

Suivi de la radiocontamination des champignons dans la région de MACON

par *Olivier DAILLANT (*) & Jean MORNAND (**)*

Résumé : 12 échantillons de champignons choisis parmi les espèces autorisées à la vente sur le marché de Mâcon ont été prélevés dans un rayon de 25 km de cette ville et analysés. Les résultats sont comparés à ceux des années précédentes disponibles pour le département de Saône-et-Loire.

Les analyses pour 1992 ont été réalisées avec la participation du service d'Hygiène et de Santé de la ville de Mâcon.

I - Introduction

Il convient de rappeler brièvement quelques notions de base concernant la radioactivité (Pour de compléments voir MORNAND 1988).

La matière est constituée d'atomes dont certains sont dits "instables" et se désintègrent pour former un autre élément. L'énergie produite à cette occasion constitue la radioactivité. Elle est due à l'émission de plusieurs rayonnements : rayons α (noyaux d'hélium), rayons β (électrons), rayons γ (photons de haute énergie).

Le temps nécessaire pour que se désintègrent la moitié des atomes instables présents s'appelle "période" (ou "demi-vie") de l'élément radioactif (radioélément).

La radioactivité naturelle produite par certaines roches ou par des rayons cosmiques contribue à l'exposition de l'homme et n'est donc pas inoffensive. Ces divers rayonnements naturels ne sont cependant pas pris en compte par la législation tant qu'aucune activité humaine ne les a déplacés ou concentrés.

La radioactivité artificielle que l'on est actuellement susceptible de trouver dans notre biosphère et qui est étudiée ici dans les champignons est essentiellement représentée par deux isotopes de césium : le ^{134}Cs (période 2 ans) et le ^{137}Cs (période 30 ans).

II - Les prélèvements et les mesures

1) Pour la campagne 1992, 12 échantillons, choisis parmi les espèces autorisées à la vente à Mâcon, ont été prélevés dans un rayon de 25 km de cette ville :

- 2 échantillons du groupe des rosés des prés et des boules de neige (*Agaricus campestris*, *Agaricus macrosporus*), choisis du fait qu'il sont consommés sur une très grande échelle.
- 4 échantillons de bolets bûis (*Xerocomus badius*), car cette espèce est considérée comme particulièrement apte à concentrer le césium radioactif.
- 2 échantillons de cèpes de Bordeaux (*Boletus edulis*), qui ne sont généralement pas particulièrement contaminés, mais néanmoins largement consommés.

déjà fait l'objet de mesures en 1986 et 1991 afin d'établir une comparaison ; les deux autres d'une même station mais analysés de la façon suivante : l'un a été mesuré tel quel, alors que l'autre a été mis à "blanchir" pendant dix minutes dans 500 ml d'eau distillée ; les champignons blanchis et l'eau de cuisson ont été analysés séparément.

- 1 échantillon de chanterelles en tube (*Cantharellus tubaeformis*) provenant d'une station où ce même champignon avait été prélevé et analysé en 1988.

A ces 12 échantillons s'ajoutent deux récoltes faites à Mazille en 1992 et analysées en juillet 1993 dans le cadre de la mise au point de nouveaux protocoles de mesures à l'Université de Bremen en Allemagne :

- 1 échantillon de *Macrolepiota gracilentia*, espèce déjà récoltée dans la même station et analysée en 1986.

- 1 échantillon d'*Omphalotus illudens*.

Ces deux échantillons avaient été retenus du fait de la masse disponible importante nécessaire pour les essais.

Ces analyses ont été réalisées en spectrométrie gamma dans trois laboratoires différents

- La CRII-Rad : 471, Avenue Victor Hugo - 26000 Valence,

- L'ACRO : 18, rue Savorgnan de Brazza - 14000 Caen,

- Le Laboratoire de Physique de l'Université de Bremen, Bibliothekstrasse, D.

2800 Bremen.

2) Les analyses faites durant les années précédentes ont été, pour la plupart, déjà publiées (DAILLANT, 1987 et 1991) ; elles avaient été réalisées par le TUV Baden (Service officiel de contrôle du Land de Baden-Wurtemberg, en Allemagne) et par la CRII-Rad. Le total des résultats pour la Saône-et-Loire est ainsi porté à 30, auxquels s'ajoutent les résultats d'analyses de sols dont 3 reprises ici.

