

## Note d'information

# Bilan des contrôles de radioactivité effectués par l'IRSN sur des émaux pigmentés par de l'uranium et recommandations relatives à l'emploi de radiamètres par des personnes du public

*Cette note d'information rend compte des résultats des mesures effectuées par l'IRSN sur des tableaux en émaux détenus par un habitant de Limoges. Ce dernier avait détecté, en faisant lui-même des mesures avec un radiamètre acheté sur internet, une radioactivité anormalement élevée au contact de ces émaux (jusqu'à 20  $\mu\text{Sv/h}$ ), attribuée à la présence de pigments jaunes à base d'uranium. A la demande de l'Agence régionale de la santé du Limousin et de l'Autorité de sûreté nucléaire, l'IRSN est intervenu à Limoges le 9 août pour réaliser des mesures sur les 17 tableaux de la collection, afin d'en caractériser la radioactivité*

----

## 1. INVESTIGATIONS MENEES PAR L'IRSN

Les investigations menées par l'IRSN avaient pour objectif :

- d'identifier la présence éventuelle d'éléments radioactifs dans les émaux constituant les différents tableaux de la collection et d'en caractériser la nature ;
- de quantifier l'intensité du rayonnement gamma émis afin d'estimer le risque d'irradiation externe au contact ou à proximité de ces tableaux ;
- de détecter la présence éventuelle de contamination labile (c'est-à-dire non fixée dans les émaux), pouvant constituer une éventuelle source de contamination des personnes qui touchent ces objets.

### 1.1. *Nature des mesures effectuées*

Les dimensions de la partie émaillée de chaque tableau ont été mesurées : elles varient entre 5,5 x 6,5 cm pour le plus petit tableau et 30,5 x 21 cm pour le plus grand.

L'IRSN a procédé à plusieurs types de mesures sur chaque tableau :

- des mesures à l'aide d'un radiamètre équipé d'une sonde à bas flux qui, grâce à son détecteur de grande dimension, permet une mesure du débit d'équivalent de dose de bas niveau, dû au rayonnement gamma émis par les substances radioactives ;
- des mesures à l'aide d'un contaminamètre COMO équipé d'une grande surface de détection et d'une fenêtre d'entrée de faible épaisseur. Cet appareil est capable de déceler la présence de radionucléides émetteurs alpha, bêta et gamma sur les surfaces au contact du détecteur. Les mesures ont été effectuées sur les deux faces de chaque tableau ;
- des mesures de contamination labile (c'est-à-dire non fixée) à la surface des tableaux. Pour cela, l'ensemble de la partie émaillée de chaque tableau a été frotté à l'aide d'un frottis sec qui a été ensuite mesuré sur une chaîne de comptage alpha/bêta.

Pour chacun de ces types de mesures, une mesure du bruit de fond radiologique naturel a été préalablement effectuée dans les locaux, à l'écart des tableaux à contrôler, afin de disposer de valeurs de référence à comparer aux résultats de mesure sur les tableaux.

En complément, un des tableaux émaillés a été analysé par spectrométrie gamma, afin de caractériser et quantifier les radionucléides émetteurs gamma présents dans les émaux.

## 1.2. Résultats obtenus

- Mesures globales :

Les mesures réalisées à l'aide du contaminamètre révèlent la présence d'éléments radioactifs sur l'ensemble des tableaux contrôlés. La détection de radionucléides émetteurs bêta/gamma a été systématique sur la face avant des plaques émaillées, avec des valeurs comprises entre 95 et 590 chocs par seconde (à comparer au bruit de fond naturel de 30 chocs par seconde)<sup>(1)</sup>. Cette détection a été occasionnelle sur les faces arrière (3 tableaux, valeurs comprises entre 44 et 210 chocs par seconde). Seuls deux tableaux ont fait l'objet d'une détection positive de radionucléides émetteurs alpha.

Les mesures effectuées sur les frottis ont montré l'absence de contamination surfacique labile. Cela signifie que les radionucléides présents dans les émaux ne sont pas susceptibles de se disséminer dans les conditions normales de manipulation des tableaux.

Les mesures du débit d'équivalent de dose réalisées au contact des émaux n'ont révélé aucune anomalie radiologique. En effet, les résultats restent équivalent au bruit de fond ambiant mesuré, soit 0,12 microsievert par heure ( $\mu\text{Sv/h}$ ). Cela signifie que les rayonnements gamma émis par les substances radioactives mises en évidence dans les émaux entraîne un débit d'équivalent de dose trop faible pour pouvoir être distingué de celui venant des différentes sources naturelles situées dans l'environnement de l'appareil.

Ces résultats, acquis à l'aide d'un instrument particulièrement sensible et correctement étalonné, contredisent ceux obtenus par le propriétaire avec son propre radiamètre, qui auraient été de plusieurs  $\mu\text{Sv/h}$ .

Cet écart de résultats a conduit l'IRSN à examiner les caractéristiques de l'instrument utilisé par le propriétaire des tableaux. Il s'agit d'un radiamètre *SOEKS-01M* de fabrication russe. D'après les données recueillies, cet appareil est capable de mesurer les rayonnements bêta, gamma et X. Les valeurs affichées par le radiamètre pourraient correspondre à un débit d'équivalent de dose sous 0,07 mm de tissus mous (équivalent à la peau) et non pas sous 10 mm de tissus mous (équivalent à l'organisme entier) qui est représentatif de la dose efficace. Les caractéristiques techniques détaillées de cet appareil n'étant pas disponibles, il n'est pas possible de vérifier cette interprétation. La notice de l'appareil avertit l'utilisateur de certaines limites : « *De faibles niveaux d'irradiation ne pourront pas être mis en évidence. Cet appareil est destiné à l'usage des particuliers en tant qu'outil de prédétection et ne saurait être recommandé pour des usages professionnels* ». Enfin, les conditions de bon étalonnage ne sont pas établies. Dans ces conditions, l'IRSN considère que les valeurs chiffrées mesurées par ce radiamètre n'ont aucune signification quantitative et ne permettent pas de conclure sur le niveau de risque pour les personnes exposées aux tableaux émaillés.

