

---

---

**Mesurage de la radioactivité —  
Radionucléides émetteurs alpha,  
bêta et photoniques — Spécifications  
des étalons de référence pour  
l'étalonnage des contrôleurs de  
contamination de surface**

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)  
*Measurement of radioactivity — Alpha-, beta- and photon emitting  
radionuclides — Reference measurement standard specifications for  
the calibration of surface contamination monitors*

[ISO 8769:2020](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/97a759ca-2837-49db-9bb0-c99cf32864c3/iso-8769-2020)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/97a759ca-2837-49db-9bb0-  
c99cf32864c3/iso-8769-2020](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/97a759ca-2837-49db-9bb0-c99cf32864c3/iso-8769-2020)



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

ISO 8769:2020

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/97a759ca-2837-49db-9bb0-c99cf32864c3/iso-8769-2020>



### DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2020

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8  
CH-1214 Vernier, Genève  
Tél.: +41 22 749 01 11  
E-mail: [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

<b>Avant-propos</b> .....	<b>iv</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>v</b>
<b>1 Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3 Termes et définitions</b> .....	<b>1</b>
<b>4 Traçabilité des étalons de référence</b> .....	<b>3</b>
<b>5 Spécification des étalons de référence</b> .....	<b>4</b>
5.1 Généralités.....	4
5.2 Étalons de référence de Catégorie 1.....	5
5.2.1 Exigences générales.....	5
5.2.2 Activité et taux d'émission surfacique.....	6
5.2.3 Uniformité.....	7
5.2.4 Radionucléides.....	7
5.3 Étalons de référence de Catégorie 2.....	9
5.3.1 Exigences générales.....	9
5.3.2 Activité et taux d'émission surfacique.....	9
5.3.3 Uniformité.....	9
5.3.4 Radionucléides.....	9
5.4 Étalon de travail.....	10
5.4.1 Exigences générales.....	10
5.4.2 Activité et taux d'émission surfacique.....	10
5.4.3 Uniformité.....	10
5.4.4 Radionucléides.....	10
<b>6 Dispositifs de transfert</b> .....	<b>10</b>
6.1 Dispositif de transfert pour le rayonnement alpha et le rayonnement bêta.....	10
6.2 Dispositif de transfert pour le rayonnement photonique.....	11
6.3 Étalonnage.....	11
<b>Annexe A (informative) Considérations particulières relatives aux étalons de référence émetteurs d'électrons d'énergie inférieure à 0,15 MeV et de photons d'énergie inférieure à 1,5 MeV</b> .....	<b>12</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>14</b>

## 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 (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

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. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir [www.iso.org/brevets](http://www.iso.org/brevets)).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'OMC concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: [www.iso.org/iso/fr/foreword.html](http://www.iso.org/iso/fr/foreword.html).

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 85, *Énergie nucléaire, technologies nucléaires, et radioprotection*, sous-comité SC 2, *Radioprotection*.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition (ISO 8769:2016), qui a fait l'objet d'une révision technique. Les modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- adoption des termes «étalon de référence», «étalon de travail» et «dispositif de transfert» respectivement en lieu et place des termes «source de référence», «source de travail» et «instrument de transfert» afin d'assurer la cohérence avec les termes décrits dans le Vocabulaire international de métrologie ou l'ISO/IEC 17025<sup>[16]</sup>;
- 5.1 b): modification de «une couche de surface d'épaisseur égale à l'épaisseur de couche à saturation» en «une couche de surface d'épaisseur inférieure ou égale à l'épaisseur de couche à saturation»;
- 5.2.3 et 5.3.3: suppression de l'énoncé «moins son incertitude-type relative»;
- 5.4.3: ajout de l'exigence d'un nouveau mesurage de l'uniformité comme suit: «Si un changement significatif non imputable à la période est constaté lors du réétalonnage du taux d'émission surfacique, un nouveau mesurage de l'uniformité est nécessaire».

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse [www.iso.org/fr/members.html](http://www.iso.org/fr/members.html).

## Introduction

La contamination radioactive des surfaces peut résulter d'écoulements, d'éclaboussures ou de fuites de sources non scellées, ou encore de la rupture ou perte d'intégrité de sources scellées. Elle peut donner lieu à la propagation de la contamination, à la perte de contrôle de la qualité et peut présenter les risques suivants pour la santé:

- a) exposition externe de parties du corps à proximité de la surface contaminée;
- b) exposition interne par l'incorporation de matières radioactives émanant de la surface.

La nécessité d'une surveillance efficace de la contamination de surface est reconnue depuis longtemps; voir la Référence [1]. 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 radiologique et ont été déduites des valeurs limites d'équivalent de dose ou d'incorporation, telles que les recommande la Commission internationale de protection radiologique (CIPR); voir les Références [2] et [3]. Les limites dérivées figurent dans de nombreux textes réglementaires nationaux et internationaux qui se rapportent spécifiquement à la surveillance de la contamination des surfaces.

