

CHAMPIGNONS, METAUX LOURDS ET MYCOLOGIE DE L'EXTREME ETUDE DE QUELQUES SITES CONTAMINES

Article originalement publié dans le Bulletin de l'AEMBA (Association Entrevalaise de Botanique et de Mycologie Appliquée), 2003.

Olivier Daillant

Les articles sur la concentration des métaux lourds dans les champignons sont désormais relativement nombreux et connus du public initié. Le premier article en France a été publié dans le Bulletin de la Société Mycologique de France [1] en 1985. Les premières publications de résultats sur des échantillons français ont eu lieu en 1990 [2] ; pour un tour d'horizon général, on peut consulter l'article de Stijve de 1993 [3] et des revues bibliographiques de (presque) tout ce qui a été publié en français et en anglais peuvent être consultées dans le Bulletin de l'Observatoire Mycologique [4] et [5].

En simplifiant, il est possible de déduire des différents travaux que :

- La plupart des champignons "supérieurs" ne concentrent pas ou peu le plomb, se contentant de l'absorber s'il est présent dans le sol. Il faut toutefois rappeler que la plupart des plantes supérieures ne l'absorbent que dans une mesure très réduite par rapport aux teneurs dans le sol.
- Ils concentrent par contre souvent le cadmium, parfois de façon spectaculaire, en particulier dans certains groupes, tels les agarics jaunissants ; cela peut même amener à déconseiller une consommation excessive ; de même certains groupes, comme les Lycoperdon accumulent fortement le mercure.
- La concentration des métaux lourds dans les champignons dépend de facteurs multiples. Il y a la diversité des comportements chaque espèce, bien sûr, les contaminations, évidemment, mais il faut tenir compte d'une multitude d'autres facteurs : la géologie ainsi que la chimie du sol, la façon dont celui-ci est utilisé et même le climat des semaines et des mois ayant précédé la récolte.

Souvent les publications citent les concentrations moyennes de métaux dans les champignons ou comparent des teneurs extrêmes d'un site aux valeurs que l'on peut trouver dans des stations supposées non contaminées. En France, il n'y a cependant pas, à notre connaissance de publication reprenant de façon comparative des teneurs extrêmes de différents sites pollués. Voici donc une première tentative avec des résultats d'analyses de plomb, cadmium et mercure dans des champignons provenant de 5 sites différents : le teruil d'une ancienne mine d'or, une décharge, un incinérateur, un site contaminé par une usine de soudure de composants électroniques et un autre contaminé par une usine de recyclage de métaux non ferreux.

Rappelons que l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) préconise de ne pas dépasser une ingestion hebdomadaire maximale de 3 mg pour le plomb, de 0,3 mg pour le mercure et de 0,5 mg pour le cadmium.

Les résultats d'analyses se rapportent au champignon sec et sont repris dans le tableau 1 ; pour avoir une idée de la teneur sur le champignon frais, on divise généralement le résultat par 10. Les concentrations induisant, pour la consommation d'un kilogramme de champignons frais, un apport dépassant les recommandations de l'OMS,

figurent en gras ; dans la mesure où le champignon n'est sans doute pas la seule source d'incorporation de l'élément en question dans ce genre de situation, les concentrations impliquant un apport de 50 % des recommandations de l'OMS sont indiquées en italiques.
Mines d'or de la Bellière, à Saint-Pierre-Montlimart

Contexte : C'est un des rares gisements aurifères de France. L'exploitation récente date de 1906 et le mispickel (arséniosulfure naturel de fer) aurifère était extrait jusqu'à une profondeur d'une centaine de mètres. Le déclin de la production s'amorça vers les années trente et la mine ferma à la dernière guerre ; elle fut cependant réouverte en 1949 pour fermer définitivement en 1954. Le traitement du minerai consistait en broyage, suivi d'amalgame (dissolution de l'or dans le mercure pour le séparer des sables retenus par l'eau) puis de cyanuration (dissolution dans une solution étendue de cyanure alcalin en présence d'oxygène, puis l'or est précipité par électrolyse). Aujourd'hui, une grande partie du sable du grand terril a servi à combler une partie de la mine d'uranium de l'Ecarpière à Gétigné (44). Les champignons ont été prélevés à l'ancien emplacement du terril et sur l'aire de stockage des boues. Les résultats avaient été publiés en 1999 [6]. Un échantillon de sol présentait une teneur en plomb de 688 milligrammes par kilogramme (mg/kg) et en cadmium de 1,03 mg/kg.

