

## Décodage réglementaire sur l'instrumentation en radioprotection

Marc AMMERICH  
CEA

Je vous propose de plonger dans l'arrêté du 26 octobre 2005 définissant les modalités de contrôle de radioprotection en application des articles R. 231-84 et R. 231-86 du code du travail et R. 1333-44 du code de la santé publique.

Commençons déjà par traduire le texte dans la nouvelle numérotation du code du travail.

R. 4452-12 et R. 4452-13 remplacent les R.231-84 et 86.

Nous allons préciser les points concernant l'instrumentation.

**Etant le co auteur du texte (avec Jean-Claude THEVENIN qui travaillait à l'IRSN et était un des membres de la commission 45B de la commission électrotechnique internationale sur l'instrumentation en radioprotection) à l'époque où je travaillais à la DGSNR (traduisez ASN), je pense être le mieux à même d'expliquer ce que nous avons écrit.**

### I Quelques rappels

Au sens du présent arrêté, on entend par :

- contrôles externes ceux obligatoirement réalisés par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) ou par un organisme agréé par l'ASN.
- contrôles internes ceux réalisés sous la responsabilité de l'employeur soit par la personne ou le service compétent en radioprotection, soit par les organismes en charge des contrôles externes précités.

L'employeur établit le programme des contrôles externes et internes.

Lorsqu'ils sont réalisés au titre du contrôle interne, les modalités de ces contrôles sont, par défaut, celles définies pour les contrôles externes. Sur justification, la nature et l'étendue des contrôles internes peuvent être ajustées sur la base de l'analyse de risque, de l'étude des postes de travail et des caractéristiques de l'installation ;

Les contrôles internes des instruments de mesure et des dispositifs de protection et d'alarme ainsi que les contrôles de l'adéquation de ces instruments aux caractéristiques et à la nature du rayonnement à mesurer sont réalisés suivant les modalités fixées aux annexes 1 et 2, de l'arrêté.

Les fréquences des contrôles internes et externes sont fixées à l'annexe 3 de l'arrêté.

Les contrôles effectués ne dispensent pas l'utilisateur des sources, appareils émetteurs de rayonnements ionisants et instruments de mesure d'en vérifier régulièrement le bon fonctionnement.

### II Le contrôle des instruments de mesure

#### 2.1 Cadre du contrôle

Ces contrôles portent sur les instruments de mesure d'ambiance mobiles, portables ou utilisés à poste fixe, ou de dosimétrie individuelle à l'exception de ceux liés à la dosimétrie passive ou destinés à la mesure de l'exposition interne.

Les instruments de mesure pour la radioprotection sont les systèmes et équipements utilisés pour la surveillance de la radioactivité, la détection et la mesure des rayonnements ionisants dans un but d'évaluation des expositions ou des doses de rayonnements reçues par les

travailleurs ou la population. Ces instruments peuvent être équipés de systèmes d'alarmes sonore et/ou visuelle à l'exception des dosimètres opérationnels qui doivent en être obligatoirement équipés. Ces alarmes peuvent être déportées lorsque cela s'avère nécessaire.

Les différents instruments de mesure utilisés en radioprotection sont destinés à l'évaluation de l'exposition externe des travailleurs ou de la population, de manière individuelle ou collective, à la mesure de la contamination surfacique, à la mesure de la contamination atmosphérique sur les lieux de travail ou à la mesure de la contamination de l'atmosphère ou de l'eau dans les rejets, ou dans l'environnement.

Ces mesures radiologiques doivent être effectuées avec des instruments dont les caractéristiques et les performances sont adaptées aux caractéristiques et à la nature du rayonnement à mesurer. Ils sont choisis en fonction des radionucléides susceptibles d'être présents ou des générateurs de rayonnements utilisés. Un étalonnage doit être effectué avant la première mise en service et un certificat d'étalonnage doit être fourni par le constructeur.

Les grandeurs physiques utilisées sont définies en annexe du chapitre III du titre III du livre III de la première partie du code de la santé publique.

## 2.2 Définitions

A l'origine de l'écriture du texte les définitions étaient rangées par ordre alphabétiques. Vous constaterez aisément qu'au moins une définition a été changée. Elle a d'ailleurs toute importance car la plupart des utilisateurs et même des contrôleurs ou inspecteurs ne feraient pas de confusion si les vocables utilisés avaient été maintenus.

