

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61145

Première édition
First edition
1992-05

**Etalonnage et utilisation de systèmes
à chambre d'ionisation
pour le dosage des radionucléides**

**Calibration and usage of ionization
chamber systems for assay of radionuclides**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61145: 1992

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI)*.

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)*.

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61145

Première édition
First edition
1992-05

**Etalonnage et utilisation de systèmes
à chambre d'ionisation
pour le dosage des radionucléides**

**Calibration and usage of ionization
chamber systems for assay of radionuclides**

© IEC 1992 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

L

*Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue*

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives	8
3 Définitions	8
4 Procédure	10
4.1 Généralités	10
4.2 Etalonnage initial	10
4.3 Sources étalons	12
4.4 Dosage	12
4.5 Contrôle des performances	12
4.6 Précision et reproductibilité	14
5 Sources d'erreur	16
6 Précautions	16
6.1 Dosage d'un radionucléide pour lequel aucun étalon ou dispositif d'étalonnage n'est disponible	16
6.2 Effets de non-linéarité	16
6.3 Impuretés du radionucléide	18
6.4 Emetteurs de particules bêta	18
6.5 Emetteurs de photons de basse énergie	18
6.6 Radionucléides gazeux dissous	18
6.7 Rétention de radionucléides	20
6.8 Sources simulées	20

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Definitions	9
4 Procedure	11
4.1 General	11
4.2 Initial calibration	11
4.3 Standard sources	13
4.4 Assay	13
4.5 Performance testing	13
4.6 Accuracy and reproducibility	15
5 Sources of error	17
6 Precautions	17
6.1 Assay of a radionuclide for which no standard or calibration setting is available ...	17
6.2 Non-linearity effects	17
6.3 Radionuclidic impurities	19
6.4 Beta-particle emitters	19
6.5 Low-energy-photon emitters	19
6.6 Dissolved gaseous radionuclides	19
6.7 Plate-out of radionuclides	21
6.8 Simulated sources	21

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ÉTALONNAGE ET UTILISATION DE SYSTÈMES À CHAMBRE D'IONISATION POUR LE DOSAGE DES RADIONUCLÉIDES

AVANT-PROPOS

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La présente Norme internationale a été établie par le Comité d'Etudes n° 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote	Amendement au DIS	Rapport de vote
45(BC)201	45(BC)209	45(BC)210	45(BC)217

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**CALIBRATION AND USAGE OF IONIZATION CHAMBER SYSTEMS
FOR ASSAY OF RADIONUCLIDES**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

This International Standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 45: Nuclear instrumentation.

The text of this standard is based on the following documents:

DIS	Report on Voting	Amendment to DIS	Report on Voting
45(CO)201	45(CO)209	45(CO)210	45(CO)217

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the Voting Reports indicated in the above table.

INTRODUCTION

La gamme étendue d'instruments basés sur la calibration, dont l'usage principal est le dosage de radionucléides en médecine nucléaire et dans d'autres applications, montre le besoin d'une norme pour uniformiser les techniques de mesures et d'essais. De tels dispositifs sont des systèmes composites constitués d'une chambre d'ionisation couplée par un circuit intégrateur à des circuits électroniques qui convertissent le courant d'ionisation en une information de sortie donnée en unités d'activité. Les principes de fonctionnement de la chambre d'ionisation sont bien connus et ne seront pas répétés ici. Une grande étendue de mesure d'activité et une bonne stabilité sont les caractéristiques essentielles des chambres d'ionisation dans cette application. Les avantages de ce type d'appareil pour le dosage des radionucléides incluent les facilités d'utilisation et d'interprétation.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61145:1992

INTRODUCTION

The wide range of calibrator-type instruments currently being used primarily for radionuclide assay in nuclear medicine and other applications indicates the need for a standard for uniformity in measurement and test techniques. Such devices are composite systems consisting of an ionization chamber integrally coupled to appropriate electronic circuitry that converts the ionization current to a readout in units of activity. The principles of operation of the ionization chamber are well known and are not repeated here. Wide activity range and stability are useful characteristics of ionization chambers in this application. The advantages of this type of system for radionuclide assay include ease of use and interpretation.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61145:1992

ÉTALONNAGE ET UTILISATION DE SYSTÈMES À CHAMBRE D'IONISATION POUR LE DOSAGE DES RADIONUCLÉIDES

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale couvre les techniques destinées à quantifier l'activité de radionucléides identifiés en utilisant toute une variété de chambres d'ionisation actuellement disponibles pour cette application. L'application de la norme est limitée aux instruments qui comportent, comme détecteurs, des chambres d'ionisation de type puits.

