

## FICHE N°2

# Méthode mise en œuvre par l'IRSN pour réaliser le diagnostic radiologique des sites potentiellement pollués par du radium

### 1. POURQUOI EFFECTUER UN DIAGNOSTIC RADIOLOGIQUE DE SITES AYANT AUTREFOIS MIS EN ŒUVRE DU RADIUM ?

Des activités variées utilisant du radium se sont développées en France dès le début du 20<sup>ème</sup> siècle (cf. fiche 1) et ont commencé à décliner après la seconde guerre mondiale pour disparaître pratiquement dans les années 1960, au point de tomber parfois dans l'oubli. En raison de la méconnaissance à cette époque des risques sanitaires liés au radium, l'exercice de ces activités se faisait souvent avec peu de précaution, entraînant une possibilité de pollution radioactive des sites où ces activités ont été menées et, dans certains cas, de leur proche environnement.

Si l'état radiologique des principaux sites ayant extrait ou mis en œuvre du radium est aujourd'hui assez bien connu et donne lieu à des actions de réhabilitation sous l'égide de l'Etat, il n'en est pas de même des sites où du radium a été utilisé pour des applications variées (produits d'hygiène, objets de la vie courante, peintures radioluminescentes). Compte tenu de l'ancienneté de ces activités, les sites où celles-ci ont été exercées ont, pour la plupart, été transformés et affectés à d'autres usages sans rapport avec l'activité qui, à l'origine, utilisait du radium. Cette histoire plus ou moins complexe et le peu d'informations sur les conditions d'utilisation du radium dans ces sites ne permettent pas de se prononcer sur leur état radiologique actuel. Le plus souvent, on peut s'attendre à ne plus retrouver de trace de radium, compte tenu des travaux de transformation ou de rénovation successifs effectués sur une période de plus de cinquante ans ; toutefois, on ne peut pas exclure la persistance de traces de radium dans certains locaux où ce radioélément était mis en œuvre.

Par exemple, l'utilisation de sels de radium ou de peintures luminescentes a pu entraîner une pollution en surface du sol ou des murs, par dispersion de particules radioactives. Les quantités (en masse) peuvent être très faibles mais l'activité<sup>1</sup> des radionucléides est néanmoins facilement détectable (un microgramme de radium représente une activité de 36 600 Bq). Des résidus contenant du radium peuvent également persister dans des canalisations d'évacuation des eaux usées.

Sur les sites où étaient utilisées des peintures luminescentes au radium, il est possible que ces peintures aient été progressivement remplacées par des peintures au tritium, radionucléide moins nocif que le radium, pouvant avoir conduit à polluer également le site.

Enfin, des objets ou produits contenant du radium (pots de peinture, fioles de sels de radium, déchets...) sont peut-être encore présents sur certains sites.

<sup>1</sup> L'activité d'une source radioactive désigne l'intensité de la radioactivité de cette source, c'est-à-dire le nombre de désintégrations radioactives par seconde. L'unité d'activité est le becquerel (Bq) ; 1 Bq correspond à une désintégration par seconde. Les désintégrations radioactives s'accompagnent de l'émission de rayonnements ionisants ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) mesurables à l'aide d'instruments.

Pour ces différentes raisons, les sites où a été exercée une activité utilisant du radium sont qualifiés de « potentiellement pollués ». L'objectif des diagnostics radiologiques menés par l'IRSN sur chacun de ces sites est de déterminer, par une prospection systématique, si une pollution radioactive imputable à ces activités anciennes est encore actuellement présente ou si, au contraire, le site peut être définitivement considéré comme exempt de toute pollution radioactive. Ce dernier cas de figure ne peut être attesté que si la grande majorité des locaux du site a pu être contrôlée ; dans le cas contraire, le doute pourra subsister quant à l'éventuelle présence d'une pollution radioactive héritée du passé.

Aujourd'hui, ces sites ont des affectations variées : en tout ou partie occupés par des activités professionnelles (commerce, activité industrielle, bureaux) ; usage d'habitation (propriété unique ou copropriété). Pour les sites actuellement à usage d'habitation collective, le diagnostic se fait dans les parties privatives, avec l'accord des occupants (propriétaires ou locataires), ainsi que dans les parties communes extérieures et intérieures des immeubles, avec l'accord du syndic de la copropriété. Pour les sites actuellement à usage professionnel, la prospection est menée dans l'ensemble des parties extérieures et intérieures après accord du chef d'établissement du site concerné.

