

FR 933770

CEA CONF-1499

INSTALLATION D'ETALONNAGE DES INSTRUMENTS DE MESURE DE LA
CONTAMINATION ATMOSPHERIQUE PAR AEROSOLS RADIOACTIFS
NATURELS OU ARTIFICIELS

J. Charuau, L. Grivaud, M. Le Breton
CEA/Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire
Département de Protection de l'Environnement
et des Installations
CE/Saclay - 91191 GIF-SUR-YVETTE CEDEX, France

STANDARD TEST BENCH FOR CALIBRATING INSTRUMENTS USED
TO MEASURE NATURAL OR ARTIFICIAL RADIOACTIVE
AIRBORNE PARTICULATES

An aerodynamic calibration device, known as ICARE, has been set up in France at the Saclay Research Centre to certify instruments used to measure natural or artificial airborne radioactive particulate contamination or radon. ICARE can calibrate passive detectors and monitors with sampling air flow-rates of less than $60 \text{ m}^3/\text{h}$. The adjustment of such parameters as ^{222}Rn daughters volume activity, attached fraction and equilibrium factor, and the volume activity and size of α or β emitter carrying aerosols, allows realistic conditions to be obtained. ICARE complies with monitor test method standard currently under development by the International Electrotechnical Commission.

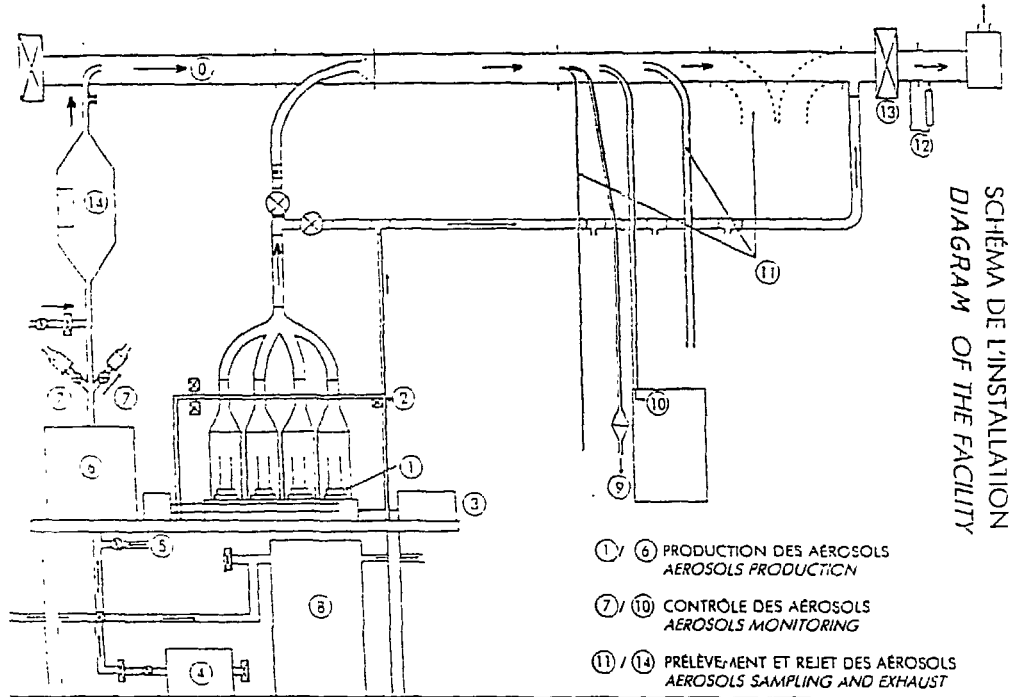
INTRODUCTION

L'installation ICARE /1/ répond au besoin de qualifier les instruments de mesure de la contamination atmosphérique dans des conditions réelles d'utilisation. Il est souhaitable de compléter les essais mécaniques, électriques et physiques (sources solides) par des essais dynamiques réalisés en présence d'aérosols radioactifs calibrés, émetteurs artificiels et/ou naturels.

Ainsi, les performances réelles des moniteurs de radioactivité artificielle pourront être connues (rendement de mesure, seuil de détection) en tenant compte des phénomènes liés à la granulométrie des aérosols : enfouissement dans les filtres, colmatage, autoabsorption α , rétention sur les parois, etc..., ainsi que de l'influence de la radioactivité naturelle (efficacité de la compensation radon). L'installation permet également d'étalonner les détecteurs de ^{222}Rn et/ou de ses descendants dans une large gamme d'activité volumique ; cette partie a été réalisée avec l'aide de la Commission des Communautés Européennes /2/.

DESCRIPTION ET PERFORMANCES

L'installation représentée par la figure ci-après, est constituée d'une veine gazeuse principale (0) dans laquelle circule un débit d'air filtré et régulé à $60 \text{ m}^3/\text{h}$; des aérosols radioactifs calibrés sont échantillonnés à des fins de contrôle, de mesure de référence et de prélèvement par les instruments à étalonner.



