

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
789

Deuxième édition
Second edition
1992-01

**Caractéristiques et conditions d'essai des
dispositifs d'imagerie par radionucléides;
gamma caméras de type Anger**

**Characteristics and test conditions of
radionuclide imaging devices;
Anger type gamma cameras**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 789: 1992

Numéros des publications

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

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
789

Deuxième édition
Second edition
1992-01

**Caractéristiques et conditions d'essai des
dispositifs d'imagerie par radionucléides;
gamma caméras de type Anger**

**Characteristics and test conditions of
radionuclide imaging devices;
Anger type gamma cameras**

© CEI 1992 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

Q

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS.....	4
INTRODUCTION.....	6
Articles	
1 Domaine d'application et objet	8
2 Terminologie et définitions	8
3 Méthodes d'essai	8
3.1 Mesurage de la SENSIBILITÉ SYSTÈME	8
3.2 FONCTION DE DISPERSION LINÉAIRE, LMH, LDH et LE	10
3.3 NON-UNIFORMITÉ DE RÉPONSE	12
3.4 Mesurage du SPECTRE D'ÉNERGIE INTRINSÈQUE (sans COLLIMATEUR)	14
3.5 Mesurage de l'ENREGISTREMENT SPATIAL INTRINSÈQUE EN FENÊTRE MULTIPLE	16
3.6 Mesurage de la NON-LINÉARITÉ SPATIALE INTRINSÈQUE	16
3.7 Mesurage de la CARACTÉRISTIQUE DE TAUX DE COMPTAGE	18
3.8 Essai des fuites du blindage	18
4 DOCUMENTS D'ACCOMPAGNEMENT	18
Tableau 1 - Radionucléides et FENÊTRES DE L'ANALYSEUR D'AMPLITUDE à utiliser pour les mesurages des performances	22
Annexe A - Terminologie et définitions	24
Figures	30

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1 Scope and object	9
2 Terminology and definitions	9
3 Test methods	9
3.1 Measurements of SYSTEM SENSITIVITY	9
3.2 LINE SPREAD FUNCTIONS, FWHM, FWTM and EW	11
3.3 NON-UNIFORMITY OF RESPONSE	13
3.4 Measurement of INTRINSIC ENERGY SPECTRUM (without COLLIMATOR)	15
3.5 Measurement of INTRINSIC MULTIPLE WINDOW SPATIAL REGISTRATION	17
3.6 Measurement of INTRINSIC SPATIAL NON-LINEARITY	17
3.7 Measurement of COUNT RATE CHARACTERISTIC	19
3.8 Shield leakage test	19
4 ACCOMPANYING DOCUMENTS	19
Table 1 - Radionuclides and PULSE AMPLITUDE ANALYSER WINDOWS to be used for performance measurements	23
Annex A - Terminology and definitions	25
Figures	30

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CARACTÉRISTIQUES ET CONDITIONS D'ESSAI
DES DISPOSITIFS D'IMAGERIE PAR RADIONUCLÉIDES;
GAMMA CAMÉRAS DE TYPE ANGER**

AVANT-PROPOS

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

La présente Norme internationale a été établie par le Sous-Comité 62C: Appareils de rayonnement à haute énergie et appareils destinés à la médecine nucléaire, du Comité d'Etudes n° 62 de la CEI: Equipements électriques dans la pratique médicale.

Le texte de cette Norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote	Procédure des Deux Mois	Rapport de vote
62C(BC)53	62C(BC)55	62C(BC)58	62C(BC)65

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

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans la présente Norme:

CEI 601-1: 1988, *Appareils électromédicaux. Première partie: Règles générales de sécurité.*

CEI 788: 1984, *Radiologie médicale - Terminologie.*

CEI 789: 1984 (Première édition), *Caractéristiques et conditions d'essais des dispositifs d'imagerie par radionucléides.*

Autre publication citée:

NEMA NU 1: 1986, *Performance measurements of scintillation cameras [Mesure des caractéristiques fonctionnelles des caméras à scintillation].*

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**CHARACTERISTICS AND TEST CONDITIONS
OF RADIONUCLIDE IMAGING DEVICES;
ANGER TYPE GAMMA CAMERAS**

FOREWORD

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

This International Standard has been prepared by Sub-Committee 62C: High-energy radiation equipment and equipment for nuclear medicine, of IEC Technical Committee No. 62: Electrical equipment in medical practice.

