
**Mesurage de la radioactivité —
Radionucléides émetteurs gamma
— Caractéristiques des étalons de
mesure de référence pour l'étalonnage
de spectromètres gamma**

iTeh STA *Measurement of radioactivity — Gamma emitting radionuclides —
Reference measurement standard specifications for the calibration of
gamma-ray spectrometers*
(standards.iteh.ai)

[ISO 23547:2022](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dce59a6b-f029-446a-8eb0-af1f9ae3af3d/iso-23547-2022)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dce59a6b-f029-446a-8eb0-af1f9ae3af3d/iso-23547-2022>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 23547:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dce59a6b-f029-446a-8eb0-af1f9ae3af3d/iso-23547-2022>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2022

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
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Traçabilité métrologique d'étalons de référence	3
5 Caractéristique des étalons	4
5.1 Généralités	4
5.2 Étalon de référence	5
5.2.1 Exigences générales	5
5.2.2 Conteneur et matrice des étalons de référence solides	6
5.2.3 Activité	7
5.2.4 Homogénéité de la radioactivité dans l'étalon de référence solide	7
5.2.5 Radionucléides	7
5.3 Étalons de travail	9
5.3.1 Exigences générales	9
5.3.2 Activité	9
5.3.3 Homogénéité	10
5.3.4 Radionucléides	10
6 Dispositifs de transfert	10
6.1 Dispositif de transfert	10
6.2 Étalonnage	10
Annexe A (informative) Modes opératoires de préparation d'étalons de travail à partir d'un étalon de référence sous forme de source liquide	11
Bibliographie	14

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).

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).

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 nature volontaire des normes, 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'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: www.iso.org/iso/fr/avant-propos.

Le présent document a été préparé par le comité technique ISO/TC 85, *Énergie nucléaire, technologies nucléaires, et radioprotection*, sous-comité SC 2, *Radioprotection*.

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/members.html.

Introduction

Tout individu est exposé à des rayonnements naturels. Les sources naturelles de rayonnement sont les rayons cosmiques et les substances radioactives naturelles présentes dans la terre et à l'intérieur du corps humain. Les activités anthropiques qui impliquent l'utilisation de rayonnements et de substances radioactives sont à l'origine d'une exposition aux rayonnements qui s'ajoute à cette exposition naturelle. Certaines activités individuelles, dont l'exploitation minière, l'utilisation de minerais contenant des substances radioactives naturelles ainsi que la production d'énergie par combustion de charbon contenant ces substances, peuvent augmenter simplement l'exposition des sources naturelles de rayonnement. Les installations nucléaires utilisent des matières radioactives et produisent des effluents et des déchets radioactifs lors de leur fonctionnement. L'utilisation de matières radioactives dans les domaines de l'industrie, de la médecine, de l'agriculture et de la recherche connaît un essor mondial.

L'ensemble des activités anthropiques entraînent, en général, des expositions aux rayonnements qui ne représentent qu'une petite fraction du niveau moyen d'exposition naturelle dans le monde. Dans les pays développés, l'utilisation de rayonnements à des fins médicales représente la plus importante source anthropique d'exposition aux rayonnements et qui, de plus, ne cesse d'augmenter. Ces applications médicales englobent la radiologie diagnostique, la radiothérapie, la médecine nucléaire et la radiologie interventionnelle.

L'exposition aux rayonnements découle également d'activités professionnelles. Elle est subie par les employés des secteurs de l'industrie, de la médecine et de la recherche qui utilisent des rayonnements ou des substances radioactives, ainsi que par les passagers et le personnel navigant pendant les voyages aériens et les voyages spatiaux. Le niveau moyen des expositions professionnelles est généralement identique au niveau moyen mondial des expositions naturelles aux rayonnements^[10].

Du fait de l'utilisation croissante des rayonnements, le risque potentiel pour la santé et les préoccupations du public peuvent s'accroître. Ainsi, les expositions aux rayonnements ionisants sont régulièrement évaluées pour mieux connaître les niveaux régionaux et les tendances temporelles de l'exposition du public et des travailleurs, évaluer les composantes de l'exposition afin de mesurer leur importance relative, et identifier les nouveaux enjeux susceptibles de mériter plus d'attention et de vigilance. Alors que les doses reçues par les travailleurs sont habituellement mesurées directement, celles reçues par le public sont généralement évaluées par des méthodes indirectes utilisant des mesures de la radioactivité obtenues sur différentes sources, notamment sur des déchets, des liquides, des effluents aériens et des échantillons environnementaux. Les échantillons environnementaux peuvent être des échantillons d'air ambiant, de sol, d'eaux de surface, d'eaux souterraines, d'eaux traitées, de végétation, de bétail, de gibier ainsi que d'autre biote.

