
**Sources de référence destinées à
l'étalonnage de contrôleurs de
contamination de surface —**

Partie 2:

**Électrons d'énergie inférieure à 0,15 MeV et
photons d'énergie inférieure à 1,5 MeV**

iTeh STANDARD REVIEW
(standards.iteh.ai)

Reference sources for the calibration of surface contamination monitors —

*Part 2: Electrons of energy less than 0,15 MeV and photons of energy less
than 1,5 MeV*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5b4ef959-bc7c-43d1-821f-aaf6fe1408f2/iso-8769-2-1996>



Sommaire	Page
1 Domaine d'application.....	1
2 Références normatives.....	1
3 Définitions	2
4 Traçabilité des sources de référence	2
5 Spécification des sources.....	3
6 Instruments de transfert.....	7
Annexes	
A Sources de référence émettrices d'électrons d'énergie inférieure à 0,15 MeV et de photons d'énergie inférieure à 1,5 MeV	8
B Bibliographie.....	10

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 8769-2:1996

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5b4ef959-bc7c-43d1-821f-aaf6fe1408f2/iso-8769-2-1996>

© ISO 1996

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse
Internet central@isocs.iso.ch
X.400 c=ch; a=400net; p=iso; o=isocs; s=central

Imprimé en Suisse

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 8769-2 a été élaborée par le comité technique ISO 85, *Energie nucléaire*, sous-comité SC 2, *Radioprotection*.

L'ISO 8769 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Sources de référence destinées à l'étalonnage de contrôleurs de contamination de surface* -

Partie 1: Sources de tritium

Partie 2: Electrons d'énergie inférieure à 0,15 MeV et photons d'énergie inférieure à 1,5 MeV

Les annexes A et B de la présente partie de l'ISO 8769 sont données uniquement à titre d'information.

[ISO 8769-2:1996](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5b4ef959-bc7c-43d1-821f-aaf6fe1408f2/iso-8769-2-1996)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5b4ef959-bc7c-43d1-821f-aaf6fe1408f2/iso-8769-2-1996>

Introduction

La contamination radioactive des surfaces peut provenir d'écoulements, d'éclaboussures ou de fuites de sources non scellées. Cette contamination peut présenter les risques suivants pour la santé:

- a) exposition externe de parties du corps à proximité de la surface;
- b) exposition interne due à l'inhalation, l'ingestion, absorption ou passage dans l'organisme par l'intermédiaire de blessures de substances radioactives issues de la surface contaminée.

Le besoin d'une surveillance efficace de la contamination de surface est reconnue depuis longtemps (voir réf. [1] et [2]). La contamination de surface est quantifiée en termes d'activité surfacique. Cette dernière grandeur sert à définir des "limites dérivées", c'est à dire des limites maximales de contamination de surface. Le principe des limites dérivées est contenu dans les recommandations de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) (réf. [3] et [4]). La présente partie de l'ISO 8769 est née du besoin de sources de référence normalisées pour l'étalonnage des contrôleurs de contamination de surface. L'utilisation de telles sources de référence est demandée notamment dans l'ISO 7503-1, l'ISO 7503-2 et l'ISO 7503-3.

Bien que les textes réglementaires se réfèrent à la contamination de surface en termes d'activité surfacique, la réponse des instruments de contrôle est directement liée au rayonnement émis par la surface, plutôt qu'à l'activité superficielle ou interne à celle-ci. La relation entre le flux d'émission de surface et l'activité est liée au schéma de désintégration du radionucléide concerné, c'est-à-dire le nombre et à la nature des rayonnements émis par décroissance ou transitions. De plus, le flux d'émission de surface dépendra des propriétés d'absorption et de diffusion de la surface concernée et certaines hypothèses devront être établies concernant la relation liant le flux d'émission de surface et l'activité. Ceci est particulièrement important dans le cas du tritium où la nature de la technique de fabrication peut donner lieu à des rapports flux d'émission / activité qui diffèrent d'un ou de plusieurs ordres de grandeur. L'ISO 7503-1, l'ISO 7503-2 et l'ISO 7503-3 proposent des facteurs applicables lors de la mesure de surfaces contaminées en l'absence d'informations plus précises.