Résultats : les concentrations en plomb sont toutes très élevées par rapport aux résultats rencontrés dans la littérature, avec des valeurs de 222 milligrammes par kilogramme pour *Laccaria laccata* et 284 mg/kg pour *Amanita rubescens*. *Telephora terrestris* atteint même la valeur record de 667 mg/kg. Ce dernier n'est certes pas consommé mais pourrait bien s'avérer, d'après d'autres résultats (non publiés) une espèce concentrant le plomb (un cas exceptionnel). *Lycoperdon perlatum* confirme sa réputation d'espèce concentrant le cadmium et le mercure. *Clitocybe decembris*, espèce passant souvent inaperçue, semble avoir aussi des affinités pour le cadmium. Étonnamment, la seule espèce moins contaminée est *Paxillus involutus* (le monde est mal fait !). Aucune n'est bonne pour la consommation.

Décharge de Chamteussé-sur Baconne

Contexte : c'est une décharge de classe 1 où sont enfouis ce qu'on appelle les "déchets ultimes". Elle a été agrandie et modernisée en 1995. Les résidus polluants sont transformés en minéraux stables et insolubles, diminuant le risque de pollution du sol et de la nappe. Le but des prélèvements n'était pas de mettre en doute la sécurité des nouvelles installations de stockage, mais de vérifier si l'ancienne décharge installée sur le site n'a pas laissé de traces. À l'époque, les eaux de drainage s'écoulaient dans le bois de la Garenne (commune de Querré, 49) où ont été prélevés les champignons. Dans cette ancienne décharge, des déchets provenant d'une usine de fabrication de produits pharmaceutiques avaient été enfouis sans précaution suffisante. En 1999, ils ont été retirés et mis dans la nouvelle décharge [6].

Résultats : les concentrations trouvées correspondent mieux à ce que l'on peut attendre au vu de la littérature spécialisée : aucun échantillon, sauf *Macrolepiota procera*, ne présente de valeurs excessives en plomb. Cette espèce est aussi excédentaire en mercure, mais moins que *Cortinarius elatior* et surtout que *Agaricus arvensis* (11,3 mg/kg). Les teneurs en cadmium sont toutes excessives, à l'exception de *Hydnum rufescens* et de *Laccaria amethystina*. Une mention particulière est accordée à *Agaricus arvensis* avec 64 mg/kg, mais la réputation des agarics n'est plus à faire en la matière.

Cluny : incinérateur

Contexte : une toute petite unité d'incinération a été ouverte en 1986 sur le site de la décharge de Cluny (71) ; cette dernière avait mauvaise réputation et les feux y étaient fréquents. Cet incinérateur a fonctionné 11 ans sans tri à l'entrée ni aucun système de filtrage mais en juin 1997 l'administration a imposé la collecte sélective des déchets (la première du Département), ce qui semble avoir fait diminuer fortement les émissions de métaux lourds : des analyses de lichens réalisées deux ans plus tard, en 1999, ont révélé des concentrations à peine plus élevées que dans le milieu rural non pollué. Du fait de l'augmentation de la masse des déchets traités et du caractère peu sophistiqué de l'installation, des filtres (chers) sont installés en hiver 2002. Ceux-ci ont néanmoins eu pour effet de refroidir la température de combustion ce qui a causé la formation de dioxine ; des campagnes d'analyses menées en juin ont mis en évidence une contamination des exploitations agricoles environnantes, dont la ferme expérimentale de Jalogny, fleuron de l'élevage charolais. L'incinérateur a été définitivement fermé dans la foulée.

