

note technique

Les descendants à vie courte du radon dans les mines de charbon en Pologne

Jan SKOWRONEK*

(Manuscrit reçu le 21 décembre 1989)

RÉSUMÉ L'article présente les résultats des contrôles des concentrations en radon et en énergie alpha potentielle des descendants à vie courte effectués dans les mines de charbon en Pologne. Les changements irréguliers du facteur d'équilibre entre le radon et ses descendants ne permettent pas d'utiliser les contrôles de radon pour estimer le risque radiologique des mineurs. L'existence du risque est l'effet des systèmes d'exploitations du charbon et des systèmes d'aérages appliqués.

ABSTRACT Results of monitoring of radon and potential alpha energy concentration of radon decay products in coal mines in Poland are presented. It has been found, that because of irregular variations of the coefficient of equilibrium between radon and its daughter products, radon concentration only is not sufficient for the evaluation of miners' radiation exposure. Radiation hazard is connected with the exploitation and ventilation systems.

INTRODUCTION

Les études hydrologiques utilisant des indicateurs radioactifs effectuées dans les mines de charbon pendant les années 70, ont permis de découvrir un phénomène assez rare dans la nature, en dehors des terrains uranifères : des eaux souterraines très chargées en radium 226 et 228. Les années suivantes ont apporté plus d'informations sur ce sujet [5].

* Institut central des mines, OS-V Pl. Gwarkow 1, 40-951 Katowice, Pologne.

Aujourd'hui, nous avons plus d'informations sur la radioactivité dans les mines de charbon. Nous avons constaté que le risque radiologique existe non seulement dans les mines d'uranium, mais aussi dans d'autres mines.

Dans les mines de charbon de Haute-Silésie, nous avons trouvé presque toutes les sources de risque radiologique présentes dans les mines d'uranium :

- les eaux souterraines contiennent des concentrations en radium allant jusqu'à 400 kBq/m³ ;
- les sédiments peuvent aussi avoir des concentrations élevées en radium (jusqu'à 400 kBq/kg) ;
- le débit de dose dû au rayonnement gamma émis par ces sédiments peut aller jusqu'à 18 µGy/h ;
- dans l'air des mines, il y a des concentrations en radon et en ses descendants plus élevées qu'à l'air libre.

Cet article présente les résultats des contrôles des concentrations en énergie alpha potentielle mesurées dans les mines de charbon. Le risque radiologique dû aux descendants à vie courte du radon ne s'explique pas par les concentrations en radium observées dans le charbon ou dans les roches adjacentes (max. 120 Bq/kg en ²²⁶Ra) [6] mais par les méthodes d'exploitation et les techniques d'aéragé.

MÉTHODES DE CONTRÔLE

Pour déterminer les sources de radon et de ses descendants dans les mines, nous avons mesuré, le long des circuits d'aéragé des mines, les concentrations en radon 222 et en énergie alpha potentielle. Ces résultats ont permis de déterminer les valeurs du facteur d'équilibre entre le radon et ses descendants dans la mine.

Les mesures de radon ont été effectuées avec des fioles scintillantes de 170 cm³ ; le seuil de détection est de 70 Bq/m³.

Les mesures des descendants à vie courte du radon ont été faites avec un appareil polonais du type RGR-11. Le cycle de mesure dure 15 min ; les descendants sont prélevés sur le filtre pendant 5 min à un débit de 2 l/min. Les particules alpha sont mesurées par le détecteur silicium deux fois entre la 7^e et la 10^e minute et entre la 13^e et la 15^e minute du cycle selon la méthode de Markov [2]. Sur la base de ces deux mesures, on peut déterminer la concentration de chacun des descendants à vie courte du radon 222. Le deuxième résultat permet de déterminer la concentration en énergie alpha potentielle. Le seuil de détection pour l'énergie alpha potentielle est de 0,15 µJ/m³.

RÉSULTATS

Le contrôle des concentrations en radon et en énergie alpha potentielle des descendants à vie courte du radon a été fait dans 19 quartiers de 6 mines de charbon différentes. On a choisi des mines et des quartiers qui présentent des méthodes d'exploitation ou des systèmes d'aéragé différents, avec et sans grisou. Dans tous les cas, les contrôles ont été faits le long des courants d'air.

On a observé que les concentrations en radon et en énergie alpha potentielle s'accroissent après passage de l'air par les zones foudroyées (1), mais ce n'est pas le cas général (fig. 1 à 3). En général, l'air entrant dans les chantiers ne présente ni radon, ni descendants. Les concentrations ne dépendent pas directement des facteurs géologiques du gisement, tels que la structure géologique, la teneur en radium ou uranium, la présence des eaux radioactives, etc. [1]. On a trouvé qu'elles ne dépendent que des conditions techniques de l'exploitation et surtout de la méthode de l'exploitation et du système d'aéragé.

