

MESURE DU RADON DANS LES HABITATIONS
COMPARAISON ENTRE LES DETECTEURS ACTIFS ET PASSIFS

L. JEANMAIRE, A. RANNOU, F. POSNY, M. VERRY

Commissariat à l'Energie Atomique, Institut de Protection et Sûreté Nucléaire
Fontenay aux Roses (France)

INTRODUCTION

La mesure de l'exposition naturelle des populations est une des préoccupations actuelles en radioprotection ; l'exposition interne due aux descendants du radon et du thoron semble y jouer un rôle important.

La radioactivité naturelle de l'air dans les habitations varie avec de nombreux facteurs et une mesure instantanée est imprécise. Il est préférable de faire une mesure en exposant les détecteurs pendant un ou plusieurs mois. Même dans ces conditions il est possible de trouver plus d'un ordre de grandeur de différence d'activité entre les différentes pièces d'une même maison. Ceci oblige à multiplier les points de mesure.

Actuellement deux systèmes de mesures sont utilisés. Un système actif (A) basé sur le principe du dosimètre individuel des mineurs [1] développé par PINEAU [3] et qui permet de mesurer directement l'énergie potentielle α du dépôt actif. Un système passif (P), constitué par des feuilles de nitrate de cellulose (LR 115 de Kodak) nues, sensible non seulement aux descendants actifs, mais également aux précurseurs Rn et Th ; dans ce cas il s'agit d'une mesure d'activité α . L'étalonnage du détecteur est réalisé dans une ambiance où la teneur en radon est connue : la stabilité du rendement est contrôlée par comptage d'une source α épaisse.

RESULTATS

Le but de cet exposé est de comparer les résultats, les avantages et les inconvénients des deux systèmes. Les informations proviennent de mesures effectuées simultanément au moyen des systèmes A et P, soit en France, soit dans le cadre d'une intercomparaison avec le N.R.P.B. au niveau de la C.C.E.[2].

Les résultats de mesure sont pris en compte si le système actif a fonctionné correctement, et si l'erreur de comptage du détecteur passif est inférieure à 20% (2σ)

- Pour la région parisienne 11 couples de résultats ont été ainsi retenus après une exposition des détecteurs pendant un mois. Les valeurs de la concentration en radon trouvées (Tableau 1) avec les détecteurs P s'échelonnent de 0,3 à 3 pCi.l⁻¹. Celles de l'énergie potentielle totale avec le système A de 180 à 1290 MeV.l⁻¹. La valeur que l'on cherche à déterminer, c'est-à-dire celle de l'énergie potentielle α par picocurie ainsi mesurée est en moyenne de $438 + 138$ MeV.pCi⁻¹. Dans la région marseillaise, 7 couples de résultats ont pu être retenus après 20 jours d'exposition. La valeur moyenne de l'énergie potentielle α est de $447 + 103$ MeV.pCi⁻¹ (1 résultat exclu). Pour ces mesures effectuées dans les habitations, le système A montre que l'énergie potentielle du thoron représente 10 à 60 % de l'énergie totale. L'énergie potentielle par picocurie ne semble pas sensible aux variations du pourcentage du Th. En Bretagne, pour 7 couples de mesures, l'énergie potentielle moyenne par picocurie est de $545 + 240$ MeV.pCi⁻¹.

- Trois types d'essais ont été effectués dans le cadre de l'intercomparaison internationale.

. Le premier type est semblable à celui des mesures habituelles : les détecteurs passifs ont été placés dans un bureau pendant 83 jours. L'estimation de l'énergie potentielle a été faite par le N.R.P.B.. Le rapport trouvé est de 513 MeV.pCi⁻¹.

. Dans le second type d'essai, les détecteurs ont été placés dans une chambre étanche contenant seulement du radon et ses descendants sans teneur appréciable en thoron. La comparaison de résultats des détecteurs P, avec les mesures d'énergie potentielle α du N.R.P.B., a été réalisée pour trois équilibres distincts. Lorsque le facteur d'équilibre passe de 1 à 0,11, le rapport passe de 1228 à 217 MeV.pCi⁻¹, et pour un facteur de 0,32 le rapport est de 580 MeV.pCi⁻¹.

. Enfin, une intercomparaison des détecteurs actifs entre eux dans la même enceinte a donné un résultat moyen de 128 mWL, le système A indiquant 114 mWL. Le facteur d'équilibre est de l'ordre de 0,5. Les détecteurs P ont été exposés pendant la durée de l'expérimentation soit 18 heures. Comparé avec le résultat A, le rapport est de $\frac{523}{109}$ MeV.pCi⁻¹.

L'ensemble de ces mesures montre que dans les conditions réelles, un facteur sensiblement constant de l'ordre de 500 MeV.pCi⁻¹ permet d'apprécier raisonnablement l'énergie potentielle des descendants présents dans une maison par la simple mesure de l'activité α globale de l'air au moyen de LR 115. Dans les cas extrêmes il est possible que l'erreur soit un peu supérieure à un facteur 2 par rapport à une méthode basée sur l'utilisation d'un détecteur actif.

