

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60789

Troisième édition
Third edition
2005-10

**Appareils électromédicaux –
Caractéristiques et conditions d'essai des
dispositifs d'imagerie par radionucléides –
Gamma caméras de type Anger**

**Medical electrical equipment –
Characteristics and test conditions of
radionuclide imaging devices –
Anger type gamma cameras**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60789:2005

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions 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.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. 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.

Further information on IEC publications

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 this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. 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 also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/searchpub) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/online_news/justpub) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60789

Troisième édition
Third edition
2005-10

**Appareils électromédicaux –
Caractéristiques et conditions d'essai des
dispositifs d'imagerie par radionucléides –
Gamma caméras de type Anger**

**Medical electrical equipment –
Characteristics and test conditions of
radionuclide imaging devices –
Anger type gamma cameras**

© IEC 2005 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, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

U

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	8
1 Domaine d'application	10
2 Références normatives	10
3 Termes et définitions	10
4 Méthodes d'essais	16
4.1 Exigences générales	16
4.2 SENSIBILITÉ SYSTÈME	16
4.3 RÉOLUTION SPATIALE	20
4.4 NON-LINÉARITÉ SPATIALE	24
4.5 NON-UNIFORMITÉ DE RÉPONSE	26
4.6 RÉOLUTION D'ÉNERGIE INTRINSÈQUE	30
4.7 ENREGISTREMENT SPATIAL EN FENÊTRES MULTIPLES INTRINSÈQUE	30
4.8 CARACTÉRISTIQUES DE TAUX DE COMPTAGE	34
4.9 Essai des fuites du blindage	36
5 DOCUMENTS D'ACCOMPAGNEMENT	38
Bibliographie	52
Index des termes définis	54
Figure 1 – Cuvette	38
Figure 2 – Fantôme cylindrique	40
Figure 3 – Source homogène	40
Figure 4 – Fantôme à fentes pour la mesure de la résolution intrinsèque et de la NON-LINÉARITÉ SPATIALE	42
Figure 5 – Arrangement de la source pour les mesures intrinsèques (4.3.5, 4.4.1, 4.5.4 et 4.6)	44
Figure 6 – Petite source liquide avec blindage	46
Figure 7 – Mesure de la LMH	48
Figure 8 – Evaluation de la LARGEUR ÉQUIVALENTE (LE)	50
Tableau 1 – Radionucléides et fenêtres d'énergie à utiliser pour les mesures des performances	16

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	9
1 Scope.....	11
2 Normative references	11
3 Terms and definitions	11
4 Test methods	17
4.1 General requirements.....	17
4.2 SYSTEM SENSITIVITY.....	17
4.3 SPATIAL RESOLUTION.....	21
4.4 SPATIAL NON-LINEARITY	25
4.5 NON-UNIFORMITY OF RESPONSE.....	27
4.6 INTRINSIC ENERGY RESOLUTION	31
4.7 INTRINSIC MULTIPLE WINDOW SPATIAL REGISTRATION	31
4.8 COUNT RATE CHARACTERISTIC.....	35
4.9 Shield leakage test.....	37
5 ACCOMPANYING DOCUMENTS.....	39
Bibliography.....	53
Index of defined terms.....	55
Figure 1 – Cuvette.....	39
Figure 2 – Cylindrical phantom.....	41
Figure 3 – Uniform source.....	41
Figure 4 – Slit phantom for measurement of intrinsic resolution and SPATIAL NON-LINEARITY	43
Figure 5 – Source arrangement for intrinsic measurements (4.3.5, 4.4.1, 4.5.4 and 4.6)	45
Figure 6 – Small shielded liquid source.....	47
Figure 7 – Measurement of FWHM.....	49
Figure 8 – Evaluation of EQUIVALENT WIDTH (EW).....	51
Table 1 – Radionuclides and energy windows to be used for performance measurements.....	17

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREILS ÉLECTROMÉDICAUX – CARACTÉRISTIQUES ET CONDITIONS D'ESSAI DES DISPOSITIFS D'IMAGERIE PAR RADIONUCLÉIDES – GAMMA CAMÉRAS DE TYPE ANGER

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications, la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60789 a été établie par le sous-comité 62C: Appareils de radiothérapie, de médecine nucléaire et de dosimétrie du rayonnement, du comité d'études 62 de la CEI: Equipements électriques dans la pratique médicale.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 1992, dont elle constitue une révision technique.

Par rapport la deuxième édition, la mesure de la variation de sensibilité intrinsèque à une source ponctuelle a été supprimée, les paragraphes SENSIBILITÉ SYSTÈME (4.2), RÉOLUTION SPATIALE (4.3), NON-UNIFORMITÉ DE RÉPONSE (4.5), ENREGISTREMENT SPATIAL INTRINSÈQUE EN FENÊTRES MULTIPLES (4.7) et CARACTÉRISTIQUE DE TAUX DE COMPTAGE (4.8) ont été reformulés (bien que les procédures soient principalement inchangées) et certaines petites modifications rédactionnelles ont été réalisées.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**MEDICAL ELECTRICAL EQUIPMENT –
CHARACTERISTICS AND TEST CONDITIONS OF
RADIONUCLIDE IMAGING DEVICES –
ANGER TYPE GAMMA CAMERAS**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60789 has been prepared by subcommittee 62C: Equipment for radiotherapy, nuclear medicine and radiation dosimetry, of IEC technical committee 62: Electrical equipment in medical practice.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 1992. It constitutes a technical revision.

With respect to the second edition, the measurement of intrinsic point source sensitivity variation has been removed, the subclauses SYSTEM SENSITIVITY (4.2), SPATIAL RESOLUTION (4.3), NON-UNIFORMITY OF RESPONSE (4.5), INTRINSIC MULTIPLE WINDOW SPATIAL REGISTRATION (4.7) and COUNT RATE CHARACTERISTIC (4.8) have been reformulated (although the procedures are mostly unchanged) and some small editorial changes have been made.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
62C/388/FDIS	62C/392/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Dans la présente norme, les caractères d'imprimerie suivants sont utilisés:

- exigences, dont la conformité peut être vérifiée par un essai, et définitions: caractères romains;
- notes, explications, conseils, introductions, énoncés de portée générale, exceptions et références: petits caractères romains;
- *modalités d'essais: caractères italiques;*
- TERMES DÉFINIS À L'ARTICLE 3 DE LA PRÉSENTE NORME INDIQUÉS EN ANNEXE B: PETITES MAJUSCULES.

Les exigences sont suivies par les modalités d'essais correspondantes.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous «<http://webstore.iec.ch>» dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

Le contenu du corrigendum d'octobre 2009 a été pris en considération dans cet exemplaire.

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

FDIS	Report on voting
62C/388/FDIS	62C/392/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

In this standard the following print types are used:

- requirements, compliance with which can be tested, and definitions: in roman type;
- notes, explanations, advice, introductions, general statements, exceptions and reference: in smaller roman type;
- *test specifications: in italic type;*
- TERMS DEFINED IN CLAUSE 3 OF THIS STANDARD LISTED IN ANNEX B: SMALL CAPITALS.

The requirements are followed by specifications for the relevant tests.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

The contents of the corrigendum of October 2009 have been included in this copy.

INTRODUCTION

Les méthodes d'essai spécifiées dans la présente norme ont été choisies pour refléter, autant que possible, l'utilisation clinique des GAMMA CAMÉRAS. L'intention est de faire appliquer ces méthodes d'essai par les fabricants, leur donnant ainsi les moyens de décrire les caractéristiques des GAMMA CAMÉRAS sur la base de critères communs.

IEC NORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60789:2005

Withdrawn

INTRODUCTION

The test methods specified in this standard have been selected to reflect as much as possible the clinical use of GAMMA CAMERAS. It is intended that the test methods be carried out by manufacturers, thereby enabling them to describe the characteristics of GAMMA CAMERAS on a common basis.

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60789:2005

APPAREILS ÉLECTROMÉDICAUX – CARACTÉRISTIQUES ET CONDITIONS D'ESSAI DES DISPOSITIFS D'IMAGERIE PAR RADIONUCLÉIDES – GAMMA CAMÉRAS DE TYPE ANGER

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les méthodes d'essai en vue d'annoncer les caractéristiques des GAMMA CAMÉRAS de type Anger. Ces dernières sont constituées d'un collimateur, d'un blindage du détecteur et d'un ensemble détecteur de rayonnement associés à des dispositifs d'enregistrement et de visualisation.

Les exigences de sécurité à suivre par les fabricants conformément à la CEI 60601-1 ne rentrent pas dans le domaine d'application de la présente norme.

2 Références normatives

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

CEI 60788:2004, *Medical electrical equipment – Glossary of defined terms*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les définitions données dans la CEI 60788 (voir Index des termes définis) et les définitions suivantes s'appliquent.

3.1

FENÊTRE D'ÉNERGIE

gamme définissant les signaux d'énergie acceptés par le dispositif pour un traitement ultérieur

3.2

CHAMP DE VISUALISATION DU DÉTECTEUR

CDV (EN ANGLAIS FOV, FIELD OF VIEW)

région du détecteur dans laquelle les événements appartiennent à l'image affichée, et pour laquelle toutes les spécifications de performances sont fournies

3.3

FACE AVANT DU COLLIMATEUR

surface d'un COLLIMATEUR qui est la plus proche de l'objet à visualiser

3.4

FACE ARRIÈRE DU COLLIMATEUR

surface d'un COLLIMATEUR qui est la plus proche de l'ENSEMBLE DÉTECTEUR DE RAYONNEMENT

3.5

CHAMP D'ENTRÉE D'UN COLLIMATEUR

surface limitée par la plus courte ligne tangentielle aux bords externes des ouvertures périphériques du COLLIMATEUR sur la FACE AVANT DU COLLIMATEUR

MEDICAL ELECTRICAL EQUIPMENT – CHARACTERISTICS AND TEST CONDITIONS OF RADIONUCLIDE IMAGING DEVICES – ANGER TYPE GAMMA CAMERAS

1 Scope

This International Standard specifies test methods for declaring the characteristics of Anger type GAMMA CAMERAS. The latter are composed of a collimator, a detector shield and a radiation detector assembly, together with recording and display devices.

It is not within the scope of this standard to address the safety requirements to be followed by manufacturers according to IEC 60601-1.

2 Normative references

The following referenced documents are for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60788:2004, *Medical electrical equipment – Glossary of defined terms*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the definitions given in IEC 60788 (see Index of defined terms) and the following apply.

3.1

ENERGY WINDOW

range defining the energy signals accepted by the device for further processing

3.2

DETECTOR FIELD OF VIEW FOV

region of the detector within which events are included in the display image, and for which all performance specifications are provided

3.3

COLLIMATOR FRONT FACE

surface of the COLLIMATOR which is closest to the object being imaged

3.4

COLLIMATOR BACK FACE

surface of the COLLIMATOR which is closest to the RADIATION DETECTOR ASSEMBLY

3.5

ENTRANCE FIELD OF A COLLIMATOR

area bounded by the shortest line which is tangential to the outside edges of the peripheral COLLIMATOR apertures on the COLLIMATOR FRONT FACE

3.6

CHAMP DE SORTIE D'UN COLLIMATEUR

surface limitée par la plus courte ligne tangentielle aux bords externes des ouvertures périphériques du COLLIMATEUR sur la FACE ARRIÈRE DU COLLIMATEUR

3.7

AXE DU COLLIMATEUR

ligne droite passant par les centres géométriques du CHAMP DE SORTIE et du CHAMP D'ENTRÉE du COLLIMATEUR

3.8

COLLIMATEUR À TROUS PARALLÈLES

COLLIMATEUR avec un certain nombre d'ouvertures dont les axes sont parallèles

3.9

COLLIMATEUR À STÉNOPÉ

COLLIMATEUR avec une petite ouverture dans un plan en avant de l'ENSEMBLE DÉTECTEUR DE RAYONNEMENT

3.10

ERREUR DE CALCUL LIÉE À L'EMPILEMENT DES IMPULSIONS

<GAMMA CAMÉRA> faux calcul d'adresse d'un événement artificiel qui traverse la FENÊTRE D'ÉNERGIE, mais est formé de deux ou plusieurs événements par l'EFFET D'EMPILEMENT

3.11

EFFET D'EMPILEMENT

fausse mesure de l'amplitude d'impulsion due à l'absorption de deux ou plusieurs rayons gamma, atteignant le même détecteur de rayonnement dans le TEMPS DE RÉOLUTION

3.12

SENSIBILITÉ SYSTÈME

<GAMMA CAMÉRA> avec un COLLIMATEUR spécifié et une FENÊTRE D'ÉNERGIE, le rapport du TAUX DE COMPTAGE de la TÊTE DU DÉTECTEUR sur l'ACTIVITÉ d'une source plane de dimensions définies et contenant un radionucléide spécifié placé perpendiculairement à l'AXE DU COLLIMATEUR et centré sur lui, dans des conditions définies

NOTE Voir aussi la Figure 2.