Cette norme propose une méthode pour obtenir des mesures précises à $\pm 10\%$ et reproductibles à $\pm 5\%$ près (généralement pour des sources de plus de $3,7 \times 10^6$ Bq (100 μ Ci)).

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

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

CEI 583: 1977, *Dimensions des tubes à essai en verre ou en plastique pour mesures de la radioactivité.*

CEI 583A: 1981, *Premier complément.*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent:

3.1 précision: La précision, habituellement décrite en termes d'incertitude totale, est l'estimation de l'écart possible par rapport à la valeur indiquée. L'incertitude totale, telle qu'elle est utilisée dans cette norme, est trois fois l'écart type de la somme des composantes de l'erreur énumérées à l'article 5 et de l'incertitude de la mesure. Il convient que toutes les incertitudes soient évaluées en écarts types.

3.2 activité: Quotient de dN par dt , où dN est le nombre de transitions nucléaires spontanées à partir d'un état d'énergie, attendues pendant l'intervalle de temps dt . $A = dN/dt$ (valeur absolue). [VEI 391-03-01, modifié]

CALIBRATION AND USAGE OF IONIZATION CHAMBER SYSTEMS FOR ASSAY OF RADIONUCLIDES

1 Scope

This International Standard covers the techniques for the quantification of the activity of identified radionuclides using any of a variety of ionization chambers currently available for this purpose. The application of the standard is limited to instruments that incorporate well-type ionization chambers as detectors.

This standard provides a method for obtaining measurements that are accurate to within $\pm 10\%$ and reproducible to within $\pm 5\%$ (usually for sources of more than $3,7 \times 10^6$ Bq (100 μ Ci)).

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 50(391): 1975, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 391: Detection and measurement of ionizing radiation by electric means*.

IEC 583: 1977, *Dimensions of test tubes made of glass or plastics for radioactivity measurements*.

IEC 583A: 1981, *First supplement*.

3 Definitions

For the purpose of this International Standard, the following definitions apply:

3.1 accuracy: Accuracy, usually described in terms of overall uncertainty, is the estimate of the overall possible deviation from the stated value. As used in this standard, the overall uncertainty is three times the root-mean-square value of the combined error components as itemized in clause 5 and the random uncertainties of the measurement. All uncertainties should be estimated as standard deviations.

3.2 activity: Quotient of dN by dt , where dN is the expectation value of the number of spontaneous nuclear transitions from that energy state in the time interval dt . $A = dN/dt$ (absolute value). [IEV 391-03-01, modified]

3.3 étalonnage (calibration): Procédé pour déterminer la relation numérique, pour une incertitude totale donnée, entre la mesure observée en sortie du système et la valeur, basée sur des sources étalons, de la quantité physique mesurée.

3.4 doit, doivent: Indique une condition qui est nécessaire ou essentielle pour satisfaire aux exigences de cette norme.

3.5 devra, devront: Indique une recommandation à appliquer quand cela est possible.

3.6 source simulée: Une source simulée contient habituellement des radionucléides à vie longue, seuls ou combinés, qui sont choisis pour simuler, en termes d'émission de photons ou de particules, un radionucléide à vie courte donné.

3.7 source étalon: Terme général se rapportant aux sources étalons énumérées ci-dessous:

1) Source radioactive étalon homologuée

Une source radioactive qui a été étalonnée par un laboratoire reconnu comme laboratoire national de normalisation pour les mesures radioactives et a été certifiée par ledit laboratoire.

2) Source radioactive étalonnée

Une source radioactive qui a été étalonnée par comparaison avec une source radioactive étalon homologuée ou une autre source radioactive étalonnée du même radionucléide.

