

note technique

Risque radiologique dans les mines de charbon en Pologne

J. SKOWRONEK, J. LEBECKA, K. SKUBACZ,
S. CHALUPNIK, B. MICHALIK, M. WYSOCKA*

(Manuscrit reçu le 23 septembre 1991)

RÉSUMÉ Les conditions d'exploitation du charbon font que les mineurs travaillent en présence d'un risque d'exposition aux rayonnements ionisants. Ce risque provient des radionucléides naturels : radium présent dans les eaux et les sédiments des mines et descendants à vie courte du radon existant dans l'air des mines. La dose collective annuelle des mineurs (540 h·Sv) est plus élevée que celle des individus travaillant dans le domaine nucléaire en Pologne (137 h·Sv). Le système du contrôle et de la prévention du risque a été introduit dans les mines de charbon en 1989.

ABSTRACT The conditions of exploitation of coal in underground mines in Poland are raising risks of exposure to ionizing radiation, the sources being the radium present in mine waters and sediments and short-lived radon daughters present in air. The miners' collective annual radiation dose (540 man-sievert) is higher than the collective dose in nuclear activities in Poland (137 man-sievert). The system of control and prevention of risk was introduced in these mines in 1989.

Introduction

Le risque radiologique dû aux radionucléides naturels ne se rencontre pas uniquement dans les mines d'uranium et les usines de traitement du minerai mais aussi dans d'autres industries extractives ainsi que dans les habitations où le radon est présent. Des recherches conduites dans les mines de charbon en Pologne [3] montrent que l'exposition aux radiations peut être liée :

- a) à l'exposition aux descendants à vie courte du radon ;
- b) à la contamination par incorporation du radium présent dans l'eau des mines et dans les dépôts ;
- c) par l'exposition externe au rayonnement γ émis par ces dépôts.

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

1. Risque dû aux descendants à vie courte du radon

Dans les mines de charbon en Pologne, les concentrations en énergie alpha potentielle des descendants à vie courte du radon peuvent atteindre la valeur $14 \mu\text{J}/\text{m}^3$ ⁽¹⁾ alors que, dans certaines mines où apparaissent les minerais d'uranium, les concentrations peuvent atteindre $62 \mu\text{J}/\text{m}^3$ ⁽²⁾. Le risque dû aux descendants du radon n'est pas lié aux seules conditions géologiques mais surtout aux conditions technologiques d'exploitation et aux systèmes d'aérage [7]. La dose individuelle reçue par ces mineurs est inférieure à 15 mSv par an. La dose collective, relative à l'ensemble de la population ouvrière des mines de charbon en Pologne (270 000 personnes), est de 471 homme-sieverts par an [8].

2. Risque radiologique dû aux eaux et sédiments souterrains

Sur 70 mines de charbon polonaises, on relève la présence d'eaux radioactives dans une vingtaine d'établissements seulement. Une corrélation entre la salinité des eaux et leur radioactivité est observée dans les mines situées au sud du bassin houiller de Haute Silésie [11].

Dans les sources souterraines, les concentrations maximales en radium (la partie soluble) peuvent atteindre $400 \text{ kBq}/\text{m}^3$. Pour les eaux évacuées à la surface et rejetées dans l'environnement, les concentrations en radium ne dépassent pas $20 \text{ kBq}/\text{m}^3$ [10]. La forte minéralisation des eaux n'engendre pas de grand risque radiologique. En effet, son mauvais goût rend la contamination interne par ingestion peu probable. L'estimation de ce risque reste, toutefois, difficilement vérifiable, puisque la totalité du radium ingéré n'est pas quantifiable. Pour les cas extrêmes, étant donné que l'ingestion de l'eau de mine contenant $50 \text{ kBq}/\text{m}^3$ de radium est d'environ 50 ml par jour, on estime l'équivalent de la dose annuelle à 0,3 mSv. La population minière travaillant en présence d'eaux radioactives est limitée, ainsi, l'équivalent de la dose collective annuelle est inférieur à 1 homme-sievert.

Dans les eaux d'exhaure, le radium ne précipite sous forme de sulphate qu'en présence d'ions barium. La concentration en radium dans les dépôts ainsi formés dans les mines peut atteindre la valeur $400 \text{ kBq}/\text{kg}$ [10]. Pratiquement, on n'observe que très rarement des valeurs supérieures à $100 \text{ kBq}/\text{kg}$.

