

## ACTUALISATION DE NOS CONNAISSANCES SUR LA CONTAMINATION CHIMIQUE ET RADIOACTIVE DES CHAMPIGNONS

### Axiomes, Avertissements, Règles Fondamentales et Recommandations à l'usage des fungivores impénitents

L. GIACOMONI\*

**Mots clé:** Toxicologie acquise des champignons

**Résumé:** La pollution chimique des champignons par les effluents des usines, l'usage domestique de combustibles fossiles et les gaz d'échappement des véhicules à moteur est des plus dangereuse. Les métaux lourds rejetés dans l'atmosphère, comme le mercure, le cadmium, le plomb ou le thallium contaminent sérieusement les champignons. Cependant, l'action sur les myceliums des perturbations des cycles du carbone, de soufre et de l'azote est encore très mal connue.

**Abstract:** The chemical pollution of mushrooms by factory effluents, the domestic use of fossil fuel and the exhaust gas expelled by motor vehicles, is one of most dangerous. Heavy metals discharged into the atmosphere such as mercury, cadmium, lead, or thallium, seriously contaminate mushrooms. Nevertheless, the influence on mycelia of disruptions in the cycles of carbon, sulphur or nitrogen is not very well known yet.

✍ Mise à jour de nos connaissances sur la toxicité *acquise* des champignons en janvier 1998. En matière d'écotoxicologie rapportée aux champignons, nous énoncerons d'abord deux axiomes:

1. *Tous les éléments polluants répandus dans la biosphère contaminent plus ou moins la plupart des champignons.*
2. *Toutes les pollutions chimiques ou physiques sont susceptibles de rendre contaminants les éléments naturels contenus dans le sol.*

A partir de cette constatations, une récente réunion de travail regroupant les représentants de la Société Mycologique de France et de plusieurs fédérations mycologiques a élaboré un avertissement en quatre points qui sera affiché dans toutes les expositions organisées par les sociétés mycologiques fédérées:

1. *Les qualités nutritives des champignons sont faibles.*
2. *Les qualités gastronomiques des champignons, à l'exception de quelques espèces, sont très faibles.*
3. *Les champignons sont de remarquables accumulateurs de pollutions.*
4. *Dans l'état actuel de nos connaissances, il n'est plus possible d'affirmer qu'un champignon est comestible.*

Depuis de nombreuses années, nous avons entrepris de mettre en garde non seulement les consommateurs, mais également les déterminateurs responsables d'expositions publiques.

---

\* Commissions de Recherche et d'Information sur la Toxicité des Champignons  
Commission de Toxicologie de la Confédération Européenne de Mycologie Méditerranéenne

Il nous faut rappeler que notre démarche, si elle avait retenu l'attention de la plupart de nos éminents collègues, avait révélé une faurouche opposition chez quelques mycologues-auteurs-vulgarisateurs («*La vulgarisation, ce déguisement de la bêtise*» écrivait notre ami Georges Becker) spécialistes des «fourchettes de comestibilité» et des recettes culinaires à base de champignons dans les ouvrages bon marché.

Nous devons donc exprimer notre satisfaction, et attendre l'ultime dénégation des philistins, au moment où les plus hautes autorités mycologiques du pays admettent enfin ce qui est considéré comme une évidence dans la plupart des pays d'Europe et aux Etats-Unis (dut en souffrir notre fierté d'Européens, les Etats-Unis sont actuellement le premier pays au monde en matière de mycotoxicologie, assez loin devant l'Allemagne - en France, cette discipline n'entraîne pas de passion dévorante et les spécialistes se comptent, selon la belle expression d'Alphonse Allais «*sur les doigts de pied d'un unijambiste*»).

Après les axiomes et les avertissements, il nous faut énoncer trois règles fondamentales telles qu'elles ont été précisées par les mycotoxicologues de la génération «new age»: Seeger en Allemagne, Spoerke et Salzman, Denis Benjamin, Jonathan Ott, William Buck, Keneth Lampe, William Chilton, Bela Toth, et bien d'autres aux Etats-Unis et -pourquoi pas- l'inusable René-Charles Azema en France, l'un des pionniers de la mycotoxicologie «hexagonale»: n'oublions pas qu'il fut le premier à dénoncer *Gyromitra esculenta* et *Paxillus involutus*, et à tirer la sonnette d'alarme sur la pollution mercurielle.

