

CHAMPIGNONS DE RHÔNE-ALPES : 30 ANS APRÈS TCHERNOBYL, LE CÉSIVIUM 137 EST TOUJOURS PRÉSENT

La CRIIRAD publie les résultats d'analyses de 38 échantillons de champignons cueillis à l'automne 2015 en Rhône-Alpes. Le césium 137 est détecté dans 95 % des cas. Comme attendu, les teneurs observées sont plus faibles que dans les premières années ayant suivi la catastrophe de Tchernobyl. Toutefois, les échantillons les plus contaminés dépasseraient les normes s'ils étaient importés aujourd'hui du Japon.

Cette étude a été cofinancée par la Région Rhône-Alpes et par la CRIIRAD grâce à l'argent de ses adhérents. Nous remercions les bénévoles, et notamment les membres de la fédération mycologique et botanique Dauphiné-Savoie (FMBDS), qui nous ont permis de récolter suffisamment d'échantillons pendant un automne pourtant peu propice à la cueillette des champignons.

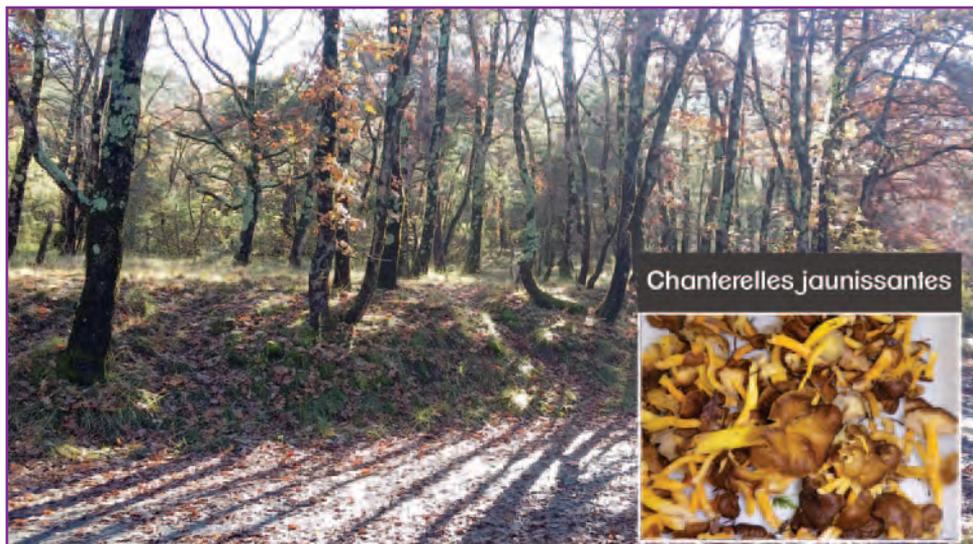
Contexte

A la différence des végétaux chloro-

phylliens, les champignons sont dotés d'un équipement enzymatique performant qui leur confère une efficacité particulière pour l'extraction des nutriments présents dans leur substrat. Du fait de cette propriété, ils peuvent également accumuler des polluants tels que les métaux lourds, mais aussi le césium. Ils constituent ainsi des bio-indicateurs intéressants pour les études radio-écologiques. Mais lorsqu'ils sont comestibles, il s'agit également d'aliments à risque en cas de pollution radioactive ou chimique.

Dans les années qui ont suivi la mise en service de son laboratoire, la CRIIRAD s'est donc attachée à documenter le niveau de contamination des champignons, en privilégiant le contrôle des espèces comestibles. Entre 1987 et 1997, la CRIIRAD a analysé quelques 900 échantillons de champignons, dont près de 400 cueillis en Rhône-Alpes, et proposé, sur la base de ce travail, un classement des espèces en fonction de leur capacité à concentrer le césium. La synthèse de cette étude est consultable à l'adresse <http://criirad.org/tchernobyl/fiche-champignons.pdf>

Ces contrôles ont permis de mettre en évidence des niveaux de **césium 137** mesurables dans la très grande majorité des échantillons. Ce radio-



le Poët Laval - Lieu de cueillette de chanterelles jaunissantes, lactaires délicieux, pieds de mouton
Photo : CRIIRAD

nucléide provient d'une part des retombées de Tchernobyl, et d'autre part des retombées des essais nucléaires militaires¹. Tchernobyl a également entraîné des retombées de césium 134. Sachant qu'en mai 1986 le césium 137 était deux fois plus abondant que le césium 134, le dosage de ces deux isotopes a permis d'estimer la part de césium 137 imputable à Tchernobyl.