Des résultats d'analyses de métaux avaient été publiés dans le Bulletin de la Fédération Mycologique Dauphiné Savoie [7].

Résultats : les valeurs pour le plomb chez *Agaricus campestris* et *Marasmius oreades* sont certes plus élevées que celles rencontrées sur des sites témoins mais ne sont pas réellement alarmantes. Par contre, les concentrations de cadmium sont excessives (*Coprinus comatus* : 4 mg/kg), voire spectaculaires : 121 mg/kg chez *Agaricus albertii* (= *macrosporus*). La teneur d'un échantillon témoin de cette espèce présentait une concentration de 59,8 mg/kg, ce qui doit amener à se poser des questions sur la comestibilité générale de cette espèce.

Seurre : fabrique de composants électroniques

Contexte : une usine de soudure de composants électroniques de cette petite commune de Côte d'Or (21) devait être vendue à un repreneur étranger, qui demanda néanmoins des analyses sur le site. Il s'est avéré que celui-ci avait été fortement contaminé du fait de ruptures répétées de filtres que l'exploitant avait géré avec une négligence certaine. Cette contamination en cuivre, plomb, zinc, antimoine et étain est venue s'ajouter à une contamination de fond des mêmes éléments. Lors de la campagne d'analyses, il s'est avéré que certains échantillons de sols avaient une concentration en plomb supérieure à 1000 mg/kg (soit 1 gramme par kilogramme) et des feuilles de tilleul ont présenté un teneur de 626 mg/kg (matière sèche). L'affaire avait suscité un certain émoi car l'usine a contaminé le groupe scolaire situé en face : sur 94 enfants examinés fréquentant l'établissement, 20 présentaient une plombémie supérieure à 100 microgrammes par litre de sang (considéré comme seuil d'alerte par la communauté scientifique).

C'est l'un des rares cas où le prélèvement de bio-indicateurs et notamment de lichens a été imposé par arrêté préfectoral. Ces prélèvements ont été réalisés par l'Eco-Institut (71 410 SANVIGNES) et les résultats ont été intégrés dans un rapport plus vaste en principe consultable auprès de la DRIRE Bourgogne. L'Etablissement quant à lui est aujourd'hui définitivement fermé.

Résultats : seuls deux échantillons ont été analysés et les résultats, certes supérieurs à la moyenne pour le plomb (15,9 mg/kg pour *Volvariella speciosa*), ne semblent pas en accord avec le caractère spectaculaire de la contamination des sols. Celà s'explique peut-être en partie par le

caractère récent (à l'époque) de la pollution et par la forme chimique peu assimilable du plomb. A noter toutefois que les éléments généralement concentrés, le cadmium et le mercure, n'ont pas été recherchés ici. Peut-être faudrait-il aussi s'interroger sur les teneurs en cuivre (autour de 50 mg/kg).

Metal Blanc à Bourg-Fidèle : recyclage de métaux non ferreux

Contexte : Cette usine des Ardennes (08) a procédé à des rejets atmosphériques de plomb de 140 kilogrammes par an en moyenne entre 1989 et 1995. A partir de 1996 un arrêté préfectoral fixe des limites et les émissions tombent à 70 kilos par an, sauf en 2001 où se sont produites des ruptures de filtres : cette année là, les émissions ont été de 450 kilos. A partir de 2002, celles-ci sont en principe inférieures à 40 kg. Certains échantillons de sols ont dépassé la barre des 1000 mg/kg. [8] Les émissions de cadmium ont elles-aussi été considérables, sans qu'on en sache exactement l'ampleur ; de même pour le mercure et probablement quelques autres métaux non ferreux. Dans les lichens les valeurs maximales ont atteint 1158 mg/kg pour le plomb et 12,4 mg/kg pour le cadmium. Les concentrations de fond dans la même espèce (*Parmelia sulcata*) sont respectivement de 5,67 et 0,22 mg/kg [9]. Sur 96 enfants examinés en 1999, 22 présentaient une concentration de plomb dans le sang de plus de 100 microgrammes par litre.

