

Mesure des nouvelles grandeurs opérationnelles à l'aide des appareils
de radioprotection destinés à la surveillance des zones de travail
et à la surveillance individuelle

R. PRIGENT* - J. CHARY* - M. CHEMTOB* - Y. HERBAUT** - Ph. LEBouleux*

CEA / Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire
Département de Protection de l'Environnement et des Installations
B.P. n° 6 - 92265 Fontenay-aux-Roses - Fax : 42 53 91 25

Measurement of new operational quantities with radiation protection
instruments designed for working area monitoring and for
individual monitoring

The ICRP recommended a dose limitation system based on numerical evaluation of the dose equivalent to organs or tissues, H_T , which are used to calculate the effective dose, H_E , by weighting. The ICRU proposed new operational quantities accessible to measurement which are conservative with respect to these recommendations. The objective of this paper is to recall briefly the basic recommendations and to find out if radiation protection instruments presently used calibrated in terms of the previous quantities are capable to measure these new quantities. A dozen of practical cases are presented.

RESUME

L'ICRP a recommandé un système de limitation des doses basé sur l'évaluation numérique de l'équivalent de dose dans certains organes ou tissus, H_T , pour accéder, après pondération à l'équivalent de dose efficace, H_E . Le but de cette communication est d'une part de rappeler brièvement les recommandations de base et d'autre part d'examiner si les appareils de radioprotection actuellement utilisés en France et étalonnés dans d'anciennes grandeurs sont aptes à mesurer ces nouvelles grandeurs. Une douzaine de cas pratiques sont traités.

I. INTRODUCTION

L'International Commission on Radiation Units and measurements dans son rapport ICRU de 1985 n° 39 intitulé "Détermination des équivalents de dose dus aux sources externes de rayonnements" donne les définitions des grandeurs à employer pour le contrôle des rayonnements ionisants, grandeurs qui servent de base à la radioprotection opérationnelle pour mettre en place dans la pratique les recommandations de l'ICRU (rapports 25 et 33). Ce même rapport expose ensuite dans son introduction son but qu'il est bon de rappeler :

- lorsque des personnes sont exposées aux rayonnements ionisants, il est généralement nécessaire de spécifier le niveau d'exposition externe en termes numériques. Ceci est exigé pour assurer une radioprotection réelle et pour montrer que les limites réglementaires sont respectées. La Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR) a recommandé un système de spécifications numériques fondé sur la somme pondérée des équivalents de dose reçus dans divers organes : l'équivalent de dose efficace, H_E . Ces équivalents de dose ne peuvent, dans la plupart des cas, être directement mesurés et, par conséquent, doivent être évalués à partir de ce que l'on sait mesurer.

(*) IPSN / DPEI / Fontenay-aux-Roses - (**) SPR / Grenoble

S'agissant du contrôle pratique de l'irradiation externe par des appareils de surveillance des zones de travail et par des appareils de surveillance individuelle, des grandeurs directement mesurables appelées "grandeurs opérationnelles" (H^* (10), H' (0,07) pour la surveillance des zones de travail et H_p (10), H_s (0,07) pour la surveillance individuelle) seront utilisées pour évaluer de façon la plus correcte possible (sans sous évaluation ou surestimation excessive) l'équivalent de dose efficace.

II. CARACTERISTIQUES SOUHAITABLES DES INSTRUMENTS UTILISES POUR LA SURVEILLANCE DES ZONES DE TRAVAIL (AMBIANCE)

II.1 Equivalent de dose ambient H^* (10)

Les instruments destinés à la mesure de H^* doivent présenter une réponse isotrope. Ces appareils qui ont une réponse isotrope et qui sont étalonnés en terme de H^* mesureront H^* dans n'importe quel champ de rayonnement uniforme dans un volume au moins égal à celui qui est occupé par l'appareil. La définition de H^* implique que l'appareil soit conçu de telle façon qu'il tienne compte du rayonnement rétrodiffusé dans la sphère de référence.

II.2 Equivalent de dose directionnel H' (0,07)

Les instruments destinés à la mesure de H' sont conçus pour des rayonnements faiblement pénétrants provenant d'un angle solide 2π stéradians. Ils doivent donc répondre correctement, non seulement aux rayonnements d'incidence normale à la face d'entrée de l'instrument, mais aussi aux rayonnements d'incidence oblique (les normes CEI spécifiques définissent les limites de variations tolérées pour leurs caractéristiques principales).

