. Trim. Soc. Et. Sci. Anjou, N° 106, 1999

PRÉSENCE DE MÉTAUX LOURDS CHEZ LES CHAMPIGNONS
RÉSULTATS D'ANALYSES SUR DEUX SITES ANGEVINS

PAR

J. MORNAND & O. DAILLANT

Dans le cadre des études menées par l'Observatoire Mycologique nous avions)posé en 1993 d'étudier l'accumulation des métaux lourds par les champignons sur ux sites pollués situés en Maine-et-Loire. Après un bref historique sur l'origine des llutions et la présentation des résultats d'analyses, nous ferons quelques mmentaires.

Il a fallu attendre 1999 pour disposer des résultats d'analyses car les deux stations ; sont guère favorables à la poussée fongique et les automnes ont été particulièrement :cs en Anjou. Ces dernières années n'avaient pas permis en effet de prélever en ıantité suffisante, des espèces que nous avions préalablement choisies en raison de ur aptitude à fixer les métaux lourds.

Mines d'or de "la Bellière, St-Pierre-Montlimart (49)

C'est un des rares gisements aurifères de France. Déjà les romains exploitèrent es mines à ciel ouvert. L'exploitation récente date de 1906, elle s'étendait sur environ 00 ha et le mispickel (1) aurifère était extrait de mines atteignant une centaine de ıètres de profondeur. Les filons produisirent jusqu'à 100 000 tonnes de minerai d'une eneur de 15 grammes par tonne. En 1920, la mine avait produit 6,9 tonnes d'or. En 937, la production était tombée à 3,7 g/t. En 1928, il y avait 750 ouvriers, en 1938, il n'y :n avait plus que 51. La mine ferma à la dernière guerre et fut rouverte en 1949 avec 70)uvriers, pour fermer à nouveau en 1954, ne produisant plus que 3 grammes d'or par onne de minerai. Le traitement de l'or consistait en broyage, suivi d'amalgame (2) puis le cyanuration (3).

(1) Mispickel : arséniosulfure naturel de fer
(2) Amalgame : il consiste à dissoudre l'or dans le mercure afin de le séparer des sables retenus par l'eau.
(3) Cyanuration : le minerai est dissous dans une solution étendue de cyanure alcalin en présence d'oxygène, puis l'or est précipité par électrolyse.

Le sable du grand terril a servi depuis à combler une partie de la mine d'uranium de "l'Écarpière" à Gétigné (44). Les boues de l'usine de traitement, après passage dans des bacs de décantation étaient stockées sur place et les eaux évacuées dans le ruisseau de la Bellière.

Les prélèvements de champignons ont été effectués sur ces deux emplacements (terril et endroit de stockage des boues) grâce à A. MOLIÈRE qui a eu le mérite de surveiller leur apparition éphémère.

La base du terril, depuis son enlèvement, est complétement aride dans la partie centrale. Son pourtour est surtout colonisé par des robiniers *(Robinia pseudoacacia)* et des bouleaux *(Betula pendula)*.

La zone de stockage des boues se trouve dans un taillis, surtout peuplée de jeunes chênes sessiles.

- Décharge de Champteussé-sur-Baconne (49)

C'est une décharge de classe 1 où sont enfouis ce qu'on appelle les "déchets ultimes" : résidus d'usines d'incinération des ordures ménagères, certains déchets industriels, éléments de centrales nucléaires peu radioactifs. Elle a été agrandie et modernisée en 1995. C'est l'unique usine de stabilisation des cendres d'ordures ménagères pour tout le Grand Ouest. Les résidus polluants sont transformés en minéraux stables, insolubles et stockés, diminuant le risque de pollution du sol et des nappes phréatiques. La capacité de l'usine est de solidifier et stocker 40 000 tonnes par an de **Refiom** (Résidus d'épuration des fumées d'incinération des ordures ménagères).