L'affaire est actuellement devant la justice, mais la procédure risque d'être compliquée si l'on pense que Métal Blanc a déjà eu quelques difficultés avec son établissement de Noyelles Goyault dans le Nord.

Les résultats d'analyses sont originaux.

Résultats : ce site est mentionné parce-que c'est l'exception qui confirme la règle, avec une situation en apparence paradoxale : c'est l'un des villages les plus touchés par les métaux lourds en France, il y a eu de nombreuses plombémies et les concentrations de plomb et cadmium dans les lichens sont les plus élevées en France ; en même temps, les concentrations de ces métaux dans les champignons sont à peine supérieures à la moyenne (5,2 mg/kg de plomb dans un *Leccinum*). Les explications possibles sont nombreuses : pollution récente de nature particulaire, peu accessible aux champignons ; espèces peu accumulatrices ; champignons cueillis dans le bois, le feuillage faisant écran ; des champignons praticoles présenteraient peut-être des teneurs différentes, d'autant plus que parmi ceux-ci se trouvent les espèces les plus accumulatrices.

Que penser de tout cela ?

A l'évidence, le principe de précaution l'impose, éviter de consommer des champignons provenant d'endroits potentiellement contaminés, même si l'on a vu un cas faisant exception. Les choses sont cependant un peu plus compliquées et les résultats ci-dessus doivent nous amener à nous poser certaines questions.

- Il apparaît logique que des contaminations anciennes passent plus facilement dans le champignon, dans la mesure où les éléments sont peu à peu devenus disponibles pour le mycélium ; les analyses semblent confirmer ce phénomène. Ainsi, plus une pollution est ancienne, moins elle est connue et plus elle est potentiellement menaçante du point de vue mycologique.

- Les pollutions ne sont pas le seul facteur pouvant déterminer des concentrations élevées de métaux lourds dans des champignons ; dans l'impossibilité d'analyser toutes les récoltes il semble raisonnable de ne pas en abuser : cela a déjà été dit mais doit être redit. Ils procurent

certes un bien-être psychologique mais peuvent avoir un effet néfaste ; c'est un peu comme l'exposition au soleil. Restons donc modérés.

- Certaines espèces ont des comportements particulièrement extrêmes, comme les vesses de loup pour le mercure, les boules de neige (*A. albertii*) pour le cadmium ou *T. terrestris* pour le plomb. Si ce dernier est avant tout un phénomène stimulant la curiosité scientifique, il serait prudent de s'abstenir de consommer les deux premiers.

REFERENCES

1. Azéma, R.C. 1985 : Rubrique de Mycologie pratique : la pollution des champignons par les métaux lourds. Bull. Soc. Myc. Fr. 101/1, 7 - 16.
 2. Mornand, J. 1990 : Présence de métaux lourds dans les champignons. Bull. Soc. Myc. Fr. 106/1, 31 - 46.
 3. Stijve, T. 1993 : Accumulation des métaux lourds par certains champignons supérieurs. Bull. Obs. Myco 4, 1 - 28.
 4. Jacquot, L. et Daillant, O. 1998 : Bio-accumulation des Eléments-traces et des Radioéléments par les Macromycètes. Revue bibliographique. Bull. Obs. Myco 14, 2 - 29
 5. Jacquot, L. et Daillant, O. 2000 : Bio-accumulation des Eléments-traces et des Radioéléments par les Macromycètes. Revue bibliographique, partie II. Bull. Obs. Myco. 17, 2 - 24.
 6. Mornand, J. et Daillant 1999 : Présence de métaux lourds chez les champignons : résultats d'analyses sur deux sites angevins. Bull. Trim. Soc. Et. Sci. Anjou 106, 25 -31.
 7. Daillant, O., Mornand, J. et Van Haluwyn, C, 1994 : Incinérateurs et contamination des champignons praticoles par les métaux lourds. Bull. Fed. Myc. Dauphiné Savoie 135, 19 -26.
 8. Schmitt M., Deshayes F., Fradet M.R., Coquet S., Brun N., Humbert B. 2002 : Nouvelle enquête sur l'impression saturnine des enfants à Bourg-Fidèle, Rapport DDASS des Ardennes, Santé Environnement 38 pages + annexes.
 9. Daillant, O., Kirchner, G., Beltramo, J.L., Gueidan, C., Joyeux, E., Loizeau, M.N., Paris, A., Pognat, C. et Tillier C. 2000 : Lichens and new Possibilities of Bio-indication in France, Biomap, Second International Workshop on Bio-monitoring of Atmospheric Pollution, Praia de Vitoria, Azores Islands 2000 joint ITN/AIEA workshop.
- elques difficultés avec son établissement de Noyelles Goyault dans
le€_Ū_x_ß_t_î_p_½_l_ç_h_n