De l'entrée d'air jusqu'au retour, on observe des changements irréguliers du facteur d'équilibre. Ces changements ont lieu au niveau des carrefours des galeries, dans les nœuds du réseau d'aéragé, mais aussi

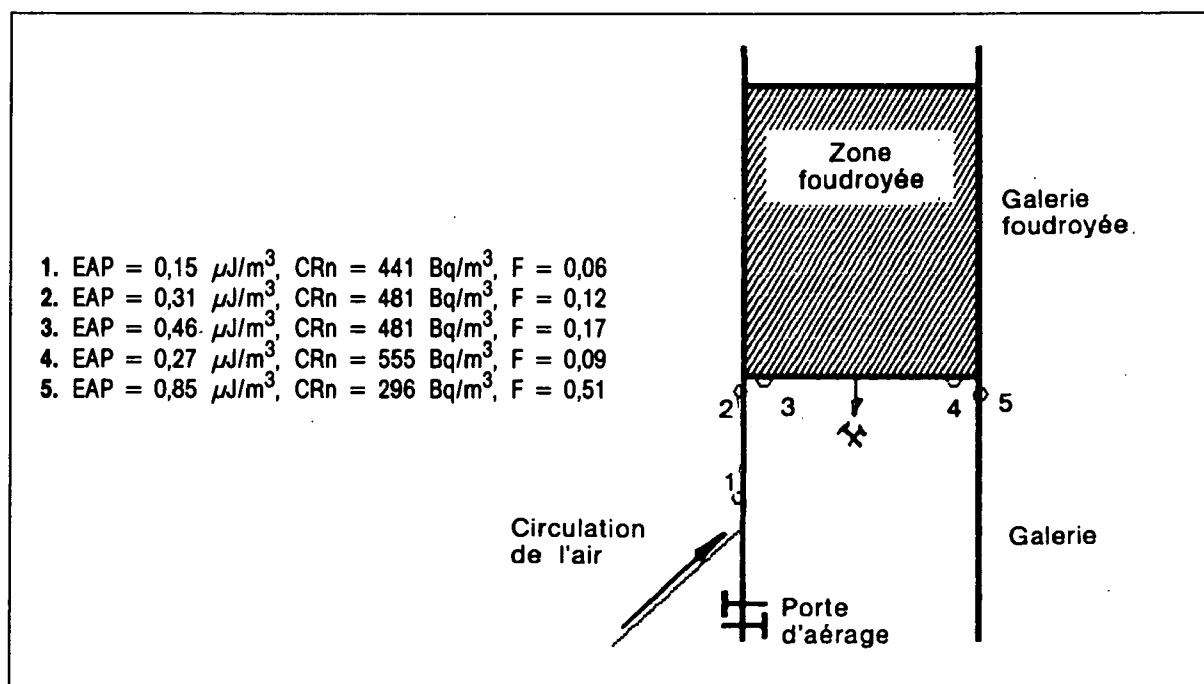


Fig. 1. — Exemple de l'aéragé en "U".

(1) Zone foudroyée : le terrain où les vides de l'exploitation sont comblés par l'éboulement des terrains sus-jacents.

après les changements de la direction du flux d'air à proximité des zones foudroyées. Les valeurs du facteur d'équilibre varient assez régulièrement entre 0,05 et 1 (fig. 4). On ne peut donc pas utiliser les contrôles du radon pour estimer correctement le risque dû aux descendants.

Sur les figures 5 et 6 et dans le tableau I, on présente la distribution des valeurs de la concentration en énergie alpha potentielle dans les différents types de chantier. D'après la réglementation polonaise [3], l'histogramme des valeurs est divisé en quatre parties :