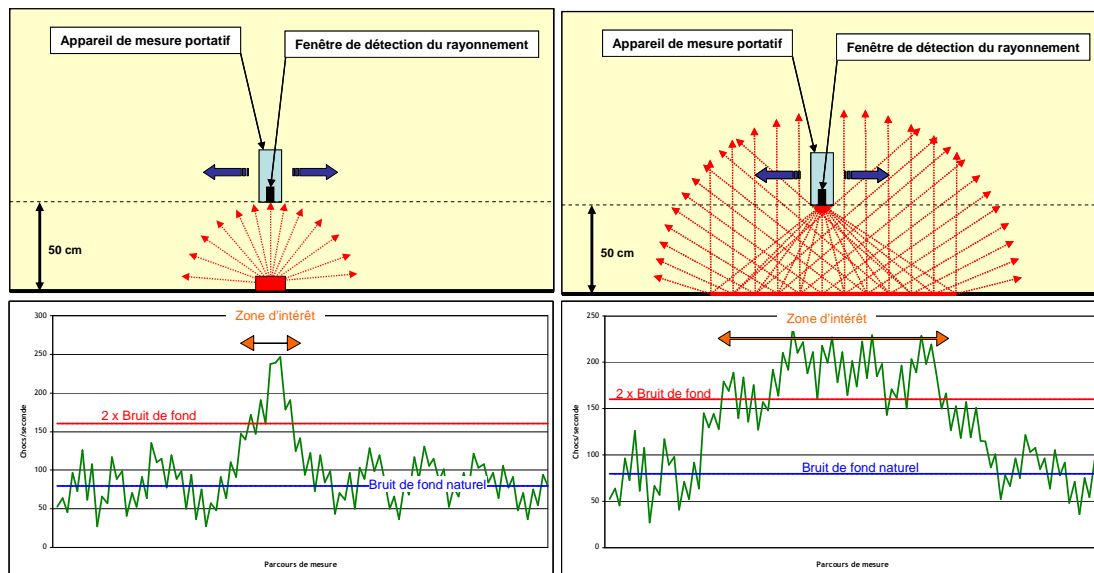
## **2. LA PREMIERE ETAPE DU DIAGNOSTIC : LA RECHERCHE D'UNE EVENTUELLE POLLUTION AU RADIUM**

La première étape du diagnostic consiste à rechercher d'éventuelles traces de radium (et de ses descendants radioactifs) à l'aide d'instruments de mesure portatifs détectant le rayonnement gamma émis par ces radionucléides.

### ***2.1. Prospection des sites : identification des « zones d'intérêt »***

La première étape du diagnostic consiste à prospecter l'ensemble du site afin d'identifier des zones ou des objets émettant un rayonnement gamma plus important que le bruit de fond naturel mesuré à l'extérieur du site, servant de référence. Ces zones à radioactivité plus élevée, quelle que soit leur origine (naturelle ou liée à une activité humaine), sont qualifiées de « zones d'intérêt » car elles constituent les zones où des mesures complémentaires spécifiques sont réalisées par la suite.

Pour mettre en évidence ces zones d'intérêt, une mesure en continu du flux de rayonnement gamma (exprimé en nombre de chocs par seconde, noté c/s) est réalisée par cheminement sur l'ensemble des surfaces accessibles au sol, en utilisant un équipement de mesure (scintillomètre) portatif tenu à bout de bras (soit environ à 50 cm du sol). Ce type de mesure est simple et rapide à réaliser et a une bonne sensibilité qui permet de déceler de faibles variations du rayonnement gamma ambiant ; le bruit de fond naturel étant lui-même fluctuant, il est choisi en pratique de qualifier une zone d'intérêt lorsque le rayonnement mesuré dépasse deux fois le bruit de fond de référence mesuré à l'extérieur du site (fig. 1).



**Figure 1 - Rayonnement gamma mesuré à l'aide d'un appareil portatif tenu à bout de bras par un opérateur parcourant une pièce où se trouve une source radioactive ponctuelle (objet irradiant, en haut à gauche) ou étendue en surface (sol irradiant, en haut à droite). A l'écart des sources radioactives, le rayonnement mesuré fluctue autour du bruit de fond (80 c/s dans l'exemple figuré). Lorsque l'appareil passe au dessus des sources radioactives, le rayonnement mesuré est plus élevé et dépasse deux fois le bruit de fond de référence ; on parle alors de « zone d'intérêt ».**

La prospection par la mesure du flux de rayonnement gamma a pour but de rechercher les sources de rayonnement. En complément, chaque pièce donne lieu à une mesure du débit d'équivalent de dose, exprimé en microsievert par heure ( $\mu\text{Sv/h}$ ) ; ce paramètre mesuré permet par la suite d'estimer les doses reçues par les occupants des pièces investiguées ; si des « zones d'intérêt » sont mises en évidence, une telle mesure est effectuée au-dessus de chacune de ces zones.

