

---

---

**Qualité de l'eau — Activités alpha  
globale et bêta globale — Méthode  
d'essai par comptage des scintillations  
en milieu liquide**

*Water quality — Gross alpha and gross beta activity — Test method  
using liquid scintillation counting*

iTeh Standards

(<https://standards.iteh.ai>)

Document Preview

[ISO 11704:2018](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/79da7c42-e4ed-45f8-b76f-604e8a84dff0/iso-11704-2018)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/79da7c42-e4ed-45f8-b76f-604e8a84dff0/iso-11704-2018>



iTeh Standards  
(<https://standards.iteh.ai>)  
Document Preview

[ISO 11704:2018](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/79da7c42-e4ed-45f8-b76f-604e8a84dff0/iso-11704-2018)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/79da7c42-e4ed-45f8-b76f-604e8a84dff0/iso-11704-2018>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2018

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  
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

<b>Avant-propos</b> .....	<b>iv</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>v</b>
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes, définitions, symbols et abréviations</b> .....	<b>2</b>
3.1    Termes et définitions.....	2
3.2    Symboles et abréviations.....	2
<b>4</b> <b>Principe</b> .....	<b>3</b>
<b>5</b> <b>Réactifs et matériel</b> .....	<b>3</b>
<b>6</b> <b>Prélèvement</b> .....	<b>5</b>
<b>7</b> <b>Mode opératoire</b> .....	<b>5</b>
7.1    Comptage direct.....	5
7.2    Préconcentration thermique.....	5
7.3    Préparation des échantillons.....	6
7.4    Mesurage par scintillation liquide.....	6
7.4.1    Préparation des sources d'étalonnage alpha et bêta.....	6
7.4.2    Optimisation des conditions de comptage.....	6
7.4.3    Préparation et mesurage de l'échantillon de blanc.....	8
7.4.4    Rendements alpha et bêta.....	8
7.4.5    Mesurage des échantillons.....	8
<b>8</b> <b>Expression des résultats</b> .....	<b>8</b>
8.1    Calcul de l'activité par unité de masse.....	8
8.2    Incertitude-type.....	9
8.3    Seuil de décision.....	10
8.4    Limite de détection.....	10
8.5    Limites de l'intervalle de confiance.....	11
8.6    Contrôle de la qualité.....	11
<b>9</b> <b>Contrôle des interférences</b> .....	<b>11</b>
9.1    Contamination.....	11
9.2    Accroissement du radon.....	11
9.3    Perte du polonium.....	11
<b>10</b> <b>Rapport d'essai</b> .....	<b>12</b>
<b>Annexe A (informative) Paramètres de réglage et données de validation</b> .....	<b>13</b>
<b>Annexe B (informative) Performances des méthodes dans différentes conditions</b> .....	<b>17</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>18</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 attirée 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 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 [www.iso.org/avant-propos](http://www.iso.org/avant-propos).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 147, *Qualité de l'eau*, sous-comité SC 3, *Mesurages de la radioactivité*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 11704:2010), qui a fait l'objet d'une révision technique. Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- simplification du [paragraphe 5.5.1](#);
- extension du champ d'application du présent document à des situations d'urgence;
- proposition de conditions de comptage légèrement différentes;
- ajout d'une [Annexe A](#) et d'une [Annexe B](#).

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 radioactivité provenant de sources d'origine naturelle et anthropique est présente partout dans l'environnement. Par conséquent, les masses d'eau (par exemple, eaux de surface, eaux souterraines, eau de mer) peuvent contenir des radionucléides d'origine naturelle et/ou d'origine artificielle:

- les radionucléides naturels, incluant  $^{40}\text{K}$ ,  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ , et ceux issus des chaînes de désintégration du thorium et de l'uranium, notamment  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$ ,  $^{234}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{210}\text{Po}$  et  $^{210}\text{Pb}$ , peuvent se trouver dans l'eau pour des raisons naturelles (par exemple, désorption du sol et lessivage par les eaux pluviales) ou peuvent être libérés par des processus technologiques impliquant des matériaux radioactifs existant à l'état naturel (par exemple, extraction minière et traitement de sables minéraux ou production et utilisation d'engrais phosphatés);
- les radionucléides anthropiques, tels les éléments transuraniens (américium, plutonium, neptunium, curium),  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  et certains radionucléides émetteurs gamma peuvent également être présents dans les eaux naturelles. Ces radionucléides peuvent être rejetés dans l'environnement en petites quantités par des installations du cycle du combustible nucléaire dans le cadre de rejets de routine autorisés. Certains de ces radionucléides, utilisés dans le cadre d'applications médicales et industrielles, peuvent également être libérés dans l'environnement après utilisation. Les radionucléides anthropiques se retrouvent aussi dans les eaux suite à une contamination antérieure par des retombées radioactives résultant de l'explosion au-dessus du sol de dispositifs nucléaires et d'accidents tels que ceux survenus à Tchernobyl et Fukushima.