Dans la présente partie de l'ISO 8769, les sources d'étalonnage sont caractérisées en termes de flux d'émission surfacique. La traçabilité des sources d'étalonnage aux étalons nationaux est réalisée par l'intermédiaire d'instruments de transfert.

Les problèmes particuliers liés à la mesure de radioéléments se transformant par capture électronique et par transitions isomériques sont discutés dans l'annexe A.

Sources de référence destinées à l'étalonnage de contrôleurs de contamination de surface - Partie 2: Électrons d'énergie inférieure à 0,15 MeV et photons d'énergie inférieure à 1,5 MeV

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 8769 définit les caractéristiques de sources de référence permettant l'étalonnage de contrôleurs de contamination de surface, traçables à des étalons nationaux de mesure. Elle se rapporte à une gamme de sources émettrices d'électrons d'énergie inférieure à 0,15 MeV et de photons d'énergie inférieure à 1,5 MeV, destinées à l'étalonnage de contrôleurs utilisés pour la mesure de radioéléments se désintégrant par capture électronique et par transitions isomériques; les sources émettrices d'électrons seront utilisées pour l'étalonnage de détecteurs de tritium et autres émetteurs bêta de basse énergie. La présente partie de l'ISO 8769 ne décrit pas les modes opératoires qu'impliquent l'utilisation de telles sources de références pour l'étalonnage des contrôleurs de contamination surfacique. De telles procédures sont précisées dans l'ISO 7503-2 et l'ISO 7503 -3.

La présente partie de l'ISO 8769 spécifie les rayonnements de référence permettant l'étalonnage de contrôleurs de contamination de surface matérialisée sous la forme de sources de grande surface caractérisées en terme de flux d'émission de surface photonique ou électronique. La mesure de cette grandeur doit être traçable aux étalons nationaux. Puisque quelques unes des sources proposées dans ce document sont équipées de filtres, celles-ci doivent être considérées comme sources de photons et d'électrons d'énergie particulière et non comme de sources d'un radionucléide particulier. Par exemple, une source d' ^{241}Am munie du filtre recommandé n'émet pas les particules alpha et les raies X_L de basse énergie associé à la décroissance radioactive. Une valeur nominale de l'activité de la source peut être exigée pour des raisons réglementaires, elle est donc incluse dans ce document.

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de l'ISO 8769. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente partie de l'ISO 8769 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 921: – ¹⁾, *Energie nucléaire - Vocabulaire.*

ISO 7503-1:1988, *Evaluation de la contamination de surface - Partie 1: Emetteurs bêta (énergie bêta maximale supérieure à 0,15 MeV) et émetteurs alpha.*

ISO 7503-2:1988, *Evaluation de la contamination de surface - Partie 2: Contamination de surface par le tritium.*

ISO 7503-3: – ²⁾, *Evaluation de la contamination de surface - Partie 3: Emetteurs gamma pur (émetteurs à transition isomérique et capture électronique), émetteurs bêta basse énergie (énergie bêta maximale inférieure à 0,15 MeV).*

ISO 8769-1: – ²⁾, *Sources de référence destinées à l'étalonnage de contrôleurs de contamination de surface - Partie 1: Sources de tritium..*

CEI 50 (391):1975, *Vocabulaire Electrotechnique International - Chapitre 391: Détection et mesure par voie électrique des rayonnement ionisants.*

CEI 50 (392):1976, *Vocabulaire Electrotechnique International - Chapitre 392: Instrumentation nucléaire - Complément au chapitre 391.*

CEI 325:1981, *Contaminamètres et moniteurs de contamination alpha, bêta, alpha-bêta.*

1) A publier. (Révision de l'ISO 921:1972)

2) A publier.

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 8769, les définitions données dans l'ISO 921, dans la CEI 50 (391) et la CEI 50 (392), ainsi que les définitions suivantes sont applicables.

NOTE – Toutes les incertitudes citées dans la présente partie de l'ISO 8769 sont exprimées au niveau d'un écart-type; pour l'incertitude globale, voir réf. [5].

3.1 flux d'émission de surface: (d'une source): Nombre de particules ou photons, d'une nature donnée, possédant une énergie supérieure à une énergie donnée, émergeant de la surface de la source ou de sa fenêtre, par unité de temps.