*Appareils mobiles : appareils pouvant être déplacés pour faire une mesure mais n'étant pas forcément portables.*

*Appareils portables : appareils pouvant être déplacés facilement par un opérateur.*

*Etalon de radioactivité ou source étalon : source radioactive dont la nature et l'activité (Bq) sont connues avec une incertitude associée, à un moment précis, et qui peut être utilisée comme source de rayonnements de référence. C'est aussi le cas d'un générateur dont le flux en nombre de rayonnements émis par seconde est connu.*

*Etalonnage d'un appareil : ensemble des opérations établissant, dans des conditions spécifiques, la relation entre les valeurs de référence données par les sources étalons et l'indication de l'appareil.*

*Contrôle des performances des instruments de mesure pour la radioprotection : réalisation d'un ensemble d'essais consistant à apprécier l'aptitude d'un appareil à assurer sa fonction en vérifiant la conformité par rapport à un référentiel technique.*

*Limites d'incertitude tolérées : valeurs extrêmes d'une indication de l'instrument de mesure, fixées par les normes françaises de la série NF X07 de la ou des normes susceptibles de les remplacer ou des normes européennes, ou à défaut CEI équivalentes, relatives au type de matériel soumis au contrôle.*

*Mouvement propre (d'un ensemble de mesure) : pour un ensemble de mesure placé dans ses conditions normales d'emploi, valeur indiquée en l'absence de la source dont on veut mesurer le rayonnement.*

*Rendement de détection : pour des conditions de détection données, rapport du nombre de particules détectées au nombre de particules de même nature émises par la source de rayonnement pendant le même temps.*

*Rendement de source  $s$  : pour une source idéale,  $s$  est égal à 0,5 (pas d'auto-absorption et pas de rétrodiffusion). En général il y a compensation entre les deux phénomènes.*

*Pour les bêta de faible énergie ( $E_{max} < 0,4$  MeV) et les alpha,  $s$  est pris égal à 0,25.*

*Contrôle périodique de l'étalonnage : le contrôle consiste à mesurer les grandeurs caractéristiques de l'instrument de mesure qui sont fournies par son certificat d'étalonnage. Pour les appareils ne disposant pas de certificat d'étalonnage, on se référera au premier contrôle. Les modalités de contrôle de l'étalonnage sont précisées dans le paragraphe 5 c de la présente annexe.*

*En fait le vocable ayant une réelle signification métrologique était : vérification périodique de l'étalonnage et pas contrôle. Cela aurait permis d'éviter la confusion avec « contrôle périodique ».*

### 2.3 Objet des mesures et unités utilisées

La mesure de l'exposition externe doit permettre d'évaluer la dose efficace dans le cas de l'exposition de l'organisme entier ou d'évaluer la dose équivalente pour les mesures d'exposition localisée (extrémités, cristallins). La mesure de l'exposition externe est réalisée à l'aide de technique de mesure d'ambiance et de technique de mesure individuelle.

Pour la mesure du rayonnement ambiant sont utilisés des appareils à poste fixe ou portables. Ces instruments sont étalonnés en équivalent de dose ambiant  $H^*(d)$  ou en équivalent de dose directionnel  $H'(d)$ , suivant qu'ils mesurent respectivement des rayonnements fortement ou faiblement pénétrants. L'unité de mesure à utiliser est le sievert (Sv) ou ses sous-multiples, ou le sievert par heure (Sv/h) ou ses sous-multiples, s'il s'agit d'une mesure en débit d'équivalent de dose ambiant ou directionnel.

Pour la mesure individuelle, les instruments devant être utilisés pour la dosimétrie opérationnelle sont étalonnés en équivalent de dose individuel  $H_p(d)$ , à une profondeur de 10 mm dans les tissus, soit  $H_p(10)$  et à une profondeur  $d$ , de 0,07 mm dans les tissus  $H_p(0,07)$ , respectivement pour les rayonnements fortement et faiblement pénétrants. L'unité de mesure à utiliser est le sievert (Sv) ou ses sous-multiples, ou le sievert par heure (Sv/h) ou ses sous-multiples, s'il s'agit d'une mesure en débit d'équivalent de dose individuel.

Les appareils de mesure en service doivent utiliser les unités de mesure définies par le décret n° 2003-165 du 27 février 2003 relatif aux unités de mesure et modifiant le décret n° 61-501 du 3 mai 1961.