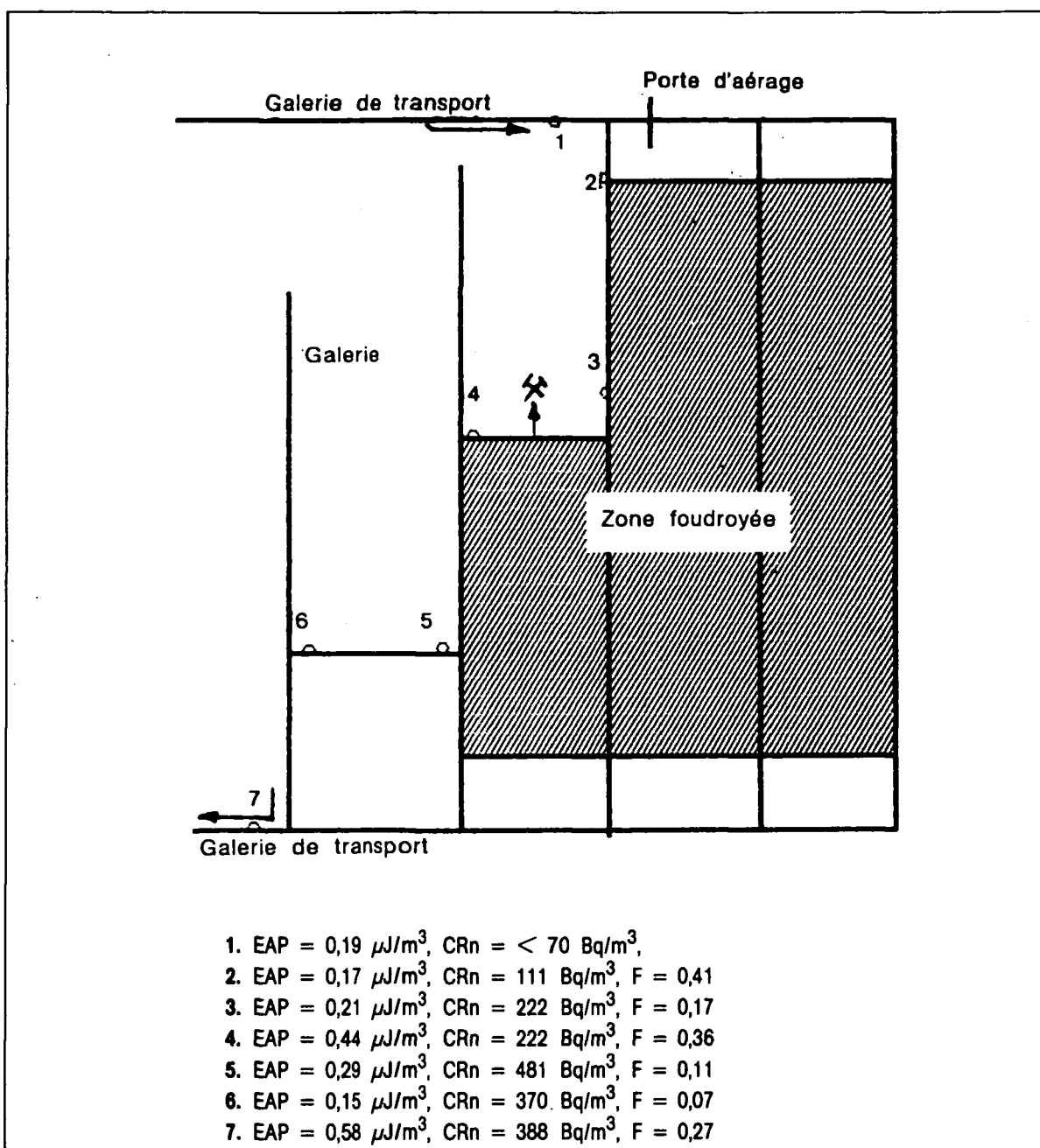


Fig. 2. — Exemple de l'aéragé en "Z".

- 1) au-dessous de $0,4 \mu\text{J}/\text{m}^3$, on considère que le risque est négligeable ;
- 2) de $0,4$ à $2,5 \mu\text{J}/\text{m}^3$, des contrôles d'ambiance sont nécessaires ;
- 3) de $2,5$ à $6,2 \mu\text{J}/\text{m}^3$, une dosimétrie individuelle peut être nécessaire si le temps de travail sur ce poste rend possible un dépassement de la dose efficace annuelle de 15 mSv ;
- 4) au-dessus de $6,2 \mu\text{J}/\text{m}^3$ (limite opérationnelle).