Le présent document est né du besoin d'étalons de référence 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, il ne peut être supposé qu'il existe généralement une relation simple et connue entre le taux d'émission surfacique et l'activité. Le besoin d'étalons de référence spécifiés principalement en termes de taux d'émission surfacique, mais aussi d'activité, est donc patent. La manière dont ces étalons sont utilisés et les protocoles d'étalonnage associés varient d'un pays à l'autre.

L'étalonnage d'un instrument en termes d'activité pour les types de surfaces habituellement rencontrées dans les situations de surveillance dépend des considérations suivantes:

- le mélange et les rapports des radionucléides surveillés;
- leurs types et les abondances des émissions;
- la nature de la surface;
- les profondeurs et les profils de distribution au sein de la surface;
- la dépendance de la fenêtre d'entrée de l'instrument vis-à-vis de l'atténuation spectrale;
- la distance entre la fenêtre d'entrée de l'instrument et la surface.

La déduction des facteurs d'étalonnage appropriés en termes d'activité est donc un processus très complexe qui ne relève pas du domaine d'application du présent document. L'ISO 7503 (toutes les parties)[5] fournit des recommandations appropriées relatives à ce processus. Toutefois, une certaine estimation de l'activité de l'étalon de référence est nécessaire à des fins de sécurité radiologique en général, telles que la manipulation, les essais d'étanchéité, le blindage, le conditionnement et le transport. Il s'agit d'une question générique qui concerne toutes les sources radioactives quel que soit leur usage prévu et qui n'est pas donc pas traitée de manière spécifique dans le présent document.

Un système de dispositif de transfert de référence permet la traçabilité des étalons de référence aux étalons nationaux ou aux étalons internationaux.

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

ISO 8769:2020

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/97a759ca-2837-49db-9bb0-c99cf32864c3/iso-8769-2020>

# Mesurage de la radioactivité — Radionucléides émetteurs alpha, bêta et photoniques — Spécifications des étalons de référence pour l'étalonnage des contrôleurs de contamination de surface

## 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les caractéristiques d'étalons de référence de contamination de surface radioactive, traçables par rapport à des étalons nationaux de mesure, permettant l'étalonnage des contrôleurs de contamination de surface. Le présent document 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.

Il ne décrit pas les modes opératoires qu'implique l'utilisation de ces étalons de référence pour l'étalonnage des contrôleurs de contamination de surface. Ces modes opératoires sont spécifiés dans l'IEC 60325<sup>[6]</sup>, l'IEC 62363<sup>[7]</sup> ainsi que dans d'autres documents.

NOTE Étant donné que certains des étalons photoniques proposés sont équipés de filtres, ces étalons sont destinés à être considérés comme des étalons de référence de photons d'une gamme d'énergie particulière, et non comme des étalons de référence d'un radionucléide particulier. Par exemple, un étalon de référence de <sup>241</sup>Am muni du filtre recommandé n'émet pas, de la surface, les particules alpha ou les photons X de basse énergie, L, associés à la désintégration radioactive du radionucléide. Il est conçu pour être un étalon de référence émettant des photons ayant une énergie moyenne d'environ 60 keV.

Le présent document spécifie également des rayonnements de référence préférés pour l'étalonnage des contrôleurs de contamination de surface. Ces rayonnements de référence sont réalisés sous la forme d'étalons de référence de grande surface convenablement spécifiés et caractérisés, sans exception, en termes de taux d'émission surfaciques et activité traçables par rapport à des étalons nationaux.

## 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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 12749-2, *Énergie nucléaire, technologies nucléaires et protection radiologique — Vocabulaire — Partie 2: Protection radiologique*

IEC 60050-395, *Vocabulaire électrotechnique international — Partie 395: Instrumentation nucléaire: Phénomènes physiques, notions fondamentales, instruments, systèmes, équipements et détecteurs*

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'ISO 12749-2, l'IEC 60050-395 ainsi que les suivants, s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>;
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>.

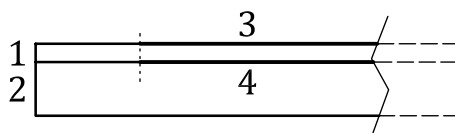
### 3.1 taux d'émission surfacique

<d'un étalon de référence> nombre de particules ou de photons d'une catégorie donnée qui dépassent une énergie donnée émergeant de la face de l'étalon de référence ou de sa fenêtre, par seconde, dans un environnement exempt de masse

### 3.2 face

<d'un étalon de référence> projection verticale de la surface active nominale sur la face frontale de l'étalon de référence

Note 1 à l'article: Voir la [Figure 1](#).