Les programmes de surveillance nécessitent des ressources financières et techniques. Il convient que de tels programmes soient conçus dans le but d'acquérir les données utiles au contrôle adapté des risques potentiels. Pour s'assurer que les données obtenues dans le cadre des programmes de contrôle de la radioactivité permettent leur utilisation prévue, il est indispensable que, lors du processus d'évaluation de dose, les parties prenantes (par exemple, les opérateurs, les organismes de réglementation, les comités et associations locaux d'information) se mettent d'accord sur les objectifs de qualité des données et sur les méthodes et les modes opératoires appropriés pour:

- l'achat, la manipulation, le transport, le stockage et la préparation des échantillons pour essai;
- la méthode d'analyse de l'essai;
- le calcul de l'incertitude de mesure.

Il est essentiel de disposer de données fiables, comparables et adaptées pour prendre une décision de santé publique fondée sur des mesures de la radioactivité. Les Normes internationales relatives aux méthodes d'essai des radionucléides soumises à essai et validées sont donc un outil important pour produire de tels résultats de mesure. L'application de normes sert également à garantir la comparabilité des résultats d'essai dans le temps et entre différents laboratoires d'essai, qui peuvent appliquer ces normes pour démontrer leurs compétences techniques lors de la réalisation des essais d'aptitude dans

le cadre de comparaisons interlaboratoires, deux préalables à l'obtention de l'accréditation nationale. Aujourd'hui, plus d'une centaine de Normes internationales, élaborées par les comités techniques de l'Organisation internationale de normalisation, y compris celles préparées par l'ISO/TC 85, et par la Commission électrotechnique internationale, sont disponibles afin d'être appliquées par les laboratoires d'essai pour mesurer les principaux radionucléides.

Il est nécessaire de déterminer de façon fiable l'activité volumique des radionucléides émetteurs gamma dans diverses matrices afin d'évaluer toute exposition humaine potentielle (du public et des travailleurs) à la radioactivité émise par ces sources.

La spectrométrie gamma est généralement utilisée pour déterminer l'activité des radionucléides émetteurs gamma. L'ISO 20042 décrit les exigences génériques applicables et l'instrumentation utilisée pour quantifier l'activité volumique des radionucléides émetteurs gamma dans des échantillons pour essai après un prélèvement, une manipulation et une préparation adaptés réalisés dans un laboratoire d'essai ou directement sur site. L'ISO 20042 aide également les laboratoires d'essai à gérer le processus de mesure en spécifiant les exigences générales et les méthodes permettant d'étalonner et de valider les techniques. Elle constitue la base des tâches de mesure utilisant la spectrométrie gamma, telles que celles décrites dans l'ISO 18589-3, l'ISO 18589-7, l'ISO 10703, l'ISO 13164-2 et l'ISO 13165-3.

Selon l'ISO 20042 et les Normes ISO susmentionnées, des étalons de référence traçables par rapport à des étalons nationaux ou internationaux sont indispensables pour étalonner les systèmes de spectrométrie gamma. L'élaboration du présent document s'est avérée nécessaire pour pallier les besoins en caractéristiques normalisées pour les étalons de référence radioactifs utilisés pour étalonner les spectromètres gamma, comme le mentionnent ces Normes internationales. En conséquence, la traçabilité des étalons par rapport à des étalons nationaux ou internationaux est établie par l'utilisation de sources d'étalons de référence conformes au présent document.

(standards.iteh.ai)

[ISO 23547:2022](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dce59a6b-f029-446a-8eb0-af1f9ae3af3d/iso-23547-2022)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dce59a6b-f029-446a-8eb0-af1f9ae3af3d/iso-23547-2022>

Mesurage de la radioactivité — Radionucléides émetteurs gamma — Caractéristiques des étalons de mesure de référence pour l'étalonnage de spectromètres gamma

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les caractéristiques des sources solides, liquides ou gazeuses, de radionucléides émetteurs gamma utilisés comme étalons de référence pour l'étalonnage des spectromètres gamma. Ces étalons de référence sont traçables par rapport à des étalons nationaux.

Le présent document ne décrit pas les modes opératoires liés à l'utilisation de ces étalons de référence pour l'étalonnage des spectromètres gamma. De tels modes opératoires sont définis dans l'ISO 20042 et dans d'autres documents.

Le présent document spécifie les rayonnements de référence recommandés pour l'étalonnage de spectromètres gamma. Le présent document concerne, sans toutefois s'y limiter, les émetteurs gamma qui émettent des photons dans la gamme d'énergie comprise entre 60 keV et 1 836 keV. Ces rayonnements de référence proviennent de sources ponctuelles ou de sources suffisamment étendues, dont l'activité est spécifiée et qui sont traçables par rapport à des étalons nationaux.