Le but de nos 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 laissée de traces. En effet avant 1995, des règles strictes d'hygiène et de sécurité n'étaient pas appliquées. Le bois de "la Garenne" dans lequel nous avons prélevé les champignons se trouve sur la commune de Quérré en lisière de la décharge. C'est une chênaie *(Quercus petraea)* en sol acide (pH 4,5).

Dans ce secteur le sol est jonché de plastiques provenant de l'ancienne décharge et amenés par le vent. A l'époque, les eaux de drainage s'écoulaient dans ce bois. 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.

- MÉTHODE UTILISÉE

Notre choix d'espèces à analyser a été fait à partir de celles déjà connues pour leur capacité d'accumulation des métaux lourds : *Laccaria laccata, Cantharellus tubiformis, Lycoperdon perlatum* ; mais aussi parmi des espèces consommées par les mycophages : *Macrolepiota procera, Hydnum rufescens, Agaricus arvensis* et quelques autres.

Les échantillons ont été répartis et analysés par deux laboratoires : le Laboratoire d'Analyses des Sols (INRA) d'Arras et le Laboratoire de Chimie Analytique de la Faculté de Pharmacie de Dijon.

Le dosage proprement dit a été réalisé par la technique d'absorption atomique de flamme : SAA Zeeman (4) pour le Cadmium et le plomb ; SAA vapeur froide pour le mercure. Les résultats sont donnés en milligrammes par kilogramme de matière sèche (M.S.).

COMMENTAIRES

Rappelons que les champignons absorbent le plomb présent dans leur environnement, mais ne le concentrent pas. Par contre le mercure et le cadmium sont concentrés par certaines espèces.

Pour la mine d'or, l'analyse du sol a montré une très forte teneur en plomb que l'on retrouve en plus ou moins grande quantité dans les différentes espèces, le record étant obtenu par *Thelephora terrestris* (667,6 mg/kg de matière sèche), valeur proche de celle du sol.

Pour ce même site, on voit que cette espèce ne concentre pas le cadmium, alors que les autres ont une teneur généralement comprise entre 5 à 10 fois supérieure à celle du sol, le record étant obtenu par *Clitocybe decembris* (21,2 mg/kg M.S.).

Le *Lycoperdon perlatum* confirme ici sa capacité à concentrer le cadmium et surtout le mercure ; la concentration en Hg dans l'une des récoltes peut être considérée comme un record (23,3 mg/kg M.S.).

Pour ce qui est des récoltes faites dans le bois situé en lisière de la **décharge de Champteussé-sur-Baconne**, deux espèces ont des teneurs très élevées en cadmium, ce sont *Laccaria proxima* (22,8 mg/kg M.S.) et *Agaricus arvensis* (64 mg/kg M.S.), les groupes des laccaires laqués et des agarics jaunissants étant connus pour leur faculté à concentrer le cadmium.

---

4) SAA : Spectrométrie par Absorption Atomique

ST- PIERRE-MONTLIMART (49)

Mines d'Or (MEN 1423 A)(5)

	Lieu	Date de récolte	Pb	Hg	Cd	
Sol	Terril	15-12-97	688	?	1,03	
Lycoperdon perlatum	Terril	15-12-97	19	16,1	7,2	INRA Arras
Lycoperdon perlatum	Terril	15-12-97	30,5	23,3	9,9	
Lycoperdon perlatum	Terril	5-10-98	40,3	11,2	5,8	
Thelephora terrestris	Boues	5-10-98	667,6	1,02	0,58	
Clitocybe decombris	Boues	5-10-98	94,5	7,02	21,2	Fac. Pharma. Dijon (CSAAB)
Amanita rubescens	Boues	5-10-98	248,4	5,68	5,6	
Paxillus involutus	Boues	5-10-98	12,9	0,014	1,78	
Laccaria laccata	Terril	5-10-98	222,1	0,014	6,08	

QUÉRRÉ (49)

Décharge de Champteussé/Baconne (MEN 1521 A)