1. consommation réduite dans le temps (pas plus d'une fois par semaine) de champignons choisis parmi les moins contaminés et les plus savoureux
2. consommation réduite en quantité (pas plus de 150 g par repas)
3. exclusion totale des lamelles (ou des tubes)

A ces règles, il convient d'ajouter quatre recommandations pour les consommateurs avertis:

1. ne jamais consommer de champignons récoltés dans des sites potentiellement pollués (agglomérations, régions industrielles, en bordure des routes à grande circulation, près des champs et des prêtres cultivés ou traités...)
2. ne jamais consommer de champignons connus pour leur appétence envers certains produits toxiques ou cancérigènes, ou leur haut pouvoir de concentration
3. ne jamais consommer de champignons connus pour leur aptitude à synthétiser certains produits toxiques ou cancérigènes: lactones, anthraquinones, et surtout hydrazines et nitrosamines
4. éviter tous les champignons pour les catégories de consommateurs les plus exposés: femmes enceintes et jeunes enfants (action mutagène et génotoxique), personnes âgées ou malades (cytotoxicité) déficitaires enzymatiques (carence ou absence de G6-PD et de tréhalase...)

Et pour en terminer avec ce préambule, nous devons constater que les dénominations utilisées pour les différentes pollutions, faute de mieux, sont approximatives et souvent incomplètes.

☞ Quand on parle de *pollution industrielle*, on imagine volontiers quelques hautes cheminées crachant les centaines de milliers de poisons identifiés dans l'atmosphère (600.000

métabolites selon les auteurs nord-américains !). On oublie d'évoquer les accidents de transports et de stockage, les déversements irréguliers, etc... On oublie de préciser que cette pollution chimique implique également la *pollution domestique* (foyers utilisant les combustibles fossiles: charbon, pétrole) qui perturbe le cycle du carbone et du soufre, cette seconde pollution étant autrefois exclusif des volcans, la *pollution par moyens de transport* (automobiles, avions, fusées...) qui perturbe le cycle de l'azote et la *pollution par incendies*, le plus souvent volontaires, qui perturbe elle aussi le cycle du carbone.

☛ Quand on parle de *pollution agricole*, on oublie de préciser qu'un grand nombre de pesticides sont aujourd'hui d'usage domestique. On oublie de mentionner que certaines armes de guerre, utilisées *larga manu*, sont également des produits agricoles: les désherbants comme le 2-4-5D, qui a stérilisé des milliers de kilomètres carrés au Vietnam -et pas seulement au Vietnam-, les organo-phosphores, découverts par les chimistes militaires de la guerre de 14-18 (quand on éliminait les soldats ennemis, ou les siens quand le vent tournait, on se débarrassait également des insectes) expérimentés en Chine, en Afghanistan et dans bien d'autres régions du monde (encore récemment par l'Irak sur les populations kurdes, avec un sommet de l'horreur lors de l'extermination des 5000 habitants de la ville d'Halabjah: la preuve que le *pesticide* est également *homicide*).

☛ Quand on parle de *pollution radioactive*, on cite volontiers les accidents d'exploitation de l'énergie électrique (Tchernobyl, mais aussi - et sans doute encore plus- Kychym en URSS, Windscale en Grande-Bretagne, Three Miles Islands aux U.S.A. etc.). Il faudrait aussi se pencher sur les sources *non accidentelles*, c'est-à-dire naturellement polluantes par leur existence même (et génératrices d'accidents en puissance) qu'elles soient civiles, militaires ou tout simplement naturelles. Mais nous touchons là au «domaine du grand silence», selon le mot célèbre, dominé par l'argent, les secrets industriels et... la défense du territoire.