III. CARACTERISTIQUES SOUHAITABLES DES INSTRUMENTS UTILISES POUR LA SURVEILLANCE INDIVIDUELLE

III.1 Equivalent de dose individuel en profondeur H_p (10)

Les instruments destinés à la mesure de H_p sont conçus pour des rayonnements fortement pénétrants provenant d'un angle solide 2π stéradians.

III.2 Equivalent de dose individuel en surface H_s (0,07)

Les instruments destinés à la mesure de H_s sont conçus pour des rayonnements faiblement pénétrants provenant d'un angle solide 2π stéradians.

Les instruments destinés à la mesure de H_p et H_s sont conçus pour être portés à la surface du corps. Celui-ci assure donc la production du rayonnement rétrodiffusé. Ils doivent répondre correctement aux rayonnements d'incidence normale à la face d'entrée de l'instrument, mais aussi aux rayonnements d'incidence oblique (les normes CEI spécifiques définissent les limites de variations tolérées pour leurs caractéristiques principales).

IV. ETALONNAGE DES INSTRUMENTS

- les instruments destinés à la mesure de H^* (10) et H' (0,07) sont étalonnés dans l'air. Les coefficients de conversion du kerma dans l'air aux grandeurs H^* (10) et H' (0,07) sont donnés dans (1).

- les instruments destinés à la mesure de H_p (10) et H_s (0,07)

sont étalonnés sur un fantôme approprié :

- soit une sphère de 30 cm de diamètre constituée d'un matériau équivalent tissu (2).
- soit une plaque de dimensions 30 cm x 30 cm x 15 cm d'épaisseur d'un matériau équivalent tissu (3)

Suivant le fantôme utilisé, on appliquera les coefficients de conversion spécifiques (3).

V. RESULTATS D'ESSAIS SUR PLUSIEURS APPAREILS DE RADIOPROTECTION DESTINES A LA MESURE DES RAYONNEMENTS γ (ETALONNAGE, REPONSE EN FONCTION DE L'ENERGIE, REPONSE ANGULAIRE)

La présentation "poster" porte sur une douzaine d'appareils équipés de détecteurs différents (chambre d'ionisation de différentes épaisseurs, tube Geiger-Muller, détecteur en silicium) à partir de graphes dont les résultats seront comparés aux normes existantes de la CEI.

Les étalonnages de ces appareils ont été effectués de façon systématique dans les anciennes et nouvelles grandeurs afin de connaître leur comportement et principalement leur réponse en fonction de l'énergie et leur réponse angulaire. Ces essais ont permis de connaître l'aptitude des appareils actuels à effectuer des mesures dans les nouvelles grandeurs et d'envisager les actions correctives à apporter pour les mettre en conformité ou à la limite ne pas les recommander s'il s'avère qu'ils ne peuvent pas être adaptés.

Par ancienne grandeur nous entendons pour la France la dose absorbée $D_t(3)$ dans les tissus mous sous 300mg.cm^{-2} . Dans un domaine d'énergie de 10 keV à 3 MeV elle peut être déduite du kerma dans l'air à l'air libre, K_a , si l'on néglige le rayonnement de freinage. Cette grandeur avait été retenue en prenant le cristallin comme organe critique pour le risque.

Jusqu'à présent les appareils français destinés à la surveillance des zones de travail ou à la surveillance individuelle étaient étalonnés dans l'air et leur réponse devait être isotrope dans les 4π steradians.

Ce document ne présente que deux exemples :

- un appareil de surveillance des zones de travail dont le détecteur est une chambre d'ionisation (figure 1),
- un appareil de surveillance individuelle équipé d'un détecteur au silicium (figure 2).

VI - CONCLUSION

La conclusion générale est que la plupart des appareils actuellement en service peuvent être utilisés pour mesurer les grandeurs opérationnelles au prix le plus souvent d'un simple changement d'échelle et plus rarement d'une adaptation des écrans de correction entourant le détecteur en se satisfaisant de leur réponse angulaire actuelle.