3.13

FONCTION DE DISTRIBUTION LINÉAIRE INTRINSÈQUE

fonction de distribution linéaire mesurée avec une source linéaire collimatée en face de la TÊTE DU DÉTECTEUR sans COLLIMATEUR

3.14

FONCTION DE DISTRIBUTION LINÉAIRE DE LA TÊTE DU DÉTECTEUR

fonction de distribution linéaire mesurée avec une source linéaire non collimatée, à une distance définie Z de la FACE AVANT DU COLLIMATEUR

3.15

LARGEUR ÉQUIVALENTE

LE (EN ANGLAIS EW, ÉQUIVALENT WIDTH)

largeur d'un rectangle ayant la même surface que la FDL (en anglais LSF, *line spread function*) et une hauteur égale à la valeur maximale de la FDL

3.6**EXIT FIELD OF A COLLIMATOR**

area bounded by the shortest line which is tangential to the outside edges of the peripheral COLLIMATOR apertures on the COLLIMATOR BACK FACE

3.7**COLLIMATOR AXIS**

straight line which passes through the geometrical centre of the EXIT and ENTRANCE FIELDS of the COLLIMATOR

3.8**PARALLEL HOLE COLLIMATOR**

COLLIMATOR with a number of apertures, the axes of which are parallel

3.9**PIN-HOLE COLLIMATOR**

COLLIMATOR with one small aperture in a plane in front of the RADIATION DETECTOR ASSEMBLY

3.10**ADDRESS PILE UP**

<GAMMA CAMERA> false address calculation of an artificial event which passes the ENERGY WINDOW, but is formed from two or more events by the PILE UP EFFECT

3.11**PILE UP EFFECT**

false measurement of the pulse amplitude, due to the absorption of two or more gamma rays, reaching the same radiation detector within the RESOLVING TIME

[IEC 61675-1, definition 2.7.4.1]

3.12**SYSTEM SENSITIVITY**

<GAMMA CAMERA> with a specified COLLIMATOR and ENERGY WINDOW, the ratio of the COUNT RATE of the DETECTOR HEAD to the ACTIVITY of a plane source of specific dimensions and containing a specified radionuclide placed perpendicular to and centred on the COLLIMATOR AXIS under specified conditions

NOTE See also Figure 2

3.13**INTRINSIC LINE SPREAD FUNCTION**

line spread function measured with a collimated line source in front of the DETECTOR HEAD without COLLIMATOR

3.14**DETECTOR HEAD LINE SPREAD FUNCTION**

line spread function measured with an uncollimated line source at a specified distance Z from the COLLIMATOR FRONT FACE

3.15**EQUIVALENT WIDTH****EW**

width of a rectangle having the same area as the LSF and a height equal to the maximum value of the LSF

3.16

RÉSOLUTION SPATIALE

capacité à concentrer la distribution de densité de comptage dans l'image d'une SOURCE PONCTUELLE à un point

3.17

RÉSOLUTION SPATIALE SYSTÈME

<GAMMA CAMÉRA> RÉSOLUTION SPATIALE dans un milieu diffusant pour un COLLIMATEUR spécifié, ou un radionucléide spécifié, et à une distance spécifiée de la FACE AVANT DU COLLIMATEUR

3.18

RÉSOLUTION SPATIALE INTRINSÈQUE

<GAMMA CAMÉRA> RÉSOLUTION SPATIALE dans l'air pour un radionucléide spécifié sans COLLIMATEUR

3.19

SPECTRE D'ÉNERGIE INTRINSÈQUE

histogramme mesuré des amplitudes d'impulsions pour la TÊTE DU DÉTECTEUR sans COLLIMATEUR

NOTE Il convient que les amplitudes d'impulsions soient exprimées en énergies équivalentes.

3.20

RÉSOLUTION D'ÉNERGIE INTRINSÈQUE

LARGEUR À MI-HAUTEUR de la crête d'absorption totale d'énergie dans le SPECTRE D'ÉNERGIE INTRINSÈQUE pour un radionucléide spécifié

3.21

ENREGISTREMENT SPATIAL EN FENÊTRES MULTIPLES

position mesurée d'une source en fonction du réglage de la FENÊTRE D'ÉNERGIE

3.22

NON-UNIFORMITÉ DE RÉPONSE INTRINSÈQUE

NON-UNIFORMITÉ DE RÉPONSE de la TÊTE DU DÉTECTEUR sans COLLIMATEUR

3.23

NON-UNIFORMITÉ DE RÉPONSE SYSTÈME

NON-UNIFORMITÉ DE RÉPONSE de la TÊTE DU DÉTECTEUR avec COLLIMATEUR

3.24

NON-LINÉARITÉ SPATIALE

écarts de l'image d'une source linéaire droite par rapport à une ligne droite

3.25

NON-LINÉARITÉ SPATIALE INTRINSÈQUE

NON-LINÉARITÉ SPATIALE de la TÊTE DU DÉTECTEUR sans COLLIMATEUR

3.26

PERTE DE COMPTAGE

différence entre le TAUX DE COMPTAGE mesuré et le TAUX DE COMPTAGE RÉEL, qui est provoquée par le TEMPS DE RÉSOLUTION fini de l'appareil

3.16**SPATIAL RESOLUTION**

ability to concentrate the count density distribution in the image of a POINT SOURCE to a point

[IEC 61675-1, definition 2.4]

3.17**SYSTEM SPATIAL RESOLUTION**

<GAMMA CAMERA> SPATIAL RESOLUTION in a scattering medium for a specified COLLIMATOR, or a specified radionuclide, and at a specified distance from the COLLIMATOR FRONT FACE

3.18**INTRINSIC SPATIAL RESOLUTION**

<GAMMA CAMERA> SPATIAL RESOLUTION in air for a specified radionuclide excluding the COLLIMATOR

3.19**INTRINSIC ENERGY SPECTRUM**

measured histogram of pulse heights for the DETECTOR HEAD without COLLIMATOR

NOTE The pulse height should be expressed as corresponding energy.

3.20**INTRINSIC ENERGY RESOLUTION**

FULL WIDTH AT HALF MAXIMUM of the full energy absorption peak in the INTRINSIC ENERGY SPECTRUM for a specified radionuclide

3.21**MULTIPLE WINDOW SPATIAL REGISTRATION**

measured position of a source as a function of the ENERGY WINDOW setting

3.22**INTRINSIC NON-UNIFORMITY OF RESPONSE**

NON-UNIFORMITY OF RESPONSE of the DETECTOR HEAD without COLLIMATOR

3.23**SYSTEM NON-UNIFORMITY OF RESPONSE**

NON-UNIFORMITY OF RESPONSE of the DETECTOR HEAD with COLLIMATOR

3.24**SPATIAL NON-LINEARITY**

deviations of the image of a straight line source from a straight line

3.25**INTRINSIC SPATIAL NON-LINEARITY**

SPATIAL NON-LINEARITY of the DETECTOR HEAD without COLLIMATOR

3.26**COUNT LOSS**

difference between measured COUNT RATE and TRUE COUNT RATE, which is caused by the finite RESOLVING TIME of the instrument

[IEC 61675-1, definition 2.7.1]

3.27

TAUX DE COMPTAGE

nombre d'impulsions par unité de temps

4 Méthodes d'essais

4.1 Exigences générales

Toutes les mesures doivent être effectuées avec les réglages de la fenêtre d'énergie spécifiés dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Radionucléides et fenêtres d'énergie à utiliser pour les mesures des performances

Radionucléide	Fenêtre d'énergie keV
^{99m} Tc	141 (± 7,5 %)
¹³¹ I	364 (± 10 %)
⁶⁷ Ga	93, 184, 300 (± 20 %)
⁶⁸ Ga	511 (± 10 %)
NOTE Comme les caractéristiques de la gamma caméra peuvent changer sensiblement entre 122 keV (⁵⁷ Co) et 141 keV (^{99m} Tc), le premier n'est pas inclus comme radionucléide approprié. Néanmoins, il peut être utilisable en d'autres circonstances, par exemple pour le contrôle de la qualité.	

Des mesures supplémentaires avec d'autres réglages, spécifiés par le fabricant, peuvent être effectuées. Avant d'effectuer les mesures, la caméra doit être réglée selon la procédure normalement utilisée par le fabricant pour l'installation d'un appareil et ne doit pas être réglée spécialement pour la mesure de paramètres spécifiques.

Sauf spécification contraire, les mesures doivent être effectuées à des taux de comptage ne dépassant pas 20 000 impulsions par seconde.

4.2 SENSIBILITÉ SYSTÈME

4.2.1 Généralités

La sensibilité est un paramètre qui caractérise l'efficacité d'un système à identifier le rayonnement émis d'une SOURCE RADIOACTIVE, c'est-à-dire la vitesse à laquelle les événements sont détectés en présence d'une SOURCE RADIOACTIVE dans la limite d'ACTIVITÉ faible où les PERTES DE COMPTAGE sont négligeables. Le TAUX DE COMPTAGE mesuré pour une ACTIVITÉ et un RADIONUCLÉIDE donnés dépend de nombreux facteurs, y compris le matériau du détecteur, sa taille et son épaisseur, la taille et la forme de la SOURCE RADIOACTIVE, y compris ses propriétés d'absorption et de diffusion, et le temps mort des appareils, les seuils d'énergie et le COLLIMATEUR.

4.2.2 Objet

L'objet de cette mesure est de déterminer le taux détecté d'événements par unité d'ACTIVITÉ pour une source volumique type de dimensions données et un collimateur spécifié.

4.2.3 Méthode

L'essai de SENSIBILITÉ SYSTÈME place une quantité connue d'ACTIVITÉ d'un RADIONUCLÉIDE spécifié dans le CHAMP DE VISUALISATION DU DÉTECTEUR de la GAMMA CAMÉRA et observe le TAUX DE COMPTAGE résultant. À partir de ces valeurs, la SENSIBILITÉ SYSTÈME est calculée.

3.27**COUNT RATE**

number of counts per unit of time

[IEC 61675-1, definition 2.7.2]

4 Test methods**4.1 General requirements**

All measurements shall be performed with the energy window settings specified in Table 1.

Table 1 – Radionuclides and energy windows to be used for performance measurements

Radionuclide	Energy window keV
^{99m}Tc	141 ($\pm 7,5\%$)
^{131}I	364 ($\pm 10\%$)
^{67}Ga	93, 184, 300 ($\pm 20\%$)
^{68}Ga	511 ($\pm 10\%$)
NOTE Because the characteristics of a gamma camera may change noticeably between 122 keV (^{57}Co) and 141 keV (^{99m}Tc), the former is not included as a suitable radionuclide. However, it may be useful in some circumstances, e.g. for quality control.	

Additional measurements with other settings, as specified by the manufacturer, can be performed. Before the measurements are performed, the camera shall be adjusted by the procedure normally used by the manufacturer for an installed unit and shall not be adjusted specially for the measurement of specific parameters.

Unless otherwise specified, measurements shall be carried out at count rates not exceeding 20 000 counts per second.

4.2 SYSTEM SENSITIVITY**4.2.1 General**

Sensitivity is a parameter that characterizes the effectiveness of a system to identify the radiation emitted from a RADIOACTIVE SOURCE, i.e. the rate at which events are detected in the presence of a RADIOACTIVE SOURCE in the limit of low ACTIVITY where COUNT LOSSES are negligible. The measured COUNT RATE for a given ACTIVITY and RADIONUCLIDE depends on many factors, including the detector material, its size and thickness, the size and shape of the RADIOACTIVE SOURCE including its absorption and scatter properties, and instruments dead time, energy thresholds and COLLIMATOR.

4.2.2 Purpose

The purpose of this measurement is to determine the detected rate of events per unit of ACTIVITY for a standard volume source of given dimensions and a specified COLLIMATOR.

4.2.3 Method

The SYSTEM SENSITIVITY test places a known amount of ACTIVITY of a specified RADIONUCLIDE within the DETECTOR FIELD OF VIEW of the GAMMA CAMERA and observes the resulting COUNT RATE. From these values the SYSTEM SENSITIVITY is calculated. The test is critically dependent

L'essai est extrêmement dépendant des dosages précis de RADIOACTIVITÉ mesurés dans un compteur de radiation ou un compteur puits. Il est difficile de maintenir un étalonnage absolu avec de tels dispositifs à des précisions meilleures que $\pm 10\%$. Il convient que des normes de référence absolues du RADIONUCLÉIDE approprié soient considérées si des niveaux plus élevés de précision sont exigés.

4.2.4 Radionucléide

Le RADIONUCLÉIDE utilisé pour cette mesure doit être approprié pour l'énergie d'utilisation du COLLIMATEUR et choisi à partir du Tableau 1.

4.2.5 SOURCE RADIOACTIVE

Le fantôme cylindrique de polyméthacrylate de méthyle comme spécifié à la Figure 2 doit être utilisé. La source plane présentée à la Figure 1 doit être remplie par l'ACTIVITÉ et doit être placée dans la cavité cylindrique dont les dimensions sont indiquées à la Figure 2, le volume de la cavité non occupé par la source doit alors être rempli par un élément cylindrique dont les dimensions sont aussi indiquées à la Figure 2. Le fantôme renfermant la source doit alors être placé sur la FACE AVANT DU COLLIMATEUR (distance $d = 0$) et centré sur l'AXE DU COLLIMATEUR.

NOTE Des mesures de la SENSIBILITÉ SYSTÈME sans diffusion peuvent être en plus effectuées en utilisant la source plane de la Figure 1 placée à une distance de 10 cm de la FACE AVANT DU COLLIMATEUR.

4.2.6 Recueil de données

Avec un réglage de FENÊTRE D'ÉNERGIE comme spécifié au Tableau 1, au moins 200 000 impulsions doivent être acquises et le temps d'acquisition de données doit être enregistré pour calculer le TAUX DE COMPTAGE C_s pour tous les événements rassemblés dans l'image.

4.2.7 Traitement et analyse des données

L'ACTIVITÉ dans le fantôme doit être corrigée en décroissance afin de déterminer l'ACTIVITÉ moyenne, A_{moy} , au cours de l'intervalle de temps d'acquisition de données, T_{acq} , par l'équation suivante

$$A_{\text{moy}} = \frac{A_{\text{cal}}}{\ln 2} \frac{T_{1/2}}{T_{\text{acq}}} \exp \left[\frac{T_{\text{cal}} - T_0}{T_{1/2}} \ln 2 \right] \left[1 - \exp \left(- \frac{T_{\text{acq}}}{T_{1/2}} \ln 2 \right) \right]$$

où

- A_{cal} est l'ACTIVITÉ mesurée au temps T_{cal} ;
- T_0 est le temps (l'instant) de début d'acquisition;
- $T_{1/2}$ est la DEMI-VIE du RADIONUCLÉIDE.

La SENSIBILITÉ SYSTÈME S pour le COLLIMATEUR utilisé doit alors être trouvée par

$$S = \frac{C_s}{A_{\text{moy}}}$$

et doit être exprimée en impulsions $\text{s}^{-1} \cdot \text{MBq}^{-1}$.

4.2.8 Rapport

Indiquer la SENSIBILITÉ SYSTÈME ainsi que le COLLIMATEUR et le RADIONUCLÉIDE utilisés.

upon accurate assays of RADIOACTIVITY as measured in a dose calibrator or well counter. It is difficult to maintain an absolute calibration with such devices to accuracies better than $\pm 10\%$. Absolute reference standards of the appropriate RADIONUCLIDE should be considered if higher degrees of accuracy are required.