4 Procédure

4.1 Généralités

Les appareils doivent être installés et mis en service conformément aux instructions du constructeur.

4.2 Etalonnage initial

L'étalonnage initial des appareils doit être effectué avec des sources identifiées de radionucléides, d'activité connue et de pureté définie. Comme indiqué en 4.4, les étalonnages devront être effectués avec des sources étalons de chaque radionucléide d'intérêt, si cela est possible.

4.2.1 Géométrie

L'influence sur le dosage de la configuration géométrique et de la composition du récipient de la source doivent être prises en considération dans les procédures d'étalonnage. (Voir la CEI 583 et la CEI 583A.)

Le positionnement des flacons d'étalonnage dans le puits du détecteur doit être reproductible pour de tels systèmes. Des facteurs de correction ou de nouveaux étalonnages doivent être établis pour le dosage de radionucléides dans des récipients de formes ou de dimensions différentes. De tels facteurs de correction peuvent être obtenus par des mesures de la même quantité d'un radionucléide donné dans des récipients de différentes géométries avec, si nécessaire, l'ajustement du volume en utilisant des solvants appropriés.

3.3 calibration: The process of determining the numerical relationship, within an overall stated uncertainty, between the observed output of a measurement system and the value, based on standard sources, of the physical quantity being measured.

3.4 shall: Indicates a condition that is necessary or essential to meet the requirements of this standard.

3.5 should: Indicates an advisory recommendation that is to be applied when practicable.

3.6 simulated sources: Simulated sources usually contain long-lived radionuclides, alone or in combination, that are chosen to simulate, in terms of photon or particle emission, a short-lived radionuclide of interest.

3.7 standard sources: A general term used to refer to the standard sources listed below:

1) Certified radioactivity standard source

A radioactivity source that has been calibrated by a laboratory recognized as a country's national standardizing laboratory for radioactivity measurements and has been so certified by the aforementioned laboratory.

2) Traceable radioactivity standard source

A radioactivity source that has been calibrated by comparing it to a certified radioactivity standard source or to another traceable radioactivity standard source of the same radionuclide.

4 Procedure

4.1 General

The instruments shall be installed and operated in accordance with the manufacturer's instructions.

4.2 Initial calibration

The initial calibration of the instruments shall be with identified radionuclide sources of known activity and established purity. As described in 4.4, calibrations should be performed with standard sources of each radionuclide of interest, if feasible.

4.2.1 Geometry

The dependence of the assay on the geometrical configuration and composition of the source container shall be taken into consideration in the calibration procedure. (See IEC 583 and 583A.)

Positioning of the calibration vials in the detector well shall be reproducible for such systems. Correction factors or new calibrations shall be obtained for assaying radionuclides in containers of different sizes or shapes. Such correction factors may be determined by measurement of the same quantity of a given radionuclide in containers of different geometry, with any necessary adjustment to the volume using an appropriate carrier solution.

Les facteurs de correction fournis par le constructeur devront aussi être contrôlés comme décrit ci-dessus.

4.2.2 *Domaine d'activité*

L'étalonnage de l'équipement devra couvrir aussi complètement que possible les domaines d'activité pour lesquels il sera utilisé. Les corrections dues au bruit de fond devront être effectuées chaque fois que celui-ci est significatif par rapport au taux d'émission de l'échantillon.

4.2.3 *Précision et reproductibilité*

Les procédures d'étalonnage devront être telles que la précision et la reproductibilité des mesures avec l'instrument étalonné soient incluses dans les limites indiquées en 4.6.

4.3 *Sources étalons*

Des sources étalons dont le radionucléide sera caractérisé en pureté et en activité doivent être utilisées pour les étalonnages de routine de l'instrument. Des corrections pour la décroissance des sources étalons devront être appliquées si plus de 2 % du temps de la «demi-vie» s'est écoulé depuis l'instant de leur qualification.

4.3.1 *Géométrie de la source*

Idéalement, pour éviter les corrections, la géométrie des sources étalons devra être identique à la géométrie des sources à doser.

4.3.2 *Gamme d'activité des sources*

Une gamme suffisante d'activité devra être disponible. La sélection des sources étalons devra prendre en considération la précision demandée dans le domaine d'activité des radionucléides à doser.