L'activité volumique des radionucléides dans les masses d'eau peut varier en fonction des caractéristiques géologiques et des conditions climatiques locales; elle peut être localement et temporairement plus élevée suite aux rejets d'installations nucléaires au cours de situations d'exposition planifiées, existantes et d'urgence<sup>[1]</sup>. L'eau potable peut donc contenir des radionucléides à des niveaux d'activité volumique qui sont susceptibles de présenter un risque pour la santé humaine.

Les radionucléides présents dans les effluents liquides font habituellement l'objet de contrôles avant d'être rejetés dans l'environnement<sup>[2]</sup> et les masses d'eau. La radioactivité des eaux potables est surveillée selon les recommandations de l'Organisation mondiale de la santé (OMS)<sup>[3]</sup>, de sorte que des actions appropriées peuvent être mises en œuvre pour garantir l'absence d'effets nocifs sur la santé publique. Conformément à ces recommandations internationales, les limites de concentration en radionucléides autorisées pour les effluents liquides rejetés dans l'environnement et les valeurs guide de radionucléides pour les masses d'eau et les eaux potables sont généralement spécifiées par la réglementation nationale s'appliquant aux situations d'exposition planifiées, existantes et d'urgence. La conformité à ces limites peut être évaluée en utilisant les résultats de mesure et leur incertitude associée, conformément aux exigences du Guide ISO/IEC 98-3<sup>[4]</sup> et de l'ISO 5667-20<sup>[5]</sup>.

En fonction de la situation d'exposition, les limites et les valeurs de référence qui donneraient lieu à une action visant à réduire le risque sanitaire diffèrent. À titre d'exemple, pendant une situation planifiée ou existante, les lignes directrices de l'OMS concernant les valeurs de référence dans l'eau potable sont de 0,5 Bq/l pour l'activité alpha globale et de 1 Bq/l pour l'activité bêta globale.

**NOTE** Le niveau de référence est l'activité volumique avec un apport de 2 l/j d'eau potable pendant un an, qui produit une dose efficace de 0,1 mSv/a pour le public. Il s'agit d'une dose efficace qui représente un niveau de risque très faible qui ne devrait pas donner lieu à des effets nocifs sur la santé détectables<sup>[3]</sup>.

Ainsi, les méthodes d'essai peuvent être adaptées de sorte que leurs limites caractéristiques, seuil de décision, limite de détection et incertitudes garantissent que les résultats d'essai de l'activité volumique des radionucléides permettent de vérifier qu'elle se situe en dessous des valeurs de référence requises par l'autorité nationale pour des situations prévues/existantes ou pour une situation d'urgence<sup>[6][7][8]</sup>.

En général, les méthodes d'essai peuvent être ajustées pour mesurer l'activité volumique du ou des radionucléides dans des eaux usées avant stockage, ou dans des effluents liquides avant leur rejet dans l'environnement. Les résultats d'essai permettent à l'exploitant de la station/l'installation de vérifier que les activités volumiques radioactives des eaux usées/effluents liquides, avant rejet, ne dépassent pas les limites autorisées.

## ISO 11704:2018(F)

La ou les méthodes d'essai décrites dans le présent document peuvent être utilisées dans des situations d'exposition planifiées, existantes et d'urgence, ainsi que pour des eaux usées et des effluents liquides, avec des modifications spécifiques qui sont susceptibles d'augmenter l'incertitude globale, la limite de détection et le seuil de décision.

La ou les méthodes d'essai peuvent être utilisées pour des échantillons d'eau après avoir prélevé, manipulé et préparé comme il se doit les échantillons pour essai (voir la partie ad hoc de la série ISO 5667).