Les dépôts présentent un risque double pour le mineur : ils peuvent être ingérés et provoquer une contamination interne, mais aussi provoquer

(1) $1 \mu\text{J}/\text{m}^3$ correspond à $180 \text{ Bq}/\text{m}^3$ de Rn à l'équilibre avec ses descendants. La valeur de la limite de la concentration en énergie alpha potentielle recommandée par la CIPR 32 est égale à $8,3 \mu\text{J}/\text{m}^3$ pour 2 000 heures de travail [2].

(2) A titre indicatif, l'UNSCEAR 1988 rapporte des valeurs variant entre 0,02 et plus de $300 \mu\text{J}/\text{m}^3$ dans différents pays. En moyenne, elles sont inférieures à $1 \mu\text{J}/\text{m}^3$ dans les mines de charbon en Europe [12].

une irradiation externe par émission de rayonnement γ . On suppose que l'ingestion journalière de $0,1 \text{ cm}^3$ de ces dépôts contenant 100 kBq/kg de radium conduit à un équivalent de dose de 25 mSv par an par individu. On considère que cette valeur est la valeur maximale pour les mineurs de charbon.

Les sédiments également radioactifs sont assez rares dans les mines. Leur présence est limitée aux albraques et aux stations de pompage. Ainsi, la population minière exposée reste limitée et la dose collective liée à ces sédiments est inférieure à $67 \text{ homme-sieverts}$ par an.

3. Exposition au rayonnement γ

L'exposition externe au rayonnement γ concerne les mêmes sites miniers et la même population minière que le risque de contamination interne. La durée d'exposition est proportionnelle au temps de travail en présence des sédiments radioactifs. On observe, sur la base des contrôles individuels des doses γ , que l'équivalent de la dose annuelle reçue par les mineurs est compris entre $0,5$ et 9 mSv , la valeur moyenne étant de 1 mSv . Par suite, la dose collective annuelle de cette population est de 3 homme-sieverts .

4. Réglementation du risque radiologique des sources naturelles dans les mines de charbon

La réglementation polonaise du risque radiologique associée aux sources naturelles se base sur les recommandations de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) [1]. Les principes de protection radiologique dans les mines non-uranifères sont établis conformément à la norme polonaise *Protection radiologique dans les mines souterraines. Limites de l'exposition des mineurs aux sources naturelles de radiation et méthodes de contrôle* [5].

La limite annuelle de l'équivalent de dose efficace lié à toutes les sources naturelles présentes dans les mines est de 35 mSv . Le principe général de radioprotection stipule que cette limite doit être impérativement respectée. L'autre règle générale demande de minimiser le risque au fur et à mesure de l'accroissement des possibilités techniques et économiques.

La norme définit aussi les limites de contrôle et les limites opérationnelles pour chaque source de risque (tableau I). Les limites de contrôle sont établies conformément aux recommandations de la CIPR ($1/20$ de la limite annuelle de 50 mSv), pour chaque source considérée indépendamment [1]. Les limites opérationnelles se basent sur la valeur maximale concernant les mineurs, c'est-à-dire 35 mSv .