② On oublie que les *sources civiles* sont de plus en plus nombreuses: irradiation médicale (radiodiagnostic et radiothérapie) propulsion nucléaire, conservation des denrées alimentaires, et quelques sources de moindre importance comme les tubes cathodiques des écrans de télévision et des ordinateurs, les cadrans lumineux des montres et instruments de mesure, etc... Et surtout les installations de l'industrie et de la recherche nucléaire: d'une part les installations propres à l'industrie nucléaire depuis l'extraction des minerais jusqu'aux centrales électro-nucléaires, et d'autre part les centres de recherches avec leurs réacteurs et leurs laboratoires de «haute activité».

② On se montre discret avec les *sources militaires* (qui a peur de la D.S.T. ?) On évoque volontiers les conséquences de la guerre elle-même (Hiroshima, Nagasaki) ou la préparation de la prochaine et vraiment dernière (essais nucléaires en atmosphère des années 60 qui nous ont abreuvés de nombreux isotopes: carbone 14, iode 131, césium 137, strontium 90, zirconium 95, plutonium, transplutoniens... essais souterrains dont on ne connaît pas les effets à long terme, engins nucléaires et moteurs atomiques qui pourrissent un peu partout à travers le monde). Mais le silence est de bon aloi quand il s'agit du fonctionnement des usines d'armement atomique: on ne connaît pas le nombre de réacteurs travaillant pour la défense nationale ni les précautions prises par les militaires pour garantir la sécurité de leur installations. On ne sait pas ce que les militaires font de leurs déchets radioactifs...

② Enfin, on passe sous silence les *sources naturelles*. On aimerait nous faire croire que la radioactivité n'est menaçante que depuis quelques années, depuis les découvertes de Pierre et

Marie Curie pour les plus pessimistes, depuis l'accident du RBMK de Tchernobyl pour les (vraiment) optimistes. Mais il existe des rayonnements de source naturelle subis par tous les êtres vivants depuis que le monde existe. Des rayonnements cosmiques dont l'intensité varie en fonction de la latitude et surtout de l'altitude: lors de leur pénétration dans l'air, les rayons cosmiques primaires réagissent sur les éléments constitutifs de l'air et donnent des radioéléments comme le carbone 14 et le tritium. Et des rayonnements telluriques qui dépendent de la richesse du sol en radionucléides et de la nature des roches sous-jacentes. L'irradiation peut atteindre des valeurs élevées dans les régions granitiques ou sur les sols riches en uranium et en thorium. Les radioéléments en cause sont des isotopes ayant des périodes très longues (uranium 238, potassium 40, thorium 232) ou des rayonnements secondaires à l'action du rayonnement cosmique. A cette irradiation externe s'ajoute une irradiation interne deux fois plus élevée due au potassium 40 et à l'eau tritiée (ingérée) et aux descendants de l'uranium et du tritium (inhalés): c'est-à-dire le radon et accessoirement le thoron. Dans ces régions, certaines formes de cancers sont plus fréquentes, mais il convient de rester discret pour des raisons économiques et touristiques. Les Offices de Tourisme, les Syndicats d'Initiative et certaines municipalités n'aiment pas les curieux. Evitons quand même de ramasser des champignons près des mines d'uranium et sur les sols granitiques (si l'on a conservé quelques nations élémentaires de géologie !)

Ce qui est important de réaliser c'est que toutes ces sources, même si parfois elles ne dépassent pas le *seuil de toxicité* (la notion de «faibles doses» est un concept très vague et discuté par de nombreux spécialistes) s'additionnent... et multiplient les risques. D'autant que l'action génotoxique, mutagène et cancérogène des rayonnements s'ajoute à celle des produits chimiques dont nous allons faire ci-dessous un bref inventaire.

La champignon, lui, n'a pas de préjugés ! Il absorbe avec voracité les éléments qui lui conviennent, quelle que soit leur origine (par exemple le cadmium pour *Agaricus arvensis*, l'atrazine pour *Lepiota excoriata*, le césium 137 pour *Rozites caperata*, pou parler d'un élément choisi dans chaque type de pollution). **On gardera en permanence à l'esprit que la plupart des champignons ne se contentent pas de capter les polluants toxiques, ils sont capables de la concentrer.** Par ailleurs, il ne faut pas attribuer au champignon une définition anthropomorphe. C'est l'homme qui a besoin de « tiroirs » pour tout ranger en différentes catégories (les chapitres, les rubriques, les sections, etc.) comme d'ailleurs il a besoin de tiroirs pour la classification naturelle des êtres vivants (espèces, genres, tribus, famille, ordres, etc...) «L'homme, a écrit le philosophe Gabriel Tarde, est un animal maniaque». Mais peut-il faire autrement.