	Date de récolte	Pb	Hg	Cd	
Cortinarius elatior	14.12.97	0,98	4,22	16,36	
Laccaria proxima	14.12.97	2,3	0,07	22,8	
Hydnum rufescens	14.12.97	1,74	0,44	0,7	INRA Arras
Xerocomus badius	8-10-93	0,4	0,07	2,16	
Macrolepiota procera	8-10-93	4,5	3,1	3,2	
Agaricus arvensis	13-10-98	0,62	11,3	64	Fac. Pharma. Dijon (CSAAB)
Laccaria amethystina	13-10-98	1,33	1,17	0,59	
Cantharellus tubiformis	15-11-98	0,54	1,03	4,6	

Les résultats d'analyses sont donnés en mg/kg de matière sèche.

Si cette propriété est confirmée pour *Agaricus arvensis* vis-à-vis du mercure, on peut s'étonner de voir des taux aussi faibles pour *Xerocomus badius*, alors que cette espèce est bien connue pour être une "vedette" de l'accumulation des métaux lourds et du césium radioactif.

Il est difficile de pousser plus loin l'analyse de ces résultats pour de nombreuses raisons que nous énumérons ci-après, mise à part la difficulté que nous avons eue à prélever les échantillons : disponiblité, distance à parcourir en voiture, aléas météorologiques.

Des analyses de zinc ont aussi été pratiqués sur les divers échantillons. Elles confirment le parallélisme avec l'accumulation du cadmium. *Lycoperdon perlatum* et *Xerocomus badius*, espèces notoires pour l'accumulation du Cd, révèlent des taux importants de Zn, respectivement 241 mg/kg et 207 mg/kg de matière sèche, pour le bois de Querré.

Sur les deux sites choisis pour cette étude, il aurait fallu, pour pouvoir pousser plus loin les commentaires et en tirer des conclusions pertinentes :

- Comparer les taux obtenus à partir de nombreuses récoltes, en séparant les espèces mycorchyziques des espèces saprophytes.
- Circonscrire de façon précise l'aire des prélèvements en fonction de l'historique des dépôts de déchets industriels ou d'ordures ménagères.
- Prélever les mêmes espèces sur les deux sites (nous ne sommes pas maîtres de leur apparition) afin d'effectuer des comparaisons.
- Analyser plusieurs poussées concomitantes de la même espèce, en des endroits différents du secteur délimité, avec analyses de sol parallèles.
- Prélever des échantillons de la même espèce avec des conditions météorologiques différentes (intensité pluviométrique avant et pendant la poussée).
- Analyser des échantillons de la même espèce prélevés dans des environnements variables pouvant intervenir sur une même station : couverture végétale, épaisseur de l'humus, pH du sol.
- Tenir compte de la profondeur de l'absorption mycélienne (?), du degré de maturité du champignon, de l'interaction avec d'autres éléments chimiques, etc.

En somme, une étude nettement plus poussée qui débordait du cadre de l'Observatoire Mycologique (bénévolat et coût des analyses). Précisons que l'analyse d'un seul échantillon revient au minimum à 500F et peut atteindre 300 F pour le mercure.

En marge des analyses de métaux lourds, nous avons fait effectuer des mesures de radioactivité sur deux espèces prélevées sur le site de Querré. Il s'agit de *Collybia butyracea* et de *Lepiota lepiota*.

Les valeurs obtenues peuvent être considérées comme très élevées.

Par rapport à des résultats obtenus en sol granitique non pollué, les valeurs sont excessives pour le radium (^{228}Ra , ^{226}Ra) et sont de 30 à 200 fois supérieures pour l'uranium (^{238}U , ^{235}U). Par exemple sur *Collybia butyracea* la mesure a donné 2017±58,2 Bq/kg M.S. (becquerels par kilogramme de matière sèche).

Nous ne donnons pas toutes les valeurs obtenues car nous émettons quelques réserves quant aux résultats, étant donnée l'insuffisance des échantillons récoltés.