4.3.3 *Domaine d'énergie des sources*

Une gamme suffisante d'énergie des photons émis devra être couverte par la sélection des sources étalons. ^{125}I (0,03 MeV), ^{57}Co (0,12 MeV) et ^{137}Cs (0,66 MeV) sont des sources représentatives dans la gamme d'énergie utilisée habituellement.

4.4 *Dosage*

Les radionucléides doivent être dosés avec un appareil correctement étalonné utilisant un support approprié de positionnement du radionucléide préétalonné ou un module enfichable. L'activité d'un radionucléide pour lequel il n'y a pas de support ou de module peut aussi être mesurée d'une manière précise par rapport à une source étalon du même radionucléide, en utilisant tout support ou module fournissant une lecture suffisante pour donner des résultats reproductibles.

4.5 *Contrôle des performances*

Des contrôles réguliers des performances de l'appareil sont nécessaires pour s'assurer de la précision des dosages.

Correction factors supplied by the manufacturer should also be checked as described above.

4.2.2 *Activity ranges*

The calibration of the equipment should cover as completely as practicable the activity ranges for which it will be used. Whenever the background is significant in comparison with the sample emission rate, it should be corrected.

4.2.3 *Accuracy and reproducibility*

The calibration procedures should be such that the accuracy and reproducibility of measurements made with the calibrated instrument will be within the limits stated in 4.6.

4.3 *Standard sources*

Standard sources, characterized as to radionuclide purity and activity, shall be used for routine calibration of the equipment. Correction for decay of a standard source since the time of standardization should be applied if more than 2 % of a "half-life" has expired.

4.3.1 *Source geometry*

Ideally, to avoid the necessity for corrections, the geometry of the standard source should be identical to the geometry of the source to be assayed.

4.3.2 *Source activity range*

An adequate range of activities should be available for use. The selection of standard sources should take into consideration the accuracy required over the ranges of activity of the radionuclides to be assayed.

4.3.3 *Source energy range*

An adequate range of photon emission energies should be covered in the selection of standard sources. ^{125}I (0,03 MeV), ^{57}Co (0,12 MeV), and ^{137}Cs (0,66 MeV) are representative of radionuclide sources of photons in the energy range typically used.

4.4 *Assay*

Radionuclides shall be assayed in a properly calibrated instrument using an appropriate precalibrated radionuclide setting or plug-in module. The activity of a radionuclide for which no setting or module is available may also be accurately measured relative to a standard source of the same radionuclide, using any setting or module that yields a high enough reading to give reproducible results.

4.5 *Performance testing*

Regular testing of the instrument performance is required to assure the accuracy of assays.

4.5.1 *Contrôle avec source de référence*

Des contrôles d'étalonnage avec des sources de référence à vie longue doivent être effectués et enregistrés lors de chaque séance de travail avec l'appareil. Ces contrôles doivent être répétés chaque fois que la lecture des valeurs d'échantillons n'est pas dans la fourchette de $\pm 10\%$ de leur dosage escompté. Il est nécessaire qu'au moins deux sources de référence soient disponibles (par exemple, $3,70\text{--}7,40 \times 10^6$ Bq ($100\text{--}200$ μCi) de ^{137}Cs et $40\text{--}180 \times 10^6$ Bq ($1\text{--}5$ mCi) de ^{57}Co avec les corrections appropriées pour la décroissance). Ces sources pourront être alternées, chaque jour d'utilisation, pour tester les performances des instruments dans toute une gamme d'énergie des photons et d'activité des sources. De tels contrôles servent à vérifier la stabilité de l'instrument pour des mesures de radionucléides pour lesquels des étalonnages ont été effectués, mais pour lesquels des sources étalons ne sont pas toujours disponibles.

4.5.2 *Contrôle de linéarité*

Un contrôle pratique de linéarité dans la gamme des hautes activités est indiqué en 6.2. Ce contrôle doit être effectué et enregistré à des intervalles n'excédant pas trois mois.

4.5.3 *Contrôle du bruit de fond*

Le bruit de fond doit être contrôlé et enregistré pour chaque séance de travail avec l'appareil.

