

Peut-on mesurer les aliments avec un radiamètre grand public ?

AL4

Que détecte un compteur Geiger ?

Il existe de nombreux appareils grand public de mesure des rayonnements ionisants.

Les plus courants sont des **compteurs Geiger-Müller** (appelés couramment compteurs Geiger). Ce type d'appareil comporte un tube rempli d'un gaz spécifique (hélium, néon, argon, ...) soumis à une haute tension (400 volts).

Lorsqu'un rayonnement ionisant pénètre dans le tube, il perd de l'énergie au sein du mélange gazeux en le traversant. Il se produit alors une ionisation du gaz emprisonné dans le tube, ce qui engendre une impulsion électrique. C'est cette impulsion qui est « comptée » par l'appareil.

Seuls les rayonnements ionisants qui traversent la paroi du tube et qui se situent dans sa gamme de sensibilité sont détectés. Pour la plupart des compteurs Geiger grand public, il s'agit des **rayonnements gamma**, des rayonnements bêta les plus énergétiques mais pas des rayonnements bêta peu énergétiques (comme ceux émis par le tritium ou le carbone 14) ni des rayonnements alpha (comme ceux émis par le plutonium 239)¹.

Les développements qui suivent ne concernent donc pas les rayonnements alpha.

Les compteurs Geiger ont la particularité de « compter » la quantité de rayonnements qui les traversent (et qui se trouvent dans leur gamme de sensibilité), mais **sans faire de distinction** entre les rayonnements, que ceux-ci soient dus aux radionucléides contenus dans l'échantillon, ou au **bruit de fond**.

Les résultats sont généralement exprimés en **chocs par seconde (c/s)**. Certains appareils donnent des valeurs en **microsieverts par heure (µSv/h)** mais il ne s'agit que d'une approximation car pour mesurer véritablement un débit de dose, il faudrait pouvoir tenir compte du type de

Suite à l'accident nucléaire de Fukushima, de nombreuses personnes ont souhaité s'équiper d'un radiamètre grand public afin de vérifier la contamination de leur environnement, et en particulier des aliments.

Cette fiche a pour but de répondre aux questions suivantes : un radiamètre permet-il de repérer des aliments très contaminés ? De garantir une absence de contamination ? De vérifier le respect des normes en vigueur ? D'effectuer un calcul de dose ?

rayonnements détectés et de leur énergie. Le résultat en **µSv/h** mesuré avec un compteur Geiger doit donc être **pris avec précaution**. Il s'agit d'un ordre de grandeur qui peut être très éloigné de la réalité si les conditions de mesure s'écartent des conditions d'étalonnage. Il est préférable de ne pas utiliser ce résultat pour estimer une dose équivalente ou efficace² (en µSv) et la comparer à des limites réglementaires.

Notion de bruit de fond

Les relevés effectués par un compteur Geiger posé au contact d'un objet sont la somme de deux composantes :

1 / Les radiations qui viennent effectivement de l'objet.

2 / Le bruit de fond ambiant. Il correspond à la somme d'un **bruit de fond électronique intrinsèque** au compteur et de la contribution des radiations qui proviennent de l'espace (**rayonnement cosmique**) et des sols et murs (**rayonnement tellurique**).

C'est pourquoi avant de contrôler un objet on doit d'abord mesurer le « bruit de fond » à l'endroit où l'on va ensuite poser l'objet.

Sur un appareil donnant des résultats en chocs par seconde (c/s), le bruit de fond dépend de la sensibilité de l'appareil. Il peut être de moins d'1 c/s à quelques c/s, voire plusieurs dizaines ou centaines de c/s dans le cas d'un radiamètre professionnel.

Sur un appareil donnant des résultats en microsieverts par heure (µSv/h), le bruit de fond est de l'ordre de 0,05 à 0,30 µSv/h.

Attention, en cas d'accident nucléaire, le bruit de fond global peut augmenter, du fait de l'ajout, au bruit de fond « naturel », d'une composante « artificielle » (au moment du passage du panache radioactif mais également après, du fait des radiations émises par les radionucléides déposés au sol).

¹ Il existe des compteurs Geiger dont le tube est équipé d'une fenêtre suffisamment mince pour laisser entrer des particules alpha, mais la sensibilité des modèles grand public est limitée.

² Les concepts de dose équivalente et dose efficace sont présentés dans la fiche G2.

Exemples de mesures

Prenons le cas de 4 échantillons de 30 grammes de **champignons secs** présentant des teneurs en césium 137 de 100, 1 000, 4 200 et 67 000 Bq/kg.