Mines d'or : Saint-Pierre-Montlimart (49)

	Substrat	Date	Pb	Hg	Cd	Divers
Sol	<i>Terril</i>	15-déc-97	688	-	1,03	
<i>Lycoperdon perlatum</i>	Terril	15-déc-97	19	16,1	7,2	
<i>Lycoperdon perlatum</i>	Terril	15-déc-97	30,5	23,3	9,9	
<i>Lycoperdon perlatum</i>	Terril	5-oct-98	40,3	11,2	5,8	
<i>Thelephora terrestris</i>	Boues	5-oct-98	667,6	1,02	0,58	
<i>Clitocybe decembris</i>	Boues	5-oct-98	94,5	7,02	21,2	
<i>Amanita rubescens</i>	Boues	5-oct-98	248,4	5,68	5,6	
<i>Paxillus involutus</i>	Boues	5-oct-98	12,9	0,014	1,78	
<i>Laccaria laccata</i>	Terril	5-oct-98	222,1	0,014	6,08	

Décharge de Chamteussé-sur-Baconne / Querré (49)

<i>Cortinarius elatior</i>		14-déc-97	0,98	4,22	16,36
<i>Laccaria proxima</i>		14-déc-97	2,3	0,07	22,8
<i>Hydnum rufescens</i>		14-déc-97	1,74	0,44	0,7
<i>Xerocomus badius</i>		8-oct-93	0,4	0,07	2,16
<i>Macrolepiota procera</i>		8-oct-98	4,5	3,1	3,2
<i>Agaricus arvensis</i>		13-oct-98	0,62	11,3	64
<i>Laccaria amethystina</i>		13-oct-98	1,33	1,17	0,59
<i>Cantharellus tubaeformis</i>		15-nov-98	0,54	1,03	4,6

Incinérateur de Cluny (71)

<i>Agaricus albertii</i>				5,5	121
<i>Marasmius oreades</i>			6,4		0,5
<i>Agaricus campestris</i>			4,3	0,7	
<i>Coprinus comatus</i>			3,7	0,8	4

Seurre (21), soudure de composants électroniques

<i>Coprinus comatus</i>	11,4	cuivre: 44
<i>Volvariella speciosa</i>	15,9	cuivre: 50

Bourg-Fidèle (08), recyclage de métaux non ferreux

<i>Russula nigricans</i>	5,2	0,1
<i>Russula densifolia</i>	1,6	0,1
<i>Leccinum aurantiacum</i>	3,4	0,09

TABLEAU 1 : RECAPITULATIF DES RESULTATS

(exprimés en mg/kg de matière sèche) ; Les teneurs impliquant un apport hebdomadaire dépassant les recommandations de l'OMS lors de la consommation d'un kg (frais) figurent en caractères gras. Les teneurs impliquant 50 % de cette dose hebdomadaire figurent en italiques.