## **2.2. Caractérisation des « zones d'intérêt » : origine naturelle ou marquage radiologique imputable au radium**

La découverte d'une « zone d'intérêt » ne préjuge pas du caractère anormal de cette zone mais a simplement pour effet d'entraîner la réalisation d'investigations complémentaires visant à en préciser la nature et l'origine. En effet, dans les régions où le bruit de fond est faible, certains matériaux de construction (briques réfractaires des cheminées, émail des éviers,...) peuvent contenir des radionucléides d'origine naturelle qui entraînent une augmentation significative du flux de rayonnement gamma à proximité, pouvant dépasser deux fois le bruit de fond naturel mesuré à l'extérieur, sans que cela ne représente un risque particulier pour les occupants. Les « zones d'intérêt » correspondant à une telle situation ne constituent pas une pollution radiologique car elles sont sans rapport avec les activités passées ayant utilisé des substances radioactives.

Sur une « zone d'intérêt », l'identification de la nature du matériau et le constat d'un rayonnement gamma homogène mesuré au plus près de la zone concernée permet de conclure que le rayonnement détecté est lié à la radioactivité d'origine naturelle contenue dans les matériaux. Dans le cas contraire (absence d'information sur les matériaux ou constat d'un rayonnement hétérogène), une pollution radiologique imputable au radium 226 est suspectée. Une mesure par spectrométrie gamma portative est alors effectuée afin de détecter la présence en excès de radium 226 et de ses descendants radioactifs émetteurs gamma (plomb-214 et bismuth-214) qui l'accompagnent systématiquement. C'est seulement dans ce cas qu'on peut parler de pollution radioactive, héritage des anciennes activités ayant utilisé du radium.

### **3. LA DEUXIEME ETAPE DU DIAGNOSTIC : CARACTERISATION COMPLEMENTAIRE DES ZONES PRESENTANT UNE POLLUTION AU RADIUM**

Si la première étape du diagnostic révèle la présence de radium imputable aux anciennes activités exercées sur le site, un ensemble de mesures complémentaires est réalisé pour préciser l'importance de la pollution radioactive et évaluer l'exposition des occupants du site aux rayonnements ionisants.

#### ***3.1. Mesure de la contamination surfacique***

Les traces de radium mises en évidence à l'intérieur des bâtiments lors de la première étape du diagnostic peuvent être dues soit à une pollution superficielle, soit à une pollution plus en profondeur, dans les matériaux eux-mêmes (le rayonnement gamma mesuré peut traverser une certaine épaisseur de matière). Afin de connaître cette répartition, des mesures directes de contamination surfacique sont réalisées à l'aide d'une sonde mesurant les rayonnements alpha et bêta. Ces rayonnements étant facilement arrêtés par la matière, leur détection signe la présence d'une contamination superficielle par des radionucléides émetteurs alpha ou bêta, tels que le radium 226 et ses descendants.

Dans le cas où une contamination superficielle est mise en évidence, des prélèvements surfaciques sur frottis (surface frottée de 300 cm<sup>2</sup>) sont réalisés sur la zone concernée afin de caractériser globalement la contamination labile qui peut éventuellement être une source de contamination interne par le radium pour les occupants des lieux. Les prélèvements sont analysés qualitativement sur place, à l'aide d'une sonde de mesure du rayonnement alpha et bêta : si le résultat de mesure dépasse deux fois le bruit de fond mesuré sur un frottis effectué sur une surface non contaminée, il est considéré que la contamination labile par le radium est établie.

Afin de préciser les résultats de mesures effectuées *in situ* et selon la configuration des lieux, l'équipe chargée du diagnostic peut décider de réaliser des prélèvements d'échantillons ou d'objets qui seront ensuite analysés en laboratoire pour quantifier l'activité des radionucléides qui les composent.

Lorsque des « zones d'intérêt » ont été identifiées sur des terrains extérieurs aux bâtiments, des prélèvements de terre peuvent être réalisés en surface sur ces zones afin d'identifier et de quantifier les éléments radioactifs concernés. Ces prélèvements sont ensuite analysés en laboratoire par spectrométrie gamma. Cette analyse permet de déterminer l'activité massique des radionucléides émetteurs gamma, dont le radium et ses descendants radioactifs.

