TEST DES DOSIMETRES NEUTRON SUR LES POSTES DE TRAVAIL DE L'INB 32 (ATPu) DU CEA CADARACHE

P. BRUGUIER*, T. LAHAYE**, Q. CHAU**, B. FERRERO*, J. GEORGES*

* Service de Protection contre les Rayonnements, CEA Cadarache, 13108 St Paul lez Durance

**Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire, Département de Protection de la santé de l'Homme et de Dosimétrie, Service de DOSimétrie, Laboratoire d'étude et de Recherche en Dosimétrie Externe, B.P.6, 92265 Fontenay aux Roses

La réglementation française[1] rend obligatoire la mise en place d'une dosimétrie active pour les personnels travaillant sous rayonnements, c'est-à-dire le port d'un dosimètre individuel mesurant l'équivalent de dose individuel Hp(10) en temps réel et en continu. Ce dosimètre doit être adapté aux types de rayonnements auxquels sont soumis les personnels.

Compte tenu des difficultés spécifiques liées à la détection des neutrons, les fabricants d'appareils ne proposaient pas jusqu'à maintenant de dosimètres électroniques performants adaptés aux rayonnements neutroniques. Les exploitants du cycle électronucléaire français utilisent pour leur dosimétrie neutron des dosimètres à lecture directe de type « Bubble » et/ou des dosimètres à lecture différée de type « pastille thermoluminescente » ou « film photographique ».

Le Service de Protection contre les Rayonnements (SPR) du CEA de Cadarache a engagé une étude intitulée « détermination de la dosimétrie active complémentaire ou alternative à DOSICARD » dont le but est d'optimiser et de justifier, en prenant en compte les nouveaux appareils disponibles sur le marché, les choix de dosimètres actifs et complémentaires dans les installations du centre où les rayonnements rencontrés ne sont pas correctement détectés par le dosimètre « DOSICARD ». **Le dosimètre sélectionné doit satisfaire à l'ensemble des contraintes rencontrées dans les installations de production ou de retraitement du combustible. Il doit évaluer l'équivalent de dose individuel dans des champs mixtes neutrons-gamma sans connaissance préalable de l'énergie moyenne du spectre des neutrons et du rapport des doses neutron-gamma.** Il doit également satisfaire aux contraintes spécifiques des installations industrielles (température, hygrométrie, bruit acoustique et électromagnétique …). Pour cela, le SPR a mené au cours du premier semestre 2002 une étude bibliographique comparative des différents dosimètres électroniques actuellement commercialisés, en vue de sélectionner celui le mieux adapté à leurs besoins. Il en ressort que seul le dosimètre Saphydose-n, commercialisé par la société Saphymo, satisfait à l'ensemble des essais sous rayonnements recommandés par la norme CEI 1323 [2]. Ce dosimètre a été conçu et étudié par l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) en collaboration avec EDF.

Le SPR de Cadarache et l'IRSN ont évalué le comportement du dosimètre Saphydose-n dans des conditions réalistes auprès des postes de travail de l'INB 32 (ATPu) de Cadarache, exploitée par COGEMA. L'ATPu est une installation de production industrielle de combustible nucléaire MOX où les opérations de fabrication de combustible sont réalisées dans des cellules équipées de boîtes à gants. Une série de 16 points de mesures sur fantôme a été menée dans des conditions d'exposition normales auprès des postes de travail. Six points de mesures

complémentaires sur fantôme ont été réalisés pour des conditions d'exposition particulières : irradiation angulaire, irradiation de dos et dosimètre porté à l'envers. Ces mesures ont également permis de vérifier les coefficients d'étalonnage des PGP-DIN utilisés en routine sur l'installation.

Lors du contrôle préalable, effectué auprès d'une source AmBe, tous les dosimètres utilisés (Saphydose-n, Bubble, PGP-DIN) ont présenté une réponse cohérente.

Résultats des expériences

Les résultats des expériences menées au cours de cette campagne de mesures sont présentés sur la base de comparaisons "relatives" dans lesquelles les valeurs des instruments sont comparées successivement deux à deux ou à la moyenne de l'ensemble des valeurs mesurées au point considéré. L'incertitude associée aux valeurs des dosimètres est évalué à ± 30%.

La première comparaison des dosimètres individuels deux à deux offre une vision globale du comportement des dosimètres. Les écarts observés entre les valeurs lues sur chacun des dosimètres sont représentés sur la figure 1 sous la forme de distributions de points le long d'axes gradués de 0 % à 100 %.