Le césium 137 a une période radioactive de 30 ans : cela signifie que son activité diminue de moitié

tous les 30 ans. Lorsqu'on considère un milieu donné, le sol par exemple, divers mécanismes de transfert peuvent amplifier la décroissance intrinsèque de ce radionucléide : migration du césium vers les aquifères souterrains, phénomènes de lessivage et d'érosion favorisant l'évacuation vers les ruisseaux et rivières, prélèvements associés aux récoltes et cueillettes...

30 ans après Tchernobyl, afin de répondre aux questions de ses adhérents et, plus largement, des

1. Entre 1945 et 1981, les Etats-Unis, l'Union Soviétique, le Royaume-Uni, la France et la Chine ont fait exploser de très nombreuses bombes atomiques, provoquant l'injection massive de substances radioactives dans la troposphère. Les radionucléides retombaient progressivement au sol, contaminant la chaîne alimentaire et les populations. Le maximum a été atteint au début des années 60. En 1963, le Royaume-Uni, les Etats-Unis et l'Union Soviétique signèrent un traité interdisant tout nouvel essai atmosphérique. La France poursuivit ses essais jusqu'en 1974, la Chine jusqu'en 1980.

consommateurs de champignons, la CRIIRAD a débuté une mise à jour de l'état des lieux fait en 1987-1997, en analysant 38 échantillons cueillis en Rhône-Alpes à l'automne 2015.

Méthodologie

L'étude a principalement porté sur 9 espèces de champignons parmi les plus consommées, pour lesquelles de 2 à 6 échantillons ont été récoltés : bolet bai, cèpe de Bordeaux, chantrelle en tube, chanterelle jaunissante, lactaire délicieux, pied de mouton, tricholome prétentieux (localement appelé charbonnier), tricholome terreux (localement appelé petit-gris) et trompette des morts. Pour trois autres espèces, un seul échantillon a été analysé : agaric des trottoirs, armillaire couleur de miel et tricholome éques-

tre (localement appelé canari)². Parmi les 38 échantillons récoltés, 26 ont été cueillis par 17 bénévoles, 9 ont été achetés aux marchés de Saint-Bonnet-le-Froid, Montélimar et Dieulefit, et 3 ont été cueillis par l'équipe salariée de la CRIIRAD.

14 échantillons proviennent d'Ardèche, 16 de la Drôme, 3 de l'Isère, 2 de la Loire et 3 de Haute-Savoie.

Une fois récoltés, les champignons ont été séchés à l'air libre³ puis en étuve à 45°C, mixés et conditionnés en pétri. Chaque échantillon a été analysé par spectrométrie gamma au laboratoire de la CRIIRAD.



Tricholome terreux (petit gris)

Photo : Nathalie DUBY

Résultats : césium 137

Parmi les 38 échantillons analysés, 36 présentent une teneur mesurable en césium 137. Les activités massiques sont comprises entre 4,4 Bq/kg sec pour des trompettes des morts cueillies à Saint-Gervais-les-Bains (Haute-Savoie) et 3 020 Bq/kg sec pour des bolets bais cueillis au Bessat, dans le massif du Pilat (Loire).

Pour les 9 espèces dont plusieurs échantillons ont été analysés :

2. Le tricholome équestre, auparavant considéré comme un très bon comestible, est depuis 2001 classé dans la catégorie des champignons toxiques, suite à des cas d'empoisonnement parfois mortels après une consommation excessive ou répétée.