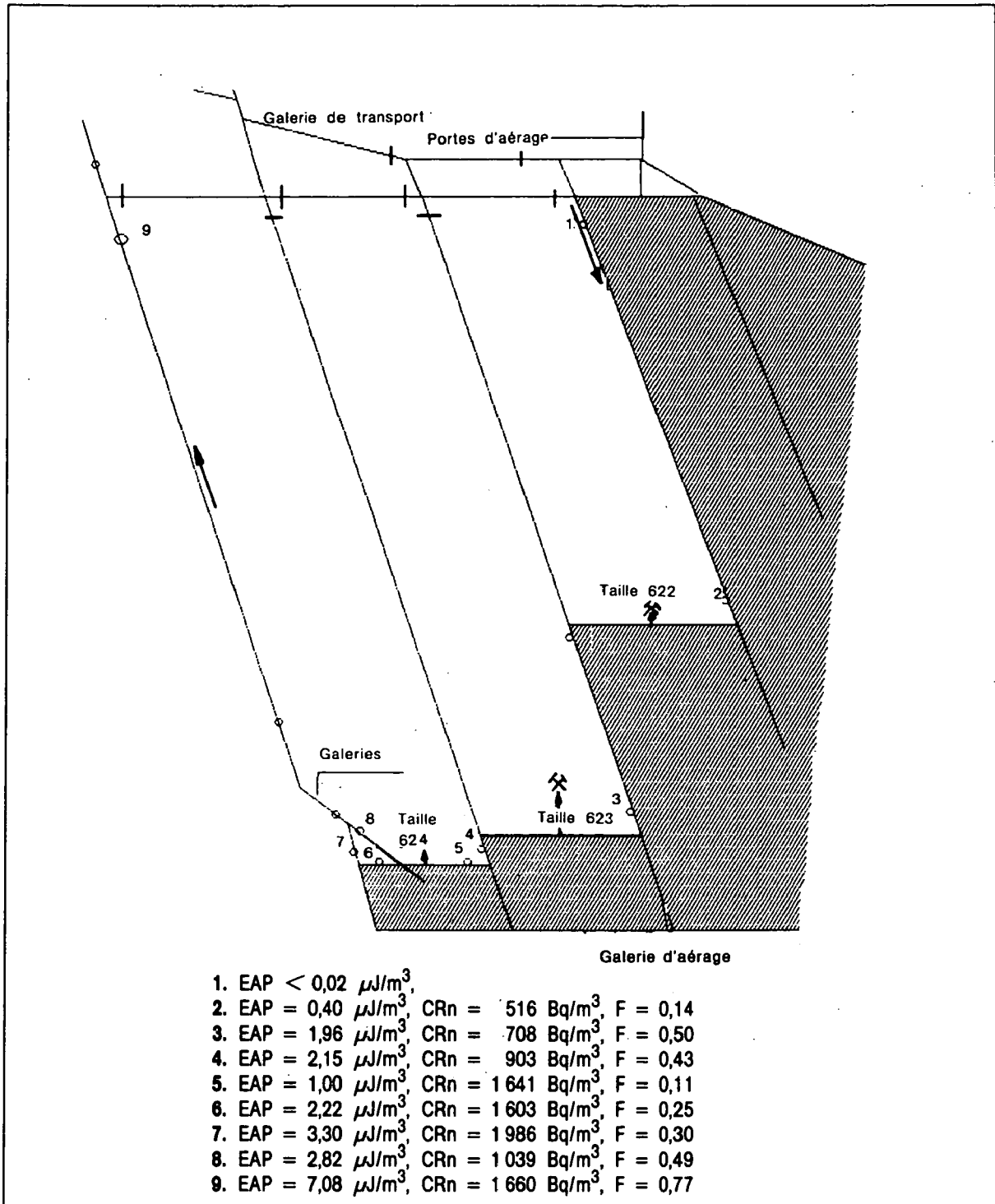


Fig. 3. — Exemple de l'aérage en série.

TABLEAU I

Energie alpha potentielle dans différents types de chantiers (en $\mu\text{J}/\text{m}^3$)

Type du chantier	Pourcentage des observations			
	< 0,4	> 0,4 < 2,5	> 2,5 < 6,2	> 6,2
Tailles longues				
remblayées	94	6		
foudroyées	63	30	6	2
foudroyées grisouteuses	90	10		
foudroyées non grisouteuses	36	52	10	2