#### Légende

- 1 filtre
- 2 support
- 3 face
- 4 surface active nominale

Figure 1 — Dessin de la section transversale d'un étalon de référence avec son filtre

### 3.3 épaisseur de couche à saturation

<d'un étalon de référence fait d'une matière radioactive homogène> épaisseur du milieu qui est égale au parcours maximal du rayonnement particulaire spécifique

### 3.4 rendement d'un instrument

rapport entre la lecture corrigée de l'instrument (coups par seconde après soustraction du bruit de fond) et le taux d'émission surfacique de l'étalon de référence (particules émises par seconde), dans des conditions géométriques spécifiées par rapport à un étalon de référence

Note 1 à l'article: Le rendement d'un instrument dépend de l'énergie du rayonnement émis par l'étalon de référence, de la surface de l'étalon et de la surface de la fenêtre d'entrée du détecteur.

### 3.5 auto-absorption

<d'un étalon de référence> absorption d'un rayonnement qui se produit dans la matière même de l'étalon de référence

### 3.6 incertitude

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

Note 1 à l'article: Les incertitudes sont traitées conformément au Guide 98-3 de l'ISO/IEC<sup>[8]</sup> pour l'expression de l'incertitude de mesure.

### 3.7 uniformité

<d'une surface par rapport à une propriété donnée> indication du manque de variation de cette propriété sur la surface



## 4 Traçabilité des étalons 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 de mesurage, par le biais d'une chaîne de traçabilité clairement définie et faisant appel à des étalons de référence et à des dispositifs de transfert de référence.

Les étalons de référence doivent être répartis en deux catégories:

- **Catégorie 1:** étalons de référence qui ont été étalonnés directement en termes d'activité et de taux d'émission surfacique par un institut national ou international de métrologie;
- **Catégorie 2:** étalons de référence qui ont été étalonnés, en termes de taux d'émission surfacique, à l'aide d'un dispositif de transfert de référence dont le rendement par étalonnage a été mesuré avec un étalon 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/IEC 17025<sup>[16]</sup> pour de tels mesurages.

Les instituts nationaux de métrologie doivent, à leur discrétion, mettre à disposition les moyens leur permettant de certifier des étalons de référence de Catégorie 1 d'un domaine spécifié de radionucléides. Pour les pays signataires de l'Accord de Reconnaissance Mutuelle (ARM)<sup>[9]</sup>, 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 la Référence [9].

L'activité et le taux d'émission surfacique des étalons de référence de Catégorie 1 doivent être mesurés, par exemple, soit à l'aide d'un compteur proportionnel à circulation de gaz sans fenêtre, soit à l'aide d'un dispositif ayant été étalonné en employant des étalons mesurés par une méthode absolue. Les modes opératoires d'étalonnage pour la détermination de l'activité sont abordés, par exemple, dans les Références [10], [11], [12] et [13].

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

Les organismes qui doivent fournir des étalons de travail pour la confirmation régulière de l'étalonnage de leurs instruments de surveillance de la contamination de surface doivent avoir accès à un dispositif de transfert de référence permettant l'étalonnage de tels étalons en termes de taux d'émission surfacique par rapport à un étalon de référence de Catégorie 1 ou 2. Si l'étalon de travail est utilisé dans un gabarit ou dans une position géométrique particulière, le dispositif de transfert de référence sur lequel est mesuré le taux d'émission doit avoir été étalonné à partir d'un étalon de référence, dans des conditions opératoires et géométriques identiques. Par ailleurs, l'étalon de travail doit pouvoir être retiré du gabarit de façon à pouvoir être mesuré selon la pratique courante. Lorsque seuls quelques contrôleurs de surface nécessitent un étalonnage ou lorsqu'une grande exactitude est requise, il est admis d'utiliser des étalons de référence de Catégorie 1 ou 2 comme étalons de travail. Dans ces cas, la fréquence de réétalonnage doit être la même que celle des étalons de travail. Les réglementations nationales peuvent exiger des étalonnages plus fréquents.

## 5 Spécification des étalons de référence

### 5.1 Généralités

Les étalons de référence peuvent être répartis en deux groupes:

- a) les étalons comprenant un support conducteur d'électricité sur lequel un radionucléide donné a été déposé de manière permanente ou incorporé d'un seul côté. L'épaisseur du matériau support doit être suffisante pour empêcher l'émission du rayonnement particulaire à travers le support par le dos de l'étalon;

ou

- b) les étalons comprenant une couche de matière à l'intérieur de laquelle le radionucléide est uniformément réparti et dont l'épaisseur ne doit pas dépasser l'épaisseur de la couche à saturation associée au rayonnement particulaire. Pour les besoins du présent document, l'activité de l'étalon de référence doit être consignée comme étant l'activité contenue dans une couche de surface d'épaisseur égale à l'épaisseur de couche à saturation.