Les mesures ont été effectuées au moyen d'un RADEX RD 1212, dans une pièce présentant un bruit de fond compris entre 0,10 et 0,13 $\mu\text{Sv/h}$.

Dans le premier échantillon, contenant 100 Bq/kg de césium 137, le résultat est comparable au bruit de fond. Les rayonnements émis par le césium 137 ne se démarquent pas du bruit de fond.

On observe le même résultat avec le second échantillon, qui contient pourtant 10 fois plus de césium 137 que le premier (1 000 Bq/kg sec).

Dans le troisième échantillon, contenant 42 fois plus de césium 137 que le premier, on constate bien une augmentation du signal, mais celle-ci est seulement de 25% alors que l'incertitude du résultat est de l'ordre de 50%. L'écart ne peut donc pas être considéré comme significatif, puisque, compte tenu de cette incertitude, le résultat est en réalité compris entre 0,08 et 0,22 $\mu\text{Sv/h}$ alors que le bruit de fond est compris entre 0,10 et 0,13 $\mu\text{Sv/h}$.

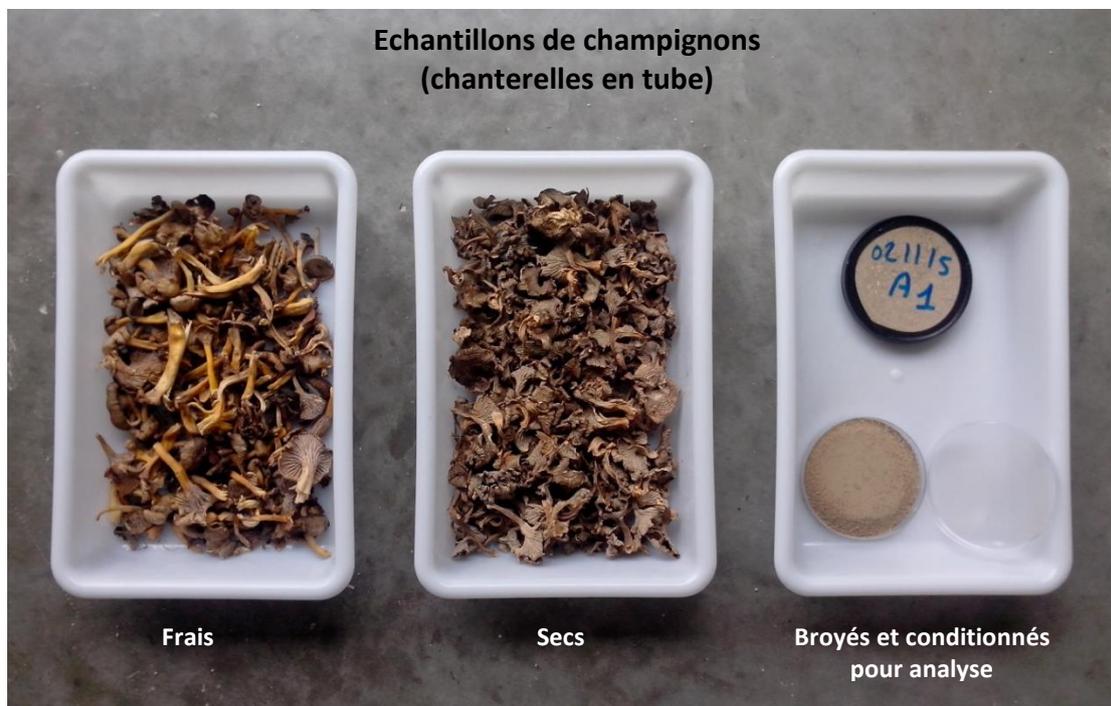
C'est seulement avec le quatrième échantillon, contenant 670 fois plus de césium 137 que le premier, que le signal détecté par le RADEX est significativement supérieur au bruit de fond (mais la valeur mesurée est seulement 2 fois plus élevée).

Mesures au contact d'échantillons de champignons				
Teneur en césium 137	100 Bq/kg sec	1 000 Bq/kg sec	4 200 Bq/kg sec	67 000 Bq/kg sec
Valeur mesurée	0,12 $\mu\text{Sv/h}$	0,12 $\mu\text{Sv/h}$	0,15 $\mu\text{Sv/h}$	0,27 $\mu\text{Sv/h}$

Lieu de la mesure : pièce dont le bruit de fond est de l'ordre de 0,10 à 0,13 $\mu\text{Sv/h}$

Appareil utilisé : RADEX RD1212

Type d'échantillon : champignons séchés, broyés et conditionnés dans une boîte de pétri. 30 grammes par échantillon.