Les résultats sont exprimés en becquerels par kilogramme (Bq/kg) par rapport au poids sec du champignon. Un becquerel correspond à la désintégration d'un atome radioactif par seconde. Le poids frais du champignon étant environ dix fois supérieur, il convient de diviser les résultats par 10 pour arriver à la radioactivité par rapport au poids frais.

III - Commentaires

Les normes en vigueur :

La limite actuellement en vigueur en France résulte de la **directive européenne 1707/06** : l'activité cumulée de césium 134 et de césium 137 ne doit pas dépasser 600 becquerels par kilogramme pour les denrées alimentaires (370 Bq/kg pour le lait et les aliments destinés aux enfants).

Aucun des échantillons analysés ne présentait d'activité supérieure.

Il s'agit cependant d'une limite essentiellement commerciale et il existe également des Limites Annuelles d'Incorporation (LAI) par Ingestion : **directive européenne 1984/467**, transposée en France dans le décret 88/662 : la LAI pour le césium 137 est de 400 000 Bq/an et pour le césium 134 de 300 000 Bq/an ; ces chiffres ont été fixés afin que la dose annuelle ne dépasse pas 5 mSv (millisievert), c'est à dire 500 millirems dans l'ancien système. Ces chiffres correspondent aux anciennes recommandations de la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR).

La mise en vente de champignons présentant un niveau d'activité tel que celui mesuré sur les échantillons provenant des environs de Mâcon en 1992 ne présente donc pas de problème juridique.

Les recommandations actuelles de la CIPR :

Depuis sa publication N°60 publiée en 1991, la CIPR a divisé par 5 la dose admissible pour les personnes du public et l'a ainsi ramenée à 1 mSv (100 millirems). La législation suivra

Limites Annuelles d'Incorporation à 80 000 Bq/an pour le ^{137}Cs et 60 000 Bq/an pour le ^{134}Cs .

Considérant que les champignons ne sont pas nécessairement la seule source d'incorporation de radioactivité et qu'il y a également d'autres sources d'exposition, on peut considérer qu'il est raisonnable et prudent de diviser les LAI par 10 pour les appliquer aux champignons.

Si on prend les champignons les plus contaminés, les pieds de mouton (1128 Bq/kg de matière sèche pour le ^{137}Cs , correspondant à environ 112 Bq/kg de matière fraîche), il faudrait en manger environ 74 kg pour arriver à cette limite ; c'est énorme et il est fort improbable que quiconque en consomme une telle quantité, mais cela ne dépasse pas l'imagination.

Rappelons également qu'il n'y a pas de seuil d'innocuité et que le débat sur les faibles doses est loin d'être clos (FOURRE, 1988).

Éléments de comparaison :

Après la catastrophe de Tchernobyl, un certain nombre d'aliments étaient plus particulièrement touchés. Il s'est avéré par la suite qu'il s'agissait avant tout de contamination par dépôt direct et non d'une absorption racinaire. La contamination du thym, par exemple, avait été citée comme spectaculaire mais elle ne s'est pas reproduite les années suivantes.

Sous réserve de vérification, les végétaux présentent aujourd'hui une contamination inférieure d'un à deux ordres de grandeur à celle des champignons, le plus souvent en dessous du seuil de détection.

Les champignons du Mâconnais sont cependant peu touchés par rapport à ceux d'autres régions : voici les contaminations des mêmes espèces provenant d'autres départements (analyses CRII-Rad reprises in Bull. Observatoire Mycologique N°2, Nov.92) :

- <i>Hydnum repandum</i> (Drôme)	: Cs total :	2330 Bq/kg matière sèche.
- <i>Xerocomus badius</i> (Loire)	: Cs total :	6408 Bq/kg matière sèche.
- <i>Cantharellus tubaeformis</i>	: Cs total :	7993 Bq/kg matière sèche.

Encore ces résultats témoignent-ils d'une baisse par rapport aux taux extrêmes enregistrés les années précédentes.