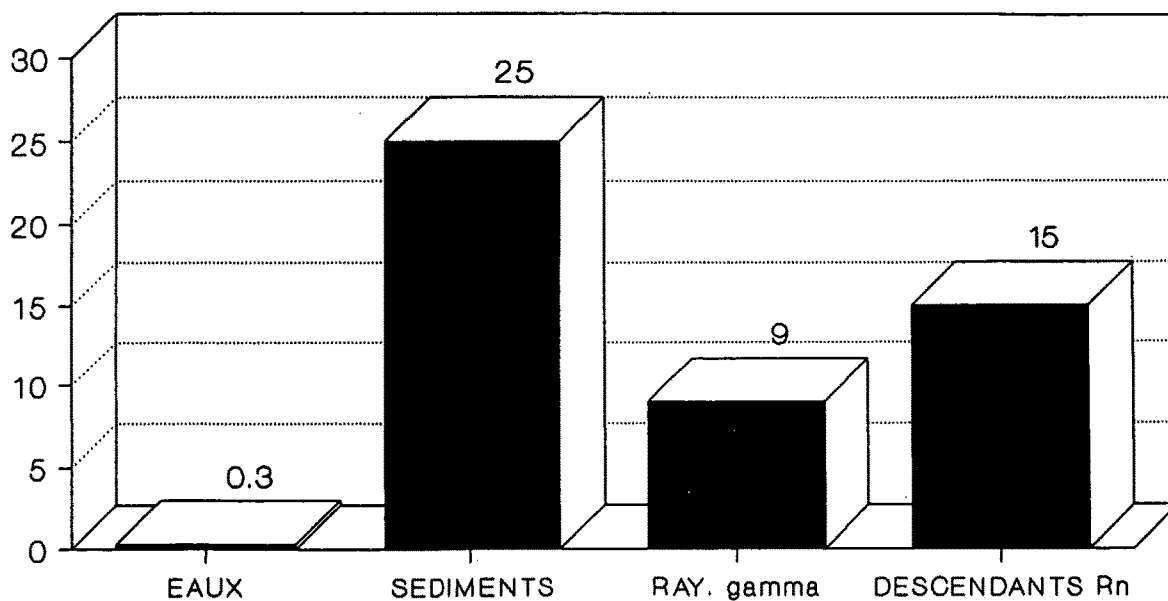


Fig. 1 - Doses individuelles maximales liées aux différentes sources d'exposition (mSv/an).

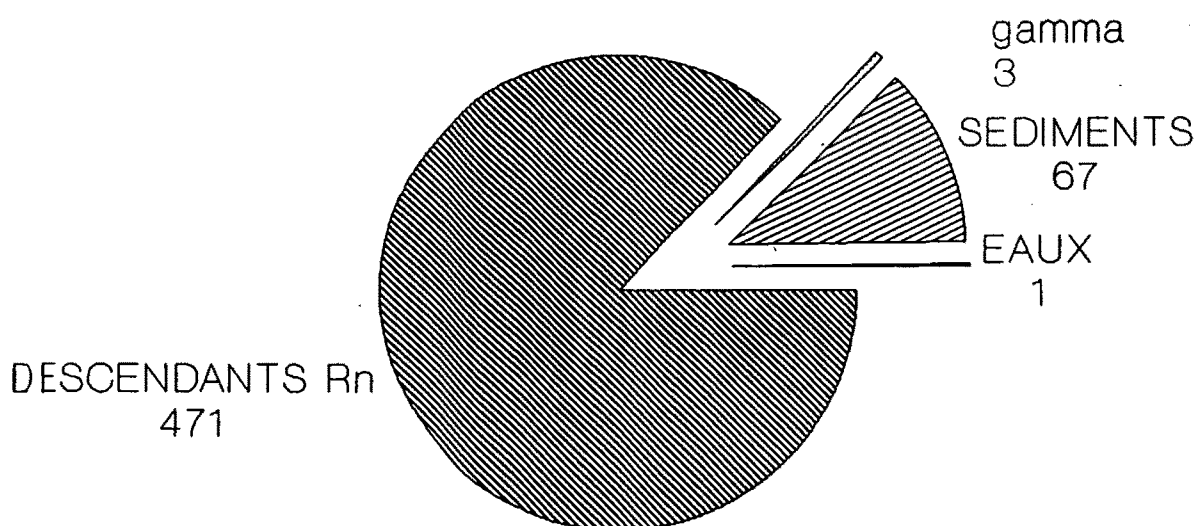


Fig. 2 - Doses collectives liées aux différentes sources d'exposition (en homme-sievert).

TABLEAU I
**Limites de contrôle et limites opérationnelles
pour les sources naturelles d'exposition dans les mines de charbon**

Source du risque	Unité	Limite de contrôle	Limite opérationnelle
Descendants à vie courte du radon	$\mu\text{J}/\text{m}^3$	0,4	6,2
Radium			
– dans les eaux	kBq/m^3	150	2000
– dans les sédiments	kBq/kg	10	400
Exposition aux rayonnements γ	$\mu\text{A}/\text{kg}$	9	130

Le contrôle des doses individuelles est nécessaire si l'équivalent de dose efficace annuel est susceptible de dépasser la valeur de 15 mSV. On contrôle alors la dose due à la source qui contribue le plus à la somme de l'équivalent de dose efficace.