Dans les exemples pris, les échantillons sont **secs**.

Si les mesures avaient été effectuées sur des produits **frais**, le césium 137 aurait été réparti dans une quantité de matière plus importante, et donc **moins aisé à détecter**.

Le taux de matière sèche des champignons étant d'environ 10%³, les activités massiques des échantillons avant séchage sont de l'ordre de 10 fois plus faibles, soit, respectivement, 10 Bq/kg, 100 Bq/kg, 420 Bq/kg et 6 700 Bq/kg.

Cette dernière valeur est nettement supérieure au seuil de 1 250 Bq/kg fixé par les autorités européennes pour la phase d'urgence suivant un accident nucléaire. La détection d'une augmentation significative du signal mesuré au contact de cet échantillon signifie donc que celui-ci est fortement contaminé et qu'il ne faut pas le consommer.

En revanche, si le compteur ne détecte pas d'augmentation du signal, cela ne signifie pas forcément que l'échantillon ne présente pas de risque. En effet, il faut bien distinguer le risque d'irradiation externe, que peut détecter un radiamètre grand public, et le risque de contamination. Dans le cas d'une contamination, par exemple par ingestion d'aliments, une quantité d'énergie bien plus faible que ce que peut détecter l'appareil peut créer des dommages préoccupants au niveau des cellules.

Ainsi, le seuil de 1 250 Bq/kg n'est pas une valeur en dessous de laquelle la contamination ne présente aucun risque. Les limites réglementaires peuvent varier selon le contexte. Suite à la catastrophe de Fukushima, les autorités japonaises avaient fixé pour les isotopes radioactifs du césium, une **norme** provisoire de 500 Bq/kg, abaissée en 2012 à **100 Bq/kg**. Cette valeur correspond à la contamination du second échantillon (1 000 Bq/kg sec soit **environ 100 Bq/kg frais**), que le radiamètre n'a pas pu détecter.

Les exemples présentés correspondent à un cas de figure simple : la contamination concerne un seul radionucléide (césium 137) et les activités sont connues. Mais dans la pratique, l'échantillon peut être contaminé par plusieurs autres radionucléides (césium 134, iode 131, ...) pour lesquels l'efficacité de détection de l'appareil peut être variable. Dans de tels cas, il est encore plus difficile de comparer les valeurs mesurées aux normes en vigueur.

En résumé

Un radiamètre grand public :

- **peut** en général permettre de **détecter des aliments très contaminés suite à une catastrophe sur une centrale nucléaire** ;
- n'est **pas en mesure** de **garantir une absence de contamination** ;
- **ne permet pas** d'effectuer un **calcul de dose** équivalente ou de dose efficace (en sieverts) ;
- **ne permet pas** de **garantir le respect des normes** de contamination des aliments, excepté dans des cas de figure très particuliers (normes élevées, radionucléides connus et détectables par l'appareil).

Pour faire des contrôles fiables, il faut procéder à des analyses avec des matériels plus performants, de type spectromètre portable, et idéalement des contrôles en laboratoire sur un échantillonnage représentatif des matériaux à contrôler.

Optimiser les capacités de détection

Pour améliorer les capacités de détection de la radioactivité émise par les aliments à tester, plusieurs méthodes peuvent être envisagées :

- Faire des mesures sur la quantité la plus importante possible de matière. Par exemple, le signal émis sera plus facilement détectable sur une caisse remplie de champignons que sur un champignon unique.
- « Concentrer » l'échantillon. Le césium 137 s'accumule dans la matière sèche des champignons, il est possible de rendre la radioactivité plus facilement détectable en concentrant la matière par séchage.
- Réduire le signal du bruit de fond, en effectuant la mesure de l'échantillon dans un volume protégé par un matériau dense (par exemple plomb ou béton). Les rayonnements gamma étant très pénétrants, il n'est pas possible de supprimer totalement le bruit de fond. Celui-ci peut être seulement limité par un écran le plus épais possible. En cas d'augmentation du bruit de fond suite au passage d'un panache ayant entraîné des dépôts radioactifs au sol, il est préférable de faire les mesures en intérieur, au centre d'un bâtiment, où le bruit de fond sera plus faible qu'en extérieur, les murs porteurs jouant le rôle d'écrans.

Par ailleurs, il est préférable de protéger le radiamètre par un emballage plastique, afin d'éviter sa contamination par des poussières sans altérer ses capacités de détection des rayonnements gamma.

³ Il s'agit d'un ordre de grandeur ; dans la pratique, les taux de matière sèche des champignons sont généralement compris entre 5 et 20%.