Chez nos voisins, des taux au moins comparables, voire considérablement plus élevés, ont été rapportés dans des études faites en Belgique et en Italie (GUILLITTE & al, 1987 - NIMIS & al, 1987).

Origines de la contamination radioactive :

Le rapport isotopique (c'est à dire le rapport entre ^{137}Cs et ^{134}Cs) des retombées de Tchernobyl est connu : en 1986 le rapport $^{137}\text{Cs}/^{134}\text{Cs}$ était de 2 ; du fait de la décroissance radioactive plus rapide du césium 134 (période de 2 ans), il était à l'automne 1992 quinze fois moins abondant que le césium 137 (période de 30 ans). Lorsqu'on trouve dans des champignons une part de ^{137}Cs plus de 15 fois supérieure à celle de ^{134}Cs , la partie excédentaire a une autre origine : il s'agit dans ce cas des essais militaires pratiqués dans l'atmosphère par les grandes puissances jusqu'en 1963 (après, les essais furent souterrains, du moins dans l'hémisphère Nord).

La reconstitution des doses reçues durant les années 60 est difficile à évaluer sans une étude de grande envergure et n'entre pas dans le cadre de ce dossier. Pour plus d'informations sur ce point, nous renvoyons au tableau III (FRAITURE, 1992) établi d'après DEWORM (1987). En région mâconnaise, les retombées de Tchernobyl sont responsables, en moyenne, des 2/3 de la contamination des champignons, contre 1/3 pour les essais militaires.

Évolution :

Deux des échantillons mesurés sont des espèces indénitiques et prélevés sur les mêmes stations

- <i>Cantharellus tubaeformis</i> :	Cs total 1986 :	4740 Bq/kg.
	1992 :	337 Bq/kg.

C'était la seule espèce dont la consommation pouvait donner lieu à l'époque à des réserves dans la mesure où le poids sec représentait 19% du poids frais, ce qui donnait 530 Bq/kg sur la matière sèche, chiffre voisin de la limite communautaire.
 Cette contamination a fortement baissé, de même dans une moindre mesure

- <i>Macrolepiota gracilentia</i> :	Cs total 1986 :	(97 Bq/kg sec)
	1992 :	(49 Bq/kg sec)

En revanche

- <i>Hydnum repandum</i> :	Cs total 1986 :	490 Bq/kg sec (49 Bq/kg frais).
	1991 :	962 Bq/kg sec
	1992 :	1177 Bq/kg sec

L'augmentation par rapport à la première année est très nette, s'expliquant par la migration en profondeur des radioéléments qui deviennent "disponibles" pour le mycélium du champignon. Au vu des marges d'erreur, il est difficile de dire si la différence entre 1991 et 1992 relève d'une augmentation significative ; un suivi permettra de le préciser.

Préparation culinaire :

Les pieds de mouton prélevés à Cluny ont été blanchis et l'eau de cuisson analysée séparément ; environ la moitié du césium se trouvant dans l'échantillon brut s'est retrouvée dans l'eau de cuisson.

Radioécologie et transferts :

La contamination des sols avait été mesurée dans trois cas lors de campagnes précédentes : le sol d'*Hydnum repandum* de Mazille présentait en 1991 la contamination suivante :

137 Cs : 54 Bq/kg sur la matière sèche,
 134 Cs : 2 Bq/kg sur la matière sèche.

Les deux analyses effectuées en forêt de Cluny mettaient en évidence une activité de 34 à 67 Bq/kg pour le 137Cs et de 3 à 6 Bq/kg pour le 134Cs. Il est donc clair que, dans certains cas, il y a concentration de la part des champignons ; cette concentration est cependant restée limitée, même lorsque les conditions étaient favorables, à un fort transfert (terrain acide par exemple) : le pH du substrat de *Xerocomus badius* de Mazille était de 2,9, celui d'*Hydnum repandum* de 3,7, celui d'*Hydnum repandum* de la forêt de Cluny de 4,5.

La différence notable de contamination constatée sur les deux échantillons de *Boletus edulis* est probablement due à des caractéristiques différentes du substrat, calcaire dans un cas, et granitique dans l'autre.