De nouvelles analyses sur des quantités plus importantes seraient nécessaires pour confirmation.

Ces valeurs inhabituelles sont dues probablement à l'enfouissement de déchets provenant d'usines de traitement de minerai d'uranium.

En conclusion, si on connaît bien actuellement quels sont les principaux champignons accumulateurs surtout parmi les comestibles (santé publique oblige !), il subsiste de nombreuses inconnues sur les conditions d'accumulation ou d'absorption, ne serait-ce que, pourquoi deux espèces proches génétiquement n'ont pas le même comportement vis-à-vis de ces biomécanismes.

Rappelons que l'O.M.S. (Organisation Mondiale pour la Santé) a fixé le maximum **hebdomadaire** consommable à 3 mg pour le plomb, 0,3 mg pour le mercure et 0,5 mg pour le cadmium. Si la consommation habituelle des champignons sauvages, choisis parmi les meilleurs comestibles, ne présente pas de risque majeur, il n'en reste pas moins qu'il faut rappeler les conseils de prudence sur le ramassage des champignons comestibles : éviter les parkings, les bords d'autoroutes, les décharges de toutes natures, les friches industrielles et toutes zones susceptibles d'être polluées. "Le bon sens" quoi ! On n'a pas encore découvert le gène qui lui est associé ?

BIBLIOGRAPHIE

- COURTECUISSE R., 1994 - Champignons et métaux lourds dans le Nord-Pas-de-Calais. Compte-rendu de deux thèses. *Bull. Observ. mycol.*, 7 : 1-4
- STIJVE T., 1993 - Accumulation des métaux lourds par certains champignons supérieurs. *Bull. Observ. mycol.*, 4 : 1-27
- DAILLANT O., 1992 - Métaux lourds dans des champignons près d'un incinérateur : premiers résultats. *Bull. Observ. mycol.*, 2 : 6-7
- MORNAND J., 1989 - Présence de métaux lourds dans les champignons. *Bull. Soc. Myc. Fr.*, 106(1) : 31-46

DAILLANT O., MORNAND J. & Van HALUWYN C., 1994 - Incinérateurs et contamination de champignons praticoles par les métaux lourds. *Bull. Féd. Myc. Dauphiné-Savoie*, 135 : 19-26

MORNAND J., 1988 - Champignons radioactifs, qu'en est-il ? *Bull. trim. Soc. Ét. Sci. Anjou*, 73 : 2-14

FOURRÉ G., 1990 - Dernières nouvelles des champignons. Édité par l'auteur. Chapitre 6 - La radioactivité et les autres pollutions., pp.189-228

GIOCOMONI L., 1989 - Les champignons : Intoxications, pollutions, responsabilité. Ed. Billes, Malakoff : 198 p.

LABON G., 1999 - Peut-on encore manger des champignons ? *Cahiers mycologiques Nantais*, 11 : 20-27

Spécial champignons Magazine -
n°13, mai-juin 1999 : interview de J.L. DEMARETS (CRII-RAD) sur "Radioactivité et champignons : savoir pour agir"
n°14, juillet-août 1999 : interview de J. MORNAND (SESA) sur "Métaux lourds"

COLLECTIF, 1997 - Mycological Contributions of Rolf Singer : Field Itinerary, Index to New Taxa, and List of Publications. Fieldiana, Chicago; 38 : 124 p.

On trouve dans ce fascicule spécialement consacré au grand mycologue SINGER (1906-1994) un résumé de ses contributions à la Mycologie, notamment en systématique et nomenclature (il a créé 82 genres nouveaux). Ses recherches l'ont conduit à parcourir le monde entier, mais surtout l'Amérique du Sud. L'index des genres, espèces et taxons infraspécifiques des Basidiomycètes créés par Singer est impressionnant (2 446 espèces). La liste de ses publications s'étalant de 1 932 à 1 994