3. Excepté 9 échantillons transmis déjà séchés au laboratoire de la CRIIRAD.

- tous les échantillons de bolet bai et de chanterelle en tube dépassent 500 Bq/kg sec,

- tous les échantillons de trompette des morts sont inférieurs à 50 Bq/kg sec,

- les 6 autres espèces (cèpe de Bordeaux, chanterelle jaunissante, lactaire délicieux, pied de mouton, tricholome prétentieux ou charbonnier, tricholome terreux ou petit gris) présentent des teneurs hétérogènes. Le cas le plus disparate est le petit gris : l'échantillon cueilli à Saint-Dizier-en-Diois contient 16 Bq/kg sec de césium 137, tandis que l'échantillon cueilli à Bouvante en contient 2 200 Bq/kg sec ;

- 3 échantillons dépassent 1 000 Bq/kg sec : outre les bolets bails du Bessat et les petits gris de Bouvante, les chanterelles en tube cueillies à Saint-Priest-la-Prugne (Loire) qui contiennent 2 700 Bq/kg sec de césium 137. Pour trois autres échantillons, les teneurs en césium 137 sont proches de 1 000 Bq/kg sec (bolets bails cueillis à Larringes en Haute-Savoie : 960 Bq/kg sec ; chanterelles en tube cueillies en Ardèche, à Saint-André-en-Vivarais : 930 Bq/kg sec, et à Arcens : 910 Bq/kg sec).

Pour les 3 espèces ayant fait l'objet d'une seule analyse (agaric des trottoirs, tricholome équestre et armillaire couleur de miel), la teneur en césium 137 est inférieure à 20 Bq/kg sec.

Il est difficile de comparer directement les résultats de la campagne de

2015 et ceux des campagnes précédentes, réalisées entre 1987 et 1997. Outre le fait que les quantités d'échantillons sont très différentes (38 en 2015 contre 900 entre 1987 et 1997), les mêmes espèces n'ont pas été cueillies exactement aux mêmes endroits, et les écosystèmes ont pu fortement varier en 20 ans. De plus, une étude récente⁴ montre que la teneur en césium 137 de la même espèce de champignons cueillie au même endroit peut varier de plus d'un facteur 10 le long d'une saison de croissance.

Signalons tout de même que pour 11 échantillons pour lesquels les cueillettes de 2015 et de 1987-1997 ont pu être faites sur la même espèce et sur la même commune (ou sur deux communes voisines), si l'on tient compte uniquement de la décroissance du césium 137, la teneur observée en 2015 est comparable à celle de 1987-1997 pour 5 échantillons, inférieure pour 5 échantillons et supérieure pour 1 échantillon.

Autres résultats

Le césium 137 est le seul radionucléide artificiel émetteur de rayonnements gamma détecté (dans 36 échantillons sur 38).

Pour le césium 134, toutes les activités mesurées sont inférieures à la limite de détection, qui est de l'ordre de 2 Bq/kg sec. Ce radionucléide attein-

4. N. Zarubina, « The influence of biotic and abiotic factors on ¹³⁷Cs accumulation in higher fungi after the accident at Chernobyl NPP », *Journal of Environmental Radioactivity* 161 (2016) 66-72

gnait plusieurs milliers de Bq/kg sec sur certains échantillons analysés par le laboratoire de la CRIIRAD avant 1990, mais compte tenu de sa période radioactive (2 ans), l'activité du césium 134 issu de Tchernobyl a été divisée par plus de 20 000 entre 1986 et 2015. L'absence de césium 134 dans les 38 échantillons analysés en 2015 laisse penser qu'il n'y a pas eu d'apports récents de césium 134 dans les sols où ont poussé ces champignons.

Pour 6 échantillons, un dosage de strontium 90 (émetteur bêta pur ne pouvant être détecté par spectrométrie gamma) a été sous-traité. Ce radionucléide possède une période radioactive de 29 ans. Sur les sols français, il provient principalement des retombées des essais nucléaires atmosphériques des années 50/60, et dans une moindre mesure des retombées de Tchernobyl. Il fait par ailleurs partie des radionucléides artificiels rejetés par les centrales en fonctionnement normal. Les échantillons choisis correspondent aux 6 espèces pour lesquelles la teneur maximale en césium 137 était la plus élevée lors de la campagne 2015. Le strontium 90 est détecté dans chaque échantillon. Les activités mesurées sont comprises entre $0,53 \pm 0,48$ Bq/kg sec dans les petits gris cueillis à Bouvante et $2,4 \pm 0,7$ Bq/kg sec dans les charbonniers provenant de Coucournon. La teneur en strontium 90 des échantillons analysés est de plusieurs centaines à plusieurs milliers de fois plus faible que la teneur en césium 137.