### **Le «catarrhe» des cheminées, des poêles à mazout et des berlines**

Nous voici dans le domaine de la pollution dite industrielle, mais nous avons vu que cette notion est restrictive. Le terme de pollution chimique est également inadapté (la pollution agricole est également chimique !). La définition exacte de ce type de pollution, certainement le plus important à l'heure actuelle, serait la suivante: «*Pollution par les combustibles fossiles, les effluents chimiques des cheminées d'usines et les incendies majeurs*»

Cette pollution est à la fois chimique et physique, sans même tenir compte des altérations de la qualité de la vie (destruction par le feu de paysages célèbres, comme le massif de la Sainte Victorie, ou par les pluies acides, comme les forêts de Bohème -deux exemples parmi tant d'autres qui pourraient constituer ce qu'on appelle en droit civil *le préjudice d'agrément*). Chimique par l'émission de métaux lourds, de composés organiques volatils, et par ce que les spécialistes appellent *détournement du cycle du carbone, de l'azote et du soufre*. Physique par l'élaboration, à partir du soufre et de l'azote d'*acide sulfurique* et d'*acide nitrique*. C'est le mécanisme principal des fameuses «pluies acides», mais nous aurions tort d'être restrictifs: parmi les quelques douzaines d'acides identifiés, nous citerons volontiers l'*acide chlorhydrique*, provenant de l'incinération de matières plastiques, comme par exemple les barquettes des bouchers et des super-marchés.

Les pluies acides, qui n'épargnent aucune région de la planète, sont néfastes pour les champignons parce qu'elles altèrent la qualité des végétaux supérieurs qui entretiennent avec eux des relations mycorhiziques. Nous ne connaissons pas leur action sur les myceliums, mais nous savons qu'elles transforment les métaux du sol en dérivés organiques extrêmement toxiques, qui vont s'ajouter à ceux qui sont «naturellement» déversés dans la nature par les cheminées d'usines. Et les champignons sont gourmandes de ces dérivés organiques. On ne donnera qu'un seul exemple, mais significatif, c'est la transformation en milieu acide du mercure métal en méthyl-mercure, dérivé organique très toxique pour le système nerveux.

Quels sont les principaux éléments déversés dans l'atmosphère et susceptibles de contaminer les champignons? Nous ne citerons que les produits les plus dangereux pour la santé:

#### ☛ Les Métaux lourds:

Et nous limiterons cette étude non exhaustive au mercure, au cadmium et au plomb, les trois contaminants majeurs, et à un moindre degré à l'aluminium et à l'arsenic, en avouant notre ignorance sur la nocivité des autres métaux... Plomb, cadmium et mercure sont *neurotoxiques*: ils provoquent des lésions du système nerveux dans son ensemble, essentiellement au niveau du cerveau. A un degré moindre, ces poisons sont *néphrotoxiques* et *hépatotoxiques*.

De nombreux champignons sont avides de ces métaux, mais les plus voraces concentrent plus ou moins *les trois à la fois*. Ce sont les espèces du genre *Agaricus* appartenant aux *Flavescentes*, et plus particulièrement à la section *Arvenses* (*A. arvensis*, *A. silvicola*, *A. macrosporus* = *albertii*, *A. essettei* = *abruptibulbus*, *A. nivescens*). Nous avons rapporté récemment (1) les résultats très inquiétants des travaux effectués par nos collègues Cocchi et Vescovi de l'Association Mycologique Bresadola et publiés dans la *Revista de Micologia* (2). Les quantités de ces métaux dépassaient de plusieurs dizaines de fois, parfois de plusieurs centaines de fois les normes tolérées par l'O.M.S. ! Et les autres en ont tiré trois conclusions qu'aucun mycologue ne devrait ignorer: le facteur de concentration en métaux lourds à une *signification taxonomique*, ces champignons doivent être considérés comme *indicateurs de pollution*, tous les agarics jaunissants doivent être considérés comme *non comestibles*.