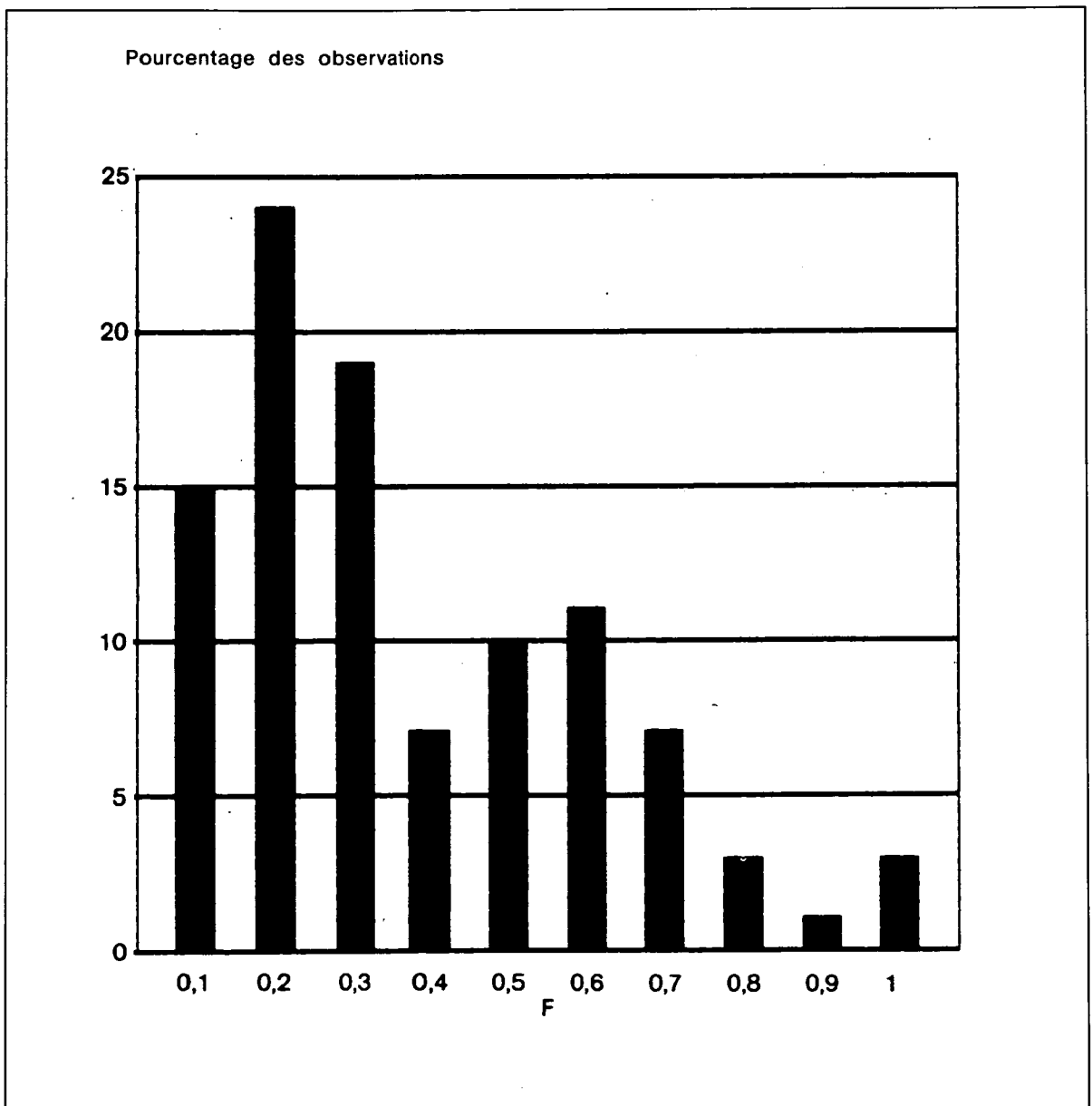


Fig. 4. — Histogramme des valeurs du facteur d'équilibre F dans les mines de charbon.