4.5.4 *Fréquence des étalonnages*

Des étalonnages seront effectués et enregistrés annuellement, après une réparation et après de longues périodes de non-utilisation, en utilisant des sources étalons d'au moins deux radionucléides, couvrant les gammes d'activité et d'énergie utilisées.

4.6 *Précision et reproductibilité*

Les exigences minimales, en termes de précision et de reproductibilité pour de tels appareils, sont définies comme suit:

4.6.1 *Précision*

La précision des appareils, lorsqu'ils sont utilisés avec la géométrie de source recommandée par le constructeur pour des niveaux d'activité supérieurs à $3,7 \times 10^6$ Bq (100 μCi), doit être telle que l'activité mesurée avec une source étalon, comme défini à l'article 3, se trouve dans les limites de $\pm 10\%$ de l'activité indiquée de l'étalon. La précision de mesure des activités au-dessous de $3,7 \times 10^6$ Bq (100 μCi) peut ne pas tomber dans les limites de $\pm 10\%$ et devra être déterminée pour chaque instrument avec lequel de tels dosages seront effectués.

4.6.2 *Reproductibilité*

La reproductibilité concernant l'erreur statistique de mesure devra être telle que tous les résultats d'une série de 10 mesures successives sur une source d'activité plus grande que $3,7 \times 10^6$ Bq (100 μCi), et pour une même géométrie, seront situés à $\pm 5\%$ de la valeur moyenne d'activité mesurée pour cette source, en supposant qu'il n'est pas nécessaire d'apporter des corrections de décroissance pendant la période de mesure retenue.

4.5.1 *Reference source checks*

Calibration checks using long-lived reference sources shall be performed and logged on each work shift during which the instrument is used. These checks shall be repeated whenever sample readings are not within $\pm 10\%$ of their anticipated assay. It is required that at least two such reference sources be available (for example, $3,70\text{--}7,40 \times 10^6$ Bq ($100\text{--}200$ μCi) of ^{137}Cs , and $40\text{--}180 \times 10^6$ Bq ($1\text{--}5$ mCi) of ^{57}Co with appropriate correction for decay). These sources could be alternated each day of use to test the instrument's performance over a range of photon energies and source activities. Such checks serve to verify the stability of the instrument for measurements of radionuclides for which calibrations have been established but for which standard sources are not always available for use.

4.5.2 *Linearity check*

A convenient high-activity-range linearity check is outlined in 6.2. This check shall be performed and logged at intervals not to exceed three months.

4.5.3 *Background checks*

Background checks shall be performed and logged on each work shift during which the instrument is used.

4.5.4 *Frequency of calibration*

Annually, following repair and following extended periods of non-utilization, calibrations using standard sources of at least two radionuclides covering the energy and activity ranges of interest shall be performed and logged.

4.6 *Accuracy and reproducibility*

Minimum requirements, in terms of accuracy and reproducibility for such instruments, are as follows:

4.6.1 *Accuracy*

The accuracy of the instruments, when used with the source geometry recommended by the manufacturer at activity levels above $3,7 \times 10^6$ Bq (100 μCi), shall be such that the measured activity of a standard source as defined in clause 3 shall be within $\pm 10\%$ of the true activity of that source. The accuracy of measurements of activity levels below $3,7 \times 10^6$ Bq (100 μCi) may not fall within the $\pm 10\%$ limits and should be determined for each instrument on which such assays will be performed.

4.6.2 *Reproducibility*

The reproducibility for random error of the measurement shall be such that all the results in a series of ten consecutive measurements on a source of activity greater than $3,7 \times 10^6$ Bq (100 μCi) in the same geometry shall be within $\pm 5\%$ of the average measured activity for that source, assuming no decay corrections over the measurement period are required.

4.6.3 Action corrective

Si les impératifs de précision et de reproductibilité ne sont pas atteints, l'appareil doit être étalonné, ou réparé et réétalonné. Si l'appareil présente des résultats erratiques, il doit être réparé et réétalonné.

