

CEA-CONF-4519
FK 930 3719

MESURES DANS UNE MINE D'URANIUM DE LA GRANULOMETRIE
DES AEROSOLS ET DES DESCENDANTS DU RADON

D. BOULAUD, J.C. CHOUARD
CEA/Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire
DPEI/SERAC/LPMA, BP 6, 92265 FONTENAY-AUX-ROSES CEDEX, France

SUBMICRON-SIZED AEROSOL AND RADON PROGENY MEASUREMENTS
IN A URANIUM MINE

Submicron-sized aerosol was studied in a uranium mine using an Electrical Aerosol Analyzer and a Differential Mobility Particle Sizer. In addition radon progeny particle size distributions were measured using a prototype instrument developed by us (SDI 2000). The number weighted mean electrical mobility diameters and the geometric standard deviations ranged respectively from 0.05 to 0.1 μm and 1.8 to 2. The gross alpha activity weighted mean thermodynamic diameters ranged typically from 0.1 to 0.2 μm .

INTRODUCTION

La seconde campagne européenne d'intercomparaison des méthodes de mesure du radon s'est déroulée du 29 juin au 7 juillet 1989 sur le siège minier de Bellezane (Division Minière COGEMA de La Crouzille, France) [1]. La section de la galerie est de 10 m² avec des vitesses moyennes d'air de l'ordre de 1,3 m/s. Au cours de cette campagne, la caractérisation de la granulométrie des aérosols était assurée ainsi que la mesure de la distribution en dimension de l'activité alpha globale. L'objet de cet article, outre la caractérisation de l'aérosol d'une mine d'uranium, est de montrer comment ces deux mesures peuvent être reliées.

METHODES DE MESURE - APPAREILLAGES

Mesure de la distribution en dimension de l'aérosol

Deux dispositifs fondés sur les propriétés électriques étaient utilisés :

- l'analyseur électrique d'aérosol (EAA modèle 3030 de TSI, St Paul, Mn, USA),
- l'analyseur différentiel de mobilité électrique (DMPS modèle 3932 de TSI, St Paul, Mn, USA)

EAA : Le principe de comptage et de sélection en dimension de ce dispositif est basé, premièrement sur un processus de charge des particules par un nuage d'ions unipolaires, deuxièmement sur une mesure de la distribution en mobilité électrique des particules ainsi chargées. La connaissance de la loi de charge permet alors de remonter à la distribution en dimension de l'aérosol. Le domaine effectif de mesure s'étend de 0,01 à 1 μm . Dans notre application, cet appareil fonctionnait automatiquement, une mesure étant effectuée toutes les 15 minutes. Un PC assurait à la fois la commande, l'acquisition et le stockage des données. L'EAA nous fournissait l'évolution au cours du temps de la distribution en dimension numérique de l'aérosol, caractérisée principalement par le diamètre médian numérique, l'écart type géométrique et la concentration en nombre.

DMPS : Le principe de sélection en dimension de ce dispositif est basé, premièrement sur un processus de mise à l'équilibre de

Boltzmann des particules par passage au travers d'un nuage d'ions bipolaires, deuxièmement sur une mesure de la distribution en mobilité électrique en utilisant un analyseur différentiel qui permet une meilleure résolution que l'EAA. La détection des particules est assurée en aval de l'analyseur par un compteur de noyaux de condensation (CNC, TSI, 3030, St Paul, Mn, USA). Ce dispositif permet de couvrir un domaine s'étendant de 0,008 à 0,4 μm . Le DMPS nous fournissait le diamètre médian numérique et l'écart type géométrique de l'aérosol.

Mesure de la distribution en dimension de l'activité alpha globale

Nous avons utilisé un prototype développé par nos soins et dénommé SDI 2000 (Spectromètre Diffusionnel et Inertiel). Il permet de couvrir un vaste domaine de dimensions s'étendant de 0,0075 à 15 μm en diamètre. Une description complète du SDI 2000 a déjà été publiée [2, 3]. Ci-dessous, on trouvera une description succincte des principaux composants et du fonctionnement. La partie inertielle est constituée d'un impacteur en cascade de huit étages (ANDERSEN mark II) dont les diamètres de coupure s'échelonnent entre 0,35 et 7,5 μm pour un débit nominal de 28,3 l/min. La partie diffusionnelle est constituée par six tubes disposés en parallèle qui contiennent des lits granulaires ayant des hauteurs et des diamètres de billes différents. Dans notre application particulière, l'impacteur était réduit aux trois derniers étages et un canal de la batterie de diffusion était neutralisé. De plus, un ensemble de grilles, dimensionné pour piéger la fraction libre des descendants du radon était placé en amont du SDI. Dans ces conditions, le domaine couvert s'étendait de 0,01 à 2 μm . Pour ce type de dispositif associant un impacteur à une batterie de diffusion, les dimensions caractéristiques sont soit aérodynamique (impacteur), soit thermodynamique (batterie de diffusion). Ceci signifie que pour un dépôt majoritairement dans l'impacteur on détermine un AMAD (Activity Mean Aerodynamic Diameter) et que pour un dépôt majoritairement dans la batterie de diffusion on accède à un AMTD (Activity Mean Thermodynamic Diameter). Après la mesure, l'ensemble des filtres et des plaques de collection étaient récupérés et analysés par comptage alpha. Les chaînes de comptage se composaient d'un détecteur de silicium implanté et d'une échelle de comptage multivoie couplée à un ordinateur. Du fait des délais dans le démontage du SDI et la récupération des différents échantillons, la distribution en dimension des descendants du radon est représentée en activité alpha totale, car il n'est pas possible d'accéder à la distribution des différents descendants du radon.

