

Rôle exceptionnel des dosimètres médicaux dans l'application des garanties

par Robert Schaer

Dans les installations nucléaires où sont traitées ou manipulées des matières nucléaires de haute activité, le transfert ou le déplacement de ces matières se fait couramment selon des modalités déterminées à l'avance. Dans les accords-types de garanties de l'AIEA, l'instrument fondamental des garanties est la comptabilité matières, que viennent compléter des mesures de confinement et de surveillance.

Depuis de nombreuses années l'AIEA utilise des caméras de surveillance dans les installations abritant des réacteurs. Le rôle de ces appareils, entièrement automatiques et inviolables, consiste à surveiller les points de transfert habituels des faisceaux de combustible comme les piscines de désactivation ou les portes d'étanchéité. L'AIEA pratique également la mise sous scellés. Elle applique, par exemple, des scellés faciles à identifier sur les écrans de protection contre les projectiles des réacteurs à eau légère, sur les clôtures des installations de stockage et sur les appareils. Correctement apposés, les scellés permettent de s'assurer que le matériel dont il s'agit n'a pas été violé.

Les centrales nucléaires possèdent aussi des vannes, des réservoirs, des conduites, des plates-formes, des ouvertures, etc. destinés au transfert exceptionnel de matières nucléaires en cas d'urgence. Du point de vue des garanties, il est important de savoir que ces points de transfert exceptionnels n'ont pas été utilisés par l'opérateur pour des mouvements non enregistrés de matières soumises aux garanties. Ces points n'exigent pas une surveillance constante. Mais il faut pouvoir trancher par "oui" ou "non" la question du passage effectif de matières radioactives par ces points de transfert exceptionnels.

Le réacteur de puissance CANDU à rechargement continu est un exemple d'installation nucléaire dotée de plusieurs points de transfert exceptionnels, où le déplacement normal télécontrôlé des faisceaux de combustible irradié s'effectue derrière de lourds écrans de protection. Les faisceaux irradiés y sont transférés du cœur du réacteur au bassin de réception du combustible usé en passant par l'appareil de chargement, des plates-formes de déchargement, des monte-charges et des chariots de transport dans l'eau.

Si l'un des magasins à faisceaux de l'appareil de chargement a une défaillance mécanique, l'opérateur peut bloquer l'appareil à l'emplacement d'une plate-forme de contrôle ou d'une plate-forme d'entretien. Ces plates-formes sont ensuite utilisées par l'opérateur pour vérifier, entretenir et dans certains cas réparer l'appareil de chargement. Certaines plates-formes servent aussi à introduire de nouveaux éléments combustibles dans l'appareil de chargement.

Si l'opérateur désire détourner des faisceaux irradiés, il lui suffit de fixer un château de transfert à l'une de ces plates-formes dans la zone d'accès et d'y pousser un faisceau. Le château peut ensuite être transféré hors de l'installations par le sas à air (figure 1).

M. Schaer appartient à la Division des opérations du Département des garanties.

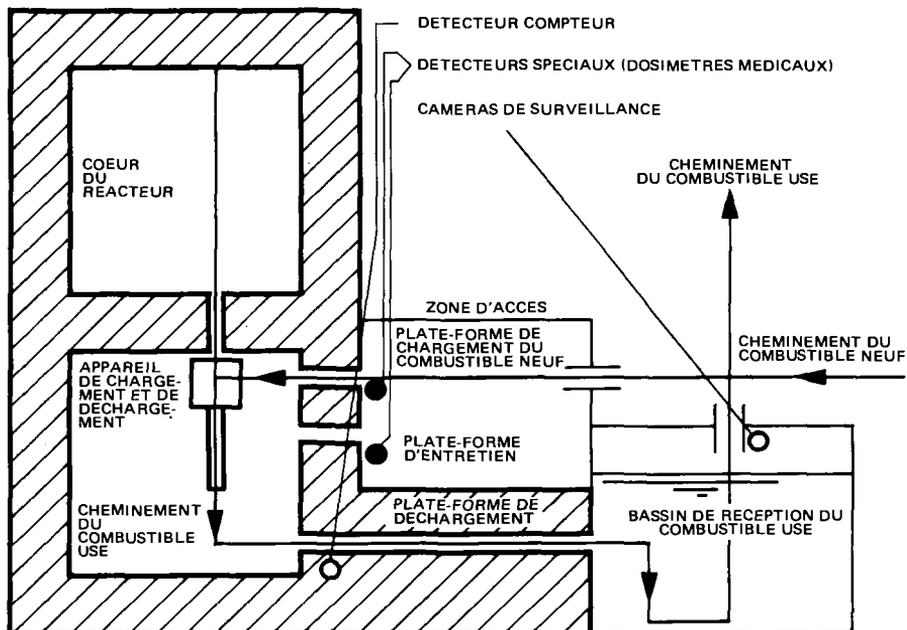


Figure 1: Exemple d'utilisation de dosimètres médicaux comme détecteurs spéciaux dans une centrale CANDU.