5 Sources d'erreur

Les causes habituelles d'erreur dans le dosage des radionucléides avec des chambres d'ionisation sont les suivantes:

- 1) incertitude dans l'étalonnage de la source étalon;
- 2) variations dans la géométrie de l'échantillon à doser (voir 4.2.1);
- 3) variations du bruit de fond du rayonnement (particulièrement pour les mesures de faibles activités);
- 4) présence d'impuretés dans le radionucléide (voir 6.3);
- 5) variations de l'atténuation dues à des variations de l'épaisseur des parois ou du matériau du flacon (voir 6.4 et 6.5);
- 6) non-uniformité de la répartition de la radioactivité dans la source (voir 6.6. et 6.7);
- 7) non-linéarité de l'appareil;
- 8) instabilité de l'appareil.

6 Précautions

Parmi les principaux domaines où des anomalies ont été relevées avec des équipements de ce type, on peut citer:

6.1 Dosage d'un radionucléide pour lequel aucun étalon ou dispositif d'étalonnage n'est disponible

L'utilisateur doit prendre en considération tous les rayonnements gamma et autres photons (y compris ceux du rayonnement de freinage) et tous les rayonnements bêta émis à partir du récipient lors du dosage d'un radionucléide pour lequel il n'existe ni support précalibré ni module enfichable, ou pour lequel aucune source étalon n'est disponible. La connaissance de la réponse en énergie de la chambre d'ionisation est aussi nécessaire, particulièrement quand des énergies inférieures à 150 keV sont présentes dans le schéma de décroissance. En général, le constructeur devra être consulté pour avis sur de telles mesures.

6.2 Effets de non-linéarité

Un effet de non-linéarité pour les hauts niveaux d'activités est caractéristique pour ce type d'appareil et des mesures devront être prises pour éviter des erreurs résultant de cet effet. Il est important que les appareils soient contrôlés, pour un radionucléide donné, pour la gamme supérieure d'activité susceptible d'être utilisée.

6.2.1 Contrôle de non-linéarité

La linéarité de l'appareil peut être contrôlée en dosant l'activité maximale susceptible d'être utilisée puis en suivant la décroissance de l'activité de la source, en fonction du temps, jusqu'à atteindre une valeur d'activité dans la gamme où l'appareil est correctement étalonné (avec correction du bruit de fond, si nécessaire). Le ^{99m}Tc est un

4.6.3 *Corrective action*

If the accuracy or reproducibility requirements are not met, the instrument shall be recalibrated, or repaired and recalibrated. If the instrument exhibits erratic performance, it shall be repaired and recalibrated.

5 Sources of error

Common sources of error in the assay of radionuclides with ionization chambers are as follows:

- 1) uncertainty limits in the calibration of the standard source;
- 2) variations in geometries of the sample to be assayed (see 4.2.1);
- 3) variations in radiation background (particularly for low-activity measurements);
- 4) presence of radionuclide impurities (see 6.3);
- 5) changes in attenuation due to variations in container wall thickness or material (see 6.4 and 6.5);
- 6) non-uniformity of radioactivity distribution in the source (see 6.6 and 6.7);
- 7) non-linearity of the instrument;
- 8) instability of the instrument.

6 Precautions

Some of the major areas in which discrepancies have been experienced with equipment of this type are as follows:

6.1 *Assay of a radionuclide for which no standard or calibration setting is available*

The user shall consider all gamma-ray and other photon emissions (including bremsstrahlung) and all beta particle contributions to radiation emitted from the container when assaying a radionuclide for which no precalibrated radionuclide setting or plug-in module is provided, or for which no standard source is available. An understanding of the energy response of the ionization chamber is also necessary, particularly where energies of less than 150 keV are present in the decay scheme. In general, the manufacturer should be consulted for advice on such measurements.

6.2 *Non-linearity effects*

A non-linearity effect at very high activity levels is characteristic of equipment of this type and steps should be taken to guard against errors resulting from this effect. It is important that instruments be checked against activities at the upper end of the range of proposed use for a given radionuclide.

6.2.1 *Non-linearity check*

Instrument linearity may be checked by assaying the maximum activity likely to be utilized, then following the decay of the activity of the source until the measured activity is in the activity range where the instrument is properly calibrated (correcting for background as necessary). A suitable radionuclide for this purpose is ^{99m}Tc . Assuming that the final