3.2 efficacité d'un instrument: (d'un instrument de transfert de référence): Dans des conditions géométriques spécifiées par rapport à une source, rapport entre la lecture nette (coups par unité de temps) de l'instrument et le flux d'émission de surface d'une source (particules ou photons émis par unité de temps).

NOTE - L'efficacité d'un instrument dépend de l'énergie des rayonnements émis par la source.

3.3 efficacité de la source: Rapport entre le flux d'émission de surface et le nombre de particules du même type engendrées ou libérées à l'intérieur de la source par unité de temps.

NOTE - L'efficacité d'une source sera affectée par l'auto-absorption et la rétrodiffusion.

3.4 auto-absorption (d'une source): Absorption du rayonnement qui se produit dans la matière même de la source.

3.5 traçabilité : Notion liée à la détermination d'un étalonnage correct d'un instrument de mesure ou d'un étalon de mesurage, par une comparaison pas à pas à des étalons d'un niveau supérieur, pour parvenir à un étalon accepté ou spécifié. En général, la notion de traçabilité implique la référence éventuelle à un étalon national ou international approprié (en supposant qu'il y ait de la documentation et l'utilisation des laboratoires agréés)

3.6 uniformité : L'uniformité de surface par rapport à une propriété donnée, exprimée sous la forme d'une grandeur mesurée par unité de surface, est une indication de la reproductibilité de cette propriété sur la surface.

Pour spécifier l'uniformité d'une source, par rapport à son flux d'émission de surface par unité de surface, la source doit être considérée comme étant formée d'un nombre de parts de surfaces égales. L'uniformité doit alors être spécifiée comme étant l'écart type estimé des mesures des portions individuelles autour de la valeur moyenne obtenue pour toute la surface, exprimée en pourcentage de la valeur moyenne. L'aire des parts doit être inférieure ou égale à 10 cm².

L'uniformité peut être mesurée en plaçant un masque plan entre la source et le compteur. Le masque doit avoir une ouverture d'une taille appropriée et une épaisseur suffisante pour absorber les particules et les photons émis d'énergie maximale. Des précautions doivent être prises pour s'assurer d'utiliser toujours la même zone de détection du compteur afin de minimiser les effets d'une possible réponse non uniforme du compteur.

4 Traçabilité des sources de référence

Le plan suivant est proposé pour garantir que les étalons utilisés dans le domaine de l'étalonnage des contrôleurs de contamination de surface seront reliés aux étalons nationaux par le biais d'une chaîne de traçabilité clairement définie et faisant appel à des sources de référence et des instruments de transfert.

Les sources de référence se répartiront en deux catégories:

Catégorie 1 : sources de référence qui doivent avoir été étalonnées directement en termes de flux d'émission de surface, dans un laboratoire national de métrologie.

Catégorie 2 : sources de référence qui doivent avoir été étalonnées dans un laboratoire agréé, en terme de flux d'émission de surface, à l'aide d'un instrument de transfert de référence dont on a mesuré l'efficacité par étalonnage avec une source de référence de catégorie 1, constituée du même radionucléide et de conception d'ensemble identique, utilisant la même géométrie.

Les laboratoires nationaux de métrologie doivent, à leur discrétion, permettre que des sources de catégorie 1 d'un domaine spécifié de radionucléides soient certifiées par leurs soins ³⁾. Le flux d'émission de surface d'une source de référence de catégorie 1 devrait être mesuré soit par des méthodes absolues, soit en utilisant un instrument ayant été étalonné en employant des sources mesurées de manière absolue. L'activité d'une source de catégorie 1 devra avoir été mesurée par le fabricant d'une manière acceptable par le laboratoire national de métrologie.

Les organismes qui ont besoin de procéder à des essais de type des contrôleurs de contamination surfacique doivent avoir accès à des sources de référence appropriées de catégorie 1 ou 2. Ceux qui ont besoin d'étalonner de tels instruments devront avoir accès à des sources de référence identiques ou à des sources de travail. Le rôle des sources de travail est d'étalonner les sondes de contamination de surface sur le terrain. Elles ne doivent pas être confondues avec les sources de contrôle qui sont seulement conçues pour vérifier si un contrôleur est en état de fonctionner.