#### ***3.2. Recherche d'une contamination surfacique par le tritium***

Sur certains sites, des peintures luminescentes au radium ont été utilisées, notamment dans l'industrie horlogère. Il est possible que dans certains cas, ces peintures aient été par la suite remplacées par des peintures au tritium.

Le tritium est un isotope radioactif de l'hydrogène ; il émet uniquement un rayonnement bêta de faible énergie, non détectable par les techniques de mesures du rayonnement gamma mises en œuvre pour rechercher le radium et ses descendants.

Ce radionucléide étant facilement mobile et comme les locaux ont pu être rénovés ou tout au moins entretenus et nettoyés régulièrement depuis la fin des activités utilisant du tritium, la probabilité de retrouver aujourd'hui une contamination en tritium est très faible. Toutefois, par précaution, le déroulement du diagnostic prévoit la recherche spécifique de tritium dans les sites, dans les deux cas de figure suivant :

- dans les locaux des sites où les informations historiques détenues par les services de l'État indiquent l'utilisation de peintures luminescentes au radium, qu'une pollution par le radium 226 ait été détectée ou non ;
- dans les locaux où une pollution au radium a été mise en évidence lors du diagnostic, quelle que soit l'activité historique exercée sur le site.

Cette recherche se fait par des prélèvements surfaciques réalisés selon une technique normalisée de frottis, ensuite analysés en laboratoire pour analyse du tritium par scintillation liquide. Les résultats étant obtenus plusieurs jours après les prélèvements, il n'est pas possible de savoir immédiatement s'il existe une éventuelle pollution par le tritium.

Le nombre et l'emplacement des frottis sont adaptés au cas par cas, selon la configuration des lieux et les informations historiques. Pour des sites à usage d'habitation, deux frottis sont réalisés *a minima* par étage et cage d'escalier. Pour des sites à usage de bureau ou à usage industriel, deux frottis sont réalisés *a minima* par étage de chaque bâtiment, sauf dans les bâtiments construits récemment (après la fin des années 70).

### **3.3. Mesure du radon dans les locaux**

En cas de découverte d'une pollution par le radium 226 à l'intérieur d'un bâtiment, des mesures instantanées de radon sont également faites en tenant compte de la configuration ou de la nature des locaux. En effet, si l'activité du radium est importante et si les locaux sont fermés et peu ventilés, on peut s'attendre à trouver des activités inhabituellement élevées en radon dans l'air, gaz radioactif issu directement du radium 226.

Si ces mesures instantanées révèlent effectivement la présence significative de radon (par exemple au-dessus de 100 Bq/m<sup>3</sup> en région parisienne), des mesures intégrées peuvent être entreprises en complément, jusqu'au démarrage des travaux d'assainissement, afin de mieux quantifier les niveaux de concentration en radon auxquels les occupants des locaux sont exposés.

## **4. SUITE DU DIAGNOSTIC RADIOLOGIQUE**

### **4.1. Restitution des résultats du diagnostic**

A l'issue du diagnostic, l'IRSN restitue les résultats de plusieurs façons :

- d'abord oralement, à l'attention des personnes (occupants ou propriétaire) présentes au moment du diagnostic : le responsable de l'intervention explique globalement et qualitativement les principaux résultats obtenus au cours de l'opération et répond aux questions éventuelles qui lui sont posées. Si nécessaire, il peut proposer des actions simples visant à limiter les expositions aux sources de pollution radioactive mises en évidence lors du diagnostic, en attendant les actions de réhabilitation ultérieures. Cela peut consister par exemple à déplacer un meuble, à limiter l'accès à une pièce non indispensable au quotidien des occupants, à baliser ou à recouvrir une zone polluée...
- ensuite par un compte-rendu de diagnostic radiologique, transmis dans les deux semaines qui suivent, indiquant de manière factuelle le déroulement de l'intervention, les lieux visités, les principales indications résultant des mesures effectuées sur place, notamment celles ayant conduit à identifier des zones présentant une pollution par le radium. Ce compte-rendu est transmis à l'Autorité de sûreté nucléaire qui le relaye ensuite au propriétaire et à l'occupant des lieux (ou au syndic pour les parties communes d'un immeuble en copropriété), ainsi qu'au préfet de département.

### **4.2. Actions menées en cas de présence d'une pollution radioactive**

Lorsqu'une pollution par le radium, ses descendants radioactifs et, le cas échéant, par le tritium a été mise en évidence, l'ANDRA intervient à la suite de l'IRSN afin de définir un programme d'assainissement, en concertation avec les propriétaires et occupants des lieux et en accord avec les autorités publiques.