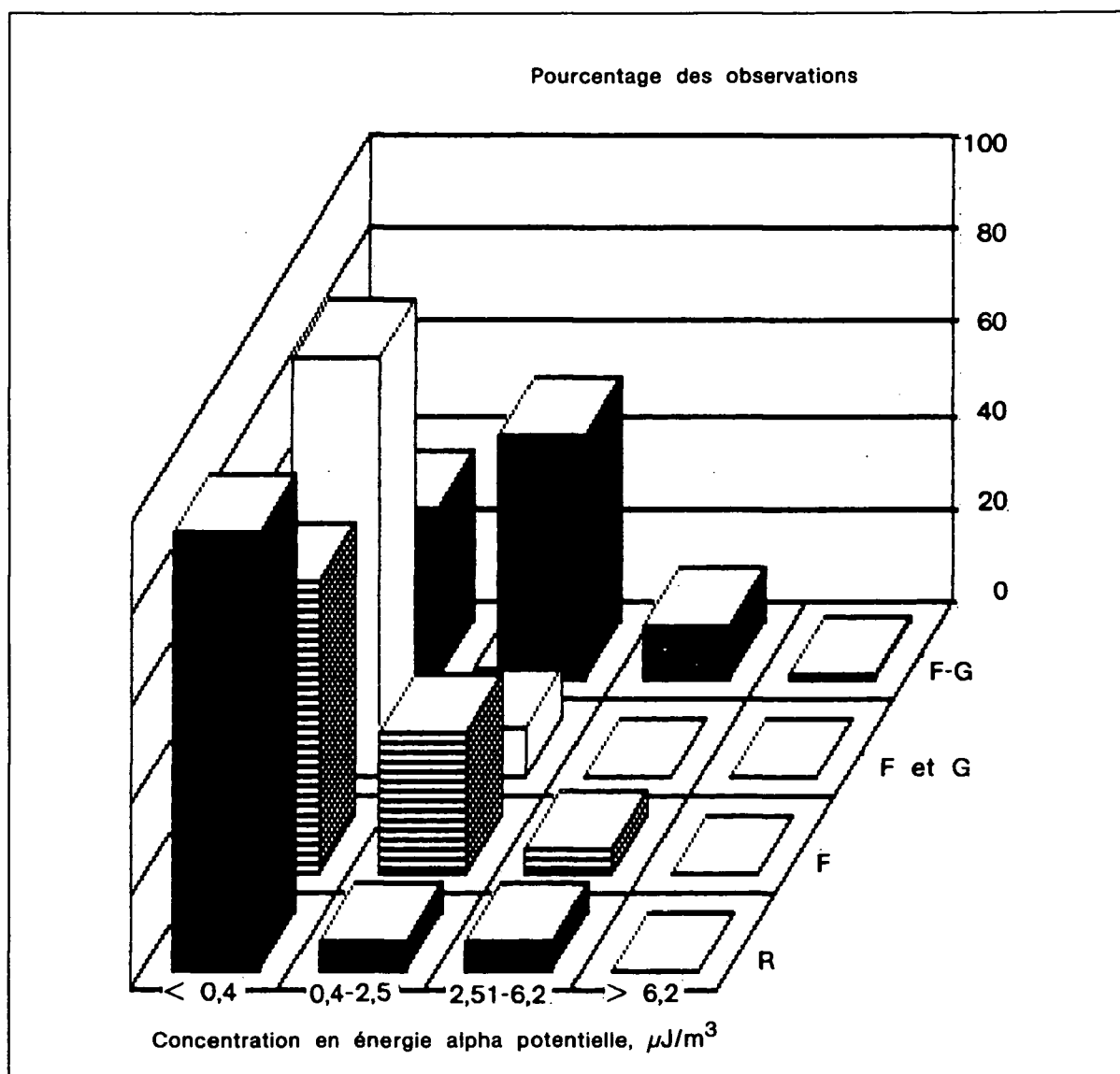


Fig. 5. – Histogramme des concentrations en énergie alpha potentielle dans les chantiers exploités en tailles longues :

- R** – remblayées ;
- F** – foudroyées ;
- F et G** – foudroyées grisouteuses ;
- F – G** – foudroyées non grisouteuses.

Dans les chantiers exploitant en longue taille (2), on observe (tableau I et figure 5) qu'en utilisant le remblayage, 94 % des postes contrôlés ne présentent pas de risque radiologique. Les concentrations en énergie

(2) Exploitation en tailles : une allée d'abattage progresse parallèlement à elle-même dans la couche du charbon. Cette allée est maintenue ouverte au moyen de lignes de soutènement systématique, constitué de piles ou d'étauçons. L'arrière-taille, partie déjà exploitée, est soit foudroyée, soit remblayée. Selon la longueur de l'allée et les usages locaux, on distingue les *longues tailles*, les *tailles courtes* et les *tailles très courtes* ou *mini-tailles*.