Les étalons liquides qui sont destinés à être utilisés dans la préparation d'étalons étendus par les laboratoires relèvent également du domaine d'application du présent document. Les matériaux de référence (MR) fabriqués conformément à l'ISO 17034 ne relèvent pas du domaine d'application du présent document.

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 2919, *Radioprotection — Sources radioactives scellées — Exigences générales et classification*

ISO 9978, *Radioprotection — Sources scellées — Méthodes d'essai d'étanchéité*

ISO 12749-2, *Énergie nucléaire, technologies nucléaires et protection radiologique — Vocabulaire — Partie 2: Protection radiologique*

ISO/IEC Guide 99, *Vocabulaire international de métrologie — Concepts fondamentaux et généraux et termes associés (VIM)*

IEC 60050-395, *Vocabulaire Electrotechnique 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, le Guide 99 de l'ISO/IEC 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 activité

<d'une source> indication quantitative de la radioactivité de chaque radionucléide contenu dans une source constituant l'étalon de référence, à une date de référence

Note 1 à l'article: Elle est déterminée par $A = -dN/dt$, où dN est la variation moyenne du nombre de noyaux à cet état énergétique due à des transformations nucléaires spontanées intervenues dans l'intervalle de temps dt .

Note 2 à l'article: Le nom spécifique de l'unité d'activité est le becquerel (Bq), où $1 \text{ Bq} = 1 \text{ s}^{-1}$ et $1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq}$.

3.2 étalon de référence

<de l'activité> étalon conçu pour l'étalonnage d'autres étalons de grandeurs de même nature dans une organisation donnée ou en un lieu donné

Note 1 à l'article: L'étalon de référence utilisé pour déterminer l'activité d'une quantité de radionucléides est fourni sous forme de matière radioactive enfermée dans un conteneur ou associée à un matériau auquel elle est intimement liée, cette capsule ou ce matériau étant suffisamment résistants pour assurer l'étanchéité de la source scellée dans les conditions d'emploi et d'usure pour lesquelles elle a été conçue.

3.3 étalon de travail

<de l'activité> étalon qui est utilisé couramment pour étalonner ou contrôler des instruments de mesure ou des systèmes de mesure

Note 1 à l'article: Un étalon de travail est habituellement étalonné par rapport à un étalon de référence.

Note 2 à l'article: Un étalon de travail servant à la vérification est aussi désigné comme «étalon de vérification» ou «étalon de contrôle».

3.4 dispositif de transfert

dispositif utilisé comme intermédiaire pour comparer entre eux des étalons

3.5 sommation en cascade

détection simultanée d'au moins deux photons provenant d'une unique désintégration nucléaire et donnant lieu à l'observation d'une seule impulsion (sommée)

3.6 rendement de détection

rapport entre le taux de comptage de photons détectés et le débit d'émission de photons de même énergie E , émis par un *étalon de référence* (3.2), pour une géométrie de mesure donnée

3.7 auto-absorption

<d'une source> absorption d'un rayonnement qui se produit dans la matière même de la source

3.8 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 pour l'expression de l'incertitude de mesure.

3.9 homogénéité

<d'un volume par rapport à une propriété donnée> indication de l'absence de variation de cette propriété sur la zone radioactive dans un étalon de volume

3.10**source de contrôle des instruments**

source de radionucléides uniques ou mélangés, qui a été développée pour vérifier le bon fonctionnement des équipements de mesure des rayonnements comprenant des spectromètres gamma

Note 1 à l'article: Les sources de contrôle des instruments ne sont pas utilisées pour l'étalonnage des spectromètres gamma.

3.11**traçabilité métrologique**

propriété d'un résultat de mesure selon laquelle ce résultat peut être relié à une référence par l'intermédiaire d'une chaîne ininterrompue et documentée d'étalonnages dont chacun contribue à l'incertitude (3.8) de mesure

3.12**masse volumique apparente**

valeur, exprimée en g cm^{-3} , obtenue par division de la masse de matrice de matière radioactive remplissant un conteneur par le volume du conteneur

4 Traçabilité métrologique d'étalons de référence

Il convient que les instituts nationaux de métrologie (INM) ou les laboratoires d'étalonnage fournissent, à leur discrétion, les moyens permettant de certifier les étalons de référence d'une gamme spécifique de radionucléides. En d'autres termes, il convient que les INM ou les laboratoires d'étalonnage soient à même de fournir la documentation nécessaire à la traçabilité des étalons de référence qu'ils créent, utilisent ou mesurent. Il convient que les INM et les laboratoires d'étalonnage qui fournissent des étalons de mesurage soient accrédités conformément aux exigences d'étalonnage des étalons de mesurage énoncées dans l'ISO/IEC 17025.

