

L'exposition de la population aux descendants du radon*

A.D. WRIXON, B.M.R. GREEN, J.C.H. MILES**

(Manuscrit reçu le 23 mai 1988)

RÉSUMÉ

Deux études de l'irradiation naturelle ont été réalisées en Grande-Bretagne, au niveau national et dans les régions susceptibles de présenter des concentrations en radon supérieures à la moyenne. L'accent est mis, ici, sur l'exposition aux descendants du radon, à l'intérieur des habitations.

ABSTRACT

Two surveys of indoor exposure to natural radiation in the UK have been carried out, a representative national survey and a selective survey of regions where above average radon concentrations were expected. Doses from both gamma rays and radon daughters were determined. Complementary studies were also made of the doses received outdoors. The focus here however is on indoor exposure to radon daughters.

INTRODUCTION

Deux études de l'exposition au rayonnement naturel, à l'intérieur des habitations ont été réalisées au Royaume-Uni; l'une à caractère national, l'autre, sélective, concernant des régions où l'on pouvait s'attendre à des concentrations de radon supérieures à la moyenne [4]. Nous avons déterminé les doses dues au rayonnement gamma et aux descendants du radon. Des enquêtes complémentaires portant sur les doses reçues à l'extérieur ont également été effectuées. Nous mettons ici l'accent sur l'exposition aux descendants du radon, à l'intérieur des habitations.

ENQUÊTE NATIONALE

Le but de cette étude était de déterminer la distribution générale des niveaux de rayonnement dans les habitations, de rechercher les corrélations avec les facteurs qui pouvaient avoir une influence sur eux, d'améliorer les estimations de l'exposition de la population. Les habitations étaient sélectionnées de manière systématique à partir de l'ensemble des maisons du Royaume-Uni. Nous avons réalisé cette étude par la poste, les mesures des

* Communication présentée au 7^e congrès international de l'IRPA, IRPA-7, Sydney, 10-17 avril 1988.

** National Radiological Protection Board (NRPB), Chilton, Didcot, Oxon, OX11 0RQ (G.-B.).

concentrations du radon dans la pièce de séjour et dans la chambre à coucher principale étant réalisées par des détecteurs solides de traces (feuillets de CR-39), exposés durant une année. Un questionnaire permettait d'obtenir des informations sur les caractéristiques de l'habitation et sur le mode de vie de ses habitants. Sur les 5 000 occupants invités à participer, 54 % ont répondu favorablement. Parmi ces derniers, 88 % (plus de 2 000) sont allés jusqu'au bout de l'étude. C'est un petit échantillonnage des quelque 20 millions de résidences du Royaume-Uni; nous l'avons considéré comme représentatif, moyennant quelques corrections relatives aux biais introduits dans les réponses.

La figure 1 présente la distribution de la concentration en radon pour chaque habitation, pondérée selon l'occupation moyenne des différentes pièces (45 % du temps passé au foyer pour la salle de séjour, 55 % pour la chambre à coucher). La distribution est sensiblement log-normale. Après correction du bruit de fond de l'échantillon, nous avons obtenu une moyenne arithmétique de $20,5 \text{ Bq m}^{-3}$, la valeur médiane étant de $13,6 \text{ Bq m}^{-3}$ environ. La concentration maximale était 50 fois supérieure à la moyenne. Une forte corrélation a été constatée entre les concentrations et les conditions géologiques locales. Les valeurs concernant des habitations situées sur de l'argile étaient les plus faibles; par contre, celles des habitations placées sur une roche sédimentaire plus perméable, étaient plus élevées. Les concentrations les plus élevées ont été relevées dans le sud-ouest de l'Angleterre, sur du granite ou à proximité.