Pour déceler de telles opérations éventuelles, l'AIEA a installé des appareils de mesure des rayonnements conçus à l'origine pour être utilisés en médecine. Ces dosimètres médicaux sont fixés à l'intérieur de scellés à proximité de chaque plate-forme de contrôle et d'entretien. Ils servent à détecter si "oui" ou "non" les faisceaux de combustible irradié sont passés par ces plates-formes. Dans l'affirmative, l'appareil de dosimétrie voisin enregistre le passage d'une forte dose d'irradiation. Si aucun faisceau de combustible irradié n'est passé par la plate-forme, le dosimètre indique une dose beaucoup plus faible, qui correspond au rayonnement ambiant. Les dosimètres sont remplacés à chaque inspection régulière et les doses sont mesurées au Siège de l'AIEA.

Spécification des dosimètres

Les dosimètres utilisés doivent satisfaire aux exigences suivantes:

- être sensibles, pour la surveillance des faisceaux de combustible irradié, à des doses variant entre 500 et 10 000 röntgens (R);
- être sensibles à des doses comprises entre 1 et 100 R affectant les films photographiques;
- être suffisamment petits pour pouvoir être introduits dans les scellés de l'AIEA.

Compte tenu de ces conditions, nous avons décidé d'utiliser des verres dosimètres. Exposé aux rayons gamma, le verre forme des centres fluorescents à longue période en raison de

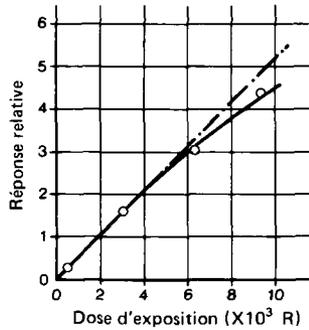


Figure 2: Réponse d'un verre dosimètre médical aux rayons gamma émis par du cobalt-60.

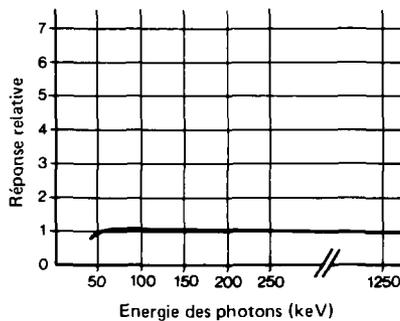


Figure 3: Réponse, en fonction de l'énergie, des verres dosimètres insérés dans une douille de laiton.

leur état métastable. Lorsque ce verre est éclairé par la lumière ultraviolette d'un lecteur de dosimètre, il se produit une fluorescence orange dont l'intensité est proportionnelle à la dose absorbée.

Nous avons choisi des barreaux de verre cylindriques Toshiba, de 1 mm de diamètre et 6 mm de longueur, insérés dans des douilles de laiton d'environ 2 mm de diamètre et 11 mm de longueur. Ces verres contiennent environ 45% de LiPO_3 et 45% d' $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$ associés à de l' AgPO_3 et du B_2O_3 . Le changement d'intensité de la fluorescence relative de ces verres ne dépasse pas 1% par semestre et la gamme de sensibilité énergétique aux rayons gamma varie entre 50 keV et environ 2 MeV, ce qui correspond justement à la gamme de la plupart des rayons gamma émis par les produits de fission des éléments combustibles irradiés.

La figure 2 montre que la réponse est linéaire et la figure 3 donne la réponse, en fonction de l'énergie reçue, de ce dosimètre à verre inséré dans des douilles de laiton.

Essais en réel

Des inspecteurs de l'Agence ont utilisé ce type de détecteur pour des essais en réel lors de leurs inspections régulières des installations soumises aux garanties. Le tableau 1 présente une série de résultats concernant la surveillance du transfert par plates-formes de combustible irradié.

Tableau 1: Doses de rayonnements mesurées par des détecteurs spéciaux en des points de transfert normaux ou exceptionnels d'une installation nucléaire CANDU pendant une période d'environ 2 mois.

Plate-forme de déchargement (conditions normales)	Plate-forme de contrôle (conditions exceptionnelles)	Plate-forme d'entretien (conditions exceptionnelles)	Plate-forme d'introduction du nouveau combustible (conditions exceptionnelles)
10 000	4.0	13.3	5.2
10 000	11.2	2.2	3.7
7 520	3.3	7.4	6.4
10 000	9.6	1.8	1.7
12 800	7.8	3.2	2.2
8 640	8.9	3.8	2.0
300 ^a			

^a Un faisceau ayant subi une irradiation d'environ 3800 MWJ/t.

Il montre bien que le passage du moindre faisceau de combustible irradié se distingue immédiatement du rayonnement ambiant.

Les essais en réel ont donc démontré que les dosimètres médicaux peuvent être utilisés comme détecteurs pour l'application des garanties.

Ces dosimètres ont aussi une application plus récente. Des caméras de surveillance photographique doivent parfois être placées dans des endroits où un rayonnement ambiant relativement élevé pourrait se produire dans des circonstances exceptionnelles. Comme on ignore la dose due à cette irradiation et la sensibilité du film à cette dose, on a décidé d'installer un dosimètre à l'intérieur des scellés qui protègent l'étui de chacune des caméras. Lorsque le film est endommagé, le dosimètre indique si ce dommage peut être attribué à l'irradiation. D'autres possibilités d'emploi des dosimètres pour l'application des garanties sont en cours d'étude.