

---

---

**Sources de référence — Étalonnage  
des contrôleurs de contamination  
de surface — Émetteurs alpha, bêta  
et photoniques**

*Reference sources — Calibration of surface contamination monitors —  
Alpha-, beta- and photon emitters*

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 8769:2010](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/44562a87-4be5-4e8e-8ef6-a9adf0c6c47c/iso-8769-2010)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/44562a87-4be5-4e8e-8ef6-  
a9adf0c6c47c/iso-8769-2010](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/44562a87-4be5-4e8e-8ef6-a9adf0c6c47c/iso-8769-2010)



**PDF – Exonération de responsabilité**

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 8769:2010](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/44562a87-4be5-4e8e-8ef6-a9adf0c6c47c/iso-8769-2010)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/44562a87-4be5-4e8e-8ef6-a9adf0c6c47c/iso-8769-2010>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2010

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'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 41 22 749 01 11  
Fax + 41 22 749 09 47  
E-mail [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos .....	iv
Introduction.....	v
1 <b>Domaine d'application</b> .....	1
2 <b>Références normatives</b> .....	1
3 <b>Termes et définitions</b> .....	2
4 <b>Traçabilité des sources de référence</b> .....	3
5 <b>Spécification des sources de calibration</b> .....	4
5.1 <b>Généralités</b> .....	4
5.2 <b>Sources de référence de Catégorie 1</b> .....	5
5.3 <b>Sources de référence de Catégorie 2</b> .....	8
5.4 <b>Sources de travail</b> .....	8
6 <b>Instruments de transfert de référence</b> .....	9
6.1 <b>Instrument de transfert de référence pour les sources alpha et bêta</b> .....	9
6.2 <b>Instrument de transfert de référence pour les sources photoniques</b> .....	9
6.3 <b>Étalonnage</b> .....	10
<b>Annexe A (normative) Considérations particulières relatives aux sources de référence émettrices d'électrons d'énergie inférieure à 0,15 MeV et de photons d'énergie inférieure à 1,5 MeV</b> .....	11
<b>Bibliographie</b> .....	13

[ISO 8769:2010](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/44562a87-4be5-4e8e-8ef6-a9adff0c6c47c/iso-8769-2010)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/44562a87-4be5-4e8e-8ef6-a9adff0c6c47c/iso-8769-2010>

## 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 Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. 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.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'ISO 8769 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 85, *Énergie nucléaire*, sous-comité SC 2, *Radioprotection*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 8769:1988) et la première édition de l'ISO 8769-2:1996, qui ont fait l'objet d'une révision technique.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**  
ISO 8769:2010  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/44562a87-4be5-4e8e-8ef6-a9adf0c6c47c/iso-8769-2010>

## Introduction

La contamination radioactive des surfaces peut résulter d'écoulements, d'éclaboussures ou de fuites de sources non scellées ou de la rupture ou perte d'intégrité de sources scellées et peut présenter les risques suivants pour la santé:

- a) exposition externe de parties du corps à proximité de la surface;
- b) inhalation, ingestion ou passage dans l'organisme par des blessures, de matières radioactives libérées par la surface.

La nécessité d'une surveillance efficace de la contamination de surface est reconnue depuis longtemps, voir les Références [1] et [2]. La contamination de surface est quantifiée en termes d'activité surfacique. Cette grandeur est normalement utilisée pour spécifier des «limites dérivées», c'est-à-dire les limites maximales de contamination de surface. Ces limites sont fondées sur des considérations liées à la protection contre les rayonnements et ont été déduites des valeurs limites d'équivalent de dose ou d'incorporation, telles que les recommande la Commission internationale de protection contre les radiations (CIPR), voir les Références [3] et [4]. Les limites dérivées figurent dans de nombreux textes réglementaires nationaux et internationaux qui se rapportent spécifiquement à la surveillance de la contamination des surfaces.

La présente Norme internationale est née du besoin de sources de référence normalisées dans les Normes internationales traitant de l'étalonnage des contrôleurs de contamination de surface.