☹ le mercure est décrit comme le métal le plus dangereux, mais en réalité ce sont ses dérivés organiques qui sont responsables des lésions: éthyl-mercure, méthoxyéthyl-mercure, méthyl-mercure, phényl-mercure... Les organo-mercuriels sont des polluants très fréquents

dans l'atmosphère: par exemple, lors de la combustion de piles au mercure (consommation annuelle en France: 50 tonnes, soit l'équivalent à 8 à 10 tonnes de mercure). Les organomercurels sont liposolubles et se fixent volontiers, en dehors du foie et des reins, dans les organes riches en graisse: c'est le cas du cerveau. La toxicité du mercure pour le cerveau est connue depuis longtemps, et l'on se doit de citer la locution anglaise *mad than a halter* («fou comme un chapelier». Au 19<sup>ème</sup> siècle, le mercure était utilisé pour traiter le feutre des chapeaux. Cf. *La Partie de Thé chez les Fous* dans *Alice au Pays des Merveilles* de Lewis Carroll). On sait ce qui est arrivé à Minamata au Japon, où une usine de chlorure de vinyle rejetait du méthyl-mercure à la mer. Le poison était concentré dans les mollusques et toute la chaîne alimentaire était contaminée jusqu'à l'homme, ultime prédateur. Les chiffres sont affolants: 50 ppm de mercure dans la chair des poissons, 90 dans celle des crustacés et jusqu'à 100 ppm dans les fruits de mer, moules et autres mollusques. Résultats: 778 morts, des milliers d'invalides à vie et près de 200.000 personnes plus ou moins touchées, sans parler de la naissance de phocomèles et autres monstres, et ce n'est pas fini, car, comme l'ont écrit les auteurs canadiens Commins et Bilket «ces tares chromosomiques sont transmissibles à plusieurs générations». Ce qui est inquiétant, pour le moins, c'est que *les champignons se conduisent exactement comme les mollusques: ils captent et ils concentrent le mercure*. Ici, la chaîne alimentaire est beaucoup plus courte qu'à Minamata, mais l'«ultime prédateur» c'est toujours l'homme !

En dehors des psalliotes, de nombreux champignons ont une appétence pour le mercure; en voici quelques uns, identifiés par plusieurs autres européens, et nous ferons surtout référence à Stijve, le «nec plus ultra» en la matière (3): *Tricholoma scalpturatum* (86,5 ppm en Autriche en 1975), *Lycoperdon perlatum* (81 ppm également en Autriche), *Clitocybe nebularis* (54 ppm en Italie en 1986), *Lyophyllum connatum*, *Clitocybe geotropa*, *Marasmius oreades*, *Calvatia gigantea*, *Mycena pura*, *Macrolepiota rhacodes* et ... *Boletus edulis*.

☹ le cadmium n'a pas encore la réputation terrifiante du mercure. C'est probablement parce qu'il est mal connu des mycotoxicologues, car il est certainement plus dangereux par sa rémanence: il s'accumule dans le foie, la rate et les reins et *son élimination est nulle* ! Si la nature est pavure en cadmium, les hommes se chargent de l'enrichir: rien que pour la France, 50 tonnes d'accumulateurs, riches en métal, sont abandonnés chaque année dans les décharges. Et les usines de vernis et de peintures anti-corrosive en rejettent plus encore. Le cadmium a produit son «Minamata» personnel lors de la catastrophe de la rivière Jintsu, encore au Japon, où une compagnie d'extraction de minerai rejetait des quantités de métal dans la rivière. Les eaux étaient utilisées pour l'irrigation des rizières, ce qui au cours des années avait entraîné une imprégnation progressive des sols (jusqu'à 382 ppm !). Malgré la «loi du silence», on a su que la catastrophe avait fait des centaines de morts.

