

Avancée de la mesure de la contamination par application de la spectrométrie gamma aux détecteurs plastiques.

Javaraly Fazileabasse

ORGANISME D'APPARTENANCE
EDF DPN UNIE GPEX IR
Javaraly.fazileabasse@edf.fr

Le contrôle de contamination des personnes et des objets en CNPE fait appel à une succession de contrôles des personnes en tenues (contaminamètres fixes et mobiles, portiques corps entier C1), après retrait des tenues (portiques C2), en sortie de site (portiques C3) et de contrôleurs de petits objets (CPO) ou grand objets (CGO). De même en laverie le contrôle du linge est réalisé par des contrôleurs à tapis horizontal (RTM) ou verticaux alimentés par un convoyeur de tenues (portique C0 (LMV)).

Les contrôles de type C1, C3, CPO, CGO, RTM et C0 (LMV) sont réalisées par détection de l'émission gamma des contaminants, généralement des produits d'activation, exceptionnellement de fission. Les isotopes couramment rencontrés sont Co-60, Co-58, Ag-110m par exemple

On utilise un ensemble de scintillateurs plastiques entourant autant que possible le volume de détection pour accroître le rendement géométrique. La géométrie détaillée est optimisée pour une bonne homogénéité de mesure et l'absence de « zones mortes »

Classiquement, le traitement consiste à comparer le comptage d'impulsions avant mesure (ie bruit de fond) et à l'issue de la mesure. Les impulsions comptabilisées sont celles qui dépassent un certain seuil électrique nécessaire à l'élimination d'impulsions de bruit radioélectrique en particulier.

Cette façon de faire présente plusieurs limitations :

- Une forte sensibilité à la dérive des gains des photomultiplicateurs et/ou du seuil électrique impliquant des vérifications fréquentes avec réglage de la haute tension et/ou aux seuils de discrimination.
- Une information réduite au seul niveau de comptage sans information qualitative quant au rayonnement mesuré.

On présente ici l'intérêt de considérer non seulement du comptage d'impulsion au-dessus d'un seuil, mais de sa distribution en amplitude, communément appelée « spectre d'énergie ». La distribution en amplitude des impulsions caractérise la distribution des énergies déposées dans le détecteur et donc renseigne sur la distribution des énergies photoniques incidentes. Si le spectre mesuré diffère en forme du spectre de bruit de fond on dispose alors d'un moyen supplémentaire de détecter un écart par rapport au bruit de fond.

Cette technique n'a pas été communément mise en œuvre jusqu'à présent dans ce domaine car, d'une part l'interaction du rayonnement photonique dans les scintillateurs plastiques est essentiellement due à l'effet Compton, ce qui complique l'interprétation du spectre et d'autre part la complexité de l'électronique et du logiciel

nécessaire est beaucoup plus importante que dans le cas du comptage uniquement. Néanmoins les progrès réalisés permettent d'accéder à présent à ces techniques même pour des appareils de faible coût.

On présente des exemples de spectres réalistes et on montre qu'avec une construction adéquate des détecteurs et de l'électronique d'acquisition de spectre on peut clairement distinguer les formes spectrales de différentes sources usuelles.

Un traitement complémentaire consistant à appliquer au spectre la fonction de transfert inverse de celle de l'appareil permet de remonter à une estimation du spectre incident, ce qui permet d'identifier, à minima par classes, le ou les radioéléments concernés. Cette information peut être utilisée à plusieurs fins: corrélérer la nature des radioéléments contaminants et les chantiers en cours ou distinguer le cas de matériau naturellement radioactif (NORM) ou une contribution Radon.

Un traitement sélectif par bande d'énergie permet aussi une amélioration de l'activité minimale détectable ou du temps de mesure en bruit de fond élevé.

De plus on peut alors estimer une activité « Becquerel vrai » qui tient compte de la différence éventuelle entre le radioélément détecté et le radioélément de référence conventionnel. Ceci prévient une des causes communes de sous-estimation de la contamination.

Un avantage dérivé important est l'optimisation et la stabilisation du point de fonctionnement des détecteurs. L'observation du spectre renseigne sur le gain de la chaîne et permet de fixer rigoureusement les seuils de discrimination. La plage énergétique peut ainsi être élargie. La maintenance est grandement facilitée. L'observation peut être réalisée automatiquement par l'appareil lui-même pour prévenir les variations induites par les écarts de température en particulier.

L'ensemble de ces dispositions ont été conçues en collaboration avec la société Mirion Technologies et mises en œuvre dans la nouvelle génération « Smart » des contrôleurs d'objet CPO et CGO, des portiques PGS et PGH et du contrôleur de linge LMV. On présente comment la spectrométrie numérique a été mise en œuvre sans pour autant compliquer l'utilisation de ces matériels pour les agents.

Résumé

On peut améliorer drastiquement les performances des contrôleurs d'objet contaminés et des portiques gamma par la spectrométrie sur détecteurs plastiques. Ceci consiste à comparer outre les taux de comptages de mesure et de bruit de fond, les formes des spectres de bruit de fond et de mesure. On accède à une catégorisation des radioéléments et une estimation « Becquerel vrai » complétant l'indication de « Becquerel équivalent ».