

Cartographier le niveau de radioactivité

S4

Intérêt de réaliser ses propres mesures avec un radiamètre

Après le passage de masses d'air contaminé suite à une catastrophe nucléaire, et à l'issue des retombées¹, des substances radioactives sont présentes² sur les sols et surfaces.

La présente fiche comporte un certain nombre de conseils pour la **réalisation d'une « cartographie » du niveau de radioactivité** sur un terrain soumis à des retombées radioactives.



Mesures radiométriques au Japon (CRIIRAD, juin 2012)

Ces mesures pourront permettre d'évaluer le **niveau moyen de radiation** sur un terrain donné. Si l'on ne dispose pas d'un radiamètre, une estimation théorique est cependant possible à partir de cartes des retombées (cf. *fiche S2*). Ces résultats pourront être utiles pour affiner l'évaluation prospective des doses liées à l'irradiation externe (voir *fiche S6*).

¹La Fiche S1 présente les mécanismes de retombées

²La Fiche S5 apporte des éléments complémentaires sur les mécanismes d'évolution du niveau de radioactivité au cours du temps.

Suite à des retombées radioactives : comment cartographier le niveau de radioactivité sur un terrain ou dans un bâtiment avec un radiamètre ?

Ces mesures permettront également de **repérer** un certain nombre de situations où, au niveau d'un terrain bâti ou non bâti, existent des **zones d'accumulation** des substances radioactives qui conduisent à des risques accrus d'exposition aux radiations (*une liste est proposée dans la fiche S3*).

L'objectif sera alors de limiter la présence à proximité de ces « points chauds », de les baliser, et de les traiter en priorité lorsque c'est possible (élimination, décontamination).

La liste proposée dans la fiche S3 n'est pas exhaustive et pour tenir compte de la complexité des mécanismes de dépôt, d'accumulation et de redistribution dans le temps, des substances radioactives, **il est utile de réaliser ses propres mesures.**

En effet, l'expérience acquise par la CRIIRAD montre que les cartographies officielles des niveaux de retombées, que ce soit en Ukraine ou à Fukushima, sont en général trop « grossières » pour rendre compte de l'hétérogénéité de la contamination ou de l'irradiation externe au niveau d'un seul terrain et à plus forte raison d'une habitation.

Les cartes officielles sont en effet souvent réalisées avec des moyens aéroportés (hélicoptère, désormais drones) qui n'offrent pas le même niveau de « résolution » spatiale que des mesures faites au niveau du sol et à pied.

Par ailleurs, le fait **d'actualiser régulièrement** la cartographie radiométrique de son terrain, peut permettre de relever des évolutions positives ou négatives permettant de prendre des décisions éclairées.

Choix de l'appareil

Plusieurs types d'appareils de détection de la radioactivité peuvent être utilisés pour réaliser une cartographie du niveau de radiation sur un terrain ou dans un bâtiment, à l'issue des retombées radioactives.

Comme indiqué dans la fiche A1, en cas de retombées suite à une catastrophe sur un réacteur nucléaire, la majorité des substances radioactives rejetées émettent des **rayonnements bêta et gamma**.

On utilisera donc de préférence un **compteur Geiger** ou un **scintillomètre** sensible au rayonnement gamma, ou aux rayonnements bêta et gamma.

Mais il est également possible d'utiliser un **contaminomètre** sensible aux rayonnements alpha, bêta et gamma.

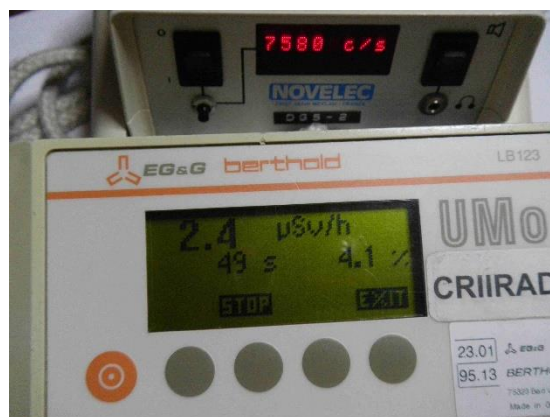
S'il s'agit d'effectuer des calculs de dose, il est préférable d'utiliser un appareil calibré³ et dont les résultats sont exprimés en **débit de dose** (nSv/h : **nanoSieverts par heure** ou $\mu\text{Sv/h}$: **microSieverts par heure**).

Plusieurs modèles de compteur Geiger grand public (comme le RADEX proposé par la CRIIRAD) présentent un bon rapport qualité-prix. Il existe des dizaines de modèles de radimètres disponibles à la vente, de performances très inégales.

Si l'on dispose d'un ictomètre, qui exprime le niveau de radiation en **coups par seconde (c/s)**, il peut tout-à-fait être utilisé. Une calibration expérimentale pourra permettre de convertir les résultats en débit de dose.