Les organismes qui ont besoin de fournir des sources de travail pour l'étalonnage de routine régulier des contrôleurs de la contamination surfacique doivent avoir accès à un instrument de transfert de référence, au moyen duquel ils étalonneront de telles sources en terme de flux d'émission de surface par rapport à une source de référence de catégorie 1 ou 2. Si la source de travail doit être utilisée dans un gabarit ou dans une géométrie particulière, l'instrument de transfert de référence sur lequel est mesuré le flux d'émission de surface doit avoir été étalonné à partir d'une source de référence, dans des conditions opératoires et géométriques identiques. Par ailleurs, il doit être possible d'ôter la source de travail du gabarit, de façon à pouvoir la mesurer selon la pratique courante. Lorsque quelques contrôleurs seulement nécessitent un étalonnage ou lorsqu'un étalonnage très précis est requis, il est possible d'utiliser des sources de référence de catégorie 1 ou 2 en tant que sources de travail.

5 Spécification des sources

ITeH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

5.1 Généralités

Il est recommandé que les sources soient planes et constituées d'un support possédant un radionucléide donné, déposé sur ou incorporé dans l'une de ses faces seulement. Les sources de photons doivent posséder un filtre en accord avec la tableau 2. <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5b4ef959-bc7c-43d1-821f-aaf6e1408f2/iso-8769-2-1996>

5.2 Sources de référence de catégorie 1

5.2.1 Spécifications générales

Dans un souci de conformité à la présente partie de l'ISO 8769, les sources de référence de catégorie 1 doivent être planes et constituées d'un support conducteur. Sur une des faces est incorporée ou déposée la substance radioactive de telle sorte que le phénomène d'auto-absorption ⁴⁾ soit minimisé. La surface active doit être au moins de 10⁴ mm², une taille recommandée étant de 100 mm x 100 mm.

Les sources émettrices de photons doivent inclure une filtration spécifiée au tableau 2. D'une manière générale, les filtres devraient faire partie intégrante de la source; ils ne devraient pas être démontables. La surface du filtre doit être choisie de telle manière que celle-ci dépasse au moins de 10 mm la surface active de la source. L'épaisseur massique du filtre ne doit pas s'écarter de $\pm 10\%$ de la valeur spécifiée au tableau 2. L'uniformité de l'épaisseur massique du filtre doit être meilleure que $\pm 3\%$.

Le matériau constitutif du support devrait être choisi de telle manière que celui-ci minimise sa contribution au phénomène de rétrodiffusion des photons. Le matériau recommandé est l'aluminium en 3 mm d'épaisseur. L'épaisseur massique du matériau support ne doit pas excéder $\pm 10\%$ de la valeur indiquée dans le certificat. L'uniformité de l'épaisseur massique du matériau support doit être meilleure que $\pm 3\%$. La surface du matériau

3) Il est probable que certains pays reconnaissent comme référence, une source de catégorie 1 certifiée par un laboratoire national de métrologie d'un autre pays.

4) Du point de vue de l'activité, les sources bêta sont sensées être les plus proches possibles d'une source idéalement fine (voir réf. [2]). Quoi qu'il en soit, il est reconnu que pour les émetteurs bêta de basse énergie proposés dans réf. [2], le phénomène d'auto-absorption est loin d'être négligeable.

support doit être supérieure à la surface active de manière que le phénomène de rétrodiffusion soit uniforme sur la totalité de cette surface. Il est recommandé de choisir la surface de matériau support telle que celle-ci ménage un bord inactif de 10 mm au delà de la surface active de la source.

Un certificat d'étalonnage délivré par un laboratoire national de métrologie doit accompagner chaque source. Le certificat doit faire état des renseignements suivants:

- a) radionucléide et période;
- b) constitution de la source, avec des informations sur les matériaux utilisés, notamment les épaisseurs du filtre et du matériau support;
- c) nature et épaisseur du substrat sur lequel la source est placée lors de la mesure du flux d'émission de surface ainsi qu'épaisseur de toute couche d'air intermédiaire;
- d) flux d'émission de surface, son incertitude associée, uniformité, date de référence;
- e) nature des émissions (électrons ou photons);
- f) surface active de la source;
- g) pour les émetteurs bêta, énergie maximale ($E_{\beta\max}$) du radionucléide;
- h) pour les émetteurs photoniques, la valeur approximative de l'énergie photonique moyenne (voir tableau 2) attachée à la valeur du flux d'émission de surface (ceci doit inclure la contribution totale Compton);
- i) numéro d'identification de la source;
- j) catégorie de la source;
- k) activité nominale.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5b4ef959-bc7c-43d1-821f-aaf6e1408f2/iso-8769-2-1996>