RESULTATS EXPERIMENTAUX

Noyaux de condensation

La concentration en noyaux de condensation a été mesurée en continu durant toute la durée de l'intercomparaison. Celle-ci a varié entre 30 000 et 200 000 particules/cm³ avec des valeurs moyennes par demi-journée comprises entre 60 000 et 90 000.

Distribution en dimension de l'aérosol

Pour une journée représentative, on a représenté sur la figure 1 les variations du diamètre moyen numérique de l'aérosol

à partir des mesures effectuées avec l'EAA et le DMPS. On constate que l'amplitude de ces variations est faible et qu'elles sont bien reproduites simultanément par les deux dispositifs. Néanmoins, un léger écart est observé entre les deux appareils. Les variations de l'écart type géométrique sont très faibles et celui-ci est typiquement compris entre 1,8 et 2.

Distribution en dimension de l'activité alpha globale

A titre d'exemple, on a représenté sur la figure 2 une distribution en dimension de l'activité alpha globale obtenue au cours de la même journée (mesure à 16 heures) à partir des prélèvements effectués avec le SDI 2000. Au cours de cette étude, les mesures au SDI et au DMPS étaient simultanées.

DISCUSSION

Afin de relier les deux types de mesures décrites dans le paragraphe précédent, on peut, à partir de la distribution en dimension numérique obtenue au DMPS, calculer la distribution en dimension de la fraction attachée des descendants du radon, en utilisant les éléments théoriques permettant de décrire l'attachement. Ces développements théoriques ont fait l'objet de nombreux travaux que nous ne rappellerons pas ici [4, 5]. Le coefficient d'attachement utilisé est celui introduit par Porstendorfer [6], avec comme valeur du coefficient de diffusion de la fraction libre pour le ^{210}Po , celle qui est couramment admise (0,068 cm^2/s [5]). Sur la figure 3, on a donc porté les valeurs des diamètres moyens en activité alpha globale obtenus directement avec le SDI et les diamètres moyens de la distribution en dimension de la fraction attachée des descendants du radon calculée à partir de la distribution en dimension numérique obtenue au DMPS. On constate que pour nos conditions expérimentales, l'accord est très satisfaisant et que le calcul de l'attachement des descendants du radon à partir d'une distribution en dimension numérique permet de restituer une distribution en dimension tout-à-fait comparable à celle de l'activité alpha globale obtenue avec le SDI.

REFERENCES

- [1] BERTRAND C., BOULAUD D., CHOUARD J.C., GIBAUD C., JANOT M., PINEAU J.F., RICHOU P. - Contrat CCE n° B16 0340-F, 1991
- [2] BOULAUD D., DIOURI M. - J. Aerosol Sci., 19, (7), 927-930, 1988
- [3] BOULAUD D., COMPER C., DIOURI M. - J. Aerosol Sci., 20, (8), 1505-1508, 1989
- [4] TYMEN G. - Thèse d'Etat de la Faculté des Sciences de l'Université de Bretagne Occidentale, Rapport CEA-R-4965, 1979
- [5] WY TY K., KNUTSON E.O. - Aerosol Science and Technology, Vol. 9, n° 1, 71-82, 1988
- [6] PORSTENDORFER J., ROBIG G., AHMED A. - J. Aerosol Sci. Vol. 10, 21-28, 1979.

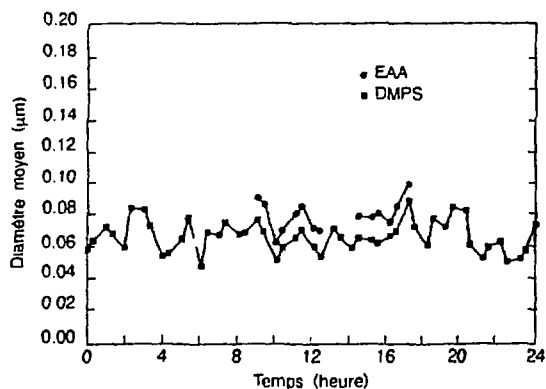


Figure 1 - Variations journalières du diamètre moyen numérique mesuré avec l'EAA et le DMPS

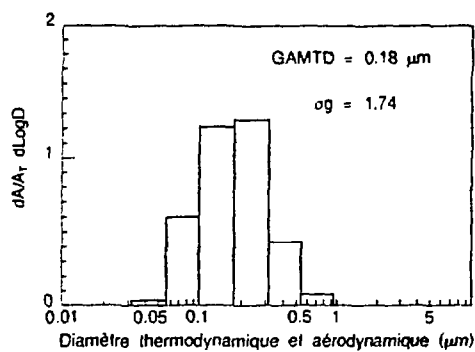


Fig. 2 - Exemple d'une distribution en dimension de l'activité alpha globale

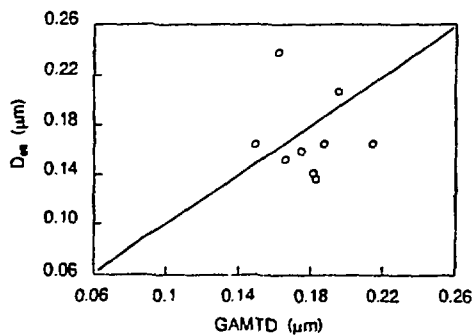


Figure 3 - Comparaison entre le diamètre thermodynamique moyen de l'activité alpha globale (GAMTD) et le diamètre moyen obtenu à partir de la distribution en dimension numérique et du calcul de l'attachement du ^{218}Po (D_{att})