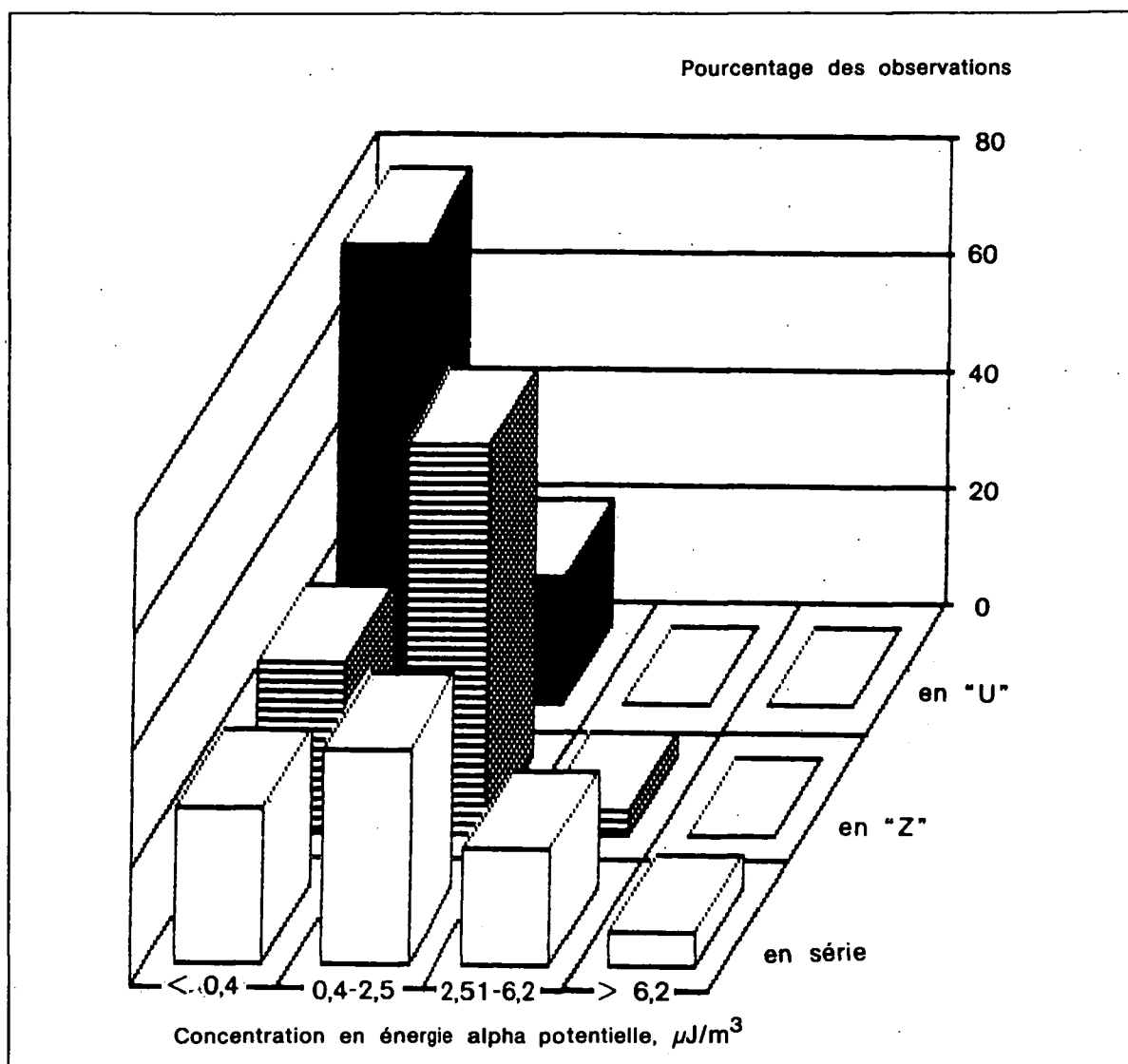


Fig. 6. – Histogramme des concentrations en énergie alpha potentielle dans les chantiers exploités en taille longue et avec des systèmes d'aérage différents.

alpha potentielle ne dépassent pas la valeur de $2,5 \mu\text{J}/\text{m}^3$. Dans ce type de chantier, si on exploite avec foudroyage, le taux des postes qui nécessitent un contrôle dosimétrique est plus élevé : 63 % des postes ne présentent pas de risque radiologique mais les concentrations peuvent dépasser la limite opérationnelle, $6,2 \mu\text{J}/\text{m}^3$. La valeur maximale trouvée dans ce type de chantier est de $13,7 \mu\text{J}/\text{m}^3$.

La proportion de postes de travail avec ou sans risque change en fonction de la présence du grisou :

- dans les chantiers foudroyés où il n'y a pas de grisou, 36 % seulement des postes contrôlés ne présentent pas de risque ; les valeurs de la concentration en énergie alpha potentielle peuvent dépasser la limite opérationnelle de $6,2 \mu\text{J}/\text{m}^3$;

— par contre, dans les chantiers foudroyés où l'on constate la présence de grisou, 90 % des postes contrôlés ne présentent pas de risque ; les concentrations en énergie alpha potentielle sont inférieures à $2,5 \mu\text{J}/\text{m}^3$.

La présence de grisou dans le chantier exige des techniques d'aérage spécifiques, évitant la pénétration de l'air dans les éboulis et les fuites d'air par les terrains foudroyés. On a donc étudié la distribution des valeurs de concentration en énergie alpha potentielle dans les chantiers avec différents systèmes d'aérage (tableau II et figure 6).