Alors que les textes réglementaires se réfèrent à la contamination de surface en termes d'activité surfacique, la réponse des instruments de surveillance est directement liée au rayonnement émis par la surface, plutôt qu'à l'activité superficielle ou interne de la surface. Compte tenu des variations des propriétés d'absorption et de diffusion des surfaces réelles, on ne peut supposer qu'il existe généralement une relation simple et connue entre le flux d'émission de surface et l'activité surfacique. Le besoin de sources de référence spécifiées principalement en termes de flux d'émission de surface aussi bien que d'activité est donc patent. Un système d'instruments de transfert de référence permet la traçabilité des sources de référence aux étalons nationaux ou internationaux.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 8769:2010

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/44562a87-4be5-4e8e-8ef6-a9adf0c6c47c/iso-8769-2010>

# Sources de référence — Étalonnage des contrôleurs de contamination de surface — Émetteurs alpha, bêta et photoniques

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les caractéristiques de sources de référence de contamination de surface radioactive, traçables à des étalons nationaux de mesure, permettant l'étalonnage des contrôleurs de contamination de surface. Elle se rapporte aux émetteurs alpha, aux émetteurs bêta et aux émetteurs de photons dont l'énergie photonique maximale est inférieure ou égale à 1,5 MeV. Elle ne décrit pas les modes opératoires qu'implique l'utilisation de ces sources de référence pour l'étalonnage des contrôleurs de contamination de surface. Ces modes opératoires sont spécifiés dans la CEI 60325 et la CEI 62363 et dans d'autres documents.

NOTE Étant donné que certaines des sources photoniques proposées sont équipées de filtres, ces sources doivent être considérées comme des sources de photons d'un domaine d'énergie particulier et non comme des sources d'un radionucléide particulier. Par exemple, une source d' $^{241}\text{Am}$  munie du filtre recommandé n'émet pas les particules alpha ou les photons X de basse énergie, L, associés à la décroissance radioactive du radionucléide. Elle est conçue pour être une source émettant des photons ayant une énergie moyenne d'environ 60 keV.

La présente Norme internationale spécifie également des rayonnements de référence pour l'étalonnage des contrôleurs de contamination de surface provenant de sources de grande surface convenablement spécifiées et caractérisées, sans exception, en termes de flux d'émission de surface, l'évaluation de ces grandeurs étant traçable à des étalons nationaux.

## 2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 921, *Énergie nucléaire — Vocabulaire*

ISO/CEI 17025, *Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais*

Guide ISO/CEI 98-3, *Incertitude de mesure — Partie 3: Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM:1995)*

CEI 60325, *Instrumentation pour la radioprotection — Contaminamètres et moniteurs de contamination alpha, bêta et alpha/bêta (énergie des bêta > 60 keV)*

CEI 60050-394, *Vocabulaire Électrotechnique International — Partie 394: Instrumentation nucléaire — Instruments, systèmes, équipements et détecteurs*

CEI 62363, *Instrumentation pour la radioprotection — Appareils portables de mesure et de surveillance de la contamination par des photons*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 921 et la CEI 60050-394 ainsi que les suivants s'appliquent.

**3.1**  
**activité**  
(d'une quantité d'un radionucléide dans un état énergétique donné, à un instant donné) quotient de l'espérance mathématique du nombre de transitions nucléaires spontanées,  $dN$ , à partir de cet état énergétique dans l'intervalle de temps,  $dt$

NOTE Unité SI:  $s^{-1}$ . L'unité SI d'activité est le becquerel, Bq ( $1 \text{ Bq} = 1 \text{ s}^{-1}$ ).

**3.2**  
**flux d'émission de surface**  
(d'une source) nombre de particules ou de photons d'une catégorie donnée qui dépassent une énergie donnée émergeant de la face de la source ou de sa fenêtre, par unité de temps

**3.3**  
**épaisseur de couche à saturation**  
(d'une source faite d'un matériau radioactif homogène) épaisseur du milieu qui est égale au parcours maximal du rayonnement particulaire spécifié

**3.4**  
**efficacité d'un instrument**  
rapport entre la lecture corrigée de l'instrument (coups par unité de temps après soustraction du bruit de fond) et le flux d'émission de surface de la source (particules émises par unité de temps), dans des conditions géométriques spécifiées par rapport à une source

NOTE L'efficacité d'un instrument dépend de l'énergie des rayonnements émis par la source, de la surface de la source et de la surface de la fenêtre d'entrée du détecteur.

**3.5**  
**auto-absorption**  
(d'une source) absorption d'un rayonnement qui se produit dans la matière même de la source

**3.6**  
**traçabilité**  
propriété du résultat d'une mesure ou valeur d'un étalon par laquelle elle peut être reliée à des références données, généralement des étalons nationaux ou internationaux, par une chaîne ininterrompue de comparaisons ayant toutes des incertitudes données

**3.7**  
**incertitude**  
sauf indication contraire, incertitude-type ( $k = 1$ )

NOTE Les incertitudes sont traitées conformément au Guide ISO/CEI 98-3 pour l'expression de l'incertitude de mesure.