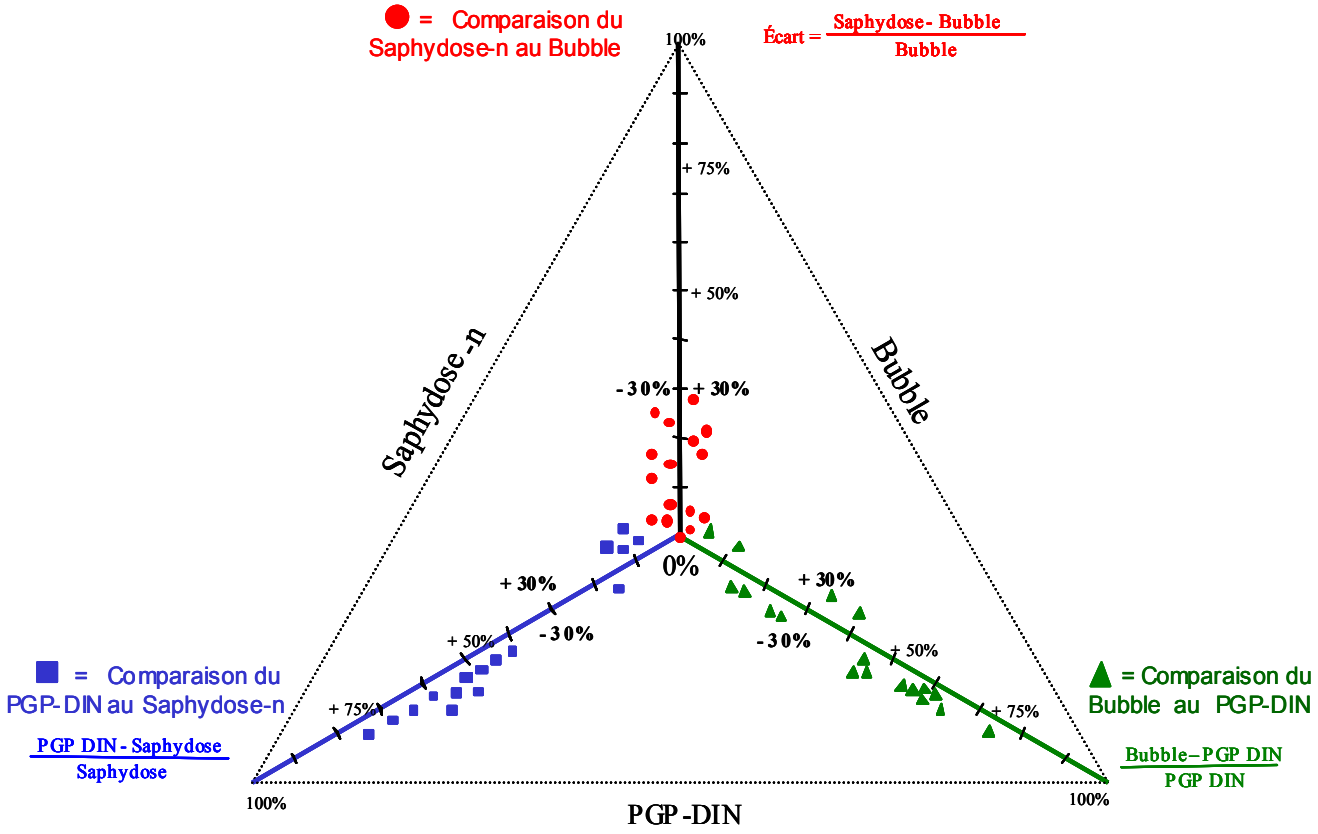

Figure 1 : Comparaison " globale " des dosimètres individuels deux à deux

Cette comparaison laisse apparaître une bonne cohérence entre les résultats du Saphydose-n et du dosimètre à bulles (écart inférieur à 28 %) sur l'ensemble des points quel que soit le type de poste de travail. Au contraire, une forte dispersion des résultats du PGP-DIN qu'ils soient comparés au Saphydose-n ou au dosimètre à bulles (écart atteignant 75 %).

Pour tous les points de mesures où cela était possible, les résultats ont été confortés par des mesures réalisées avec un Cramal 31. Les écarts observés entre les dosimètres individuels et le "Cramal 31" (de l'ordre de 30%) permettent d'établir une plage d'acceptabilité (± 30%) qui peut être utilisée pour juger de la cohérence des résultats. Ceci est conforme aux recommandations du rapport 57 de l'ICRU concernant l'instrumentation de radioprotection où il est spécifié que "dans la plupart des cas, une incertitude globale de 30% est acceptable".

Réponse du "PGP-DIN"