Risques liés à la consommation des champignons

Le risque lié à la consommation de ces champignons peut être estimé en utilisant les facteurs de conversion Becquerel / Sievert prescrits par la directive Euratom 96/29. Il faut toutefois garder à l'esprit le fait que ces coefficients sont entachés de nombreuses incertitudes. A titre d'exemple, selon les modèles officiels, le césium 137 se répartit de manière homogène dans les différents organes du corps humain, alors que les travaux du professeur Bandajevsky ont révélé des différences entre organes, le césium s'accumulant notamment dans le cœur et les reins. Le risque réel pourrait donc être plus élevé que celui estimé à partir des facteurs officiels. Malgré cela, on constate que pour les trois échantillons les plus contaminés en césium 137 (bolets bûches du Bessat, chanterelles en tube de Saint-Priest-la-Prugne et petits gris de Bouvante), la consommation de 3 à 8 kg de champignons frais (ou de quelques centaines de grammes de champignons secs) entraînerait pour l'adulte une exposition non négligeable (supérieure à $10 \mu\text{Sv}$). A cette exposition il faudrait ajouter l'impact du strontium 90 : bien que sa teneur soit beaucoup plus faible que celle du césium 137 dans les échantillons analysés, ce radionucléide a la particularité de s'accumuler dans l'organisme en se fixant dans les os.

Réglementation

La réglementation relative à la contamination des aliments par le césium radioactif est complexe, pour ne pas dire kafkaïenne.

En France, pour des aliments produits sur le territoire national, il n'y a jamais eu et il n'y a toujours pas de limite applicable à la contamination, qu'elle provienne de Tchernobyl ou des essais nucléaires atmosphériques.

En revanche, selon un règlement européen adopté le 30 mai 1986⁵ et d'application obligatoire en France, un champignon contaminé par Tchernobyl, cueilli par exemple en Ukraine ou au Belarus et importé en France ne doit pas dépasser 600 Bq/kg frais⁶. Malgré la diminution de la contamination due à la décroissance des césiums 137 et 134, cette limite n'a jamais été revue à la baisse. S'ils étaient importés de ces pays, les 38 échantillons analysés en 2015 ne feraient l'objet d'aucune restriction, l'échantillon le plus contaminé (bolets bais du Bessat) présentant une teneur en césium 137 de 241 Bq/kg frais.

Si les champignons étaient cueillis sur le sol japonais et contaminés par les retombées de Fukushima, les 2 présentant les teneurs en césium

137 les plus élevées (bolets bais du Bessat, mais également chanterelles en tube de Saint-Priest-la-Prugne) ne pourraient pas être consommés en France car ils ne respecteraient pas la limite sanitaire fixée à 100 Bq/kg frais depuis avril 2012.

Mais pour les autorités, les seuils établis suite à Tchernobyl et Fukushima sont trop restrictifs. C'est pourquoi, si un nouvel accident nucléaire survient en France ou dans un autre pays membre de l'Union Européenne, le niveau maximal de césium 137 dans les champignons, mais également dans la viande, les légumes, les céréales sera de ... 1 250 Bq/kg.

Si vous souhaitez en savoir plus sur les limites de contamination, nous vous renvoyons vers les documents de la campagne NMA (<http://criirad.org/aliments-nma-accident-nucleaire/sommaire.html>) et, plus récemment, de l'appel à mobilisation contre l'adoption de niveaux de référence très élevés pour la gestion des accidents nucléaires et leurs conséquences (voir article dans ce TU et <http://criirad.org/euratom/euratom2013-59-niveaux-exposition.html>).

Rédaction : Julien Syren

5. Règlement (CEE) n°1707/86 du Conseil du 30 mai 1986 relatif aux conditions d'importation de produits agricoles originaires des pays tiers à la suite de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Tchernobyl.

6. Les 38 échantillons de la campagne 2015 ont été analysés en « sec ». L'activité par masse de produit frais a été calculée à partir de leur taux de matière sèche (ce taux a été déterminé par pesée des champignons frais puis secs dans 29 cas, et par extrapolation pour les 9 autres échantillons qui nous ont été transmis secs).