IV - Conclusion

Ce travail porte exclusivement sur la radioactivité artificielle des champignons trouvés dans la région de Mâcon et l'on ne saurait en tirer des conclusions de caractère général sur la comestibilité des champignons.

La région étudiée est nettement moins touchée que beaucoup d'autres, mais rappelons qu'au plan des principes, la contamination idéale des champignons serait la contamination zéro.

Pour l'avenir, le suivi devrait porter sur la seule espèce ayant présenté une augmentation: *Hydnum repandum*. Il serait également intéressant de faire quelques analyses de *Laccaria amethystina*, réputé pour être lui aussi un fort concentrateur. Par ailleurs, il n'y a pas que la radioactivité et il pourrait être intéressant de faire également des analyses sur les métaux lourds, des taux très élevés ayant été signalés en certains points du département.

REMERCIEMENTS : Les auteurs tiennent à exprimer leurs remerciements au Service d'Hygiène et de Santé de la Mairie de Mâcon, en la personne du Dr LERENDU, ainsi qu'à la

Société Mycologique de Mâcon et à son président M. ALBERT

RESULTATS SUR LES ECHANTILLONS PRELEVES EN 92

	137 Cs	134 Cs	Total	%
<i>Agaricus campestris</i> (Buffières)	< 2,9	< 2,8		
<i>Xerocomus badius</i> (7 km Mâcon)	56,5 (12)	< 3,4		0,64
<i>Xerocomus badius</i> (Mâcon)	262 (32)	11 (4)	273	0,44
<i>Xerocomus badius</i> (Vergisson)	491 (60)	14 (5)	505	0,75
<i>Xerocomus badius</i> (Mazille)	586 (64)	29 (5)	615	0,66
<i>Hydnum repandum</i> (Mazille)	1128 (143)	49 (13)	1177	0,66
<i>Cantharellus tubaeformis</i> (Mazille)	323 (43)	14 (5)	337	
<i>Agaricus macrosporus</i> (Cluny)	-	-		
<i>Boletus edulis</i> (Mazille 1)	30 (5)	-		
<i>Boletus edulis</i> (Mazille 2)	393 (51)	19 (3)	412	0,77
<i>Hydnum repandum</i> (Cluny)	49 (5)	-		
<i>Hydnum repandum</i> (Cluny)	24 (4)	-		
Après cuisson, eau de cuisson diluée	1,6 (0,3)			
<i>Omphalotus illudens</i>	32 (0,3)	2 (0,2)	34	0,88

Les résultats sont exprimés en becquerels par kilogramme de matière sèche. Dans la colonne de gauche figurent les résultats pour le césium 137, dans la deuxième ceux pour le césium 134, dans la troisième le césium total. La dernière colonne indique le rapport césium total de Tchernobyl / césium total mesuré. Le - indique que le radioélément n'a pu être détecté, le chiffre entre parenthèses indique la marge d'erreur.

Bibliographie

- DAILLANT O., 1987 - Sur l'accumulation d'éléments radioactifs par les champignons. Bull. Soc. Mycol. Fr., 103 (2) : (34)-(37).
- DAILLANT O., 1991 - Étude de l'absorption du radium 226 et du plomb 210 chez deux espèces de coprins. Doc. Mycol., Lille, 21 (82) : 13-18.
- FOURRÉ G., 1988 - La radioactivité dans les champignons : un problème à étudier, sans dramatiser ni minimiser. Bull. Soc. Bot. Centre Ouest, 19 : 283-304.
- GUILLITTE O. & al, 1987 - La radiocontamination des champignons sauvages en Belgique et au Grand-Duché du Luxembourg après l'accident nucléaire de Tchernobyl. Mém. Soc. Roy. Bot. Belg., 9 : 79-93.
- FRAITURE A., 1992 - Introduction to the Radioecology of Forest Ecosystems and Survey of radioactive Contamination in Food Products from Forest. Rapport CEE.
- P.L. NIMIS - C. Giovani - R. Padovani. La contaminazione da cesio 134 e cesio 137 nei macrofungi del Triuli. Venezia Giulia nel