4.2.4 Radionuclide

The RADIONUCLIDE used for this measurement shall be appropriate for the COLLIMATOR design energy and chosen from Table 1.

4.2.5 RADIOACTIVE SOURCE

The cylindrical phantom of polymethylmethacrylate as specified in Figure 2 shall be used. The source cuvette shown in Figure 1 shall be filled with the ACTIVITY and shall be placed in the cylindrical hole with the dimensions shown in Figure 2, the remainder of the hole shall then be filled by the cylindrical insert, the dimensions of which are also shown in Figure 2. The phantom, including the source, shall then be placed on the COLLIMATOR FRONT FACE (distance $d = 0$) and centred on the COLLIMATOR AXIS.

NOTE Measurements of SYSTEM SENSITIVITY without scatter, using the source cuvette of Figure 1 placed at a distance of 10 cm from the COLLIMATOR FRONT FACE, may be carried out in addition to this test.

4.2.6 Data collection

With an ENERGY WINDOW setting as specified in Table 1, at least 200 000 counts shall be acquired and the data acquisition time recorded to calculate the COUNT RATE C_s for all events collected in the image.

4.2.7 Data processing and analysis

The ACTIVITY in the phantom shall be corrected for decay to determine the average ACTIVITY, A_{ave} , during the data acquisition time interval, T_{acq} , by the following equation

$$A_{ave} = \frac{A_{cal}}{\ln 2} \frac{T_{1/2}}{T_{acq}} \exp \left[\frac{T_{cal} - T_0}{T_{1/2}} \ln 2 \right] \left[1 - \exp \left(- \frac{T_{acq}}{T_{1/2}} \ln 2 \right) \right]$$

where

A_{cal} is the ACTIVITY measured at time T_{cal} ;

T_0 is the acquisition start time;

$T_{1/2}$ is the HALF LIFE of the RADIONUCLIDE.

The SYSTEM SENSITIVITY S for the COLLIMATOR used shall then be found by

$$S = \frac{C_s}{A_{ave}}$$

and shall be expressed in counts $s^{-1} \cdot MBq^{-1}$.

4.2.8 Report

Report the SYSTEM SENSITIVITY together with the COLLIMATOR and the RADIONUCLIDE used.

4.3 RÉSOLUTION SPATIALE

4.3.1 Généralités

Les mesures de RÉSOLUTION SPATIALE décrivent en partie la capacité d'un système d'imagerie à reproduire la distribution spatiale d'un traceur dans un objet à l'intérieur d'une image. La mesure est réalisée en reproduisant l'image de SOURCES LINÉAIRES dans l'air sans COLLIMATEUR (RÉSOLUTION SPATIALE INTRINSÈQUE) et avec le COLLIMATEUR en utilisant des matériaux de diffusion (RÉSOLUTION SPATIALE SYSTÈME), respectivement. La mesure de la RÉSOLUTION SPATIALE SYSTÈME incluant une diffusion est plus représentative de la situation clinique lorsque des mesures sont effectuées sur un patient, tandis que la RÉSOLUTION SPATIALE INTRINSÈQUE caractérise la performance de la TÊTE DU DÉTECTEUR à l'exclusion du COLLIMATEUR.

4.3.2 Objet

L'objet de cette mesure est de caractériser la capacité de la caméra à représenter (isoler) de petits objets en caractérisant la largeur des FONCTIONS DE DISTRIBUTION LINÉAIRE des SOURCES LINÉAIRES radioactives placées perpendiculairement au sens de la mesure à des distances source-collimateur spécifiées. La largeur de la fonction de distribution linéaire est mesurée par la LARGEUR À MI-HAUTEUR (LMH) (en anglais FWHM, *FULL WIDTH AT HALF MAXIMUM*) et la LARGEUR ÉQUIVALENTE (LE).

4.3.3 Méthode

Pour tous les systèmes, la RÉSOLUTION SPATIALE doit être mesurée dans des PLANS D'IMAGES parallèles à la FACE AVANT DU COLLIMATEUR. Le CHAMP DE VISUALISATION et la taille de la MATRICE IMAGE déterminent la dimension de PIXEL dans le PLAN D'IMAGE. Afin de mesurer précisément la largeur de la FONCTION DE DISTRIBUTION LINÉAIRE, il convient que sa LMH couvre au moins dix PIXELS dans l'image d'essai. La largeur de la réponse peut être incorrecte s'il y a moins de dix PIXELS dans la LMH. Par conséquent, si cela est possible, il convient de réaliser des PIXELS de dimension proche d'un dixième de la LMH prévue et qu'elle soit indiquée comme une métadonnée pour la mesure de la RÉSOLUTION SPATIALE.

4.3.4 Radionucléide

Pour la mesure de la RÉSOLUTION SPATIALE SYSTÈME, le radionucléide pour la mesure doit être choisi à partir du Tableau 1 en fonction du collimateur utilisé. Pour la mesure de la RÉSOLUTION SPATIALE INTRINSÈQUE, le radionucléide doit être ^{99m}Tc .

4.3.5 Distribution de la source radioactive

Pour la mesure de la RÉSOLUTION SPATIALE SYSTÈME, une SOURCE LINÉAIRE doit être préparée en plaçant une solution contenant le RADIONUCLÉIDE sélectionné dans un tube de diamètre intérieur égal à 1 mm et couvrant la longueur du CHAMP DE VISUALISATION DU DÉTECTEUR le long de l'axe principal.

Pour la mesure de la RÉSOLUTION SPATIALE INTRINSÈQUE, un fantôme de transmission à fentes multiples doit être utilisé, comme décrit à la Figure 4. Le fantôme de transmission à fentes couvrant la totalité du CHAMP DE VISUALISATION doit être placé au centre de la surface du détecteur (COLLIMATEUR retiré).

Une source collimatée doit être positionnée verticalement au-dessus du centre du fantôme à une distance d'au moins cinq fois la plus grande dimension linéaire du CHAMP DE VISUALISATION (Figure 5).

4.3 SPATIAL RESOLUTION

4.3.1 General

SPATIAL RESOLUTION measurements describe partly the ability of an imaging system to reproduce the spatial distribution of a tracer in an object within an image. The measurement is performed by imaging LINE SOURCES in air without COLLIMATOR (INTRINSIC SPATIAL RESOLUTION) and with COLLIMATOR using scattering material (SYSTEM SPATIAL RESOLUTION), respectively. The measurement of SYSTEM SPATIAL RESOLUTION including scatter is more representative of the clinical situation when measuring a patient, whereas the INTRINSIC SPATIAL RESOLUTION characterizes the DETECTOR HEAD performance excluding the COLLIMATOR.

4.3.2 Purpose

The purpose of this measurement is to characterize the ability of the camera to resolve small objects by characterizing the width of the LINE SPREAD FUNCTIONS of radioactive LINE SOURCES placed perpendicular to the direction of measurement at specified source-to-collimator distances. The width of the line spread function is measured by the FULL WIDTH AT HALF MAXIMUM (FWHM) and the EQUIVALENT WIDTH (EW).

4.3.3 Method

For all systems, the SPATIAL RESOLUTION shall be measured in IMAGE PLANES parallel to the COLLIMATOR FRONT FACE. The FIELD OF VIEW and the IMAGE MATRIX size determine the PIXEL size in the IMAGE PLANE. In order to accurately measure the width of the LINE SPREAD FUNCTION, its FWHM should span at least ten PIXELS in the test image. The width of the response may be incorrect if there are fewer than ten PIXELS in the FWHM. Therefore, if possible, the PIXEL size should be made close to one-tenth of the expected FWHM and should be indicated as ancillary data for the SPATIAL RESOLUTION measurement.

4.3.4 Radionuclide

For the measurement of SYSTEM SPATIAL RESOLUTION the radionuclide for the measurement shall be chosen from Table 1 according to the collimator used. For the measurement of INTRINSIC SPATIAL RESOLUTION the radionuclide shall be ^{99m}Tc .

4.3.5 Radioactive source distribution

For the measurement of SYSTEM SPATIAL RESOLUTION, a LINE SOURCE shall be prepared by placing a solution containing the selected RADIONUCLIDE in a tube with an inner diameter of 1 mm and covering the length of the DETECTOR FIELD OF VIEW along the major axis.

For the measurement of INTRINSIC SPATIAL RESOLUTION, a multiple slit transmission phantom shall be used as shown in Figure 4. The slit transmission phantom covering the entire FIELD OF VIEW shall be placed at the centre of the detector face (COLLIMATOR removed).

A collimated source shall be positioned vertically above the centre of the phantom at a distance of at least five times the maximum linear dimension of the FIELD OF VIEW (Figure 5).

4.3.6 Mesure de la RÉOLUTION SPATIALE

4.3.6.1 RÉOLUTION SPATIALE SYSTÈME (avec diffusion)

La GAMMA CAMÉRA doit être équipée du COLLIMATEUR à l'étude. L'axe de la SOURCE LINÉAIRE doit être placé perpendiculairement à l'AXE DU COLLIMATEUR et aligné parallèlement à l'un des axes électroniques, à la profondeur de mesure dans l'eau ou dans un matériel équivalent à l'eau couvrant la totalité du CHAMP DE VISUALISATION. L'intervalle d'air, entre la FACE AVANT DU COLLIMATEUR et la surface du milieu diffusant, doit être inférieur à 5 mm. La profondeur du milieu diffusant le long de l'AXE DU COLLIMATEUR doit être égale à 200 mm au total. Les mesures doivent être effectuées dans trois plans parallèles avec le centre de la source à 50 mm, 100 mm et 150 mm de la FACE AVANT DU COLLIMATEUR. Les mesures doivent être répétées avec la source alignée parallèlement aux autres axes électroniques. Les données doivent être acquises avec une dimension de pixel inférieure ou égale à 10 % de la LMH à la profondeur de mesure. Au moins 10 000 impulsions doivent être rassemblées dans le point maximal de chaque FONCTION DE DISTRIBUTION LINÉAIRE.

4.3.6.2 RÉOLUTION SPATIALE INTRINSÈQUE

Le fantôme de transmission à fentes doit être placé sur la GAMMA CAMÉRA, avec le COLLIMATEUR retiré. L'orientation du fantôme de transmission à fentes doit être ajustée de telle sorte que l'axe des fentes soit aligné parallèlement à l'axe électronique X ou Y. Deux ensembles de données doivent être obtenus. Au moins 1 000 impulsions doivent être rassemblées dans le point maximal de chaque FONCTION DE DISTRIBUTION LINÉAIRE.

4.3.7 Traitement des données

4.3.7.1 Traitement des données pour la RÉOLUTION SPATIALE SYSTÈME

Les profils de RÉOLUTION SPATIALE SYSTÈME de largeur $30 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ doivent être obtenus perpendiculairement à la SOURCE LINÉAIRE. L'étendue latérale des profils doit aller jusqu'au point où la quantité mesurée est égale à 5 % de la valeur maximale, ou jusqu'au bord du CHAMP DE VISUALISATION DU DÉTECTEUR, en prenant celle des deux valeurs d'étendue latérale qui est la moins élevée. Les profils doivent être contigus.

4.3.7.2 Traitement des données pour la RÉOLUTION SPATIALE INTRINSÈQUE

Pour la RÉOLUTION SPATIALE INTRINSÈQUE, des profils de largeur $30 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ doivent être obtenus perpendiculairement à la direction de la fente. Les profils doivent être contigus.

4.3.8 Analyse des données

La LARGEUR À MI-HAUTEUR (LMH) doit être déterminée par interpolation linéaire entre les PIXELS adjacents à la moitié de la valeur maximale de PIXEL, qui correspond à la crête de la fonction de réponse (voir Figure 7). Les valeurs doivent être converties en millimètres par multiplication avec la dimension de PIXEL appropriée.

La LARGEUR ÉQUIVALENTE LE doit être mesurée à partir de la fonction de réponse correspondante. La LE est calculée à partir de la formule (voir Figure 8)

$$LE = \sum_i \frac{C_i \times LP}{C_m}$$

où

$\sum_i C_i$ est la somme des impulsions dans le profil entre les limites définies par $1/20 C_m$ de chaque côté de la crête;

4.3.6 Measurement of SPATIAL RESOLUTION

4.3.6.1 SYSTEM SPATIAL RESOLUTION (with scatter)

The GAMMA CAMERA shall be equipped with the COLLIMATOR under study. The LINE SOURCE shall be placed with its axis perpendicular to the COLLIMATOR AXIS and aligned parallel to one of the electronic axes at the depth of measurement in water or water-equivalent material covering the whole FIELD OF VIEW. The air gap between the COLLIMATOR FRONT FACE and the surface of the scattering medium shall be less than 5 mm. The depth of the scattering medium along the COLLIMATOR AXIS shall be 200 mm in total. The measurement shall be carried out in three parallel planes with the centre of the source at 50 mm, 100 mm and 150 mm from the COLLIMATOR FRONT FACE. The measurement shall be repeated with the source aligned parallel to the other electronic axis. Data shall be acquired with a pixel size equal to or less than 10 % of the FWHM at the depth of measurement. At least 10 000 counts shall be collected in the peak point of each LINE SPREAD FUNCTION.

4.3.6.2 INTRINSIC SPATIAL RESOLUTION

The slit transmission phantom shall be placed on the GAMMA CAMERA with the COLLIMATOR removed. The orientation of the slit transmission phantom shall be adjusted until its slit axis is aligned parallel to the X- or Y-electronic axis. Two sets of data shall be obtained. At least 1 000 counts shall be collected in the peak point of each LINE SPREAD FUNCTION.

4.3.7 Data processing

4.3.7.1 Data processing for SYSTEM SPATIAL RESOLUTION

The SYSTEM SPATIAL RESOLUTION profiles of width $30 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ shall be obtained at right angles to the LINE SOURCE. The lateral extension of profiles shall be to a point where the measured quantity is 5 % of the maximum value, or up to the edge of the DETECTOR FIELD OF VIEW, whichever lateral extension is the smaller. The profiles shall abut each other.

4.3.7.2 Data processing for INTRINSIC SPATIAL RESOLUTION

For the INTRINSIC SPATIAL RESOLUTION profiles of width $30 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ shall be obtained at right angles to the direction of the slit. The profiles shall abut each other.