En ce qui concerne les relations du cadmium avec les champignons, nous rappellerons sa mise en accusation retentissante en 1976 par le magazine allemand *Der Spiegel* (4) et, l'année suivante, de la publication de chiffres accablants par Hans-Ulrich Meisch et son équipe (5). Les psalliotes de la section *Arvenses* ont besoin de cadmium pour leur *métabolisme ordinaire*, ce qui explique leur voracité. Pour Cocchi et Vescovi (op. cit.), les concentrations sont éclatantes («clamorose»), les plus hautes en absolu de tous les chiffres jamais publiés: jusqu'à 250 ppm de matière sèche, et il est bon de rappeler que l'O.M.S. tolère

0,5 ppm ! En dehors des psalliottes et de quelques russules, ce sont surtout des espèces de gastéromycètes qui semblent s'intéresser au cadmium. Attention: un seul exemplaire d'*Agaricus essettei* (= *abruptibulbus*) ou d'*A. macrosporus* (= *albertii* selon Marcel Bon) apporte à l'organisme quatre à cinq fois la dose admissible hebdomadaire recommandée par l'OMS.

☹ le plomb présente un avantage certain pour la santé des mycophages: les champignons le captent volontiers, mais sont incapables de la concentrer, à l'exception peut-être des agarics et surtout les *arvenses*, et de quelques espèces qui semblent apprécier ce métal: *Cantharellus tubaeformis* (jusqu'à 9 ppm) et *Marasmius oreades* (6,2 ppm). La contamination est essentiellement aérienne, par le plomb tétra-éthyle des gaz d'échappement des automobiles. Il y a une vingtaine d'années, l'écrivain américain Taylor, spécialiste des pollutions, affirmait déjà que la concentration dans l'air grandes villes était dix mille fois supérieure au niveau naturel. Depuis, la circulation automobile a fait quelques progrès !

Pour éviter de s'empoisonner, il suffirait donc théoriquement d'éviter les agarics de ne cueillir aucun champignon dans les zones industrielles, près des villes, en bordure des routes à grande circulation et des parkings. N'oublions pas toutefois que le saturnisme est de retour avec la civilisation (peintures, tuyauterie, etc...) et que le professeur Patterson, de l'Université de Californie, un éminent spécialiste de la pollution par le plomb, affirme que l'on méconnaît l'effet à long terme de ce métal: *l'espèce humaine dans son ensemble a subi, et subira encore des altérations physiologiques et intellectuelles qui auront une influence décisive sur l'évolution de l'humanité* (6). D'ailleurs, on attribue aujourd'hui à la contamination par le plomb la décadence et la chute de l'empire romain - ceci à cause des sirops utilisés par les Romains pour ajouter du goût et de la couleur aux aliments: le *sapa* et le *caraenum*, concentrés dans les vases en plomb.

☹ l'aluminium fait peur aux hygiénistes. C'est lui qui, entraîné par les eaux acides, a tué la plupart des lacs scandinaves et canadiens, dont les eaux pures n'abritent plus de rares colonies de bactéries et de micromycètes. La plupart de champignons s'accoutument fort des lieux contaminés, mais nous n'avons pas trouvé de chiffres concernant cette pollution. Peut-être l'une des plus alarmantes car, ne l'oublions pas, l'aluminium que l'on retrouve dans les eaux à usage domestique et certains produits alimentaires est l'un des facteurs soupçonnés de provoquer la maladie d'Alzheimer et les démence voisines, en très forte augmentation depuis quelques années. On se méfierait particulièrement d'*Agaricus bitorquis* chez qui Stijve a découvert 3,9 mg par kilo de poids sec.