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

Six Months' Rule	Report on Voting	Two Months' Procedure	Report on Voting
62C(CO)53	62C(CO)55	62C(CO)58	62C(CO)65

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

The following IEC publications are quoted in this Standard:

IEC 601-1: 1988, *Medical electrical equipment - Part 1: General requirements for safety.*

IEC 788: 1984, *Medical radiology - Terminology.*

IEC 789: 1984 (First edition): *Characteristics and test conditions of radionuclide imaging devices.*

Other publication quoted:

NEMA NU 1: 1986, *Performance measurements of scintillation cameras.*

INTRODUCTION

La présente révision est la deuxième édition de la CEI 789 (1984), intitulée «Caractéristiques et conditions d'essai des dispositifs d'imagerie par radionucléides». Le titre a été changé en «Caractéristiques et conditions d'essai des dispositifs d'imagerie par radionucléides; gamma caméras de type Anger», cela provenant du fait que l'on a omis de cette révision les parties de l'ancienne publication qui traitaient des scintigraphes à radionucléides et des systèmes hybrides qui présentent aujourd'hui une importance mineure.

Les méthodes d'essai décrites dans cette 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 constructeurs, leur donnant ainsi le moyen d'annoncer les caractéristiques des GAMMA CAMÉRAS sur la base de critères communs.

Pour obtenir un meilleur accord, certaines prescriptions ont été alignées sur celle de la Standards Publication n° NU 1-1986 de la NEMA* et quelques essais ont été ajoutés (Mesurage de la NON-UNIFORMITÉ DE RÉPONSE INTRINSÈQUE, 3.3.1; mesurage de la variation de sensibilité intrinsèque à une source ponctuelle, 3.3.4; mesurage du SPECTRE D'ÉNERGIE INTRINSÈQUE, 3.4; mesurage de l'ENREGISTREMENT SPATIAL INTRINSÈQUE EN FENÊTRE MULTIPLE, 3.5).

En ce qui concerne le mesurage et l'évaluation de la NON-UNIFORMITÉ DE RÉPONSE (3.3.3), l'opération de lissage sur les données brutes renforce la perception visuelle de la NON-UNIFORMITÉ DE RÉPONSE (3.3.3.1 à 3.3.3.3).

De la même façon, les prescriptions NEMA sur le mesurage et l'évaluation de la LINÉARITÉ SPATIALE INTRINSÈQUE donnent les résultats satisfaisants et évitent la nécessité de spécifier un fantôme supplémentaire (3.6.1 et 3.6.2).

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

- prescriptions dont la conformité peut être établie et définitions: caractères romains;
- explications, conseils, introductions, énoncés de portée générale, exceptions et références: petit caractère romain;
- *spécifications d'essai: caractères italiques;*
- TERMES DÉFINIS À L'ARTICLE 2 DE LA NORME GÉNÉRALE OU DANS LA PRÉSENTE NORME: PETITES CAPITALLES.

Les prescriptions sont suivies de spécifications relatives aux essais correspondants.

* NEMA - National Electrical Manufacturers Association [Association nationale des constructeurs électriques], 2101 L Street, N.W., Washington D.C. 20037 (Etats-Unis).

INTRODUCTION

This is a revised, second edition of IEC 789 (1984). The title has been changed from "Characteristics and test conditions of radionuclide imaging devices" to "Characteristics and test conditions of radionuclide imaging devices; Anger type gamma cameras", due to the fact that the parts dealing with radionuclide scanners and hybrid systems in the earlier edition have been omitted in this revision, because these devices are now of minor importance.

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 declare the characteristics of GAMMA CAMERAS on a common basis.