4.3.8 Data analysis

FULL WIDTH AT HALF MAXIMUM (FWHM) shall be determined by linear interpolation between adjacent PIXELS at half the maximum PIXEL value, which is the peak of the response function (see Figure 7). Values shall be converted to millimetre units by multiplication with the appropriate PIXEL size.

EQUIVALENT WIDTH EW shall be measured from the corresponding response function. EW is calculated from the formula (see Figure 8)

$$EW = \sum_i \frac{C_i \times PW}{C_m}$$

where

$\sum_i C_i$ is the sum of the counts in the profile between the limits defined by $1/20 C_m$ on either side of the peak;

C_m est la valeur maximale de PIXEL;

LP (en anglais PW, pixel width) est la largeur de PIXEL en millimètres (voir Figure 8).

4.3.9 Résolution spatiale système

A partir des FONCTIONS DE DISTRIBUTION LINÉAIRE mesurées (4.3.6.1), les données suivantes doivent être obtenues:

- a) la FONCTION DE TRANSFERT DE MODULATION (FTM) calculée, présentée comme un ensemble de courbes avec des échelles linéaires, pour le profil le plus central;
- b) la LMH, la LARGEUR AU DIXIÈME (LD) (en anglais FWTM, *FULL WIDTH AT TENTH MAXIMUM*) et la LARGEUR ÉQUIVALENTE (LE) pour chaque FONCTION DE DISTRIBUTION LINÉAIRE mesurée. Ensuite, pour chaque distance source-collimateur, les indices calculés doivent être moyennés séparément dans la direction x ou y, respectivement. Finalement, les indices x et y doivent être moyennés pour donner les spécifications de résolution spatiale.

4.3.10 Résolution spatiale intrinsèque

A partir des FONCTIONS DE DISTRIBUTION LINÉAIRE mesurées (4.3.6.2), la LMH et la LE doivent être calculées comme décrit en 4.3.9.

4.3.11 Rapport

Pour chaque collimateur, la RÉOLUTION SPATIALE SYSTÈME incluant une diffusion exprimée en LMH, LDH et LE doit être exprimée en fonction de la distance source-collimateur conformément à 4.3.6.1. De plus, des courbes des FONCTIONS DE TRANSFERT DE MODULATION correspondantes doivent être données.

La RÉOLUTION SPATIALE INTRINSÈQUE, exprimée en LMH et LE, conformément à 4.3.6.2, doit être notée.

4.4 NON-LINÉARITÉ SPATIALE

4.4.1 Mesure de la NON-LINÉARITÉ SPATIALE INTRINSÈQUE

A partir des données acquises dans la mesure de la RÉOLUTION SPATIALE INTRINSÈQUE (4.3.6.2), les spécifications de non-linéarité suivantes doivent être déduites.

4.4.2 Non-linéarité différentielle

A partir de chacun des deux ensembles de données, des profils doivent être obtenus à partir de coupes perpendiculaires aux axes des fentes et de largeur au plus égale à 30 mm dans la direction des axes des fentes. Les coupes doivent être contiguës. L'emplacement de chaque crête dans chaque coupe doit être déterminé à partir de la moyenne des valeurs à mi-hauteur interpolées calculée pour chaque crête (voir Figure 7). Dans chaque coupe, les distances entre les positions des crêtes adjacentes doivent être déterminées. La non-linéarité différentielle pour le CHAMP DE VISUALISATION DU DÉTECTEUR doit être exprimée comme l'écart-type de toutes les distances mesurées obtenues à partir des deux ensembles de données (selon les orientations X et Y).

4.4.3 Non-linéarité absolue

La non-linéarité absolue doit être déterminée en ajustant par la méthode des moindres carrés les deux ensembles de données pris séparément (selon les orientations X et Y) à un ensemble de lignes parallèles également espacées. La non-linéarité absolue doit être exprimée comme la plus grande valeur des déplacements X ou Y en mm entre les lignes observées et ajustées sur la totalité du CHAMP DE VISUALISATION DU DÉTECTEUR.

C_m is the maximum PIXEL value;

PW is the PIXEL width in millimetres (see Figure 8).

4.3.9 System spatial resolution

From the measured line SPREAD FUNCTIONS (4.3.6.1) the following data shall be obtained:

- a) the calculated MODULATION TRANSFER FUNCTION (MTF), presented as a set of graphs with linear scaling, for the most central profile;
- b) the FWHM, FULL WIDTH AT TENTH MAXIMUM (FWTM) and EQUIVALENT WIDTH (EW) for each LINE SPREAD FUNCTION measured. Then, for each source-to-collimator distance the indices calculated shall be averaged separately in the x- or in the y-direction, respectively. Finally, the x- and y-indices shall be averaged to yield the spatial resolution specifications.

4.3.10 Intrinsic spatial resolution

From the measured LINE SPREAD FUNCTIONS (4.3.6.2) the FWHM and EW shall be calculated as described in 4.3.9.

4.3.11 Report

For each collimator the SYSTEM SPATIAL RESOLUTION including scatter expressed as FWHM, FWTM, and EW shall be reported as a function of source-to-collimator distance according to 4.3.6.1. In addition, graphs of the matching MODULATION TRANSFER FUNCTIONS shall be given.

The INTRINSIC SPATIAL RESOLUTION, expressed as FWHM and EW, according to 4.3.6.2 shall be reported.

4.4 SPATIAL NON-LINEARITY

4.4.1 Measurement of INTRINSIC SPATIAL NON-LINEARITY

From the data acquired in the measurement of INTRINSIC SPATIAL RESOLUTION (4.3.6.2) the following non-linearity specifications shall be derived.

4.4.2 Differential non-linearity

From each of the two sets of data, profiles shall be obtained from slices at right angles to the slit axis extending not more than 30 mm in the direction of the slit axis. The slices shall abut each other. The location of each peak in each slice shall be determined from the average of the interpolated half height value calculated for each peak (see Figure 7). In each slice the distances between adjacent peak locations shall be found. The differential non-linearity for the DETECTOR FIELD OF VIEW shall be reported as the standard deviation of all measured distances obtained from the two data sets (X and Y oriented).

4.4.3 Absolute non-linearity

Absolute non-linearity shall be determined by least squares fitting to equally spaced parallel lines for each of the two data sets separately (X and Y oriented). Absolute non-linearity shall be reported as the largest value of the X or Y displacement in mm between observed and fitted lines over the DETECTOR FIELD OF VIEW.

4.5 NON-UNIFORMITÉ DE RÉPONSE

4.5.1 Généralités

Les mesures de la NON-UNIFORMITÉ DE RÉPONSE décrivent en partie la capacité d'un système d'imagerie à reproduire la distribution spatiale d'un traceur dans un objet à l'intérieur d'une image, particulièrement pour reproduire l'objet avec une sensibilité locale qui est constante et proportionnelle à l'activité sur la totalité du champ de visualisation du détecteur. La mesure est réalisée en reproduisant l'image d'un flux uniforme lié à la GAMMA CAMÉRA dans l'air sans COLLIMATEUR (NON-UNIFORMITÉ DE RÉPONSE INTRINSÈQUE) et avec le COLLIMATEUR en utilisant des matériaux de diffusion (NON-UNIFORMITÉ DE RÉPONSE SYSTÈME), respectivement. La mesure de la NON-UNIFORMITÉ DE RÉPONSE SYSTÈME incluant une diffusion est plus représentative de la situation clinique lorsque des mesures sont effectuées sur un patient, tandis que la NON-UNIFORMITÉ DE RÉPONSE INTRINSÈQUE caractérise la performance de la TÊTE DU DÉTECTEUR à l'exclusion du COLLIMATEUR et l'influence de la diffusion.

4.5.2 Objet

L'objet de cette mesure est de caractériser la capacité de la caméra à reproduire un signal d'entrée uniforme sans modifications locales artificielles en densité de comptage en caractérisant l'uniformité de l'image d'un flux de photons uniforme par spécification des déviations maximales à partir de la densité de comptage moyenne, localement (non-uniformité différentielle) et sur la totalité du champ de visualisation du détecteur (non-uniformité intégrale), ainsi qu'une spécification d'un histogramme de troisième classe des écarts de pixel (distribution de la non-uniformité).

4.5.3 Radionucléide

Pour la mesure de la NON-UNIFORMITÉ DE RÉPONSE SYSTÈME, le radionucléide doit être choisi à partir du Tableau 1 en fonction du COLLIMATEUR utilisé. Pour la mesure de la NON-UNIFORMITÉ DE RÉPONSE INTRINSÈQUE, le radionucléide doit être ^{99m}Tc .

4.5.4 Mesure de la NON-UNIFORMITÉ DE RÉPONSE INTRINSÈQUE

Un support de source et une source doivent être positionnés comme décrit à la Figure 5. Les régions extérieures au CHAMP DE VISUALISATION DU DÉTECTEUR doivent être masquées avec du plomb. Les pixels doivent être carrés. La dimension du pixel doit être inférieure ou égale à deux fois la RÉSOLUTION SPATIALE INTRINSÈQUE mesurée en termes de LMH et notée. Le nombre moyen d'impulsions par pixel doit être supérieur à 10 000 et noté.

4.5.5 Mesure de la NON-UNIFORMITÉ DE RÉPONSE SYSTÈME

La mesure doit être effectuée en utilisant un COLLIMATEUR A TROUS PARALLÈLES approprié au radionucléide utilisé. L'ensemble source qui est présenté à la Figure 3, avec un radionucléide sélectionné dans le Tableau 1, doit être placé aussi près que possible de la FACE AVANT DU COLLIMATEUR. Le flux de photons atteignant la FACE AVANT DU COLLIMATEUR doit être uniforme à $\pm 1\%$, mesuré sur des surfaces d'environ 1 cm^2 .

Les pixels doivent être carrés. La dimension du pixel doit être inférieure ou égale à la RÉSOLUTION SPATIALE SYSTÈME mesurée en termes de LMH à une distance de 50 mm de la FACE AVANT DU COLLIMATEUR et notée. Le nombre moyen d'impulsions par pixel doit être supérieur à 10 000 et noté.

NOTE Pour un collimateur à trous parallèles à faible énergie, la densité de comptage spécifiée correspond à environ 20 000 impulsions/cm² ou plus.

4.5.6 Analyse des données

4.5.6.1 Prétraitement

Avant l'évaluation des mesures décrites en 4.5.4 et 4.5.5, le nombre moyen d'impulsions par pixel doit être déterminé dans une zone définie comme un carré de dimensions égales à 75 % de la dimension la plus courte du CHAMP DE VISUALISATION DU DÉTECTEUR. Ensuite, les pixels devant être pris en compte dans l'analyse doivent être sélectionnés comme suit:

4.5 NON-UNIFORMITY OF RESPONSE

4.5.1 General

NON-UNIFORMITY OF RESPONSE measurements describe partly the ability of an imaging system to reproduce the spatial distribution of a tracer in an object within an image, especially to reproduce the object with a local sensitivity which is constant and proportional to activity all over the detector field of view. The measurement is performed by imaging a uniform flux incident to the GAMMA CAMERA in air without COLLIMATOR (INTRINSIC NON-UNIFORMITY OF RESPONSE) and with COLLIMATOR using scattering material (SYSTEM NON-UNIFORMITY OF RESPONSE), respectively. The measurement of SYSTEM NON-UNIFORMITY OF RESPONSE including scatter is more representative of the clinical situation when measuring a patient, whereas the INTRINSIC NON-UNIFORMITY OF RESPONSE characterizes the DETECTOR HEAD performance excluding the COLLIMATOR and the influence of scatter.

4.5.2 Purpose

The purpose of this measurement is to characterize the ability of the camera to reproduce a uniform input signal without artificial local changes in count density by characterizing the uniformity of the image of a uniform photon flux by specification of the maximum deviations from the average count density, locally (differential non-uniformity) and all over the detector field of view (integral non-uniformity), as well as a specification of a three-class histogram of pixel deviations (non-uniformity distribution).

4.5.3 Radionuclide

For the measurement of SYSTEM NON-UNIFORMITY OF RESPONSE the radionuclide shall be chosen from Table 1 according to the COLLIMATOR used. For the measurement of INTRINSIC NON-UNIFORMITY OF RESPONSE the radionuclide shall be ^{99m}Tc .

4.5.4 Measurement of INTRINSIC NON-UNIFORMITY OF RESPONSE

A source holder and source shall be positioned as shown in Figure 5. Regions outside the DETECTOR FIELD OF VIEW shall be shielded with lead. The pixels shall be square. The length of the pixel side shall be equal to or less than twice the INTRINSIC SPATIAL RESOLUTION measured in terms of FWHM, and stated. The mean number of counts per pixel shall be greater than 10 000 and stated.

4.5.5 Measurement of SYSTEM NON-UNIFORMITY OF RESPONSE

The measurement shall be performed using a PARALLEL HOLE COLLIMATOR appropriate to the radionuclide used. The source configuration shown in Figure 3, with a radionuclide selected from Table 1, shall be placed as close as possible to the COLLIMATOR FRONT FACE. The photon flux reaching the COLLIMATOR FRONT FACE shall be uniform within $\pm 1\%$, measured over areas of about 1 cm^2 .

The pixels shall be square. The length of the pixel side shall be equal to or less than the SYSTEM SPATIAL RESOLUTION measured in terms of FWHM at 50 mm from the COLLIMATOR FRONT FACE and stated. The mean number of counts per pixel shall be greater than 10 000 and stated.

NOTE For a low energy parallel hole collimator the count density specified corresponds to approximately 20 000 counts/cm² or better.

4.5.6 Data analysis

4.5.6.1 Preprocessing

Before evaluation of the measurements described in 4.5.4 and 4.5.5, the mean number of counts per pixel shall be determined in an area defined as a square with dimensions equal to 75 % of the shortest dimension of the DETECTOR FIELD OF VIEW. Then, pixels shall be selected for inclusion in the analysis as follows:

Premièrement, tous les pixels en bordure de champ contenant moins de 75 % du nombre moyen d'impulsions doivent être mis à zéro.