Certains auteurs utilisent les dosimètres passifs dans un système fermé perméable aux gaz, mais ne laissant pas pénétrer le dépôt actif. Dans ces conditions, la mesure porte essentiellement sur le radon, et le calcul de l'énergie potentielle est effectué en admettant un facteur d'équilibre arbitraire. Dans le système ouvert (type P), tous les α sont mesurés mais l'état d'équilibre est inconnu. Il faut donc choisir un facteur moyen de conversion. La transformation des résultats des systèmes passifs, pour obtenir une énergie potentielle α est donc toujours soumise à un choix, que le système soit ouvert ou fermé.

AVANTAGES ET INCONVENIENTS DES DEUX SYSTEMES

Le tableau 2 montre les avantages et les inconvénients des systèmes A et P. La comparaison devrait être poursuivie pour établir sur une base plus large la validité des résultats des détecteurs passifs par rapport aux détecteurs actifs. On pourrait se fixer l'objet suivant : 90 % des résultats seraient obtenus avec les détecteurs P, qui sont simples et bon marché ; 10 %, obtenus en parallèle avec les détecteurs actifs, permettraient de confirmer ou de préciser certains résultats.

REFERENCES

- [1] DUPORT P. et al.
Enregistrement des rayonnements alpha dans le dosimètre individuel et le dosimètre site du Commissariat à l'Energie Atomique.
Solid State Nuclear tracks detector, p. 609-617 Ed. François, Pergamon Press, 1980.
- [2] MILES J.C.H., STARES F.J., CLIFF K.D., SINNAEVE J.
Results of a quality assurance exercise for radon and radon decay product measurements.
EUR 8629-EN (1983).
- [3] PINEAU J.F.
La dosimétrie individuelle intégrée dans les mines d'uranium et son impact sur les méthodes de prévention.
Radioprotection 17, 2, p. 133-136 (1982).

Tableau 1 - Résultats des Mesures

Origine des Prélèvements	Durée (jours)	Système passif (pCi.l ⁻¹)	Système actif (MeV.l ⁻¹)	Energie potentielle (MeV.pCi ⁻¹)	Energie potentielle Tn/total	Facteur d'équilibre F
		P	A			
	30	0,57	182	319	0,5	
	30	0,66	236	357	0,5	
REGION	30	0,31	238	768	0,4	
PARISIENNE	30	2,25	594	264	0,2	
Habitations	30	0,63	273	433	0,3	
	30	0,50	181	362	0,4	
	30	1,36	502	369	0,2	
	30	2,96	1 292	416	0,2	
	30	0,48	274	570	0,3	
	30	1,70	830	468	0,6	
	30	0,54	254	470	0,5	
MARSEILLE	20	0,37	118	318	0,3	
	20	0,78	892	1 143	0,3	
Habitations	20	1	400	400	0,3	
	20	0,58	227	391	0,4	
	20	0,88	379	430	0,1	
	20	0,40	230	575	0,3	
	20	0,37	210	567	0,2	
	12	4,5	2 810	625	0,2	
BRETAGNE	15	2,1	1 560	741	0,3	
	15	11	7 330	670	0,05	
Habitations	13	7,8	1 360	174	0,5	
	13	34	8 200	241	0,03	
	13	3,2	2 540	794	0,2	
	14	2,8	1 590	569	0,3	
INTERCOMPARAISON	83	P 0,76	N.R.P.B.	513		
INTERCOMPARAISON	2	106		1 228		> 0,95
		53		217		0,11
		70		580		0,32
INTERCOMPARAISON	0,75	P 40	A	370		~ 0,5
		30		494		0,5
		28		529		0,5
		27		549		0,5
		22		673		0,5

Tableau 2 - Avantages et inconvénients des deux systèmes

	DETECTEUR PASSIF P LR 115	DETECTEUR ACTIF A
AVANTAGES	<ul style="list-style-type: none"> - Simplicité - Faible prix - Pas de source d'énergie - Possibilité de multiplier le nombre de points de mesure. - Peut être exposé plusieurs mois - Peu sensible à la poussière - Entretien nul - Faible encombrement 	<ul style="list-style-type: none"> - Mesure directement le paramètre voulu, c'est-à-dire l'énergie potentielle - Richesse des renseignements que l'on peut obtenir sur les familles du radon et du thoron, sur la fraction libre - Peut être exposé plus d'un mois si l'empoussiérage est faible.
INCONVENIENTS	<ul style="list-style-type: none"> - Mesure des alpha et non de l'énergie potentielle. Hypothèse nécessaire lors de l'interprétation - Sensibilité au rayonnement solaire direct. 	<ul style="list-style-type: none"> - Prix - Matériel plus complexe : maintenance, entretien, mesure de débit. - Encombrement, bruit, nécessité d'une source d'énergie.