Pour les pays signataires de l'Accord de reconnaissance mutuelle (ARM), un certificat d'étalonnage émis par un institut y participant et situé dans un second pays est reconnu comme valide dans le premier pays pour les grandeurs, gammes et incertitudes de mesure spécifiées dans l'Annexe C de la Référence [11].

Il convient que les étalons de référence fournis sous forme d'une source scellée solide soient fabriqués à l'aide d'étalons liquides de radionucléides. L'activité volumique d'une telle solution, appelée «solution étalon», est déterminée par le mesurage de l'activité absolue (par exemple, au moyen de la technique de comptage en coïncidence $4\pi\beta - \gamma$) par les INM.

Les chambres d'ionisation pressurisées ou les détecteurs à semi-conducteur au germanium, qui ont déjà été étalonnés au moyen de solutions étalons contenant différents types de nucléides, sont également fréquemment utilisés par les laboratoires d'étalonnage secondaire afin de déterminer l'activité volumique de l'étalon liquide.

Pour un étalon de référence sous forme de source ponctuelle [voir 5.1 a)], l'étalon liquide bien mélangé doit être déposé par gravimétrie sur un substrat infinitésimalement petit (par exemple, une résine échangeuse d'ions) et la matière radioactive est scellée dans la capsule de la source, conformément à l'ISO 2919.

L'étalon liquide bien mélangé peut également être déposé par gravimétrie dans la capsule et être enveloppé, après dessiccation, pour éviter toute fuite de matière radioactive.

L'activité de la source ponctuelle peut être déterminée à partir de l'activité massique de la solution source et de la masse d'étalon liquide déposée, exprimée en grammes. Ces sources ponctuelles sont également utilisées comme étalons de référence afin de déterminer l'activité d'autres sources ponctuelles du même nucléide par mesure comparative dans le laboratoire d'étalonnage secondaire.

Dans le cas des étalons de référence sous forme de source étalée [voir 5.1 b)], l'étalon liquide bien mélangé doit être déposé uniformément par gravimétrie sur un papier filtre et être scellé dans la capsule de la source après dessiccation [12]. L'activité de l'étalon de référence sous forme de source

étalée peut être déterminée à partir de l'activité massique de l'étalon liquide et de la masse d'étalon liquide déposée, exprimée en grammes.

Pour les étalons de référence sous forme de source solide [voir 5.1 c)], l'étalon liquide bien mélangé doit être ajouté par gravimétrie à un sorbant (par exemple, résine, agar, absorbants divers). Après homogénéisation, la matière radioactive doit être déposée par gravimétrie dans un conteneur ou scellée pour éviter toute fuite. L'activité ainsi obtenue peut être déterminée à partir de la masse de matière radioactive, en grammes, du facteur de dilution (masse d'étalon liquide divisé par le volume total de l'étalon liquide et du sorbant) et de l'activité volumique de la solution mère.

Il convient d'estimer l'incertitude de l'activité étalonnée en tenant compte de l'incertitude due à la perte d'activité lors du processus de fabrication de la source et de l'homogénéité de la distribution de l'activité dans l'ensemble de la matière radioactive.

Les organismes réalisant des essais de type ou ayant besoin d'instruments étalonnés pour mesurer la radioactivité (par exemple, un laboratoire d'essai de mesure de la radioactivité environnementale) doivent avoir accès à des étalons de référence adaptés.

Un étalon de mesurage de travail est destiné à l'étalonnage de routine, en interne, de spectromètres gamma ou pour confirmer les rendements de détection des spectromètres gamma. Il ne doit pas être confondu avec les sources de contrôle des instruments, qui ont pour seul objectif de vérifier le bon fonctionnement des instruments de surveillance.

Les organismes sommés de fournir des étalons de travail pour l'étalonnage de routine de spectromètres gamma ou pour confirmer les rendements de détection des spectromètres gamma ont besoin d'avoir accès à un dispositif de transfert permettant d'étalonner l'activité de telles sources par rapport à celle d'un étalon de référence. Si seuls quelques instruments de surveillance nécessitent un étalonnage ou si un haut niveau d'exactitude est requis, les étalons de référence peuvent servir d'étalons de travail.