Une Norme internationale spécifiant une méthode de mesure de l'activité volumique alpha globale et l'activité volumique bêta globale dans des échantillons d'eau est justifiée pour les laboratoires d'essais réalisant ces mesurages et peut être exigée par les autorités nationales, étant donné que les laboratoires sont parfois tenus d'obtenir une accréditation spécifique pour le mesurage de radionucléides dans des échantillons d'eau potable.

Le présent document fait partie d'une série de Normes internationales traitant de méthodes d'essai relatives au mesurage de l'activité volumique de radionucléides dans des échantillons d'eau.

# iTeh Standards (<https://standards.iteh.ai>) Document Preview

[ISO 11704:2018](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/79da7c42-e4ed-45f8-b76f-604e8a84dff0/iso-11704-2018)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/79da7c42-e4ed-45f8-b76f-604e8a84dff0/iso-11704-2018>

# Qualité de l'eau — Activités alpha globale et bêta globale — Méthode d'essai par comptage des scintillations en milieu liquide

**AVERTISSEMENT** — Il convient que l'utilisateur du présent document connaisse bien les pratiques courantes de laboratoire. Le présent document n'a pas pour but de traiter tous les problèmes de sécurité qui sont, le cas échéant, liés à son utilisation. Il incombe à l'utilisateur d'établir des pratiques appropriées en matière d'hygiène et de sécurité.

**IMPORTANT** — Il est absolument essentiel que les essais réalisés conformément au présent document soient exécutés par un personnel ayant reçu une formation adéquate.

## 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie une méthode de détermination des activités volumiques alpha globale et bêta globale pour des radionucléides émetteurs alpha et bêta par comptage des scintillations en milieu liquide.

La méthode est applicable à tous les types d'eau ayant un résidu sec inférieur à 5 g/l et lorsqu'aucune correction n'est nécessaire pour l'affaiblissement lumineux de couleur.

Le mesurage des activités alpha globale et bêta globale n'est pas destiné à fournir une détermination absolue de l'activité volumique de tous les radionucléides émetteurs alpha et bêta dans un échantillon pour essai; il s'agit plutôt d'une analyse de contrôle visant à s'assurer que des niveaux de référence donnés d'émetteurs alpha et bêta n'ont pas été dépassés. Ce type de déterminations est également connu sous le nom d'indices alpha et bêta. Il ne faut pas s'attendre à ce que l'analyse des activités alpha globale et bêta globale soit aussi précise, ni aussi juste, que l'analyse de radionucléides spécifiques après séparation radiochimique.

Cette méthode couvre les radionucléides non volatils en dessous de 80 °C, étant donné que certains radionucléides gazeux ou volatils (par exemple, le radon et l'iode radioactif) peuvent être perdus lors de la préparation de la solution source.

Cette méthode peut s'appliquer à des échantillons pour essai d'eau potable, d'eau de pluie, d'eau de surface et d'eau souterraine, ainsi que d'eau de refroidissement, d'eaux industrielles, d'eaux usées domestiques et industrielles, après avoir procédé comme il se doit au prélèvement et à la préparation des échantillons pour essai (en les filtrant lorsque cela s'avère nécessaire et en tenant compte de la quantité de matière dissoute dans l'eau).

La méthode décrite dans le présent document est applicable en cas de situation d'urgence, car les résultats peuvent être obtenus en moins de 4 h en mesurant directement les échantillons d'eau pour essai sans aucun traitement.

Il incombe au laboratoire de s'assurer de la pertinence de la présente méthode d'essai pour les échantillons d'eau soumis à essai.

## 2 Références normatives

Les documents ci-après, dans leur intégralité ou non, sont des références normatives indispensables à 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 3696, *Eau pour laboratoire à usage analytique — Spécification et méthodes d'essai*

ISO 5667-1, *Qualité de l'eau — Échantillonnage — Partie 1: Lignes directrices pour la conception des programmes et des techniques d'échantillonnage*

ISO 5667-3, *Qualité de l'eau — Échantillonnage — Partie 3: Conservation et manipulation des échantillons d'eau*

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

ISO 80000-10, *Grandeurs et unités — Partie 10: Physique atomique et nucléaire*

### 3 Termes, définitions, symboles et abréviations

#### 3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 80000-10 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 <http://www.electropedia.org/>

#### 3.2 Symboles et abréviations

Pour les besoins du présent document, les symboles et abréviations définis dans l'ISO 80000-10, ainsi que les symboles suivants, s'appliquent.