☹ la contamination par l'arsenic devient préoccupante, surtout chez les poissons et fruits de mer (jusqu'à 1000 ppm !) et chez les champignons, notamment les agrics au premier rang desquels *Agaricus bisporus*, mais aussi *Laccaria amethystea*, *Sarcosphaera crassa* (= *eximia*, = *coronaria*). Les deux principaux dérivés arsénisés, l'acide méthylarsénique de *S. crassa* et l'acide diméthylarsénique de *L. amethystea* sont habituellement des métabolites le premier des mammifères, le second des poissons et des crustacés ! Conclusion de Denis Benjamin: «Il n'y a pas de preuve que l'arsenic des champignons ait posé des problèmes sérieux, mais en réalité aucune étude systématique n'a été réalisée à travers le monde. Rappelons que l'arsenic était «l'arme fatale» favorite des empoisonneurs... et surtout des empoisonneuses; Locuste, l'âme damnée d'Agrippine, spécialiste de l'élimination par

l'Amanite phalloïde, n'utilisait pas les champignons pour éliminer les importuns, le pape Alexandre Borgia donnait volontiers la Sainte Communion avec des hosties arsenicales, le Voisin utilisait couramment ce poison minéral lors de la fameuse «Affaire des Poisons», et la Brinvilliers, et Lafarge, etc... en usaient sans modération.

#### ☞ Les Composés Organiques Volatils:

On appelle COV (Composés Organiques Volatils) les innombrables produits chimiques rejetés dans l'air ambiant, à l'exclusion des particules solides (poussières minérales et végétales, fibres d'amiante, microorganismes, etc...). On ne connaît que les chiffres américains, et ils ne sont pas rassurants: rien qu'aux U.S.A., chaque année, 200 à 300.000 tonnes de produits dont l'action cancérigène est prouvée sont envoyés dans l'atmosphère et se promènent au gré des vents. Nous n'irons pas jusqu'à pas faire l'inventaire de ces fumées délétères: quelques centaines de pages ne suffiraient pas ! Et d'ailleurs, nous n'avons pas les moyens de connaître leur implication dans la contamination des champignons. Contentons nous de citer les sels d'aluminium dus à la combustion des emballages alimentaires, les célèbres P.C.B. ou polychlorobiphényles susceptibles d'engendrer des substances très toxiques comme les furanes ou la dioxine (c'est elle qui fut responsable de la catastrophe de Seveso en 1976), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dérivés de l'anthracène (benzanthracène, benzophénanthrène, benzopyrène, méthylchloranthrène, etc...), le toluène, le styrène, le trichloréthylène, le tétrachloréthylène, le chlorure de méthylène, le fluorure de carbone, quelques nitrosamines et dérivés hydraziniques, les sels d'acide arsénique et arsénieux, les sels de nickel (en particulier le nickel-carbonyle, puissamment cancérigène) etc... etc... Quels sont les produits toxiques les champignons peuvent capter et en quelles quantités ? Inutile de chercher: **personne**, pour le moment, ne peut répondre à cette question. Soyons plus modestes et intéressons-nous aux COV issus du détournement des cycles du carbone, du soufre et de l'azote, les polluants qui accompagnent tous les jours de notre vie: le soufre et ses trois principaux dérivés, l'hydrogène sulfuré ( $\text{SH}_2$ ), l'anhydride sulfurique ( $\text{SO}_3$ ), et surtout l'anhydride sulfureux ( $\text{SO}_2$ ), grans pourvoyeurs de pluies acides; l'azote et ses dérivés immédiats les oxydes d'azote ( $\text{NO}_2$ ), produits équitablement à 50% par les industries et à 50% par les automobiles, et surtout les dérivés nitrés complexes, toxiques et **cancérigènes**; le carbone dont le détournement se fait d'une part vers le monoxyde (CO) et le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ), facteurs de risques toxiques et du célèbre et néanmoins mal connu «effet de serre», et d'autre part vers des produits incomplètement oxydés, des aldéhydes, des époxydes, etc... mutagènes et cancérigènes.

Reste à savoir est le comportement des mycéliums vis à vis de ces substances, et quelle est la fraction de ces produits toxiques qui peut être évacuée dans les carpophores. C'est un travail gigantesque dont on a du mal à imaginer la méthode, et à notre connaissance aucune étude n'a encore été entreprise dans ce domaine. Ce qui ne permet pas d'innocenter les espèces dites comestibles. N'oublions pas, comme l'a écrit Denis Benjamin, que les champignons sont *les éboueurs de la terre*.