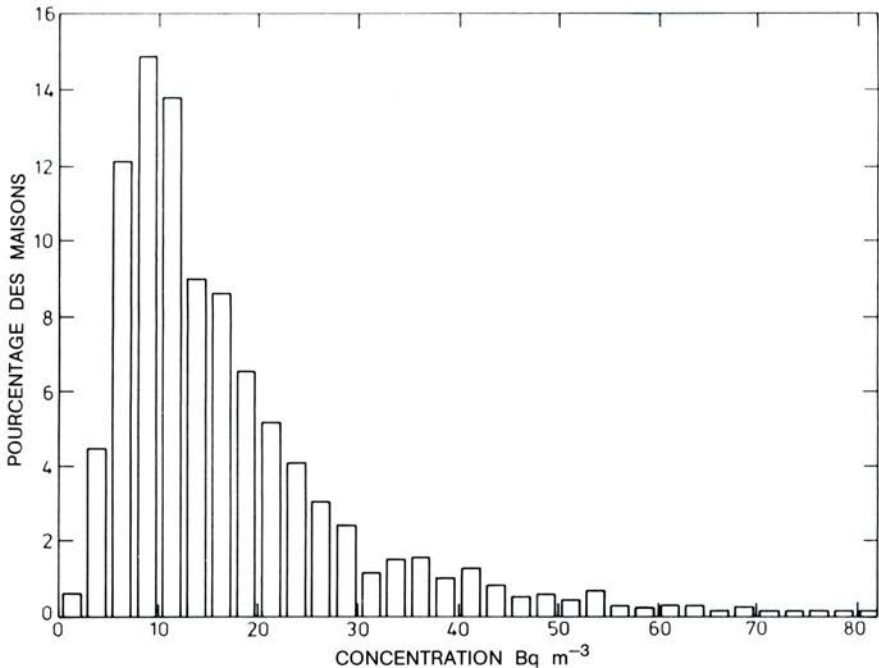


Fig. 1. — Répartition de la concentration en radon dans les habitations du Royaume-Uni.

La dispersion considérable des résultats, en fonction des caractéristiques de l'habitation, a posé des problèmes dans l'analyse des données. Pour pallier cette difficulté, l'analyse a été menée sur un ensemble restreint de données, n'incluant que les habitations où les concentrations en radon se situaient à l'intérieur d'une formule égale à l'écart type de la valeur médiane.

Les deux tiers environ des habitations étudiées étaient des maisons à deux niveaux, la salle de séjour se trouvant au rez de chaussée, la chambre à coucher au premier étage. En moyenne, les concentrations en radon dans les chambres à coucher représentaient 65 % environ des valeurs dans les salles de séjour. Une habitation sur huit était de plein pied : dans ce cas, les concentrations moyennes dans les chambres à coucher n'étaient que faiblement inférieures à celles dans la salle de séjour, 90 % environ. Les appartements et les duplex situés au-dessus du rez-de-chaussée présentaient des concentrations inférieures à celles existant dans les pièces en rez-de-chaussée. Ces résultats confirment l'idée qu'en général le sol constitue la source principale du radon présent dans les habitations. Nous n'avons pas trouvé de corrélation entre le matériau principal de construction constituant les murs extérieurs, et les concentrations en radon.

Les mesures prises pour diminuer les pertes thermiques dans les habitations (par exemple, double vitrage, joints d'isolation autour des ouvertures) contribuent à la diminution du taux de ventilation. L'analyse des données a montré que les habitations ainsi équipées présentaient des concentrations en radon supérieures. On peut montrer clairement cet effet en considérant les habitations à deux niveaux : après soustraction de la contribution du radon extérieur (4 Bq m^{-3}), un double vitrage partiel conduit à une augmentation des niveaux en radon d'origine intérieure (sol, matériaux de construction) d'environ 30 % ; un double vitrage total conduit à une augmentation de 60 %. La majorité des habitations étudiées (60 % environ) étaient à deux étages. Pour les autres types d'habitations, comme les pavillons de plein pied, nous disposons, pour l'analyse, d'un échantillonnage moins important ; il en résulte une plus grande incertitude sur les données. Néanmoins, dans ce cas, nous avons observé la même tendance, bien que moins prononcée.

Dans la plupart des cas, l'analyse des données relatives à l'ouverture habituelle des fenêtres n'a pas permis de dégager des conclusions précises. Le seul impact notable concerne les habitations où la fenêtre de la salle reste ouverte la nuit. Dans ce cas, la concentration en radon dans les salles de séjour était en moyenne 20 % plus faible que pour l'ensemble de l'échantillon.

Certains facteurs, considérés *a priori* comme pouvant agir sur la concentration en radon se sont révélés sans effet ou presque. Parmi eux, on peut citer le type de chauffage, la présence d'un ventilateur extracteur d'air, d'un vide sanitaire ou encore d'une cheminée, enfin, la nature du plancher (bois sur voliges ou béton massif).