- Identification des radionucléides présents dans les émaux

Afin d'identifier plus précisément la nature et l'activité des radionucléides présents dans les plaques émaillées, le tableau présentant la plus forte émission décelée à l'aide du

---

<sup>1</sup> Le nombre de chocs par seconde est proportionnel à l'intensité des rayonnements ionisants (alpha, bêta et gamma) pénétrant dans le détecteur du contaminamètre placé à proximité d'une source radioactive. Pour une surface donnée au contact du contaminamètre, plus l'activité des substances radioactives présentes sur cette surface (ou à faible profondeur pour les radionucléides émetteurs bêta/gamma) est élevée plus le nombre de chocs par seconde est important. Cette grandeur ne donne donc pas d'information sur la nature des substances radioactives et, surtout, elle ne permet pas de quantifier directement l'activité de la source (en becquerels) ni le débit d'équivalent de dose à proximité de la source. Elle ne quantifie donc pas le risque résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants.

contaminamètre a été analysé par spectrométrie gamma. La quantification de l'activité des radionucléides détectés a nécessité une modélisation adaptée, tenant compte des dimensions de l'objet mesuré, d'hypothèses sur l'épaisseur d'émail (1 mm) et de son support en cuivre (2 mm) et des caractéristiques géométriques de la mesure. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant.

Famille naturelle	Radionucléide	Activité <sup>1</sup> en Bq	Incertitude en Bq
Uranium 238	<sup>234</sup> Th	2 400	770
	<sup>234m</sup> Pa	3 900	1 400
	<sup>226</sup> Ra	< 59	/
	<sup>214</sup> Pb	< 52	/
	<sup>214</sup> Bi	< 67	/
Uranium 235	<sup>235</sup> U	130	24

<sup>1</sup> : les résultats précédés du signe < indique un résultat inférieur à la limite de détection de l'appareil utilisé.

L'analyse indique clairement la présence d'éléments des familles naturelles de l'uranium 238 et de l'uranium 235 (<sup>2</sup>). Il est à noter, dans le cas de l'uranium 238, l'existence d'un déséquilibre entre les éléments en tête de chaîne (thorium 234 et protactinium 234m) et le radium et ses descendants, non détectés. Il s'agit certainement d'une conséquence des procédés de purification de l'uranium ayant servi à fabriquer le pigment jaune utilisé dans les émaux.

Les éléments majoritairement mesurés (<sup>234</sup>Th, <sup>234m</sup>Pa et <sup>235</sup>U) possèdent des énergies ou des intensités d'émission assez importantes pour être mesurées à l'aide d'un contaminamètre, mais trop faibles pour pouvoir contribuer à un débit d'équivalent de dose gamma significatif. L'absence des descendants à vie courte du radium 226 (bismuth 214, plomb 214...) qui habituellement contribuent le plus au débit de dose provoqué par les matériaux uranifères, explique pourquoi les mesures radiométriques effectuées par l'IRSN n'ont pas conduit à des valeurs dépassant le bruit de fond naturel, même au contact des émaux.

## 2. CONCLUSIONS

Les investigations menées par l'IRSN permettent de tirer deux conclusions :

- **concernant les caractéristiques radiologiques des tableaux en émaux :** les mesures ont permis de confirmer la présence d'uranium dans les émaux contrôlés, à l'origine d'une radioactivité décelable par des mesures surfaciques. Cette présence s'explique par l'emploi de pigments contenant de l'uranium dans le processus de fabrication des émaux. Il s'agit notamment de la « poudre d'émail jaune N°17 » utilisée pour sa coloration. L'IRSN a d'ailleurs observé une certaine corrélation entre les niveaux de rayonnement mesuré et la coloration jaune des tableaux contrôlés. Toutefois, les éléments radioactifs mis en évidence dans ces émaux n'entraînent pas de risque d'exposition significatif pour les personnes dans les conditions normales de manipulation de ces objets, car le débit d'équivalent de dose mesuré au contact ne diffère pas du bruit de fond naturel et aucune contamination surfacique labile n'a été détectée ;
- **concernant l'emploi de radiamètres par des membres du public :** le bon emploi d'instruments de mesure en radioprotection, tels que les radiamètres, nécessite de s'assurer de son étalonnage par un organisme compétent et de disposer d'une formation appropriée, permettant d'interpréter correctement les valeurs mesurées et de connaître les limites d'utilisation de l'appareil. L'IRSN estime important de

<sup>2</sup> La spectrométrie gamma ne permet pas de détecter directement l'uranium 238. Sa mise en évidence est indirecte, par la détection de ses deux descendants radioactifs immédiats, le thorium 234 et le protactinium 234m, tous deux émetteurs gamma.

rappeler ces conditions aux particuliers qui souhaitent acquérir de tels équipements, et de les mettre en garde contre toute exploitation quantitative erronée des résultats de mesure, en cas de non-respect de ces conditions.