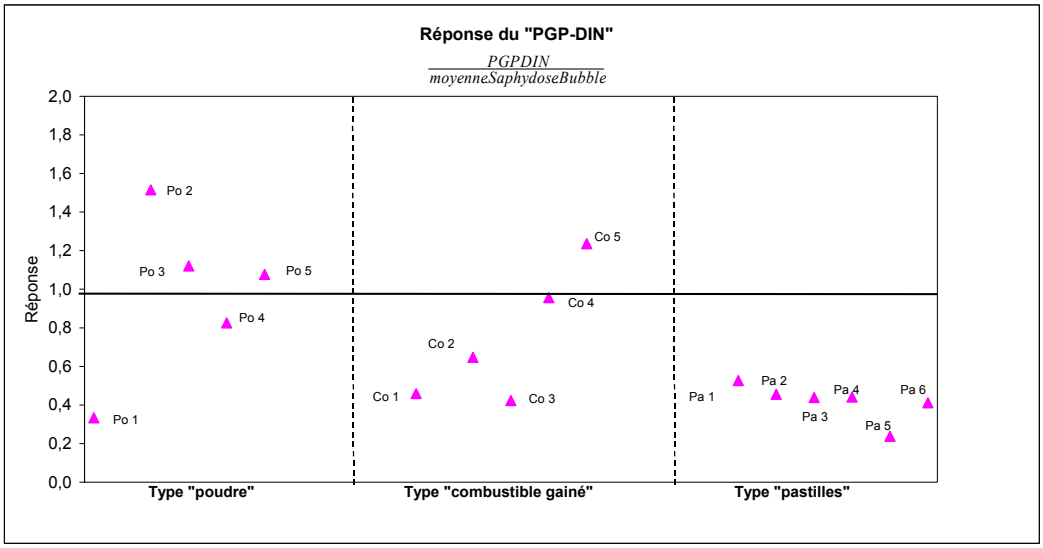

Figure 1 : Comparaison des valeurs du PGP-DIN à la moyenne des dosimètres Bubble et Saphydose-n

La comparaison des résultats des PGP-DIN aux valeurs moyennes des dosimètres à lecture directe fait apparaître une forte dispersion avec des sous estimations pouvant atteindre 75 %. Ces dispersions sont directement liées aux coefficients d'étalonnage des "PGP-DIN". Ces coefficients doivent être préalablement établis pour chaque poste de travail, ils correspondent au rapport entre la valeur mesurée par un appareil référence et la valeur brute lue lors de l'exploitation du dosimètre. Les coefficients peuvent varier fortement en fonction du spectre énergétique des neutrons, sur certaines installations cette variation est supérieure à un facteur 10. A l'ATPu, un coefficient unique de 1,6 est affecté à tous les PGP-DIN. Les données spectrales enregistrées par le Saphydose-n lors des expérimentations ont permis d'évaluer la proportion de neutrons thermiques et épithermiques à chaque poste de travail.

Lorsque la réponse du PGP-DIN sous-estime, on constate que le spectre est majoritairement rapide et dépourvu de composante thermique. Les résultats du PGP-DIN auxquels le coefficient de 1,6 a été affecté conduiraient à une sous-estimation d'un facteur moyen supérieur à 2.

A contrario, lorsque la proportion de rayonnement thermique dans le spectre est significative, la réponse du PGP-DIN est du même ordre de grandeur ou supérieure à la moyenne des deux autres dosimètres. La présence de neutrons thermiques, même si elle ne contribue que peu à l'équivalent de dose influe de façon significative sur le résultat du dosimètre. Elle doit être mieux prise en compte lors de la détermination du coefficient PGP- DIN.

Conclusion et perspective

La campagne de mesures effectuée dans l'INB 32 (ATPu) de Cadarache a permis de comparer les résultats des mesures des "Saphydose-n", dosimètres à bulles, "PGP-DIN" et "Cramal 31" sur des postes de travail caractéristiques des différents types d'opérations liées à la fabrication du combustible MOX. Les résultats des tests réalisés peuvent être résumés comme suit :

- une bonne homogénéité des résultats du "Saphydose-n" avec ceux du dosimètre à bulles. **Le Saphydose-n est donc adapté aux postes de travail de l'ATPu et à la mesure du rayonnement neutronique produit par les différents isotopes du plutonium.** Le port du "Saphydose-n" en parallèle avec le dosimètre à bulles par des opérateurs de fabrication en 2003 permettra de confirmer ces résultats.
- **Il existe pour certaines configurations des d'écarts significatifs entre les résultats du PGP-DIN et ceux des autres dosimètres.** Ces écarts sont attribuables à la présence ou l'absence suivant les postes de travail d'une composante neutrons thermiques, qui même si elle contribue peu à l'exposition du personnel, influe de façon significative sur le résultat brut donnée par le PGP-DIN. Le coefficient d'étalonnage unique, de 1,6 à l'ATPu, ne semble pas être bien adapté à l'ensemble des postes de travail. Des essais complémentaires sont à effectuer en 2003, à l'aide d'un système de spectrométrie sur les postes de travail de l'installation afin d'affiner le choix du ou des coefficients PGP-DIN représentatifs du spectre neutronique rencontré en fonction de l'environnement de travail.
- Ce travail confirme qu'il est toujours très délicat d'interpréter les résultats de tests lorsqu'il n'a pas été possible d'évaluer les valeurs de référence "vraie" aux points de mesure. Actuellement seuls les équivalents de dose ambiants $H^*(10)$ peuvent être évalués par des systèmes d'expertise. Compte tenu de la très large distribution angulaire des rayonnements aux postes de travail, il serait souhaitable de disposer d'une instrumentation apte à évaluer l'équivalent de dose individuel $H_p(10)$.

---

1 Décrets 98-1185 et 98-1186 du 24/12/1998, arrêté du 23/03/1999, directive européenne n° 96/29 qui sera transposée en 2003.

[2] Norme CEI 1323 : Instrumentation pour la radioprotection - Rayonnements neutroniques - Moniteur individuel à lecture directe d'équivalent de dose et/ou de débit d'équivalent de dose.