ENQUÊTE RÉGIONALE

Nous avons mené cette étude pour déterminer l'importance des expositions individuelles; ses résultats montrent la nécessité de normes dans le cas du Royaume-Uni. Nous avons sélectionné les régions après étude de la littérature concernant les mines de métaux et la présence d'uranium, et après avoir consulté des géologues. Nous n'avons pas tenté d'obtenir un échantillonnage représentatif de chaque région; nous avons cherché à trouver des habitations dans les endroits où l'on pouvait s'attendre à des niveaux de radon au-dessus de la moyenne. L'étude a été réalisée avec le concours de plus de 700 habitants, la majorité dans le sud-ouest de l'Angleterre.

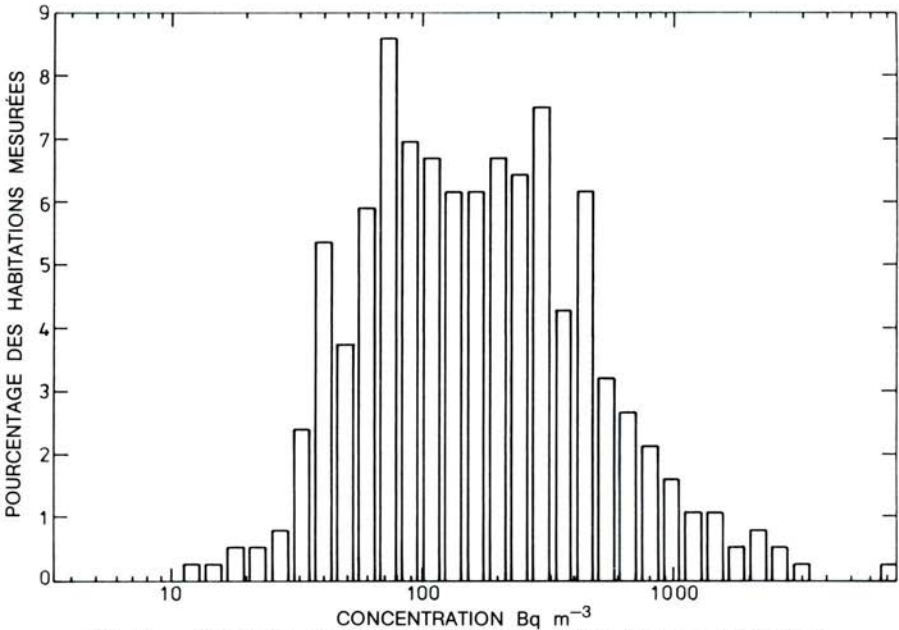


Fig. 2. - Répartition de la concentration en radon dans les habitations, mesurée dans l'étude régionale portant sur le sud-ouest.

La figure 2 présente la distribution des concentrations en radon dans les habitations situées dans le sud-ouest de l'Angleterre, région la plus intéressante. Nous avons pondéré les valeurs, comme dans le cas de l'analyse au niveau national, en considérant le taux moyen d'occupation des diverses pièces. La concentration moyenne du radon est de 300 Bq m^{-3} environ, soit 15 fois la moyenne nationale. 20 % des habitations mesurées se trouvaient au-dessus du niveau d'action du NRPB, qui est de 400 Bq m^{-3} [1-2]. La valeur maximale était de 8000 Bq m^{-3} , environ. Dans la partie Pennine du Derbyshire et du Yorkshire du nord, la concentration moyenne était de 100 Bq m^{-3} ; 5 % des habitations dépassaient le niveau d'action. Dans les régions de l'Ecosse que nous avons choisies,

la concentration moyenne du radon était de 70 Bq m^{-3} ; 2 % des habitations dépassaient le niveau d'action. Ces deux dernières séries de résultats sont intéressantes. Dans le premier cas, d'après nous, la fissuration importante du calcaire, qui permet au gaz venant du sol de pénétrer dans les habitations, est en grande partie responsable des niveaux supérieurs à la normale. Dans le second cas, les régions étudiées étaient en majorité granitiques; cependant, il y a une notable différence avec les résultats obtenus pour le sud-ouest de l'Angleterre. Nous pensons que les niveaux de radon nettement inférieurs sont attribuables à l'absence de minéralisation diffuse et de fracturation du granite.