Deuxièmement, les pixels qui ont l'un des quatre voisins adjacents contenant un comptage nul doivent être exclus de l'analyse et mis également à zéro. Les données restantes (par exemple les pixels non nuls) obtenues à partir de l'image de flux uniforme doivent être lissées une fois par convolution avec une fonction de filtrage neuf points de coefficients de pondération suivants:

$$\begin{array}{ccc} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{array}$$

Dans les cas où des pixels avec un comptage nul ont été pris en compte dans l'opération de lissage, le coefficient de normalisation doit être ajusté en conséquence.

4.5.6.2 Distribution de la non-uniformité

La distribution de la non-uniformité sur tout le CHAMP DE VISUALISATION DU DETECTEUR doit être évaluée de la manière suivante:

- Le nombre de pixels pour lesquels le nombre d'impulsions varie de 10 % ou plus du nombre moyen d'impulsions par pixel doit être déterminé et exprimé comme un pourcentage du nombre total de pixels non nuls;
- Le nombre de pixels pour lesquels le nombre d'impulsions varie de 5 % ou plus, mais de moins de 10 %, du nombre moyen d'impulsions par pixel doit être déterminé et exprimé comme un pourcentage du nombre total de pixels non nuls;
- Le nombre de pixels pour lesquels le nombre d'impulsions varie de 2,5 % ou plus, mais de moins de 5 %, du nombre moyen d'impulsions par pixel doit être déterminé et exprimé comme un pourcentage du nombre total de pixels non nuls.

4.5.6.3 Non-uniformité intégrale

Les valeurs maximale et minimale de la totalité des pixels non nuls doivent être déterminées. A partir de ces données, la non-uniformité intégrale doit être calculée en utilisant l'équation suivante:

$$\text{Non-uniformité intégrale} = \pm \frac{\text{Valeur max.} - \text{Valeur min.}}{\text{Valeur max.} + \text{Valeur min.}} \times 100 \%$$

4.5.6.4 Non-uniformité différentielle

L'image du flux uniforme doit être analysée comme un ensemble de rangées et de colonnes individuelles (lignes). Chaque ligne horizontale (direction X) doit être traitée à partir d'une extrémité, en analysant un ensemble de cinq pixels comprenant le pixel de départ, et en notant les pixels avec les impulsions maximale et minimale. La non-uniformité différentielle doit être calculée en utilisant l'équation suivante:

$$\text{Non-uniformité différentielle} = \pm \frac{\text{Valeur max.} - \text{Valeur min.}}{\text{Valeur max.} + \text{Valeur min.}} \times 100 \%$$

L'ensemble est déplacé d'un pixel et ces cinq pixels sont analysés, et la non-uniformité différentielle est calculée. Ce processus est poursuivi jusqu'à ce que le pixel le plus externe soit inclus. Puis toutes les autres lignes horizontales sont traitées de la même manière et la non-uniformité différentielle est exprimée comme la valeur absolue maximale.

First, all pixels at the edge that contain less than 75 % of the mean number of counts shall be set to zero.

Second, pixels that have one of the four directly abutted neighbours containing zero count shall be excluded from the analysis and also set to zero. The remaining data (i.e. non-zero pixels) obtained from the image of the uniform flux shall be smoothed once by convolution with a nine-point filter function of the following weights:

$$\begin{array}{ccc} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{array}$$

In those cases where a pixel with zero count was included in the smoothing operation, the normalization coefficient shall be adjusted accordingly.

4.5.6.2 Non-uniformity distribution

The distribution of non-uniformity over the DETECTOR FIELD OF VIEW shall be evaluated in the following way:

- The number of pixels for which the number of counts deviates by 10 % or more from the mean number of counts per pixel shall be determined and expressed as a percentage of the total number of non-zero pixels;
- The number of pixels for which the number of counts deviates by 5 % or more, but less than 10 %, from the mean number of counts per pixel shall be determined and expressed as a percentage of the total number of non-zero pixels;
- The number of pixels for which the number of counts deviates by 2,5 % or more, but less than 5 %, from the mean number of counts per pixel shall be determined and expressed as a percentage of the total number of non-zero pixels.

4.5.6.3 Integral non-uniformity

The maximum and minimum value of all non-zero pixels shall be determined. From these data the integral non-uniformity shall be calculated using the following equation:

$$\text{Integral non - uniformity} = \pm \frac{\text{Max.value} - \text{Min.value}}{\text{Max.value} + \text{Min.value}} \times 100 \%$$

4.5.6.4 Differential non-uniformity

The image of the uniform flux shall be treated as individual rows and columns (lines). Each horizontal line (X direction) shall be processed by starting at one end, examining a set of five pixels including the first pixel, and noting the pixels with the maximum and minimum counts. The differential non-uniformity shall be calculated using the following equation:

$$\text{Differential non - uniformity} = \pm \frac{\text{Max.value} - \text{Min.value}}{\text{Max.value} + \text{Min.value}} \times 100 \%$$

The set is moved forward one pixel and those five pixels are examined, and the differential non-uniformity is calculated. This process is continued until the outermost pixel is included. Then all other horizontal lines are processed in the same way and the differential non-uniformity is expressed as the maximum absolute value.

Ce processus est répété pour toutes les lignes verticales (direction Y) indépendamment. Puis la moyenne des valeurs X et Y est notée.

4.5.7 Rapport

Pour chaque COLLIMATEUR, la NON-UNIFORMITÉ DE RÉPONSE SYSTÈME doit être notée en termes de distribution de la non-uniformité (4.5.6.2), de non-uniformité intégrale (4.5.6.3), et de non-uniformité différentielle (4.5.6.4). La dimension du pixel utilisée pour l'analyse doit être notée.

Les mêmes données doivent être notées pour la NON-UNIFORMITÉ DE RÉPONSE INTRINSÈQUE.

4.6 RÉSOLUTION D'ÉNERGIE INTRINSÈQUE

Un support de source et une source doivent être positionnés comme indiqué à la Figure 5. La source doit être Tc-99m. Le taux de comptage intégral au-dessus du bruit électronique ne doit pas dépasser 20 000 impulsions par seconde. Le spectre d'amplitude des impulsions doit être obtenu avec une largeur de canal inférieure ou égale à 5 % de la LMH du pic d'absorption totale prévu. Le nombre d'impulsions dans le canal de la crête doit être supérieur à 10 000. Le nombre des canaux doit être exprimé en termes d'énergie, en étalonnant le spectre avec un radionucléide supplémentaire. La RÉSOLUTION D'ÉNERGIE INTRINSÈQUE doit être la LMH de la crête d'absorption totale d'énergie exprimée comme un pourcentage de cette énergie.

4.7 ENREGISTREMENT SPATIAL EN FENÊTRES MULTIPLES INTRINSÈQUE

4.7.1 Généralités

L'enregistrement spatial en fenêtres multiples est une mesure de la capacité de la caméra à positionner précisément des photons d'énergies différentes lorsqu'ils sont visualisés à travers des fenêtres d'énergie du pic d'absorption totale différentes. Les mesures doivent être réalisées en neuf points spécifiés sur le plan d'entrée de la caméra à scintillation.

4.7.2 Conditions d'essais

Le radionucléide utilisé pour mesurer l'enregistrement spatial en fenêtres multiples doit être Ga-67. Les réglages de la fenêtre d'énergie pour chacun des trois pics de Gallium doivent être réalisés comme spécifié au Tableau 1. Le taux de comptage ne doit pas dépasser 10 000 impulsions par seconde dans chaque fenêtre d'énergie du pic d'absorption totale.

4.7.3 Appareillage d'essai

Un support de source plombé doit collimater la source Ga-67 à travers un trou cylindrique dans le plomb. Ce trou doit avoir un diamètre $d = 5$ mm et une longueur $l = 25$ mm. Voir la Figure 6 pour obtenir un croquis de la source Ga-67 à l'intérieur d'un tel support de source.

4.7.4 Procédure de mesure

Les images doivent être acquises en utilisant la source Ga-67 collimatée décrite ci-dessus (voir Figure 6) localisée en neuf points spécifiques sur la surface d'entrée de la caméra non collimatée. Ces neuf points doivent être le point central, quatre points sur l'axe X et quatre points sur l'axe Y. Les points décalés par rapport au centre doivent être localisés à 0,4 fois et 0,8 fois la distance du point central au bord du CDV de la caméra le long des axes respectifs. Des images séparées de la source Ga-67 collimatée doivent être acquises à travers des fenêtres d'énergie séparées des pics d'absorption totale Ga-67 à chacun de ces emplacements d'image. Ces images doivent être acquises avec une dimension de pixel ne dépassant pas 2,5 mm. Pour les caméras avec deux fenêtres d'énergie, deux images doivent être acquises à chaque point, la première utilisant le pic d'absorption totale 93 keV, et la deuxième utilisant le pic d'absorption totale 300 keV. Pour les caméras avec trois fenêtres d'énergie ou plus, le pic d'absorption totale 184 keV doit également être visualisé. Au moins 1 000 impulsions doivent être acquises dans le pixel maximal de chaque image du pic d'absorption totale.

This process is repeated for all vertical lines (Y direction) independently. Then the average of both X and Y values is reported.

4.5.7 Report

For each COLLIMATOR, the SYSTEM NON-UNIFORMITY OF RESPONSE shall be reported in terms of non-uniformity distribution (4.5.6.2), integral non-uniformity (4.5.6.3), and differential non-uniformity (4.5.6.4). The length of the pixel side used for analysis has to be stated.

The same data have to be reported for the INTRINSIC NON-UNIFORMITY OF RESPONSE.

4.6 INTRINSIC ENERGY RESOLUTION

A source holder and a source shall be positioned as in Figure 5. The source shall be Tc-99m. The integral count rate above electronic noise shall not exceed 20 000 counts per second. The pulse height spectrum shall be obtained with a channel width less than or equal to 5 % of the expected photopeak FWHM. The number of counts in the peak channel shall be greater than 10 000. The channel number shall be expressed in terms of energy by calibrating the spectrum with an additional radionuclide. The INTRINSIC ENERGY RESOLUTION shall be the FWHM of the full energy absorption peak expressed as a percentage of this energy.

4.7 INTRINSIC MULTIPLE WINDOW SPATIAL REGISTRATION

4.7.1 General

Multiple window spatial registration is a measure of the camera's ability to accurately position photons of different energies when imaged through different photopeak energy windows. Measurements shall be made at nine specified points on the entrance plane of the scintillation camera.

4.7.2 Test conditions

The radionuclide used to measure multiple window spatial registration shall be Ga-67. The energy window settings for each of the three Gallium peaks shall be set as specified in Table 1. The count rate shall not exceed 10 000 counts per second through each photopeak energy window.

4.7.3 Test equipment

A lead-lined source holder shall collimate the Ga-67 source through a cylindrical hole in the lead. This hole shall be $d = 5$ mm in diameter and $l = 25$ mm in length. See Figure 6 for a sketch of the Ga-67 source inside such a source holder.

4.7.4 Measurement procedure

Images shall be acquired using the above described collimated Ga-67 source (see Figure 6), located at nine specific points on the entrance surface of the uncollimated camera. These nine points shall be the central point, four points on the X-axis and four points on the Y-axis. The off-centre points shall be located 0,4 times and 0,8 times the distance from the central point to the edge of the FOV of the camera along the respective axes. Separate images of the collimated Ga-67 source shall be acquired through separate energy windows of the Ga-67 photopeaks at each of these image locations. These images shall be acquired with a pixel size of not more than 2,5 mm. For cameras with two energy windows, two images shall be acquired at each point, one using the 93 keV photopeak and the second using the 300 keV photopeak. For cameras with three or more energy windows, the 184 keV photopeak shall also be imaged. At least 1 000 counts shall be acquired in the peak pixel of each photopeak image.

4.7.5 Calculs et analyse

Le déplacement des barycentres de comptage les uns des autres dans les directions X et Y doit être déterminé pour les images du pic d'absorption totale de chaque point de mesure. Une région d'intérêt (en anglais ROI, *region of interest*) carrée centrée sur le pixel de comptage maximal associé à chaque image du pic d'absorption totale doit être utilisée pour analyser les images du pic d'absorption totale individuelles.

Les dimensions de pixel de la ROI carrée doivent être d'environ quatre fois la LMH prévue du profil de comptage d'image à analyser. Chaque image doit être intégrée dans la direction Y pour déterminer le profil de comptage X et intégrée dans la direction X pour déterminer le profil de comptage Y. Le barycentre d'impulsions dans les directions X et Y doit être déterminé pour chaque image à partir de ce profil de comptage de direction par la méthode décrite ci-dessous. La différence de position maximale du barycentre d'impulsions acquis à partir de chaque pic d'absorption totale doit être déterminée. Le plus grand déplacement de pixel doit ensuite être converti en millimètres.

Le barycentre d'impulsions dans les directions X et Y pour les profils de comptage dans chaque pic d'absorption totale doit être déterminé de la façon suivante. Trouver le pixel de comptage maximal dans le profil X ou Y intégré et calculer le barycentre d'impulsions en utilisant la formule suivante:

$$L_j = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i \times C_i)}{\sum_{i=1}^n C_i}$$

où

L_j est l'emplacement du barycentre calculé pour la fenêtre d'énergie où j peut être égal à 1, 2 ou 3;

X_i est le pixel de profil de comptage X ou Y au niveau du x $i^{\text{ème}}$ emplacement;

C_i sont les impulsions à l'emplacement X_i ou Y_i ;

$\sum_{i=1}^n$ est la somme d'un nombre impair de pixels de profil de comptage centrés sur le pixel de profil de comptage maximal. Le nombre impair exact de pixels dépendra de la LMH du profil de comptage et de la dimension de pixel. Le nombre minimal de pixels dans cette somme doit inclure à la fois les impulsions maximales de la moitié gauche et de la moitié droite.

Le déplacement D_{ij} entre les fenêtres d'énergie i et j est alors:

$$D_{ij} = |L_i - L_j|$$

où

$i = 1, 2$ ou 3 ;

$j = 1, 2$ ou 3 .

Le déplacement maximal est simplement le plus grand D_{ij} .

4.7.5 Calculations and analysis

The displacement of the count centroids from each other in the X and Y directions shall be determined for each measurement point's photopeak images. A square region of interest (ROI) centred on the maximum count pixel associated with each photopeak image shall be used to analyse the individual photopeak images.