NOTE – L'organisme compétent pour la certification de la source peut ne pas être capable de mesurer ou de vérifier certaines des informations demandées ci-dessus. Dans ce cas, il ne peut que répéter les informations données par le constructeur de la source. Par exemple, si le filtre est inamovible, l'organisme compétent ne peut pas vérifier l'épaisseur et la nature de celui-ci. Par conséquent le certificat indiquera la nature de l'information qui a été déterminée directement par l'organisme délivrant le certificat et la source de l'information qui n'a pas été déterminée par lui.

Les informations suivantes doivent clairement apparaître sur la source elle-même:

- a) le radionucléide;
- b) le numéro d'identification de la source;
- c) l'activité nominale.

Les constructeurs peuvent donner de plus amples informations.

5.2.2 Flux d'émission de surface

Le niveau d'activité d'une source de référence de catégorie 1 de dimension recommandée doit être tel que celui-ci induise un flux d'émission de surface de 2 000 s⁻¹ à 10 000 s⁻¹ de manière à être en adéquation avec le niveau bruit de fond, l'erreur statistique et l'erreur sur le temps mort. Le flux d'émission de surface sera déterminé par un laboratoire national de métrologie avec une incertitude n'excédant pas $\pm 5\%$ pour les sources d'émetteurs bêta et $\pm 10\%$ pour les sources émettrices de photons.

NOTE – Toutes les incertitudes citées dans la présente partie de l'ISO 8769 sont exprimées au niveau d'un écart-type; pour l'incertitude globale, voir réf. [5].

5.2.3 Uniformité

En ce qui concerne le flux d'émission de surface, l'uniformité des sources de référence de catégorie 1 doit être meilleure que $\pm 10\%$.

5.2.4 Sources recommandées

Les sources de référence émettrice bêta de catégorie 1 doivent être préparées à l'aide des radionucléides du tableau 1. Les sources de référence émettrices de photons de catégorie 1 doivent être préparées à l'aide des radionucléides et les filtres du tableau 2. Les filtres spécifiés sont des composants essentiels des sources; leurs justifications sont décrites en annexe A.

Tableau 1 –Caractéristiques des radionucléides utilisés pour les sources émettrice bêta

Radionucléide	Période années ($\pm 2\%$)	Energie maximale, $E_{\beta\max}$ keV
^3H	12,3	19
^{63}Ni	100	66

iTeh STANDARD PREVIEW

Tableau 2 –Caractéristiques et filtres additionnels des sources émettrices de photons

Energie approximative photonique moyenne * keV	Période années ($\pm 1\%$)	Radionucléide et filtre **
5,9	2,7	^{55}Fe (sans)
16	87,7	^{238}Pu avec un filtre en zirconium de $32,5 \text{ mg}\cdot\text{cm}^{-2}$
32	$1,57 \times 10^7$	^{129}I avec un filtre en aluminium de $81 \text{ mg}\cdot\text{cm}^{-2}$
60	432	^{241}Am avec un filtre en acier inox de $200 \text{ mg}\cdot\text{cm}^{-2}$
124	0,74	^{57}Co avec un filtre en acier inox de $200 \text{ mg}\cdot\text{cm}^{-2}$
600	30,2	^{137}Cs avec un filtre en acier inox de $800 \text{ mg}\cdot\text{cm}^{-2}$
1200	5,27	^{60}Co avec un filtre en aluminium de $81 \text{ mg}\cdot\text{cm}^{-2}$

NOTE — Il convient de noter qu'il s'agit ici de sources de photons ou d'électrons appartenant à une gamme d'énergie particulière et non de sources d'un radionucléide particulier.

*) L'énergie approximative photonique moyenne est égale à $(\sum n_i E_i) / \sum n_i$, où n_i est le nombre de photons émis par la source possédant une énergie E_i .

***) L'acier inoxydable utilisé ici est celui qui possède la composition chimique suivante: 72 % Fe, 18 % Cr et 10 % Ni.