D'après la norme, chaque branche minière est contrainte d'établir des règles de contrôle du risque radiologique et des principes de prévention. Les charbonnages l'ont fait. En 1989, ont été élaborés :

- l'instruction sur le contrôle du risque radiologique dû aux substances naturellement radioactives dans les mines de charbon [6] ;
- les principes de la classification des chantiers et du travail en sûreté en présence du risque lié aux substances naturellement radioactives [7].

En automne 1989, le système de contrôle et de prévention du risque radiologique a été introduit dans les mines de charbon. Les contrôles sont réalisés régulièrement par le service des mines. Le système permet de contrôler l'ambiance du travail et de mesurer les doses individuelles. Dans les chantiers, où le contrôle montre un dépassement des niveaux de risque autorisés, la direction de la mine doit envisager tous les moyens nécessaires pour y remédier et procéder à la mise en conformité.

Conclusions

Les doses individuelles absorbées par les mineurs de charbon ne dépassent pas, en règle générale, les limites prescrites dans la réglementation polonaise, c'est-à-dire 35 mSv par an (fig. 1). On estime que l'équivalent de la dose collective annuelle ne dépasse pas 540 homme-sieverts (fig. 2). C'est une valeur supérieure à celle de la dose collective reçue par la population des employés du secteur nucléaire en Pologne (137 homme-sieverts par an) [3]. ■

RÉFÉRENCES

- [1] COMMISSION INTERNATIONALE DE PROTECTION RADIOLOGIQUE (CIPR). – Recommandations (Publication CIPR 26). Oxford : Pergamon press, 1978.
- [2] COMMISSION INTERNATIONALE DE PROTECTION RADIOLOGIQUE (CIPR). – Limits for inhalation of radon daughters by workers (ICRP publication 32). Oxford : Pergamon press, 1981.
- [3] DZIKIEWICZ-SAPIECHA H., BIERNACKA M. – Contrôle de l'exposition aux sources naturelles de la population polonaise à la lumière des recommandations de la CIPR. *Post. Fiz. Med.*, 1983 (n° 3) (en polonais).
- [4] LEBECKA J., TOMZA I., SKOWRONEK J. *et al.* – Monitoring of radiation exposure from different natural sources in polish coal mines. In : Occupational radiation safety in mining, Toronto, October 14-18, 1984 (Stocker H., Ed.). Toronto : Canadian nuclear association, 1985, Vol. 2, 408-412.
- [5] POLOGNE. – Norme PN-88/Z-70071, "Protection radiologique dans les mines souterraines. Limites d'exposition des mineurs à l'action des isotopes radioactifs naturels et méthodes de contrôle" (en polonais).
- [6] POLOGNE. – Instruction sur le contrôle du risque radiologique dû aux substances naturellement radioactives dans les mines de charbon. Katowice, 1989 (en polonais).
- [7] POLOGNE. – Les principes de sûreté de la classification des chantiers et du travail en présence des risques liés aux substances naturellement radioactives. Katowice, 1989 (en polonais).
- [8] SKOWRONEK J. – Les descendants à vie courte du radon dans les mines de charbon en Pologne. *Radioprotection*, 1991, 26 (1), 65-74.
- [9] SKOWRONEK J. – Caractéristiques du risque dû aux descendants à vie courte du radon dans les mines de charbon. Thèse de doctorat, Institut central de mines, Katowice, 1990 (en polonais).
- [10] SKUBACZ K., LEBECKA J., CHALUPNIK S., WYSOCKA M. – Possible changes in radiation background of the natural environment caused by coal mines activity (IAEA-SM-308/74). In : Nuclear techniques in the exploration and exploitation of energy and mineral resources. Vienna : AIEA, 1991.
- [11] TOMZA I., LEBECKA J. – Radium-bearing waters in coal mines. In : Radiation hazard in mining (M. Gomez, Ed.). Golden, Co, 1981. New York : Society of mining engineers, 1981, 945-949.
- [12] UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION (UNSCEAR). – 1988 Report. New York : Nations Unies, 1988.