Radioactivité artificielle :

Des aérosols radioactifs artificiels, du type décrit dans /3/, sont produits par l'un des quatre pulvérisateurs liquides ultra-soniques (1) inclus dans une boîte à gants (2). Une solution aqueuse de CsCl contenant un traceur de ^{239}Pu ou de ^{137}Cs est pulvérisée en brouillard qui, entraîné par un débit d'air sec, crée un aérosol solide dont la taille est fonction de celle des gouttelettes de brouillard et de la concentration en sel. Un générateur de hautes fréquences (3) excite une céramique piézoélectrique qui émet des ondes ultra-sonores provoquant à la surface de la solution une fontaine au sommet de laquelle naît le brouillard dont la distribution granulométrique est peu dispersée. Le diamètre aérodynamique médian en activité des aérosols secs est $0,4 \mu\text{m}$ (aérosols fins) pour deux pulvérisateurs et $4 \mu\text{m}$ (gros aérosols) pour les deux autres. Ces deux valeurs encadrent bien la plage granulométrique des contaminations atmosphériques qui ont pu être mesurées dans l'environnement /4/ et dans des

l'activité volumique, variable entre 8.10^{-2} et 12 Bq/m^3 pour ^{239}Pu et 10 à 10^5 Bq/m^3 pour ^{137}Cs , est obtenue à partir de prélèvements sur membrane filtrante des particules d'aérosol échantillonnées par une sonde isocinétique (9) ; le filtre est analysé par un Service de Métrologie habilité par le Bureau National de Métrologie. Des capteurs α et β (10) suivent en temps réel l'évolution de l'activité. Selon le débit de fonctionnement de l'instrument à étalonner, ce dernier est raccordé à l'une des sondes d'échantillonnage (11) prévues de 6.10^{-2} à $30 \text{ m}^3/\text{h}$; si le débit est celui de la veine gazeuse ($60 \text{ m}^3/\text{h}$), la veine est dérivée comme indiqué sur le schéma.

Radioactivité naturelle

Des aérosols radioactifs naturels issus des produits de filiation à vie courte du ^{222}Rn peuvent également être injectés dans la veine gazeuse principale, seuls ou en mélange avec les aérosols marqués artificiels, afin de mettre en situation réelle les instruments à étalonner. De plus, une chambre de test (14) permet d'étalonner les détecteurs de ^{222}Rn et/ou de ses descendants dans des conditions dynamiques, la vitesse de l'écoulement étant réglable jusqu'à $0,05 \text{ m/s}$.

Pour produire le radon, le système utilise un nouveau procédé breveté /6/ qui consiste en un dépôt solide de ^{226}Ra dans un feutre acrylique imprégné d'oxyde de manganèse ; le facteur d'émanation du radon dans l'air de balayage est voisin de 100%. Trois sources d'activité différentes permettent de faire varier l'activité volumique du radon dans la chambre de test de 4 à 4.000 Bq/m^3 . La mesure est faite en aval des sources par un conteneur normalisé utilisé pour les gaz radioactifs émetteurs de rayonnement γ . Selon un autre procédé breveté /7/, ce dispositif a été modifié par un arrangement du volume interne en des milliers d'alvéoles sur lesquelles se fixent les atomes des produits de filiation du radon. L'activité est mesurée par spectrométrie γ après le temps nécessaire à la mise à l'équilibre. Le dispositif a été préalablement étalonné avec un étalon gazeux multigamma $^{85}\text{Kr} + ^{127}\text{Xe}$.

Dans le volume de vieillissement (6) sont injectés le radon et des aérosols de CsCl produits par un nébuliseur pneumatique (5) dont la concentration est mesurée par un compteur de noyaux de condensation. Sa variation ainsi que celle du temps de séjour dans le volume permettent d'ajuster la valeur de la fraction attachée des descendants et de leur facteur d'équilibre. Le diamètre aérodynamique médian en activité : $0,2 \mu\text{m}$, est représentatif des valeurs moyennes mesurées dans les habitations. La détermination de l'activité volumique de chacun des descendants, de leur énergie α potentielle, de la

fraction attachée et du facteur d'équilibre est réalisée à partir des mesures de l'activité α de deux membranes filtrantes (7) ayant prélevé simultanément l'aérosol radioactif en aval du volume, la fraction libre ayant été piégée en amont de l'une des membranes. Ces informations sont données par un logiciel qui traite les signaux issus des ensembles de comptage par une méthode de déconvolution en fonction du temps ; la mesure est poursuivie jusqu'à ce que la précision donnée par le logiciel soit jugée satisfaisante.

CONCLUSIONS

L'installation d'étalonnage ICARE permet un réglage souple et reproductible des caractéristiques des aérosols radioactifs et du radon ; elles sont représentatives des conditions rencontrées dans l'environnement et dans les milieux industriels. Les mesures de référence sont reliées aux étalons nationaux, et les méthodes de test sont en voie d'être reconnues par la Commission Electrotechnique Internationale.

BIBLIOGRAPHIE

- /1/AMMERICH M., Réalisation d'une installation d'étalonnage de moniteurs de contamination atmosphérique à l'aide d'aérosols radioactifs calibrés (ICARE). Rapport CEA-R-5484, 1989
- /2/CEC Research. ICARE adapted to measure radon. Radon Research Notes. ORNL, October 1991, n° 6
- /3/CHARUAU J. Générateur d'aérosols calibrés "PLUS" (Pulvérisation Liquide UltraSonique) Radioprotection, GEDIM 1991, Vol. 26, n° 2, p. 405-409
- /4/GEORGI B. and TSCHIERSCH J. Particle size distribution measurements of radionuclides from Chernobyl. Proceedings of the experts meeting at ISPRA, EUR 11755 EN, p. 99-111 (1987).
- /5/PERRIN M.L. Plutonium aerosols size distribution in a reprocessing plant and during decommissioning operations. Proceedings of the Department of Energy at Napa Valley, PNL A 14225, p. 79-86 (1985)
- /6/CHUITON G. Etude des caractéristiques physico-chimiques d'une source solide de radon 222. Rapport CEA-R-5532, 1990
- /7/CHARUAU J., GUELIN M., LE GAC J. Procédé et dispositif de mesure de la concentration des différents isotopes du radon. Brevet EN 8907109, 30 Mai 1989