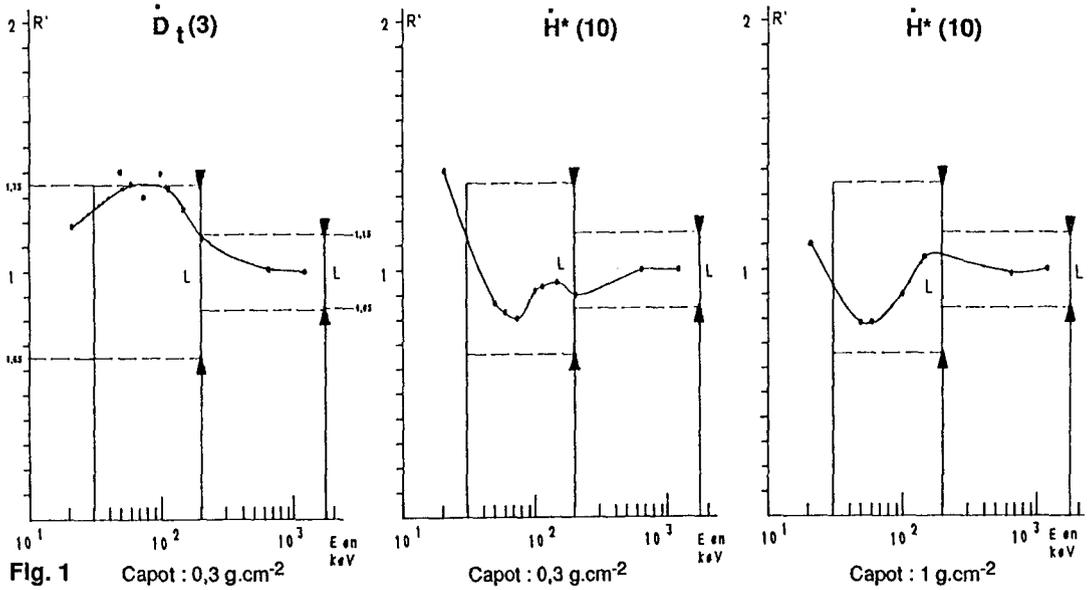
BIBLIOGRAPHIE

1. CEI 846 (1989) - Mesureurs d'équivalent de dose et de débit d'équivalent de dose, bêta, X et gamma, utilisables en radioprotection.
2. ICRU - Rapport 33 (1980)
3. CEI 45B (Secrétariat) 104F (1991) - Moniteur individuel à lecture directe d'équivalent de dose et/ou de débit d'équivalent pour les rayonnements X, gamma et bêta d'énergie élevée.

REPONSE EN FONCTION DE L'ENERGIE

Appareil de surveillance de l'ambiance

- BABYLINE 91 (Chambre d'ionisation de 500 cm³)



L : Limites de variation Norme CEI 846

Appareil de surveillance Individuelle

- DM71 - DM61 (Détecteur au silicium)

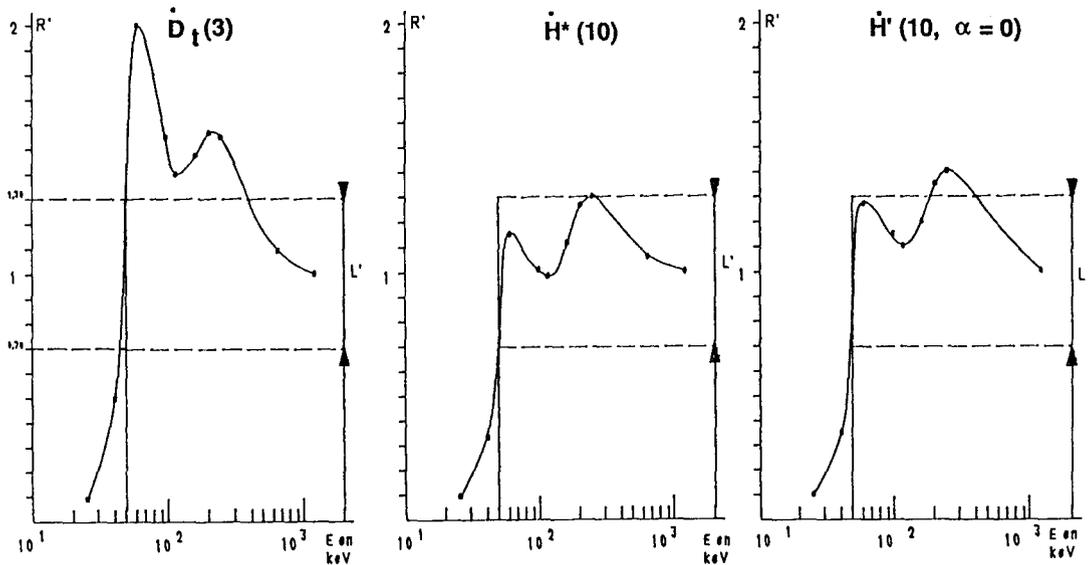


Fig. 2

L' : Limites de variation projet de Norme CEI 45 B 104 F