TABLEAU II
Energie alpha potentielle selon les systèmes d'aérage (en $\mu\text{J}/\text{m}^3$)

Système d'aérage	Pourcentage des observations			
	$< 0,4$	$> 0,4$ $< 2,5$	$> 2,5$ $< 6,2$	$> 6,2$
U (ou de retour)	78	22		
Z (ou en diagonale)	29	67	4	
en série	27	47	20	6

Pour le système d'aérage nommé "U" (ou "de retour") — l'air passe par les galeries entourant le massif (le pilier) et n'a pas de possibilité de traverser les éboulis — 78 % des postes contrôlés ne présentent pas de risque. Avec les autres systèmes, la situation change radicalement : 29 % seulement des postes dans les chantiers ventilés avec le système "Z" (ou "en diagonale") ne présentent pas de risque, mais on n'y trouve pas de concentrations réellement importantes (au-dessus de $6,2 \mu\text{J}/\text{m}^3$). Dans les quartiers où l'on aère deux ou trois chantiers "en série", la situation est semblable : 27 % de postes sans risque mais des concentrations plus élevées, au-dessus de la limite opérationnelle de $6,2 \mu\text{J}/\text{m}^3$, sont possibles. Ces deux systèmes permettent à l'air de traverser les zones foudroyées.

Dans les galeries en dehors des ouvrages bordés par des zones foudroyées, on n'a pas trouvé d'augmentation significative de la concentration en radon. On peut considérer que, dans les mines de charbon, il n'y a pas d'autres sources de radon que les éboulis : la grande surface des roches d'éboulis et les faibles mouvements d'air créent des conditions favorables pour augmenter les concentrations en radon dans l'air. D'autre part, la faible vitesse de circulation d'air dans les éboulis permet la décroissance du radon, donc la formation de ses descendants. Si le système d'aérage rend possibles les fuites de l'air par les éboulis, on retrouve tout de suite l'enrichissement de l'air en radon et en ses descendants.

Pendant l'abattage des galeries aérées avec la ventilation secondaire, on n'observe pas d'augmentation des concentrations en radon.

CONCLUSION

Le risque radiologique dû aux descendants à vie courte du radon peut exister aussi dans les mines de charbon. Il n'est pas dû à la minéralisation uranifère du gisement. En effet, dans le charbon, les concentrations en radium ou en uranium ne dépassent pas la valeur moyenne pour la croûte terrestre [4]. L'existence du risque dans les chantiers est l'effet des méthodes d'exploitation et des systèmes d'aérage appliqués. Là où l'air circule par les vastes terrains foudroyés, par les éboulis de charbon et là où les systèmes d'aérage rendent possibles des fuites d'air par ces éboulis, on rencontre des postes avec des concentrations en énergie alpha potentielle élevées. Elles peuvent atteindre des niveaux conduisant au dépassement de la limite annuelle de la dose efficace (35 mSv). Les chantiers les plus menacés par les descendants du radon sont les chantiers exploités en longue taille foudroyée avec aérage en Z et les chantiers où on utilise le même flux d'air pour aérer en série plusieurs tailles. ■

BIBLIOGRAPHIE

- [1] CHALUPNIK St., SKOWRONEK J., SKUBACZ K., LEBECKA J. — Short-living radioisotopes from uranium and thorium series in coal mine atmosphere. Proceedings of the 4. working meeting "Isotopes in nature", Leipzig, Sept. 1986.
- [2] MARKOV K.P., RYABOV N.V., STAS K.N. — A rapid method of estimation of the radiation hazard from the presence of the decay products of radon in air. *Atomnaia Energia*, 1962, 12, 315-319.
- [3] Radioprotection dans les mines souterraines. Limites d'exposition des mineurs à l'action des isotopes radioactifs naturels et méthodes de contrôle. Norme polonaise PN-88/Z-70071, 1988.
- [4] SKOWRONEK J. — Radionuclides from uranium and thorium series in carboniferous formations. Proceedings of the 4th working meeting "Isotopes in nature", Leipzig, September 1986.
- [5] TOMZA I., LEBECKA J. — Radium-bearing waters in coal mines. In : International conference on radiation hazards in mining : control, measurements, and medical aspects, Golden (Co), Oct. 4-9, 1981 (M. Gomez, Ed.). New York : Society of mining engineers, 1981, 945-948.
- [6] WYSOCKA M., SKOWRONEK J. — Radioactivité naturelle du charbon dans la région Rybnik-Jastrzebie. *Publ. Inst. Geophys. Pol. Acad. Sci.*, 1990, M-15, 2350-2356.