To come to a closer agreement, some of the requirements have been aligned with those of NEMA* Standards Publication NU 1 (1986) and some tests have been added (Measurement of INTRINSIC NON-UNIFORMITY OF RESPONSE (3.3.1), Measurement of intrinsic point source sensitivity variation (3.3.4), Measurement of INTRINSIC ENERGY SPECTRUM (3.4), Measurement of INTRINSIC MULTIPLE WINDOW SPATIAL REGISTRATION (3.5)).

With regard to the measurement and evaluation of the NON-UNIFORMITY OF RESPONSE (3.3.3), the smoothing operation on the raw data enhances the visual perception of the NON-UNIFORMITY OF RESPONSE (3.3.3.1 through 3.3.3.3).

Also, the NEMA requirements for the measurement and evaluation of the INTRINSIC SPATIAL NON-LINEARITY give adequate results and avoid the necessity of specifying yet another phantom (3.6.1 and 3.6.2).

In this Standard, the following print types are used:

- requirements, compliance with which can be tested and definitions: in roman type;
- explanations, advice, introductions, general statements, exceptions and references: in smaller roman type;
- *test specifications: in italic type;*
- TERMS DEFINED IN CLAUSE 2 OF THE GENERAL STANDARD OR THIS STANDARD: SMALL CAPITALS.

The requirements are followed by specifications for the relevant tests.

* National Electrical Manufacturers Association, 2101 L Street, N.W., Washington, D.C. 20037, U.S.A.

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

1 Domaine d'application et objet

L'objet de la présente Norme est de spécifier la terminologie et les méthodes d'essai en vue d'annoncer les caractéristiques des GAMMA CAMÉRAS de type Anger. Celles-ci 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.

2 Terminologie et définitions

Pour ce qui concerne cette Norme, les définitions données dans la CEI 788 s'appliquent, complétées par les définitions supplémentaires données dans l'annexe A.

Les termes définis sont imprimés en petites capitales.

3 Méthodes d'essai

Tous les mesurages doivent être effectués avec les réglages de la FENÊTRE D'ANALYSEUR D'AMPLITUDE spécifiés dans le tableau 1.

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

Sauf spécifications différentes, les mesurages doivent être effectués à des taux de comptage n'excédant pas 20 000 impulsions par seconde.

3.1 Mesurage de la SENSIBILITÉ SYSTÈME

Le mesurage doit être effectué en utilisant le fantôme cylindrique de polyméthyl-métacrylate comme spécifié sur la figure 2. La source plane représentée sur la figure 1 doit être placée dans la cavité cylindrique dont les dimensions sont indiquées sur la figure 2, le volume de la cavité non occupé par la source étant alors rempli par une partie cylindrique dont les dimensions sont aussi indiquées sur la figure 2. Le fantôme renfermant la source doit être placé sur le COLLIMATEUR (distance $d = 0$) et centré sur l'AXE DU COLLIMATEUR.

La valeur mesurée doit être exprimée en impulsions $s^{-1} \cdot Bq^{-1}$.

NOTE - Des mesurages de la SENSIBILITÉ SYSTÈME sans diffuseur peuvent être effectués en utilisant la source plane de la figure 1 placée directement sur la FACE AVANT DU COLLIMATEUR.

CHARACTERISTICS AND TEST CONDITIONS OF RADIONUCLIDE IMAGING DEVICES; ANGER TYPE GAMMA CAMERAS

1 Scope and object

The object of this Standard is to specify terminology and test methods for declaring the characteristics of Anger type GAMMA CAMERAS. These consist of a COLLIMATOR, a DETECTOR SHIELD, and a RADIATION DETECTOR ASSEMBLY, together with recording and display devices.

2 Terminology and definitions

For the purposes of this Standard, the definitions given in IEC 788 apply, together with the supplementary definitions given in annex A.

Defined terms are printed in small capitals.

3 Test methods

All measurements shall be performed with the PULSE AMPLITUDE ANALYSER WINDOW settings specified in table 1.

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.