La mesure de la contamination sert à caractériser les activités surfaciques, volumiques ou massiques. L'unité de mesure d'activité à utiliser est le becquerel, ses multiples ou sous-multiples. Ces mesures d'activité s'expriment respectivement en becquerels par mètre carré ( $Bq/m^2$ ) ou ses sous-multiples, en becquerels par mètre cube ( $Bq/m^3$ ) ou ses sous-multiples et en becquerels par kilogramme ( $Bq/kg$ ) ou ses sous-multiples.

La mesure de la contamination surfacique peut être :

- soit obtenue directement par l'instrument lorsque les conditions de mesure sont voisines de celles de l'étalonnage de référence. Les caractéristiques de la source de référence utilisée pour l'étalonnage doivent être fournies avec l'appareil ;
- soit à partir de la mesure d'un taux de comptage en impulsions (ou coups) par seconde, traduite soit au moyen d'un rendement de détection de l'instrument dont la valeur a été

déterminée par le constructeur, soit d'un rendement de mesure pratique dont la valeur a été déterminée par un laboratoire d'étalonnage ;

- soit, en cas de contamination non fixée et lorsque la mesure directe n'est pas possible, par la technique du frottis en ayant soin de définir une surface standard et un rendement de frottis représentatif des conditions de prélèvement.

La mesure de la contamination atmosphérique ou de l'activité volumique dans les liquides peut être obtenue directement par l'instrument de mesure lorsque les capteurs de contamination donnent des valeurs d'activité volumique en temps réel et que les conditions de mesure sont voisines de celle de l'étalonnage. L'activité volumique atmosphérique ou dans les liquides peut aussi être estimée a posteriori par échantillonnage représentatif en tenant compte du volume mesuré et, éventuellement, de la décroissance radioactive entre le moment du prélèvement et celui de la mesure.

## 2.4 Conformité des instruments de mesure

Les instruments de mesure pour la radioprotection doivent être adaptés au type du ou des rayonnements à rechercher et doivent être compatibles avec les conditions de travail envisagées afin de permettre une interprétation correcte des résultats de la mesure. Les caractéristiques des instruments de mesure à prendre en compte sont notamment :

- la réponse en énergie ;
- la gamme de mesure en valeur intégrée et, le cas échéant, en débit ;
- la réponse angulaire ;
- la performance aux variations dues à l'environnement ;
- les éventuelles interférences, notamment avec des agents physiques, les champs électromagnétiques et leur influence sur les résultats des mesures.

En tout état de cause, les instruments répondant aux normes internationales (CEI), européennes ou françaises pertinentes en l'absence de normes européennes, sont réputées conformes aux exigences énoncées ci-dessus.

## 2.5 Modalités du contrôle des instruments et périodicité

Pour tous les instruments de mesure, les modalités de contrôle de bon fonctionnement, de contrôle périodique, de contrôle (**vérification**) périodique de l'étalonnage établies selon le type d'instrument sont fixées comme suit :

- a) Le contrôle de bon fonctionnement doit permettre à chaque utilisateur de vérifier l'alimentation électrique, la validité du mouvement propre et de s'assurer de l'adéquation de l'instrument de mesure avec les caractéristiques des champs de rayonnements rencontrés au poste de travail ;
- b) Le contrôle périodique peut être réalisé au moyen d'une source radioactive, externe ou incluse avec l'instrument de mesure ou avec un dispositif électronique adapté :
  - pour les appareils portables mesurant une activité (becquerels ou coups par seconde), de manière directe ou indirecte et n'ayant pas été utilisés depuis plus d'un mois, ce contrôle doit être effectué avant utilisation de l'instrument ;
  - la mesure donnée par l'appareil doit se situer dans l'intervalle des limites d'erreur tolérées ; - pour les appareils à commutation de gamme automatique ou manuelle, modifiant la nature du traitement du signal issu du ou des détecteurs, le contrôle est réalisé sur la ou les gammes les plus fréquemment utilisées ;

Les sources utilisées ne sont pas obligatoirement des sources étalons. C'est évidemment préférable d'avoir une source radioactive se rapprochant de ces standards, pour avoir une valeur pouvant se retrouver dans les limites d'erreurs tolérées.

c) Le contrôle (**vérification**) périodique de l'étalonnage doit être effectuée a minima par un organisme dont le système qualité est conforme aux normes ISO 9001 ou ISO 9002, version 2000, ou de la ou des normes susceptibles de les remplacer. Sont réputés satisfaire à ces dispositions les organismes conformes à la norme ISO/CEI 17025, ou bénéficiant d'une accréditation du comité français d'accréditation (COFRAC) ou d'organismes signataires de l'accord multilatéral de reconnaissance mutuelle dénommé « Accord de coopération européen pour l'accréditation ». Les résultats de ces contrôles sont consignés dans le rapport défini à l'article 3 du présent arrêté.