**3.8**  
**uniformité**  
(d'une surface par rapport à une propriété donnée, exprimée sous la forme d'une grandeur mesurée par unité de surface) indication de la reproductibilité de cette propriété sur la surface

## 4 Traçabilité des sources de référence

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

Les sources de référence se répartissent en deux catégories:

- **Catégorie 1:** sources de référence qui doivent avoir été étalonnées directement en termes de flux d'émission de surface, par un institut national ou international de métrologie;
- **Catégorie 2:** sources de référence qui doivent avoir été étalonnées, en termes 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, comprenant le même radionucléide et de conception d'ensemble identique utilisant la même géométrie, dans un laboratoire agréé conformément à l'ISO 17025 pour de telles mesures.

Les instituts nationaux de métrologie doivent, à leur discrétion, disposer des moyens leur permettant de certifier des sources de référence de Catégorie 1 d'un domaine spécifié de radionucléides. Pour les pays signataires de l'Accord de Reconnaissance Mutuelle (ARM), un certificat d'étalonnage établi par un autre institut participant d'un deuxième pays est reconnu valable dans le premier pays pour les grandeurs, les domaines et les incertitudes de mesure spécifiés à l'Annexe C de l'ARM.

Le flux d'émission de surface des sources de référence de Catégorie 1 doit être mesuré soit par des méthodes absolues faisant appel, par exemple, à un compteur proportionnel à circulation de gaz sans fenêtre, soit en utilisant un instrument ayant été étalonné en employant des sources mesurées par une méthode absolue.

L'activité des sources de référence de Catégorie 1 doit être déduite par le fabricant d'une manière qui donne des résultats directement traçables à l'unité SI d'activité (le becquerel). Le fabricant doit mettre à la disposition des acheteurs les informations relatives à la méthode de détermination de l'activité, sa validation et les incertitudes associées à cette mesure.

Les organismes qui doivent procéder à des essais de type et étalonner des instruments destinés à la surveillance de la contamination radioactive de surface doivent avoir accès à des sources de référence appropriées de Catégorie 1 ou 2. Le rôle des sources de travail est de vérifier l'étalonnage des contrôleurs de contamination de surface sur place. Elles ne doivent pas être confondues avec les sources de contrôle qui sont seulement conçues pour tester si un contrôleur est en état de fonctionnement.

Les organismes qui doivent fournir des sources types de travail pour la confirmation régulière de l'étalonnage de leurs instruments de surveillance de la contamination de surface doivent avoir accès à un instrument de transfert de référence permettant l'étalonnage de telles sources en termes 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 position géométrique 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, la source de travail doit pouvoir être retirée du gabarit de façon à pouvoir la mesurer selon la pratique courante. Lorsque seuls quelques contrôleurs de surface nécessitent un étalonnage ou lorsqu'une grande exactitude est requise, il est possible d'utiliser des sources de référence de Catégorie 1 ou 2 comme sources de travail: dans ces cas, la fréquence de réétalonnage doit être la même que celle des sources de travail. Les réglementations nationales peuvent exiger des étalonnages plus fréquents.

## 5 Spécification des sources de calibration

### 5.1 Généralités

Les sources de calibration de référence se répartissent en deux groupes.

- a) Les sources comprenant un support conducteur d'électricité sur lequel un radionucléide donné a été déposé de manière permanente ou incorporé sur une seule face. L'épaisseur du matériau support doit être suffisante pour empêcher l'émission du rayonnement particulaire à travers le support par le dos de la source.
- b) Les sources comprenant une couche de matière à l'intérieur de laquelle le radionucléide est uniformément réparti et dont l'épaisseur est au moins égale à l'épaisseur de la couche de saturation associée au rayonnement particulaire. Dans le cadre de la surveillance de la contamination de surface, l'activité de la source doit être consignée comme l'activité contenue dans une couche de surface d'épaisseur égale à l'épaisseur la couche de saturation.

Les sources émettant des photons doivent comporter des filtres conformément au Tableau 1.

Les sources types de référence doivent avoir une pureté en radionucléide adéquate. Il incombe au fabricant de déterminer et de consigner la pureté en radionucléide au niveau nécessaire pour garantir que l'utilisation de la source n'est pas compromise par les émissions d'une impureté. Au minimum, toutes les impuretés des radionucléides ayant une activité au moins égale à 1 % de l'activité du radionucléide principal doivent être déterminées et consignées dans le rapport. Pour les sources pouvant contenir des radionucléides sous la forme d'impuretés, il convient que les utilisateurs tiennent dûment compte du fait que le niveau relatif des impuretés varie dans le temps et peut avoir un effet significatif sur le flux d'émission de la source.