NIVEAUX D'EXPOSITION

L'ensemble des deux enquêtes, nationale et régionale, a permis de compléter les connaissances en matière d'exposition de la population du Royaume-Uni aux descendants du radon, à l'intérieur des habitations. Un facteur de conversion de $7 \text{ nSv par Bq h m}^{-3}$ [2] a été utilisé pour passer de la concentration en radon intégrée dans le temps à l'équivalent de dose efficace. Ceci conduit à un équivalent de dose efficace moyen d'environ 1 mSv par an dû à l'exposition aux descendants du radon. L'analyse du temps passé à l'intérieur des habitations a, par ailleurs, montré qu'en moyenne, 77 % du temps est passé à l'intérieur des résidences, 15 % dans les autres bâtiments [4]. En faisant l'hypothèse raisonnable que les concentrations en radon sont les mêmes dans les autres bâtiments que dans les habitations, les individus reçoivent donc, au Royaume-Uni, $0,2 \text{ mSv par an}$ en plus dans ces autres lieux. L'exposition à l'extérieur (concentration moyenne en radon: 4 Bq m^{-3}) ajouterait $0,02 \text{ mSv par an}$, soit un total d'environ $1,2 \text{ mSv par an}$. Ce que nous avons mis en évidence suggère que les doses individuelles sont comprises entre $0,4 \text{ mSv}$ et 400 mSv par an au Royaume-Uni.

Les concentrations des produits de désintégration du thoron ont été mesurées dans 150 habitations environ, situées sur les plateaux du centre de l'Angleterre. On arrive à une valeur moyenne de la concentration en équivalent thoron à l'équilibre de $0,3 \text{ Bq m}^{-3}$. Le calcul de l'équivalent de dose efficace pour l'exposition dans les habitations conduit à une valeur de $0,09 \text{ mSv par an}$. Si l'on ajoute la contribution due à l'exposition à l'extérieur, on arrive à une valeur arrondie de $0,1 \text{ mSv par an}$.

Ces valeurs peuvent être comparées à l'équivalent de dose efficace de $0,35 \text{ mSv}$ dû au rayonnement gamma terrestre, avec des doses individuelles comprises entre $0,12$ et $1,2 \text{ mSv}$. La dose due au rayonnement cosmique est de $0,3 \text{ mSv par an}$ environ, avec une variation inférieure ou égale à 10 % sur l'ensemble du territoire.

CONCLUSION

Ces enquêtes relatives à l'irradiation naturelle ont permis une meilleure estimation de l'exposition de la population du Royaume-Uni. Elles ont également permis de donner l'ordre de grandeur des expositions aux

descendants du radon. Ces résultats ont conduit à une recommandation du NRPB, à l'accord du gouvernement pour mener une action destinée à diminuer les concentrations en radon dans les habitations existantes, et pour prendre des mesures permettant d'éviter des niveaux élevés dans les habitations neuves [1-3]. Dans le cas des habitations existantes, un niveau d'action a été fixé à 20 mSv par an (équivalent de dose efficace) qui correspond à une concentration en radon de 400 Bq m^{-3} . Dans le cas des habitations neuves, la limite supérieure est de 5 mSv par an; elle correspond à 100 Bq m^{-3} . Globalement, le nombre d'habitations qui dépassent le niveau d'action se situe autour de 20 000 et essentiellement dans le sud-ouest de l'Angleterre. Par ailleurs, le nombre des habitations construites chaque année, pour lesquelles la limite supérieure recommandée est dépassée, est évaluée à 3 000, là encore, la plupart étant situées dans le sud-ouest.

(Traduction: Daniel BLANC)

BIBLIOGRAPHIE

- [1] NATIONAL RADIOLOGICAL PROTECTION BOARD (NRPB). Exposure to radon daughters in dwellings. Rapport ASP-10, 1987.
- [2] NATIONAL RADIOLOGICAL PROTECTION BOARD (NRPB). Exposure to radon daughters in dwellings. Rapport NRPB-GS-6, 1987.
- [3] WEBB G.A.M., O'RIORDAN M.C. Les normes britanniques relatives à l'exposition aux descendants du radon dans les habitations. UK standards for exposure to radon daughters in dwellings. 7. International congress of IRPA, IRPA 7, Sydney, April 10-17, 1988. Radioprotection, 1988, 23 (4) 353-359.
- [4] WRIXON A.D. et coll. Natural radiation exposure in UK dwellings. Rapport NRPB-R 190, 1987.