$a_\alpha, a_\beta$	Activités alpha et bêta par unité de masse	Bq g <sup>-1</sup>
$a^*$	Seuil de décision	Bq g <sup>-1</sup>
$a^\#$	Limite de détection	Bq g <sup>-1</sup>
$a^{<}, a^{>}$	Limites inférieure et supérieure de l'intervalle de confiance	Bq g <sup>-1</sup>
$A_\alpha, A_\beta$	Activité de la solution de référence certifiée d'émetteur alpha ou bêta utilisée pour les sources d'étalonnage $\alpha$ et $\beta$	Bq
$m$	Masse de l'échantillon pour essai	g
$m_1$	Masse de l'échantillon initial soumis à la chaleur ou éventuellement à une concentration	g
$m_2$	Masse de l'échantillon chauffé ou concentré	g
$m_3$	Masse d'échantillon chauffé ou concentré transférée dans le flacon	g
$m_{S\alpha}, m_{S\beta}$	Masse de solutions de référence certifiées d'émetteurs alpha et bêta, respectivement	g
$r_{g\alpha}, r_{g\beta}$	Taux de comptage brut de l'échantillon, dans les fenêtres alpha et bêta, respectivement	s <sup>-1</sup>
$r_{0\alpha}, r_{0\beta}, r_{0T}$	Taux de comptage du blanc, dans les fenêtres alpha, bêta et totale, respectivement	s <sup>-1</sup>
$r_{S\alpha,\alpha}, r_{S\alpha,\beta}, r_{S\alpha,T}$	Taux de comptage de la source d'étalonnage alpha dans la fenêtre alpha, bêta et totale	s <sup>-1</sup>



$r_{S\beta,\alpha}, r_{S\beta,\beta}, r_{S\beta,T}$	Taux de comptage de la source d'étalonnage bêta dans la fenêtre alpha, bêta et totale	$s^{-1}$
$t_g$	Durée de comptage de l'échantillon	s
$t_0$	Durée de comptage du blanc	s
$t_{S\alpha}, t_{S\beta}$	Durée de comptage des sources d'étalonnage $\alpha$ et $\beta$	s
$u(a)$	Incertitude-type associée au résultat de mesure	$Bq\ g^{-1}$
$U$	Incertitude élargie, calculée par $U = ku(a)$ , où $k = 1, 2 \dots$	$Bq\ g^{-1}$
$\tilde{u}(\tilde{a}_\alpha)$	Incertitude-type de $a_\alpha$ en fonction de sa valeur vraie	$Bq\ g^{-1}$
$\varepsilon_\alpha, \varepsilon_\beta$	Rendement de comptage pour alpha et bêta, respectivement	—
$\tau_\alpha(\chi_\alpha\beta)$	Interférence alpha — Fraction d'impulsions observées dans la fenêtre bêta par rapport au nombre total d'impulsions mesuré par le compteur lorsqu'un émetteur alpha est mesuré	—
$\tau_\beta(\chi_\beta\alpha)$	Interférence bêta — Fraction d'impulsions observées dans la fenêtre alpha par rapport au nombre total d'impulsions mesuré par le compteur lorsqu'un émetteur bêta est mesuré	—

#### 4 Principe

Les activités volumiques alpha globale et bêta globale sont déterminées par comptage par scintillation liquide d'un échantillon d'eau mélangé à un cocktail de scintillation.

Les déterminations alpha globale et bêta globale ne sont pas des déterminations absolues de la teneur radioactive de l'échantillon, mais des déterminations relatives en référence à un émetteur alpha ou bêta spécifique qui constitue les sources d'étalonnage de référence. Ce type de déterminations est également connu sous le nom d'indices alpha et bêta; ils servent habituellement de paramètres de contrôle pour une première évaluation de teneur radioactive totale.

L'échantillon aqueux est acidifié à l'aide d'acide nitrique et chauffé. L'eau à faible teneur en sels peut ensuite être concentrée thermiquement par évaporation lente afin d'améliorer la sensibilité de la méthode. Une aliquote de l'échantillon est transférée dans un flacon de scintillation liquide avec un cocktail de scintillation; les scintillations provenant du flacon sont alors comptées au moyen d'un appareillage équipé d'un dispositif de discrimination alpha et bêta.