The pixel dimensions of the square ROI shall be approximately four times the expected FWHM of the image count profile to be analysed. Each image shall be integrated in the Y direction to determine the X count profile and integrated in the X direction to determine the Y count profile. The centroid of counts in the X and Y directions shall be determined for each image from that direction's count profile by the method described below. The maximum difference in position of the centroid of counts acquired from each photopeak shall be determined. The largest pixel displacement shall then be converted to millimetres.

The centroid of counts in the X and Y directions for the count profiles in each photopeak shall be determined as follows. Find the maximum count pixel in the integrated X or Y profile and calculate the centroid of counts using the following formula:

$$L_j = \sum_{i=1}^n (X_i \times C_i) / \sum_{i=1}^n C_i$$

where

L_j is the calculated centroid location for energy window where j can equal 1,2 or 3;

X_i is the X or Y count profile pixel at the i th location;

C_i are the counts at the X_i or Y_i location;

$\sum_{i=1}^n$ is the sum over an odd number of count profile pixels centred on the maximum count profile pixel. The exact odd number of pixels will depend on the FWHM of the count profile and the pixel size. The minimum number of pixels in this sum shall include both the left and right half maximum counts.

The displacement D_{ij} between energy windows i and j is then:

$$D_{ij} = |L_i - L_j|$$

where

$i = 1, 2 \text{ or } 3$;

$j = 1, 2 \text{ or } 3$.

The maximum displacement is simply the largest D_{ij} .

4.7.6 Rapport

L'enregistrement spatial en fenêtres multiples doit être exprimé comme la différence maximale de position spatiale pour différentes fenêtres d'énergie soit dans la direction X soit dans la direction Y, des barycentres de comptage du pic d'absorption totale pour les neuf points mesurés. Les valeurs doivent être notées en millimètres au dixième de millimètre près.

4.8 CARACTÉRISTIQUES DE TAUX DE COMPTAGE

4.8.1 Généralités

La performance du TAUX DE COMPTAGE dépend d'une manière complexe de la distribution spatiale d'ACTIVITÉ et des matériaux de diffusion. La CARACTÉRISTIQUE DE TAUX DE COMPTAGE dépend fortement de la configuration des conditions de mesure, dont il convient par conséquent qu'elles simulent des situations d'imagerie en situation clinique.

4.8.2 Objet

La procédure décrite ici est conçue pour évaluer les écarts de relation linéaire entre le TAUX DE COMPTAGE et l'ACTIVITÉ, provoqués par des PERTES DE COMPTAGE, et l'évaluation des distorsions d'image à des TAUX DE COMPTAGE élevés, en particulier celles qui entraînent des événements mal positionnés dans l'espace par ERREUR DE CALCUL LIÉE A L'EMPILEMENT DES IMPULSIONS.

La performance du TAUX DE COMPTAGE comprend:

- a) la relation entre les impulsions enregistrées et l'ACTIVITÉ, c'est-à-dire la CARACTÉRISTIQUE DE TAUX DE COMPTAGE;
- b) une vérification des erreurs d'adresse provoquées par ERREUR DE CALCUL LIÉE A L'EMPILEMENT DES IMPULSIONS.

4.8.3 Méthode

Aucune correction n'est apportée pour les PERTES DE COMPTAGE et la diffusion. L'ACTIVITÉ doit en général être spécifiée comme la quantité totale d'ACTIVITÉ à l'intérieur du fantôme. La variation d'ACTIVITÉ est généralement réalisée par décroissance de la radioactivité.

4.8.4 Radionucléide

Le RADIONUCLÉIDE pour la mesure doit être ^{99m}Tc .

4.8.5 Distribution de la source radioactive

Un fantôme cylindrique, décrit en 4.2.5 et à la Figure 2, doit être utilisé. L'intervalle d'air d entre la surface du fantôme et la FACE AVANT DU COLLIMATEUR ne doit pas être supérieur à 20 mm.

4.8.6 Acquisition et analyse des données

Chaque impulsion mesurée doit être prise en compte seulement une fois.

Une CARACTÉRISTIQUE DE TAUX DE COMPTAGE (TAUX DE COMPTAGE mesuré par rapport à TAUX DE COMPTAGE incident ou ACTIVITÉ) doit être mesurée. La variation d'ACTIVITÉ est obtenue par décroissance de la radioactivité avec des mesures continues sur environ 10 DEMI-VIES. Le temps par séquence d'acquisition doit être inférieur à la moitié de la DEMI-VIE à l'exception des trois dernières séquences, qui peuvent être plus longues. La quantité initiale d'ACTIVITÉ doit être choisie de telle sorte que la saturation du TAUX DE COMPTAGE soit dépassée, et la dernière séquence doit être acquise avec une PERTE DE COMPTAGE inférieure à 1 %.

4.7.6 Reporting

The multiple window spatial registration shall be reported as the maximum difference in spatial positions for different energy windows in either the X or Y direction of the photopeak count centroids for the nine points measured. The values shall be reported in millimetres to the nearest tenth of a millimetre.

4.8 COUNT RATE CHARACTERISTIC

4.8.1 General

COUNT RATE performance depends in a complex manner on the spatial distribution of ACTIVITY and scattering materials. The COUNT RATE CHARACTERISTIC is highly dependent on the set-up of the measurement conditions, which therefore should simulate clinical imaging situations.

4.8.2 Purpose

The procedure described here is designed to evaluate deviations from the linear relationship between COUNT RATE and ACTIVITY, caused by COUNT LOSSES, and the evaluation of image distortions at high COUNT RATES, especially those leading to spatially misplaced events by ADDRESS PILE UP.

COUNT RATE performance includes:

- a) the relationship between registered counts and ACTIVITY, i.e. the COUNT RATE CHARACTERISTIC;
- b) a check for address errors caused by ADDRESS PILE UP.

4.8.3 Method

No correction is made for COUNT LOSSES and scatter. The ACTIVITY shall generally be specified as the total amount of ACTIVITY within the phantom. The variation of ACTIVITY is normally achieved by radioactive decay.

4.8.4 Radionuclide

The RADIONUCLIDE for the measurement shall be ^{99m}Tc .

4.8.5 Radioactive source distribution

A cylindrical phantom as described in 4.2.5 and Figure 2 shall be used. The air gap d between the surface of the phantom and the COLLIMATOR FRONT FACE shall not be more than 20 mm.

4.8.6 Data acquisition and analysis

Each measured count shall be taken into account only once.

A COUNT RATE CHARACTERISTIC (measured COUNT RATE versus incident COUNT RATE or ACTIVITY) is to be measured. The variation of ACTIVITY is accomplished by radioactive decay with continuous measurements over approximately 10 HALF LIVES. The time per frame shall be less than one-half of the HALF LIFE with the exception of the last three frames, which can be longer. The initial amount of ACTIVITY shall be chosen so that COUNT RATE saturation is exceeded, and the last frame shall be acquired with a COUNT LOSS of less than 1 %.

Pour vérifier les erreurs d'adresse provoquées par ERREUR DE CALCUL LIÉE A L'EMPILEMENT DES IMPULSIONS, des images de la source doivent être acquises en même temps que des profils, dans les directions X et Y passant par le centre de la source: une paire de profils à un taux de comptage mesuré d'environ 5 000 impulsions/s, une paire de profils à un taux de comptage mesuré d'environ 20 000 impulsions/s et une paire de profils à un taux de comptage maximal mesuré.

La moyenne de l'ACTIVITÉ de décroissance, $A_{\text{moy},i}$, au cours de l'intervalle d'acquisition de données pour la séquence de temps i , $T_{\text{acq},i}$, doit être déterminée par l'équation suivante:

$$A_{\text{moy},i} = A_{\text{cal}} \frac{1}{\ln 2} \frac{T_{1/2}}{T_{\text{acq},i}} \exp \left[\frac{T_{\text{cal}} - T_{0,i}}{T_{1/2}} \ln 2 \right] \left[1 - \exp \left(- \frac{T_{\text{acq},i}}{T_{1/2}} \ln 2 \right) \right]$$

où

A_{cal} est l'ACTIVITÉ mesurée au temps T_{cal} ;

$T_{0,i}$ est le temps (l'instant) de début d'acquisition de la séquence de temps i ;

$T_{1/2}$ est la DEMI-VIE du RADIONUCLÉIDE utilisé.

A partir des mesures ci-dessus, tracer la CARACTÉRISTIQUE DE TAUX DE COMPTAGE (par exemple, le TAUX DE COMPTAGE mesuré par rapport à l'ACTIVITÉ).

Le facteur de conversion entre l'ACTIVITÉ et le TAUX DE COMPTAGE sans PERTE DE COMPTAGE doit être déterminé à partir de chacune des trois séquences d'acquisition d'ACTIVITÉ la plus faible et moyenné.

On doit veiller à acquérir suffisamment d'impulsions dans ces séquences d'acquisition afin d'assurer une précision statistique suffisante.

Le TAUX DE COMPTAGE mesuré, qui correspond à 80 % du TAUX DE COMPTAGE RÉEL, doit être déterminé sur la courbe et noté.

4.8.7 Rapport

Indiquer la courbe présentant la CARACTÉRISTIQUE DE TAUX DE COMPTAGE et le niveau d'ACTIVITÉ à 20 % de PERTE DE COMPTAGE.

Indiquer les profils dans les directions X et Y au-dessus du centre de la source: une paire de profils à un TAUX DE COMPTAGE mesuré d'environ 5 000 impulsions/s, une paire de profils à un TAUX DE COMPTAGE mesuré d'environ 20 000 impulsions/s et une paire de profils à un TAUX DE COMPTAGE maximal mesuré.

4.9 Essai des fuites du blindage

Une source de petit volume, comme illustrée à la Figure 6, avec d inférieur ou égal à 20 mm et t supérieur ou égal à 10 mm, contenant un radionucléide sélectionné dans le Tableau 1, doit être placée en contact avec la surface externe du BLINDAGE DU DÉTECTEUR, en différentes positions. Le taux de comptage produit par le détecteur (la valeur de fuite) doit être mesuré et exprimé comme un pourcentage du taux de comptage obtenu lorsque la source est placée sur l'axe d'un COLLIMATEUR spécifié, à 100 mm de la FACE AVANT DU COLLIMATEUR. Les valeurs de fuite maximales à l'arrière et sur le côté du BLINDAGE DU DÉTECTEUR doivent être déterminées et notées. La valeur de fuite maximale aux joints d'assemblage dans le blindage, et particulièrement au niveau du joint entre le COLLIMATEUR et le BLINDAGE DU DÉTECTEUR, doit être donnée. Il convient que le COLLIMATEUR utilisé soit celui recommandé pour l'énergie de la source. Le radionucléide et le COLLIMATEUR utilisés doivent être notés.

Pour chaque COLLIMATEUR, des valeurs d'essai doivent également être données pour 141 keV.

To check for address errors caused by ADDRESS PILE UP, images of the source shall be acquired, together with profiles in the X- and Y-directions over the centre of the source: one pair of profiles at a measured count rate of approximately 5 000 counts/s, one pair at a measured count rate of approximately 20 000 counts/s and one pair at the maximum measured count rate.

The average of the decaying ACTIVITY, $A_{ave,i}$, during the data acquisition interval for time frame i , $T_{acq,i}$, shall be determined by the following equation:

$$A_{ave,i} = A_{cal} \frac{1}{\ln 2} \frac{T_{1/2}}{T_{acq,i}} \exp \left[\frac{T_{cal} - T_{0,i}}{T_{1/2}} \ln 2 \right] \left[1 - \exp \left(- \frac{T_{acq,i}}{T_{1/2}} \ln 2 \right) \right]$$

where

A_{cal} is the ACTIVITY measured at time T_{cal} ;
 $T_{0,i}$ is the acquisition start-time of the time frame i ;
 $T_{1/2}$ is the HALF LIFE of the RADIONUCLIDE in use.

From the above measurements, plot the COUNT RATE CHARACTERISTIC (e.g. measured COUNT RATE versus ACTIVITY).

The conversion factor between ACTIVITY and COUNT RATE without COUNT LOSS shall be determined from each of the three frames with lowest ACTIVITY and averaged.

Care shall be taken to acquire enough counts in these frames to ensure sufficient statistical precision.

The measured COUNT RATE, which corresponds to 80 % of the TRUE COUNT RATE, shall be read from the graph and stated.

4.8.7 Report

Report the graph showing the COUNT RATE CHARACTERISTIC and the ACTIVITY level at 20 % COUNT LOSS.

Report the profiles in the X- and Y-directions over the centre of the source: one pair of profiles at a measured COUNT RATE of approximately 5 000 counts/s, one pair at a measured COUNT RATE of approximately 20 000 counts/s and one pair at the maximum measured COUNT RATE.

4.9 Shield leakage test

A small source, as illustrated in Figure 6, with d not larger than 20 mm and t not less than 10 mm, totally filled with a radionuclide selected from Table 1, shall be placed in contact with the external surface of the DETECTOR SHIELD in different positions. The count rate produced by the detector (the leakage value) shall be measured and presented as a percentage of the count rate obtained when the source is placed on the axis of a specified COLLIMATOR at 100 mm from the COLLIMATOR FRONT FACE. The maximum leakage values at the rear and the side of the DETECTOR SHIELD shall be found and stated. The maximum leakage value at joints in the shield, particularly the joint between the COLLIMATOR and the DETECTOR SHIELD, shall be given. The COLLIMATOR used should be the one recommended for the energy of the source. The radionuclide and the COLLIMATOR used shall be stated.

For each COLLIMATOR tested values shall also be given for 141 keV.