Les étalons émettant des photons doivent comporter des filtres conformément au [Tableau 1](#).

Pour mesurer directement le taux d'émission surfacique, un seuil correspondant à une énergie minimale doit être fixé. Pour le comptage bêta, ce seuil doit être fixé de manière à correspondre à une énergie photonique de 590 eV (0,1 fois l'énergie du rayonnement  $X_K$  du Mn suivant la désintégration de  $^{55}\text{Fe}$ ). Pour le comptage alpha, le seuil doit être fixé juste au-dessus du bruit électronique du système. Pour le comptage des photons, le seuil doit être fixé de manière à comprendre le pic de photons et la totalité du fond Compton.

ISO 8769:2020

Avec des émetteurs alpha et des émetteurs bêta de basse énergie, l'auto-absorption peut être loin d'être négligeable. Cela conduit à une dégradation du spectre d'émission et peut affecter les mesurages effectués à l'aide de dispositifs de transfert à fenêtre.

Les étalons de référence doivent être adaptés à l'usage prévu et il incombe au fabricant de déterminer et de consigner les impuretés radioactives au niveau nécessaire pour garantir que l'utilisation de l'étalon n'est pas compromise par les émissions d'une impureté. Au minimum, toutes les impuretés radioactives ayant une activité au moins égale à 1 % de l'activité du radionucléide principal doivent être déterminées et consignées dans le rapport.

Pour les étalons de référence pouvant contenir des impuretés radioactives, les utilisateurs doivent tenir compte du fait que l'activité relative des impuretés varie dans le temps et peut avoir un effet significatif sur le taux d'émission de l'étalon.

**Tableau 1 — Caractéristiques et filtres additionnels des étalons de référence émetteurs photoniques**

Énergie photonique moyenne approximative <sup>a</sup> en keV	Radionucléide	Période en jours	Matériau du filtre <sup>b</sup>	Épaisseur du filtre
5,9	<sup>55</sup> Fe	1,00 × 10 <sup>3</sup>	aucun	
16	<sup>238</sup> Pu	3,20 × 10 <sup>4</sup>	zirconium	0,05 mm 32,5 mg·cm <sup>-2</sup>
32	<sup>129</sup> I	5,88 × 10 <sup>9</sup>	aluminium	0,3 mm 81 mg·cm <sup>-2</sup>
60	<sup>241</sup> Am	1,58 × 10 <sup>5</sup>	acier inoxydable	0,25 mm 200 mg·cm <sup>-2</sup>
124	<sup>57</sup> Co	272	acier inoxydable	0,25 mm 200 mg·cm <sup>-2</sup>
660	<sup>137</sup> Cs	1,10 × 10 <sup>4</sup>	acier inoxydable	1 mm 800 mg·cm <sup>-2</sup>
1 250	<sup>60</sup> Co	1,93 × 10 <sup>3</sup>	aluminium	0,3 mm 81 mg·cm <sup>-2</sup>

NOTE 1 Il s'agit ici d'étalons de photons appartenant à une gamme d'énergie particulière et *non* d'étalons d'un radionucléide particulier.

NOTE 2 Dans la plupart des cas, <sup>60</sup>Co émet deux photons coïncidents avec une corrélation angulaire entre eux. Des précautions particulières doivent être prises lors du transfert de l'étalonnage à d'autres énergies ou nucléides.

<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 l'étalon possédant une énergie  $E_i$ .

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

## 5.2 Étalons de référence de Catégorie 1

### 5.2.1 Exigences générales

Pour se conformer aux exigences spécifiées dans le présent document, les étalons de référence de Catégorie 1 doivent être des étalons plans composés 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 l'étalon et de maintenir la conductivité électrique de toute la surface active. La surface active doit être au moins égale à 10<sup>4</sup> mm<sup>2</sup>. Les dimensions recommandées sont de 100 mm × 100 mm, 100 mm × 150 mm et 150 mm × 200 mm.

Un étalon de référence de Catégorie 1 est censé être aussi proche que possible d'un étalon «mince» idéal (voir l'IEC 60325<sup>[6]</sup>) par rapport à l'activité elle-même. Il est toutefois reconnu qu'avec des émetteurs alpha et des émetteurs bêta de basse énergie, l'auto-absorption peut être 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 particulière 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 bêta à travers le support par le dos de l'étalon de référence, à l'exception des étalons <sup>106</sup>Ru/<sup>106</sup>Rh pour lesquels il sera nécessaire d'augmenter l'épaisseur à 4,6 mm). L'épaisseur du matériau support ne doit pas s'écarter de plus ± 10 % de 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