verarbeiteten Kulturchampignons untersucht [L39, R20, S62]. Danach enthält dieser Pilz durchschnittlich 0,088% seines Frischgewichts Agaritin. Durch Einfrieren, Blanchieren und Konservieren wird dieser Gehalt erheblich verringert, doch könnten gerade auf diesem Weg die erwähnten tumorfördernden Substanzen gebildet werden. Es konnte bis jetzt nicht festgestellt werden, daß für den Menschen hieraus eine Gefahr abgeleitet werden kann.

In einigen *Agaricus*-Arten (z.B. *A. silvaticus*) konnten zudem noch Nitroamine gefunden werden, deren mögliche mutagene oder cancerogene Ak-

1.

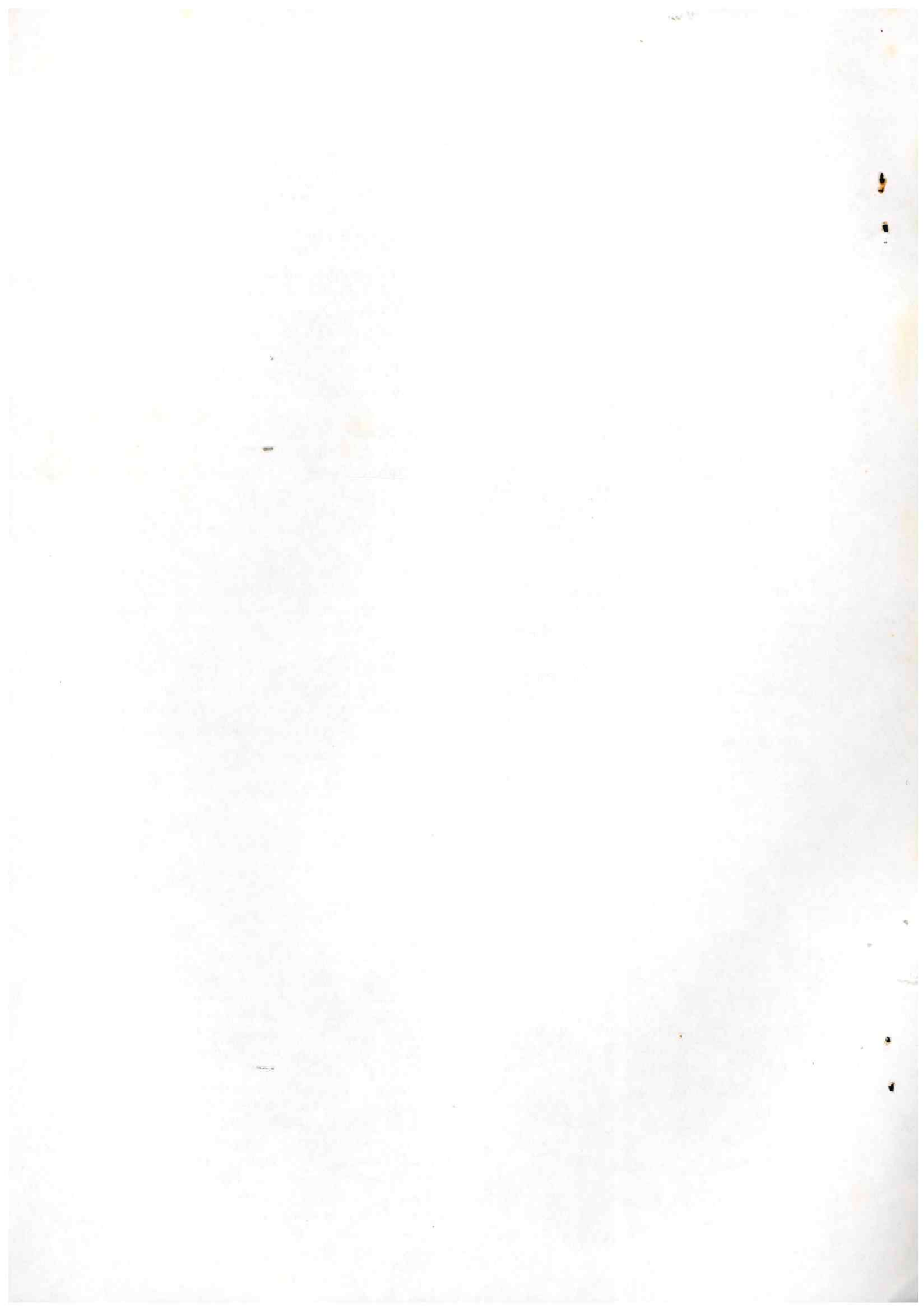
2.

### LIES HYDRAZINES CHEZ LES MYCOLOGUES ETRANGERS

1. Arturo et Mauricio Ceruti : "Fungi Carcinogeni et Anticancerigeni".
2. A. Bresinski et H. Besl : "Giftpilze".
3. B. Rumack et E. Salzman : "Mushroom poisoning"

3

Hydrazines are rare in nature, but at least four other agarics contain related compounds. The North American commercial mushroom, *Agaricus bisporus*, produces a  $\gamma$ -glutamyl conjugate of hydroxymethylphenylhydrazine,<sup>1,49</sup> and *A. subrufescens* contains the corresponding aldehyde.<sup>57</sup> Levenberg<sup>150</sup> has also indirectly demonstrated the presence of p-hydroxymethylbenzene diazonium ion in this mushroom. This, along with the discovery of N-nitroso-N-methyl-p-aminobenzaldehyde in *Clitocybe suaveolens*<sup>102</sup> suggests the presence of a biosynthetic pathway in these mushrooms which parallels the industrial preparation of phenylhydrazine by diazotization of aniline and reduction of the resultant diazonium ion. The structurally unique antibacterial meta-





CHAMPIGNONS MYCOPHAGES...

ET

CHAMPIGNONS HOMICIDES !