5 Caractéristique des étalons

5.1 Généralités

Il existe différents types d'étalons de référence:

- a) les étalons de référence sous forme de source ponctuelle, composés d'un substrat infinitésimal, de dimension très réduite connue (par exemple, < 1 mm de diamètre), qui renferme une radioactivité répartie de manière homogène. La taille de la portion radioactive est généralement inférieure à 10 mm de diamètre;
- b) les étalons de référence sous forme de source étalée, composés d'une source à zone radioactive plane (par exemple, un étalon en filtre), dans laquelle l'activité est répartie uniformément dans la zone radioactive;
- c) les étalons de référence sous forme de source solide, remplis d'un substrat solide scellé, de masse volumique connue, dans lequel l'activité est répartie de manière homogène;

ou

- d) les étalons de référence sous forme de source liquide, scellés dans des ampoules de verre qui contiennent un liquide dans lequel l'activité est répartie de manière homogène.

Les étalons de référence sous forme de source ponctuelle sont utilisés pour déduire les rendements associés à une géométrie de comptage différente à partir de la mesure du rendement obtenue avec une géométrie de source ponctuelle. Si des calculs sont employés pour déterminer les rendements lors de l'utilisation de systèmes de spectrométrie gamma basés sur des modèles numériques, les sources ponctuelles peuvent être également utilisées pour caractériser chacun des détecteurs des utilisateurs.

Les étalons de référence sous forme de source étalée et les étalons de référence sous forme de source volumique sont utilisés pour déterminer le rendement en énergie au pic d'énergie totale, ou le rendement

de détection d'un radionucléide ou d'un rayon gamma spécifique, employé par l'utilisateur, pour une géométrie détecteur-échantillon donnée.

Les étalons de référence sous forme de source liquide scellés dans des ampoules de verre, destinés à l'étalonnage des instruments, sont généralement appelés «solutions de référence». Les solutions de référence sont utilisées pour la préparation de matériaux de référence ou d'étalons par les utilisateurs eux-mêmes, après ouverture des ampoules. Les matériaux de référence ou les étalons préparés sont utilisés pour déterminer le rendement en énergie au pic d'énergie totale, ou le rendement de détection d'un radionucléide ou d'un rayon gamma spécifique, employé par l'utilisateur, pour une géométrie détecteur-échantillon donnée.

Les étalons de référence doivent être adaptés à leur usage. Il incombe au fabricant de déterminer les impuretés radioactives et de les consigner, si tant est que cela soit nécessaire pour garantir que l'utilisation de la source n'est pas compromise par des émissions produites par une quelconque impureté.

Au minimum, toutes les impuretés radioactives présentes dans un étalon, dont l'activité est égale à au moins 1 % de l'activité totale de la source, doivent être déterminées et consignées. Pour les sources susceptibles de contenir des impuretés radioactives, il convient que les utilisateurs tiennent compte du fait que la variation du niveau relatif d'impuretés avec le temps peut avoir un effet significatif sur l'étalonnage en rendement.

5.2 Étalon de référence

5.2.1 Exigences générales

La méthode générale utilisée pour étalonner un spectromètre consiste à déterminer le rendement de détection en fonction de l'énergie pour une géométrie et une gamme d'énergie définies. Un ou plusieurs étalons de référence contenant un seul ou plusieurs radionucléides sont utilisés à cette fin. L'activité ou l'activité massique des radionucléides présents dans le ou les étalons de référence doit être traçable par rapport à des étalons nationaux ou internationaux (voir l'ISO 20042).

Afin de respecter les exigences spécifiées dans le présent document, il convient que les caractéristiques de géométrie, de masse volumique et de matrice des étalons de référence sous forme de source volumique soient les plus proches possible de celles des échantillons à mesurer dans les laboratoires d'essai.

Un certificat d'étalonnage, qui inclut les caractéristiques du produit, y compris les informations suivantes, doit être joint aux étalons de référence:

- a) le numéro d'identification unique de l'étalon de référence;
- b) le fabricant et l'année de fabrication;
- c) la masse ou le volume (en grammes ou en litres respectivement) de la solution ou de la matrice radioactive présente dans le conteneur ou dans l'ampoule (pour les étalons de référence sous forme de source liquide ou solide);
- d) la nature de la matrice radioactive (composition élémentaire) (pour les étalons de référence sous forme de source liquide ou solide);
- e) la masse volumique apparente de la matrice radioactive (pour les étalons de référence sous forme de source volumique solide);
- f) l'homogénéité (pour les étalons de référence sous forme de source volumique solide);
- g) les résultats de l'essai d'étanchéité réalisé conformément à l'ISO 9978;
- h) ainsi que les informations suivantes relatives au radionucléide:

NOTE La période radioactive et d'autres données nucléaires récentes sont fournies par la Référence [13].