Les sources de rayonnements utilisées pour ce contrôle doivent être des sources étalons.

Toute opération de maintenance corrective importante, notamment sur le système de détection, doit systématiquement être associée à une opération de contrôle de l'étalonnage.

Nous avons choisi de ne pas imposer une accréditation COFRAC mais d'avoir quand même un référentiel « qualité » pour réaliser les vérifications périodiques d'étalonnage.

### Annexe 3

#### Fréquences des contrôles internes et externes

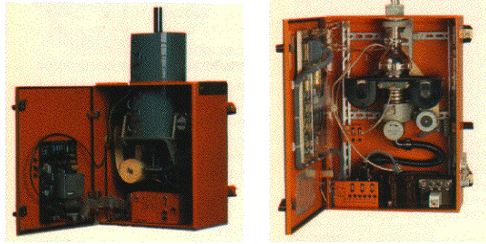
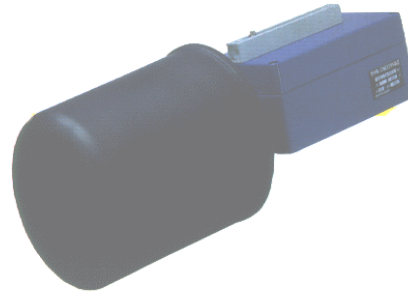
Tableau n° 3 : périodicité des contrôles internes des instruments de mesure et des dispositifs de protection et d'alarme

Type de contrôle	Périodicité des contrôle internes	Installations visées
Contrôle périodique (cf. annexe 2-5b)	Annuelle Et Avant utilisation de l'instrument si celui-ci n'a pas été employé depuis plus d'un mois	Toutes installations,
Contrôle périodique de l'étalonnage (cf. annexe 2-5c) :	Instrument de mesure équipé d'une vérification permanente de bon fonctionnement	IRSN et organismes agréés
	Instrument de mesure sans vérification permanente de bon fonctionnement	
	Instrument de dosimétrie individuelle opérationnelle	

Les appareils équipés de systèmes de test électronique ou de test par le biais d'une source radioactive incluse dans l'appareil feront l'objet d'une vérification périodique de l'étalonnage tous les 5 ans.

Quelques exemples d'appareils :

Une chambre d'ionisation installée à poste fixe en installation nucléaire et reliée à un tableau de contrôle des rayonnements fera l'objet d'une vérification périodique de l'étalonnage tous les 5 ans.



Un capteur de contamination installé à poste fixe en installation nucléaire et reliée à un tableau de contrôle des rayonnements fera l'objet d'une vérification périodique de l'étalonnage tous les 5 ans.

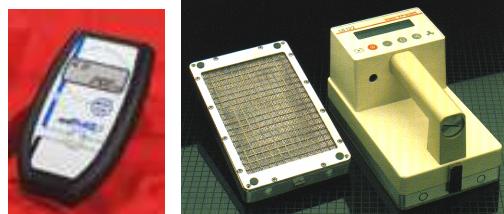
Un portique de contrôle en sortie d'hôpital installé à poste fixe et relié à un tableau de contrôle des rayonnements (signalisation permanente des alarmes et des dysfonctionnements) fera l'objet d'une vérification périodique de l'étalonnage tous les 5 ans.



Les appareils de spectrométrie portable équipés d'une source interne feront l'objet d'une vérification périodique de l'étalonnage tous les 5 ans.



Un appareil portatif de mesure de contamination sans source interne et sans système de contrôle électronique fera l'objet d'une vérification périodique de l'étalonnage tous les 3 ans.





Un appareil portatif de mesure de débit de dose sans source interne et sans système de contrôle électronique fera l'objet d'une vérification périodique de l'étalonnage tous les 3 ans.

Un portique de contrôle mobile sans système de contrôle fera l'objet d'une vérification périodique de l'étalonnage tous les 3ans.



Les dosimètres opérationnels feront l'objet d'une vérification périodique de l'étalonnage tous les ans.