5 DOCUMENTS D'ACCOMPAGNEMENT

Un document doit accompagner chaque GAMMA CAMÉRA et doit comporter les informations suivantes:

a) COLLIMATEURS:

- gamme d'énergie des photons;
- type (à trous parallèles, à sténopé, convergent, divergent, à fentes, etc.);
- type de fabrication (par exemple en feuilles, moulé);
- nombre, forme et dimension des trous;
- épaisseur minimale de septum;
- épaisseur du COLLIMATEUR.

b) valeurs de fuite du blindage, comme spécifié en 4.9;

c) préréglage des FENÊTRES D'ANALYSEUR D'AMPLITUDE;

d) RÉSOLUTION D'ÉNERGIE INTRINSÈQUE comme décrit en 4.6, pour le radionucléide sélectionné;

e) pour chaque COLLIMATEUR, les grandeurs suivantes doivent être données:

- SENSIBILITÉ SYSTÈME et radionucléide utilisé;
- LE, LMH et LDH en fonction de la profondeur, comme spécifié en 4.3.8 et 4.3.9;
- FTM en fonction de la profondeur, comme spécifié en 4.3.9;

f) CARACTÉRISTIQUES DE TAUX DE COMPTAGE, comme décrit en 4.8;

g) taux de comptage observé correspondant à 80 % du TAUX DE COMPTAGE RÉEL;

h) dimensions du CHAMP DE VISUALISATION DU DÉTECTEUR, comme défini en 3.2;

i) valeurs pour les caractéristiques suivantes de non-uniformité avec un radionucléide sélectionné:

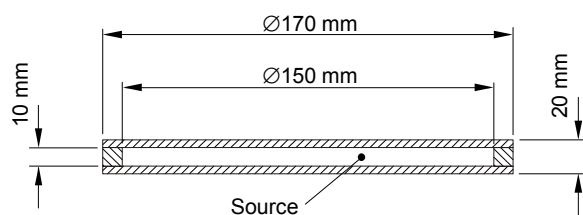
- distribution de la non-uniformité, comme spécifié en 4.5.6.2;
- non-uniformité intégrale, comme spécifié en 4.5.6.3;
- non-uniformité différentielle, comme spécifié en 4.5.6.4.

Si un appareil inclut des possibilités de correction d'uniformité autres que celles basées sur les corrections spatiale et de spectrométrie (par exemple correction à partir d'un champ uniforme), les résultats doivent être fournis avec et sans ces autres corrections.

j) LMH et LE INTRINSÈQUES de la TÊTE DU DÉTECTEUR sans COLLIMATEUR, comme spécifié en 4.3.6.2 et 4.3.7.2;

k) NON-LINEARITÉ SPATIALE INTRINSÈQUE, comme spécifié en 4.4;

l) ENREGISTREMENT SPATIAL INTRINSÈQUE EN FENÊTRES MULTIPLES, comme spécifié en 4.7.



Matériau: polyméthacrylate de méthyle

IEC 1706/05

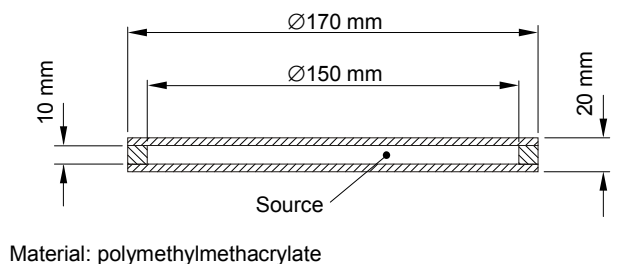
Figure 1 – Cuvette

5 ACCOMPANYING DOCUMENTS

A document shall accompany each GAMMA CAMERA and shall include the following information:

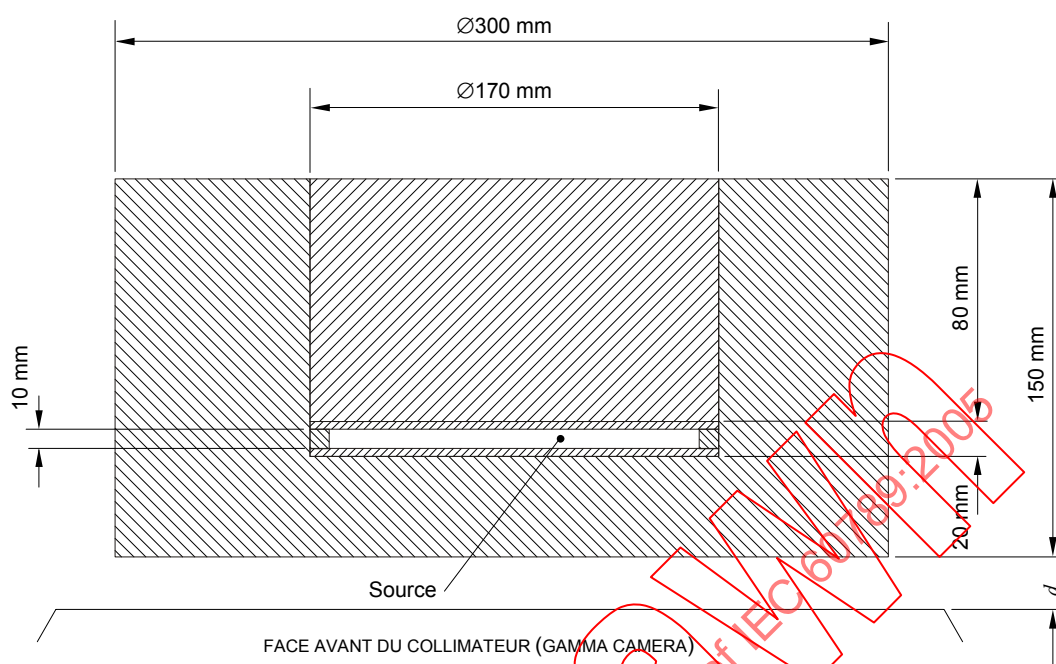
- a) COLLIMATORS:
 - photon energy range;
 - type (parallel holes, pin-hole, converging, diverging, slit, etc.);
 - type of construction (e.g. foil, cast);
 - number, shape and size of holes;
 - minimum septal thickness;
 - COLLIMATOR thickness.
- b) shield leakage values, as specified in 4.9;
- c) pre-set PULSE AMPLITUDE ANALYSER WINDOWS;
- d) INTRINSIC ENERGY RESOLUTION as described in 4.6, for the selected radionuclide;
- e) for each COLLIMATOR the following quantities shall be given:
 - SYSTEM SENSITIVITY and radionuclide used;
 - EW, FWHM and FWTM as a function of depth as specified in 4.3.8 and 4.3.9;
 - MTF as a function of depth as specified in 4.3.9;
- f) COUNT RATE CHARACTERISTICS as described in 4.8;
- g) observed count rate which is 80 % of the corresponding TRUE COUNT RATE;
- h) dimensions of the DETECTOR FIELD OF VIEW as defined in 3.2;
- i) values for the following non-uniformity characteristics with a selected radionuclide:
 - non-uniformity distribution as specified in 4.5.6.2;
 - integral non-uniformity as specified in 4.5.6.3;
 - differential non-uniformity as specified in 4.5.6.4.

If an instrument incorporates facilities for uniformity correction, other than those based on spatial and spectrum corrections (e.g. flood field correction), the results shall be provided with and without these other corrections.
- j) INTRINSIC FWHM and EW of the DETECTOR HEAD without COLLIMATOR as specified in 4.3.6.2 and 4.3.7.2;
- k) INTRINSIC SPATIAL NON-LINEARITY as specified in 4.4;
- l) INTRINSIC MULTIPLE WINDOW SPATIAL REGISTRATION as specified in 4.7.