Pour des expertises, le laboratoire de la CRIIRAD utilise un équipement de type scintillomètre gamma, dont les résultats sont **exprimés en c/s**. Sa cinétique de mesure est beaucoup plus rapide que celle d'un compteur Geiger classique (mais il est beaucoup plus onéreux).

Le prix des appareils ne devrait pas être un obstacle. A l'échelle d'un quartier ou d'un village, en cas de besoin, les habitants devraient pouvoir voir, auprès de leur mairie, si des appareils peuvent être acquis par la collectivité puis mis à disposition des citoyens.



Mesure du niveau de radiation gamma avec divers radimètres (flux gamma en c/s et débit de dose en $\mu\text{Sv/h}$).

Utilisation de l'appareil

La stratégie de contrôle va dépendre des objectifs : vérification du niveau moyen de radiation sur le terrain, repérage des points d'accumulation, vérification de l'efficacité de mesures de décontamination, évaluation de l'exposition externe cumulée sur une journée, etc.

Stratégie de contrôle : aspect spatial

Pour apprécier rapidement le niveau de radiation ambiante, il est plus simple d'effectuer des mesures à environ **1 mètre au-dessus du sol**, c'est-à-dire à la hauteur des organes de reproduction humains.

Les valeurs de débit de dose obtenues seront alors représentatives de l'exposition externe du corps entier (pour un adulte). S'il s'agit d'évaluer l'exposition d'un enfant on préférera des mesures à **50 cm au-dessus du sol**.

En fonction des objectifs poursuivis, on peut souhaiter réaliser des mesures systématiques selon un quadrillage qui dépend de la surface de la zone à contrôler, de la rapidité d'acquisition des mesures de l'appareil et du temps dont on dispose pour effectuer les mesures.

S'il s'agit de cartographier le niveau de radiation sur un terrain plat et nu, qui présente peu de points de repère, on pourra faire les mesures **selon des lignes** que l'on aura matérialisées par un fil attaché entre deux piquets.

Sur les abords de la maison où existent de nombreux points de repère, plutôt que de faire des mesures selon un quadrillage arbitraire, on peut préférer des mesures **par types de zone**. Par exemple : milieu du chemin d'accès à la propriété, bordure de la balançoire, trajet

³La plupart des appareils sont calibrés sur l'énergie des rayonnements émis par le césium 137.

systématique tout autour des bâtiments à 1 mètre de distance des murs extérieurs, etc.

La réalisation de mesures à 1 mètre au-dessus du sol, permet d'avoir assez rapidement une vision globale du niveau de radiation ambiant et des secteurs qui présentent des risques accrus.



Mesure du taux de radiation à 1 m du sol (CRIIRAD, 2011)

Pour un travail plus minutieux, il est utile de réaliser des mesures directement **au contact du sol** afin de localiser plus précisément des « points d'accumulation ». Cela permettra en outre d'évaluer plus précisément les doses pour les situations où des personnes sont très proches du sol (enfant en bas-âge, activités de jardinage, etc.). L'interprétation des résultats de mesure de débit de dose au contact du sol peut être complexe. Il faut garder à l'esprit que ces résultats ne sont pas utilisables directement pour évaluer la dose au corps entier car ils conduiraient à une forte surestimation.

Les deux stratégies : mesures à 1 mètre du sol ou mesure au contact du sol sont complémentaires. Lorsque c'est possible, la CRIIRAD recommande d'ailleurs de réaliser les deux types de mesures.



Mesure du taux de radiation au contact du sol (CRIIRAD, 2012)

Stratégie de contrôle : aspect temporel

Si l'on dispose d'un appareil très réactif, comme un scintillomètre, on peut réaliser des mesures en **mode dynamique** (on fait des mesures en continu en marchant au pas et non pas des mesures en restant immobile à chaque station de mesure).

Il est pertinent de commencer alors par parcourir assez rapidement le secteur à contrôler afin d'apprécier la variabilité des résultats. Cela permet ensuite d'adapter le nombre de points de mesure en statique (position immobile) et de choisir leur emplacement en fonction des résultats des mesures en dynamique. Si par exemple sur une portion de terrain on observe des variations notables du niveau de radiation en fonction de l'emplacement, on pourra juger pertinent de réaliser des mesures statiques en 3 points correspondant aux secteurs avec les valeurs les plus faibles, moyennes et les plus fortes. Si par contre sur une portion de terrain, le « balayage dynamique » montre une situation homogène, on ne réalisera les mesures statiques qu'en un point (par exemple au centre de cette portion de terrain).

En revanche si l'on dispose d'un simple compteur Geiger, il est en général préférable de réaliser les mesures en **mode statique** (on se place à un endroit et on ne bouge plus tant que la mesure n'est pas terminée).