3.1 Measurements of SYSTEM SENSITIVITY

The measurement shall be carried out using the cylindrical phantom of polymethyl-methacrylate as specified in figure 2. The plane source shown in figure 1 shall be placed in the cylindrical hole with the dimensions shown in figure 2, the remainder of the hole shall then be filled by a cylindrical part the dimensions of which are also shown in figure 2. The phantom, including the source, shall be placed on the COLLIMATOR (distance $d = 0$) and centered on the COLLIMATOR AXIS.

The measured value shall be expressed in counts $s^{-1} \cdot Bq^{-1}$.

NOTE - Measurements of SYSTEM SENSITIVITY without scatter, using the source cuvette of figure 1 placed directly on the COLLIMATOR FRONT FACE, may be carried out.

3.2 FONCTION DE DISPERSION LINÉAIRE, LMH, LDH et LE

3.2.1 Mesurage de la FONCTION DE DISPERSION LINÉAIRE avec COLLIMATEUR

Une solution contenant un radionucléide sélectionné doit être placée dans un tube de diamètre intérieur égal à 1 mm et de longueur approximativement égale à la largeur du CHAMP DE VUE. L'axe du tube doit être placé perpendiculairement à l'AXE DU COLLIMATEUR et aligné parallèlement à l'un des axes électroniques, à la profondeur de mesurage dans l'eau ou dans un matériel équivalent-eau couvrant la totalité du CHAMP DE VUE. 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.

La quantité mesurée $L(x)$, par exemple le nombre d'impulsions, doit être intégrée sur des éléments de surface de longueur d'au plus 30 mm parallèlement à la source linéaire et de largeur égale ou inférieure à 10 % de la LARGEUR À MI-HAUTEUR (LMH), à la profondeur de mesurage. Les éléments de surface doivent être jointifs.

La quantité mesurée doit être exprimée comme un pourcentage de la valeur maximale. L'étendue latérale des éléments de surface doit aller jusqu'au point où la quantité mesurée est égale à 1 % de sa valeur maximale, ou jusqu'à la limite du CHAMP DE VUE DU DÉTECTEUR. Le nombre d'impulsions mesuré au maximum de la FONCTION DE DISPERSION LINÉAIRE doit être au moins égal à 10 000, à chaque distance du COLLIMATEUR. Si une autre quantité est mesurée, des dispositions doivent être prises pour obtenir la même précision statistique. Les mesures doivent être effectuées dans trois plans avec le centre de la source à 50, 100 et 150 mm de la FACE AVANT DU COLLIMATEUR et la source alignée parallèlement aux axes électroniques X et Y. Un radionucléide approprié au collimateur utilisé doit être choisi dans le tableau 1.

3.2.2 Mesurage de la FONCTION DE DISPERSION LINÉAIRE INTRINSÈQUE

Un fantôme de transmission à fentes multiples comme décrit sur la figure 4 doit être utilisé.

NOTE - Ce fantôme ne convient que pour des énergies égales ou inférieures à 140 keV.

Le fantôme de transmission à fentes couvrant la totalité du CHAMP DE VUE doit être placé au centre de la surface du détecteur (COLLIMATEUR retiré) et la surface extérieure au CHAMP DE VUE doit être masquée avec du plomb.

Une source blindée non 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 VUE (2 m pour une caméra de CHAMP DE VUE circulaire de diamètre 40 cm, figure 5). L'orientation du fantôme doit être ajustée de telle sorte que l'axe des fentes soit aligné parallèlement à l'axe électronique X ou Y. Les données numériques doivent être acquises avec une dimension de pixel égale ou inférieure à 10 % de la LMH intrinsèque. Le nombre d'impulsions dans le pixel au sommet du pic doit être supérieur à 1 000. Des profils de largeur $30 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ doivent être obtenus perpendiculairement à l'axe des fentes.

3.2.3 Evaluation de la mesure de la FONCTION DE DISPERSION LINÉAIRE

A partir des FONCTIONS DE DISPERSION LINÉAIRE mesurées (3.2.1 et 3.2.2), les données suivantes doivent être obtenues:

- a) La FONCTION DE TRANSFERT DE MODULATION (FTM) calculée à partir des mesurages décrits en 3.2.1, présentée comme un ensemble de courbes avec des échelles linéaires.