Résultats de la campagne "CRIIRAD champignons" 2015

Espèce	Provenance			Résultats d'analyse	Estimation de l'activité en ¹³⁷ Cs par kilogramme de matière fraîche*	
	Dpt	Commune	Date de cueillette		¹³⁷ Cs (Bq/kg sec)	Taux de matière sèche
Agaric des trottoirs	26	Valence	05/10/15	6 ± 3	6,1%	0,4 ± 0,2
Armillaire couleur de miel	26	Saint-Jean-en-Royans	15/10/15	< 2	5,8%	< 0,1
Bolet bai	42	Le-Bessat	24/10/15	3 020 ± 330	8,0%	241 ± 26
	74	Larringes	09/10/15	960 ± 110	4,8%	46 ± 5
Cèpe de Bordeaux	07	Satillieu	01/10/15	308 ± 37	10,4%	32 ± 4
	07	Arcens	01/10/15	178 ± 23	10,4%	18 ± 2
	07	Pailharès	04/11/15	102 ± 16	10,4%	11 ± 2
	07	Saint-Prix / Désaignes	01/10/15	102 ± 14	10,4%	11 ± 1
Chanterelle en tube	07	Saint-Cirgues-en-Montagne	18/11/15	51 ± 8	10,4%	5,3 ± 0,8
	42	Saint-Priest-la-Prugne	22/10/15	2 700 ± 290	6,7%	180 ± 19
	07	Saint-André-en-Vivaraïs	31/10/15	930 ± 100	6,7%	62 ± 7
	07	Arcens	01/10/15	910 ± 110	6,7%	61 ± 7
Chanterelle jaunissante	07	Issariès	25/10/15	540 ± 60	6,7%	36 ± 4
	26	Saint-Dizier-en-Diois	08/11/15	108 ± 15	6,6%	7,1 ± 1,0
	07	Saint-Marcel-d'Ardeche	18/11/15	80 ± 13	10,9%	8,7 ± 1,4
	26	Le-Poët-Laval	06/11/15	30 ± 6	6,2%	1,8 ± 0,4
Lactaire délicieux	07	Saint-Paul-le-Jeune	13/11/15	17 ± 5	6,7%	1,2 ± 0,3
	26	Plan-de-Baix	08/11/15	395 ± 47	9,5%	37 ± 4
	26	Bouvante	15/10/15	316 ± 38	6,3%	20 ± 2
	26	Le-Poët-Laval	06/11/15	198 ± 30	6,0%	12 ± 2
Pied de mouton	26	Saint-Dizier-en-Diois	08/11/15	12 ± 5	10,1%	1,2 ± 0,5
	26	Le-Poët-Laval	06/11/15	120 ± 17	6,0%	7,2 ± 1,0
	26	Montmeyran	12/11/15	60 ± 10	6,8%	4,1 ± 0,7
	26	Roche-Saint-Secret-Béconne	18/11/15	10 ± 4	14,8%	1,5 ± 0,6
Tricholome équestre / Canari	26	Saint-Dizier-en-Diois	08/11/15	< 6	6,6%	< 0,4
	07	Saint-Félicien	16/11/15	14 ± 4	8,9%	1,3 ± 0,3
Tricholome prétentieux / Charbonnier	07	Coucouron	04/11/15	630 ± 70	5,7%	36 ± 4
	07	Saint-Agrève	01/11/15	20 ± 5	11,1%	2,2 ± 0,5
	07	Saint-Félicien	06/11/15	8 ± 5	5,6%	0,4 ± 0,3
Tricholome terreux / Petit gris	26	Bouvante	15/10/15	2 200 ± 230	4,5%	99 ± 10
	26	Montbrun-les-Bains	13/11/15	176 ± 22	8,2%	14 ± 2
	26	Saint-Dizier-en-Diois	08/11/15	16 ± 4	5,4%	0,9 ± 0,2
Trompette des morts	74	Perrignier	05/10/15	31 ± 7	10,4%	3,2 ± 0,7
	38	Morette	10/11/15	26 ± 6	12,4%	3,2 ± 0,7
	26	Jailans	27/10/15	20 ± 5	11,5%	2,3 ± 0,5
	38	Muriette	19/10/15	8 ± 4	11,1%	0,9 ± 0,5
	38	Jarrie	22/10/15	8 ± 2	12,4%	1,0 ± 0,3
	74	Saint-Gervais-les-Bains	16/11/15	4,4 ± 2,5	16,5%	0,7 ± 0,4

Notes

Les résultats sont exprimés à la date de cueillette.

* : Les valeurs en italique correspondent aux 9 échantillons dont la masse fraîche n'était pas connue

Pour ces échantillons, le taux de matière sèche a été pris égal à la moyenne des autres échantillons de la même espèce.