Protection de l'appareil

Lorsque l'on pose un radiamètre au contact du sol, il est préférable de l'insérer au préalable dans un **sachet en plastique** afin de le protéger de l'humidité et de limiter le risque que des substances radioactives présentes sur le sol ne pénètrent dans l'appareil ce qui pourrait être en particulier le cas s'il présente des fentes ou des parties non étanches (autour des interrupteurs par exemple). Un sachet en plastique ne modifiera pas le résultat de la mesure pour ce qui concerne les rayonnements gamma.



Compteur Geiger protégé dans un sachet

Influence des conditions de mesure

Il est utile de faire attention à l'influence que peuvent avoir, des sources de radiation mobiles ou des écrans mobiles situés à proximité.

Par exemple, si on fait des mesures à l'intérieur d'un bâtiment, à 1 mètre au-dessus du sol, non loin d'une porte ou d'une fenêtre. Il est probable que si une personne s'interpose entre le radiamètre et l'extérieur, la valeur mesurée soit plus faible que s'il n'y a personne. **Le corps humain** va en effet atténuer une partie des rayonnements gamma émis par les substances radioactives déposées à l'extérieur. Il en va de même pour l'opérateur lui-même dès lors que son corps est interposé entre une source de rayonnements gamma particulière et le radiamètre.

Dans la majorité des cas concrets liés à des retombées après une catastrophe nucléaire, compte tenu de la forte énergie des rayonnements gamma émis, l'interposition d'un corps humain ne devrait pas diminuer⁴ le résultat de mesure de plus de **20 %**.

Mais on peut se trouver dans des situations où un objet plus massif, par exemple une **voiture**, est présent au moment où l'on fait des mesures en un point donné et atténué par sa présence les radiations provenant d'une source proche.

Afin de bien garder en mémoire les situations au moment des mesures, il est donc utile de faire un maximum de **photographies** avec plusieurs angles de prises de vues.

Temps d'acquisition

En mode statique, on se place avec le radiamètre au niveau du point de mesure que l'on a choisi (que ce soit dans le cas des mesures avec l'appareil tenu à 1 mètre du sol, 50 cm du sol, ou posé sur le sol) et on lance l'acquisition de la mesure.

Certains appareils proposent des dispositifs de visualisation des résultats qui font apparaître la valeur moyenne du résultat au bout d'un temps prédéfini ou parfois d'un temps évalué automatiquement par l'appareil pour garantir une précision suffisante.

La mesure d'un taux de radiation ambiant, qu'il soit exprimé en coups par seconde ou en microSieverts par heure, est en effet d'autant plus précise que le nombre de rayonnements détectés par l'appareil est élevé. Pour une même précision de la mesure, il faut parfois effectuer un comptage de **quelques minutes** à un endroit où le

niveau de radiation est banal (et correspond par exemple à la radioactivité naturelle, soit de l'ordre de 0,1 $\mu\text{Sv/h}$). Mais ce temps peut être ramené à quelques dizaines de secondes si le niveau de radiation est vraiment élevé (quelques $\mu\text{Sv/h}$ et plus).

Lorsque cela est possible, il est prudent de réaliser **plusieurs mesures successives** au même endroit (par exemple trois mesures). En cas d'incohérence entre les résultats, on peut suspecter une instabilité de l'appareil ou un artefact de mesure.

Traçabilité des mesures

On reportera le résultat de la (ou des) mesure(s) dans un document avec d'autres informations utiles dont une liste non exhaustive est proposée ci-dessous :

- Nom de code du point, par exemple P1 (penser à le repérer sur un plan ou un croquis du lieu) ;
- Nom du radiamètre, N° de série ;
- Nom de l'opérateur ;
- Hauteur de mesure (contact du sol, 1 mètre au-dessus du sol, autre cas) ;
- Date et heure de la mesure ;
- Résultat des mesures ;
- Unité de mesure (c/s, nSv/h, $\mu\text{Sv/h}$) ;
- Nature du sol (terre battue, goudron, béton, rocher, pelouse, prairie, neige, autre) ;
- Géométrie : sol plat, point d'accumulation ;
- Conditions météorologiques : vent, pluie.

Il est utile de reporter les résultats de mesure sur un plan ou un croquis et de les examiner globalement pour déterminer par exemple :

- si la valeur moyenne du taux de radiation est cohérente avec les résultats officiels (*voir fiche S2*) ; ou
- si les variations entre valeurs les plus faibles et les plus élevées sont logiques, compte tenu des informations données dans la fiche S3 à propos des « points d'accumulation ».

Ces résultats permettent de calculer les doses cumulées que l'on risque de subir en vivant sur ce terrain (*voir fiche S6*) et, dans le cas où l'on décide de rester, de prendre des décisions sur le traitement de certains points d'accumulation, afin de limiter les doses.

⁴Voir la séquence au temps t= 27 minutes du film « Invisibles retombées » https://www.youtube.com/watch?v=UaH5heMIC_k