(standards.iteh.ai)

**Tableau 1 — Caractéristiques et filtres additionnels des sources émettrices de photons**

Énergie photonique moyenne approximative <sup>a</sup> keV	Période jours	Radionucléide et filtre <sup>b</sup>
5,9	$1,00 \times 10^3$	<sup>55</sup> Fe (sans)
16	$3,20 \times 10^4$	<sup>238</sup> Pu avec un filtre en zirconium de $32,5 \text{ mg}\cdot\text{cm}^{-2}$
32	$5,88 \times 10^9$	<sup>129</sup> I avec un filtre en aluminium de $81 \text{ mg}\cdot\text{cm}^{-2}$
60	$1,58 \times 10^5$	<sup>241</sup> Am avec un filtre en acier inoxydable de $200 \text{ mg}\cdot\text{cm}^{-2}$
124	272	<sup>57</sup> Co avec un filtre en acier inoxydable de $200 \text{ mg}\cdot\text{cm}^{-2}$
660	$1,10 \times 10^4$	<sup>137</sup> Cs avec un filtre en acier inoxydable de $800 \text{ mg}\cdot\text{cm}^{-2}$
1 250	$1,93 \times 10^3$	<sup>60</sup> Co avec un filtre en aluminium de $81 \text{ mg}\cdot\text{cm}^{-2}$

NOTE 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.

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

<sup>b</sup> Pour la présente Norme internationale, l'acier inoxydable est celui qui a la composition chimique suivante: 72 % Fe, 18 % Cr, 10 % Ni.

## 5.2 Sources de référence de Catégorie 1

### 5.2.1 Exigences générales

Pour se conformer aux exigences spécifiées dans la présente Norme internationale, les sources de référence de Catégorie 1 doivent être des sources planes composées d'un support en matériau conducteur d'électricité sur lequel la matière radioactive est déposée ou incorporée sur une face afin de réduire au minimum l'auto-absorption de la source et de maintenir la conductivité électrique de toute la surface active (voir note). La surface active doit être au moins égale à  $10^4$  mm<sup>2</sup>. Les dimensions recommandées sont de 100 mm × 100 mm et de 100 mm × 150 mm.

NOTE Une source de référence de Catégorie 1 est censée être aussi proche que possible d'une source «mince» idéale (voir la CEI 60325) par rapport à l'activité elle-même. Il est toutefois reconnu qu'avec des émetteurs alpha et des émetteurs bêta de basse énergie, l'autoabsorption est loin d'être négligeable. Le maintien de la conductivité électrique est nécessaire au bon fonctionnement des compteurs proportionnels sans fenêtre.

Il convient que l'épaisseur du matériau support permette de réduire au minimum la contribution du rayonnement rétrodiffusé, aussi bien particulaire que photonique. Le matériau support recommandé est l'aluminium d'une épaisseur de 3 mm. (Cette épaisseur est suffisante pour supprimer l'émission de particules à travers le support par le dos de la source, à l'exception des sources <sup>106</sup>Ru/Rh pour lesquelles il sera nécessaire d'augmenter l'épaisseur à 4,6 mm). La masse par unité de surface du matériau support ne doit pas dépasser de plus  $\pm 10$  % la valeur indiquée dans le certificat. Il convient que le matériau support soit d'une surface supérieure à la surface active de sorte que le phénomène de rétrodiffusion soit uniforme sur la totalité de la surface active. Il est recommandé de choisir la surface de matériau support de sorte que sa surface totale dépasse d'au moins 10 mm la périphérie de la surface active de la source.

Les sources émettrices de photons doivent inclure la filtration spécifiée au Tableau 1. Il convient normalement que les filtres fassent partie intégrante de la source et ne soient pas démontables. Il convient de choisir la surface du filtre de sorte qu'elle dépasse d'au moins 10 mm la surface active de la source. La masse par unité de surface du filtre ne doit pas dépasser de plus de  $\pm 10$  % la valeur spécifiée au Tableau 1.

Les sources doivent être accompagnées d'un certificat d'étalonnage fournissant les informations suivantes:

- a) radionucléide et sa période<sup>1)</sup>;
- b) numéro d'identification de la source;
- c) flux d'émission de surface, incertitude associée et date de référence;
- d) activité, calculée pour correspondre à la même date de référence que celle indiquée en c) ci-dessus, et incertitude associée;
- e) surface active et dimensions de la source, et incertitude associée;
- f) profondeur de la couche active, telle que mesurée depuis la face frontale de la couche active;
- g) nature, épaisseur, masse volumique et dimensions du substrat;
- h) nature, épaisseur, masse volumique et dimensions du filtre (le cas échéant);
- i) uniformité et tableau des flux d'émission relatifs de toutes les sous-parties individuelles indiquant la relation entre la position et le flux d'émission;
- j) catégorie de la source.

1) Les valeurs des périodes sont les valeurs à jour fournies par le groupe de travail Decay Data Evaluation Project (DDEP).