IEC 1706/05

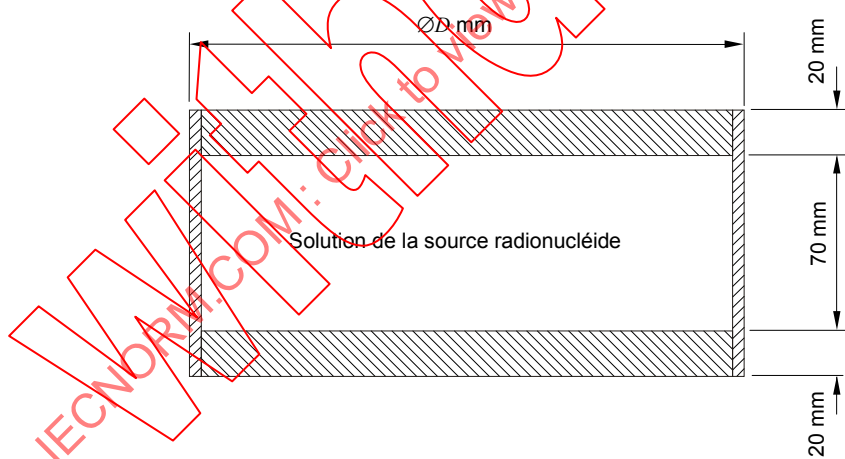
Figure 1 – Cuvette



Matériau: polyméthacrylate de méthyle

IEC 1707/05

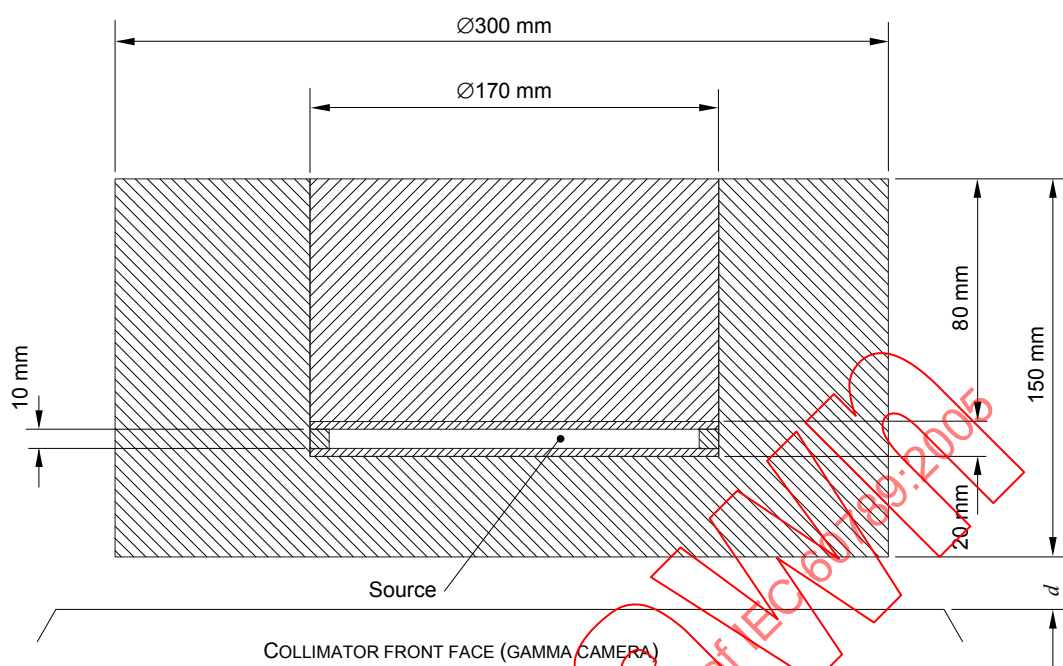
Figure 2 – Fantôme cylindrique



Matériau: polyméthacrylate de méthyle

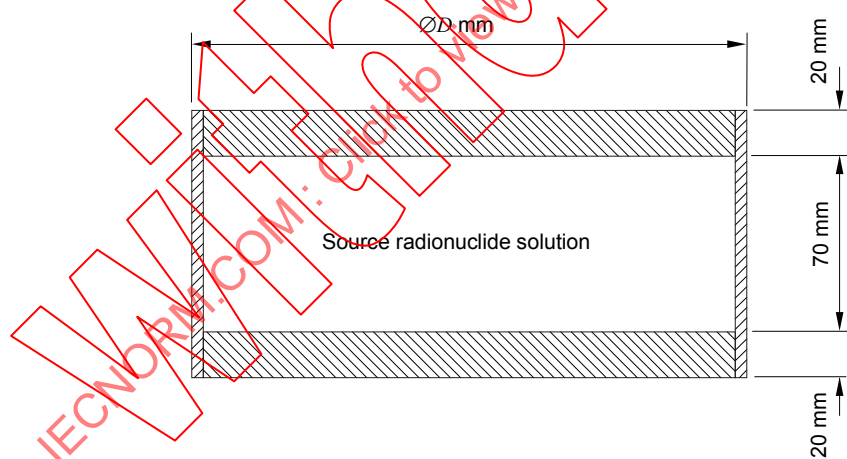
IEC 1708/05

Figure 3 – Source homogène



Material: polymethylmethacrylate

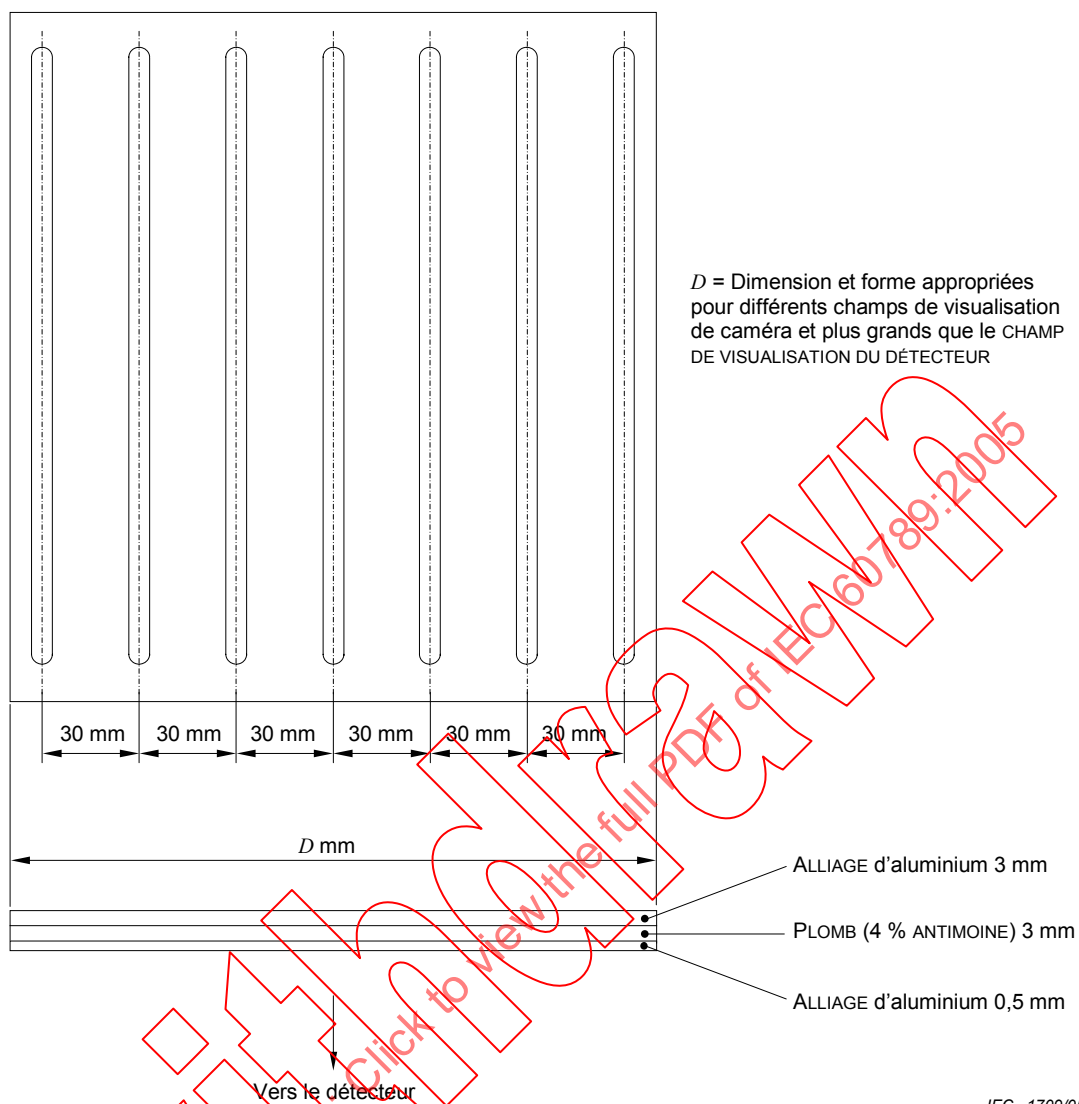
IEC 1707/05

Figure 2 – Cylindrical phantom

Material: polymethylmethacrylate

IEC 1708/05

Figure 3 – Uniform source



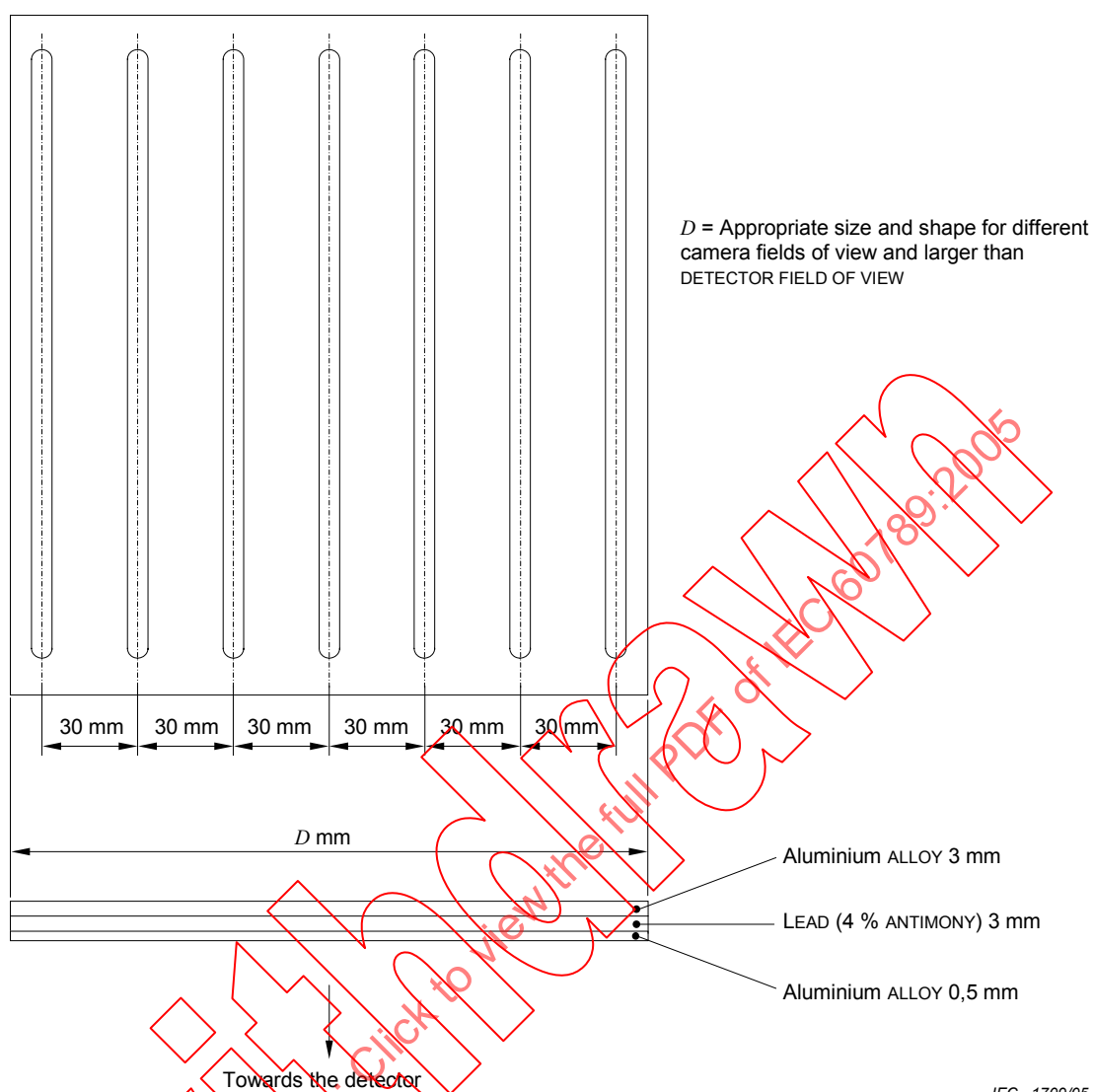
IEC 1709/05

NOTE 1 Largeur de la fente $1,0 \text{ mm} \pm 0,05 \text{ mm}$.

NOTE 2 Rectitude de la fente $\pm 0,05 \text{ mm}$ sur une longueur de 30 mm.

NOTE 3 Séparation des centres des fentes $30,0 \text{ mm} \pm 0,05 \text{ mm}$.

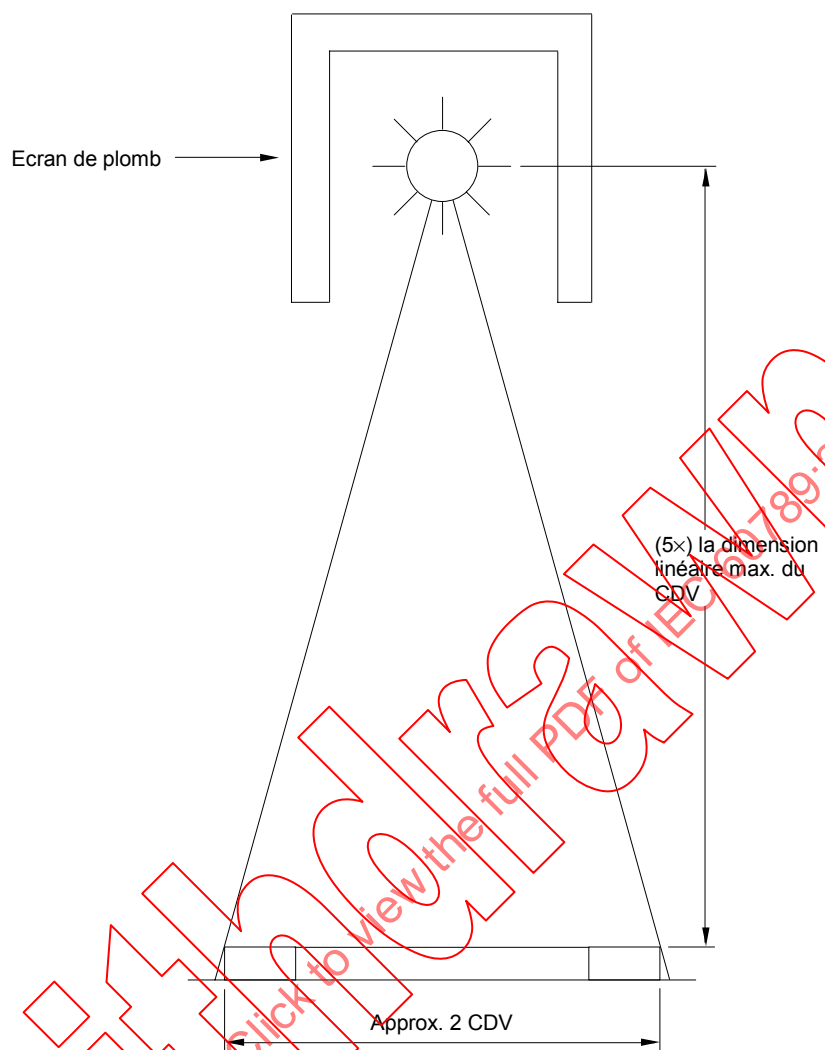
Figure 4 – Fantôme à fentes pour la mesure de la résolution intrinsèque et de la NON-LINÉARITÉ SPATIALE



IEC 1709/05

NOTE 1 Slit width $1,0 \text{ mm} \pm 0,05 \text{ mm}$.NOTE 2 Slit straightness $\pm 0,05 \text{ mm}$ over any 30 mm length.NOTE 3 Slit centre separation $30,0 \text{ mm} \pm 0,05 \text{ mm}$.

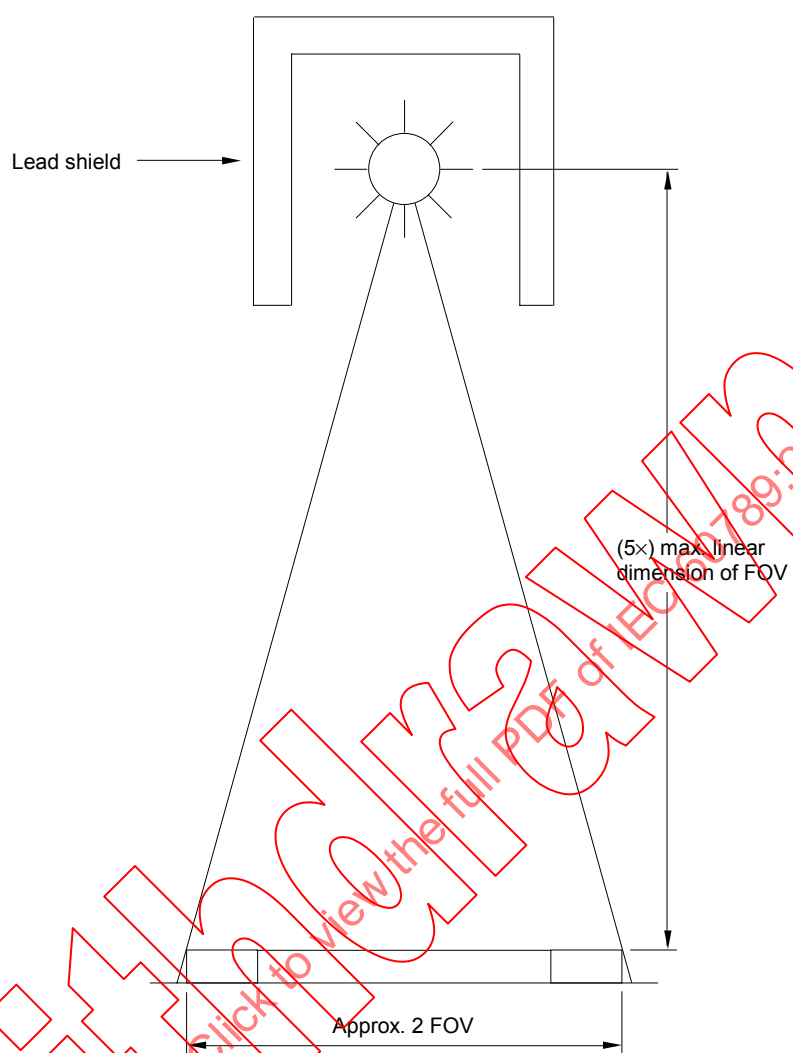
Figure 4 – Slit phantom for measurement of intrinsic resolution and SPATIAL NON-LINEARITY



IEC 1710/05

L'écran de plomb empêche une diffusion non contrôlée.

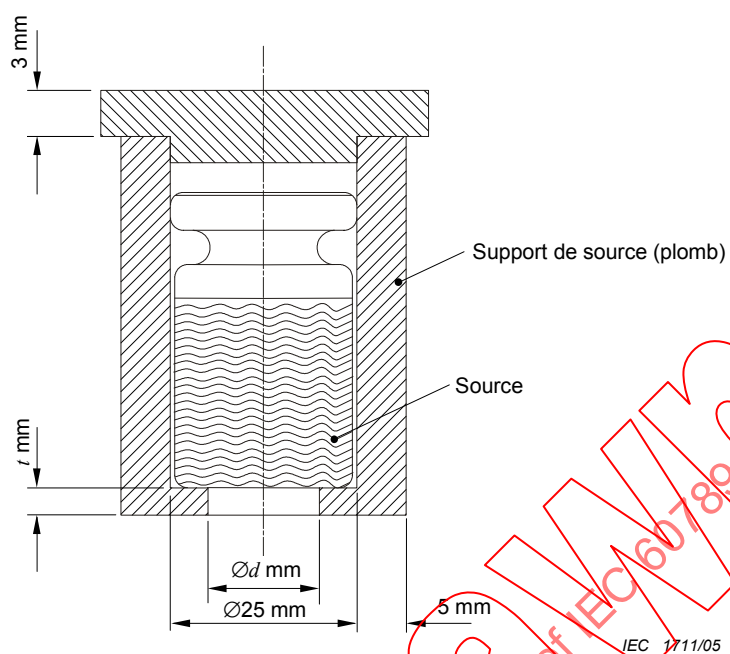
**Figure 5 – Arrangement de la source pour les mesures intrinsèques
(4.3.5, 4.4.1, 4.5.4 et 4.6)**



IEC 1710/05

Lead shield prevents uncontrolled scatter.

Figure 5 – Source arrangement for intrinsic measurements (4.3.5, 4.4.1, 4.5.4 and 4.6)



NOTE 1 Le dessin n'est pas à l'échelle.

NOTE 2 Voir 4.7.3 et 4.9 pour les valeurs recommandées pour d et l .

Figure 6 – Petite source liquide avec blindage