Le compteur est préalablement optimisé en ce qui concerne le réglage du discriminateur alpha et bêta, puis étalonné par rapport aux solutions de référence certifiées d'émetteurs alpha et bêta. Lors de l'évaluation des résultats, aucune correction n'est appliquée pour l'affaiblissement lumineux chimique, car le mode opératoire est conçu pour fournir des échantillons ayant un niveau d'affaiblissement lumineux constant.

La méthode ne tient pas compte du  $^{222}\text{Rn}$  et de ses descendants à période courte et n'est pas appropriée pour le mesurage de  $^3\text{H}$ .

Quand des matières en suspension sont présentes en quantité significative, une étape de filtration est requise avant l'acidification.

#### 5 Réactifs et matériel

Tous les réactifs doivent être de qualité analytique reconnue, à l'exception du cocktail de scintillation, et ne doivent pas présenter d'activités alpha et bêta détectables, à l'exception des solutions de référence radioactives certifiées.

## ISO 11704:2018(F)

**5.1 Acide nitrique**,  $c(\text{HNO}_3)$  = acide disponible dans le commerce, de fraction massique  $w(\text{HNO}_3) = (65 \text{ à } 70) \%$ .

**5.2 Eau**, ISO 3696, qualité 3.

L'eau déionisée peut contenir des quantités détectables de  $^{222}\text{Rn}$  et de descendants à période courte. Il est donc fortement recommandé de faire bouillir l'eau en l'agitant vigoureusement, puis de la laisser reposer pendant une journée avant de l'utiliser. Il est également possible d'utiliser un barbotage d'azote d'environ 1 h pour un échantillon de 2 l.

**5.3 Cocktail de scintillation.**

Cocktails de scintillation disponibles dans le commerce pour discrimination alpha et bêta (par exemple cocktails à base de diisopropylnaphtalène), miscibles dans l'eau.

**5.4 Solvants organiques volatils.**

Méthanol ou éthanol.

**5.5 Solutions de référence certifiées.**

**5.5.1 Généralités**

En général, les paramètres expérimentaux (rendement, discrimination optimale alpha et bêta) dépendent des énergies alpha et bêta; en conséquence, le choix des solutions de référence certifiées d'émetteurs alpha et bêta dépend de la connaissance du type de contaminant radioactif susceptible d'être présent dans les eaux soumises à essai (voir l'ISO 9696<sup>[9]</sup> et la Référence [\[10\]](#)).

NOTE Pour de plus amples informations sur la traçabilité métrologique, consulter l'ISO/IEC 17025.

**5.5.2 Solution de référence certifiée d'émetteur alpha**

La solution de référence certifiée d'émetteur alpha ne doit contenir aucune activité alpha et bêta détectable inattendue.

$^{236}\text{U}$  est un choix convenable lorsque les eaux sont contrôlées pour vérifier leur teneur en radioactivité naturelle car son énergie est proche de celle de la plupart des radionucléides naturels les plus répandus (par exemple, isotopes de l'uranium et du thorium,  $^{226}\text{Ra}$ ) et il est disponible dans le commerce sans produits de désintégration à période courte. Le fournisseur peut fournir des informations relatives à l'absence de produits de désintégration.

$^{241}\text{Am}$  est couramment utilisé lorsqu'une contamination par des radionucléides artificiels est suspectée.  $^{239}\text{Pu}$  peut également être utilisé dans de telles circonstances.

**5.5.3 Solution de référence certifiée d'émetteur bêta**

La solution de référence certifiée d'émetteur bêta ne doit pas contenir de radio-isotopes émetteurs alpha.

Un mélange de  $^{90}\text{Sr}$  et de  $^{90}\text{Y}$ , ou du  $^{40}\text{K}$ , est couramment utilisé. Une solution de potassium pour spectrométrie d'absorption atomique offre un avantage défendable en ce que son activité massique peut être calculée à partir de constantes physiques établies et de données de teneur isotopique qui sont indépendantes des modes opératoires d'étalonnage d'un organisme particulier. D'autres émetteurs bêta, tels que  $^{137}\text{Cs}$  ou  $^{36}\text{Cl}$ , peuvent également être utilisés.

**5.6 Équipement.**

**5.6.1 Balance analytique.**