En attendant la réalisation de ces travaux, les experts de l'IRSN peuvent faire des recommandations aux occupants des lieux afin de limiter l'exposition aux sources de rayonnement identifiées. Par exemple, si le débit de dose ambiant d'une pièce dépasse deux fois le bruit de fond naturel ou si une contamination surfacique labile a été mise en

évidence, l'IRSN recommandera de limiter la présence des personnes dans cette pièce, autant que faire se peut.

L'IRSN procède également à l'évaluation des doses susceptibles d'avoir été reçues par les occupants actuels des locaux où une pollution radioactive a été identifiée (voir fiche n°3).

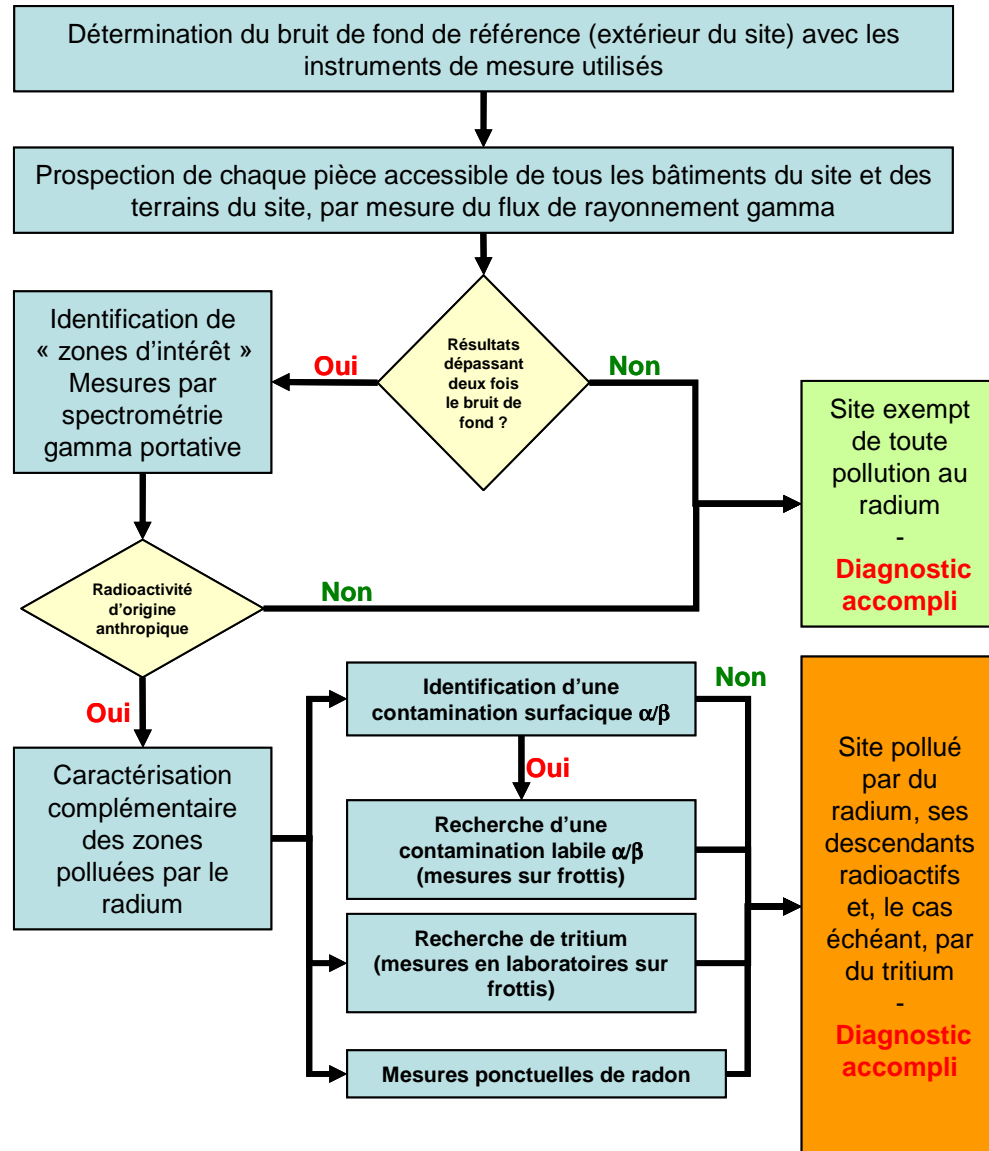


Figure 2 - Étapes principales du diagnostic d'un site potentiellement pollué par du radium.