3.2 LINE SPREAD FUNCTION, FWHM, FWTM and EW

3.2.1 Measurement of the LINE SPREAD FUNCTION with COLLIMATOR

A solution containing a selected radionuclide shall be placed in a tube with an inner diameter of 1 mm and length approximately equal to the width of the FIELD OF VIEW. This tube shall be placed with its axes 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.

The measured quantity $L(x)$, for example the number of counts, shall be integrated within sets of areas with length not more than 30 mm and parallel to the line source and width equal to or less than 10 % of the FULL WIDTH AT HALF MAXIMUM (FWHM) at the depth of measurement. The areas shall abut each other.

The measured quantity shall be expressed as a percentage of the maximum value. The lateral extension of the set of areas shall be to a point where the measured quantity is 1 % of its maximum value, or up to the border of the DETECTOR FIELD OF VIEW. The measured number of counts at the maximum of the LINE SPREAD FUNCTION shall be at least 10 000 at each distance from the COLLIMATOR. If some other quantity is measured, provision shall be made to obtain the same statistical accuracy. The measurement shall be carried out in three parallel planes with the center of the sources at 50, 100 and 150 mm from the COLLIMATOR FRONT FACE and the source aligned parallel to the X- and Y-electronic axes. A radionuclide appropriate to the COLLIMATOR in use shall be chosen from table 1.

3.2.2 Measurement of the INTRINSIC LINE SPREAD FUNCTION

A multiple slit transmission phantom shall be used as shown in figure 4.

NOTE - This phantom is only suitable for energies equal to or less than 140 keV.

The slit transmission phantom covering the entire FIELD OF VIEW shall be placed at the centre of the detector face (COLLIMATOR removed) and the area outside the FIELD OF VIEW shall be shielded with lead.

An uncollimated shielded 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 circular FIELD OF VIEW (2 m for a 40 cm circular FIELD OF VIEW camera, figure 5). The orientation of the phantom shall be adjusted until its slit axis is aligned parallel to the X- or Y-electronic axis. Digital data shall be acquired with a pixel size equal to or less than 10 % of the intrinsic FWHM. The peak pixel number of counts shall be greater than 1 000. Profiles of width $30 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ shall be obtained at right angles to the slit axis.

3.2.3 Evaluation of the measurement of the LINE SPREAD FUNCTION

From the measured LINE SPREAD FUNCTIONS (3.2.1 and 3.2.2) the following data shall be obtained:

- a) The calculated MODULATION TRANSFER FUNCTION (MTF) from the measurements described in 3.2.1, presented as a set of graphs with linear scaling;

b) Les valeurs des LMH, LARGEUR AU DIXIÈME DE LA HAUTEUR (LDH), et LARGEUR ÉQUIVALENTE (LE) obtenues à partir des mesurages décrits en 3.2.1 et 3.2.2.

3.3 NON-UNIFORMITÉ DE RÉPONSE

3.3.1 Mesurage de la NON-UNIFORMITÉ DE RÉPONSE INTRINSÈQUE (sans COLLIMATEUR)

Un support de source et une source doivent être positionnés comme montré sur la figure 5. Les régions extérieures au CHAMP DE VUE DU DÉTECTEUR doivent être masquées avec du plomb. La source doit être sélectionnée dans le tableau 1 et notée. La dimension du pixel doit être égale ou inférieure à deux fois la LMH de la FONCTION DE DISPERSION LINÉAIRE INTRINSÈQUE et notée. Le nombre moyen d'impulsions par pixel doit être supérieur à 10 000 et noté.

3.3.2 Mesurage de la NON-UNIFORMITÉ DE RÉPONSE SYSTÈME (avec COLLIMATEUR)

Le mesurage doit être effectué en utilisant un COLLIMATEUR À TROUS PARALLÈLES approprié au radionucléide utilisé. L'ensemble source qui est montré sur la figure 3, avec un radionucléide sélectionné dans le tableau 1, doit être placé aussi près que possible de la FACE AVANT DU COLLIMATEUR. La dimension du pixel doit être égale ou inférieure à la LMH à la 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.

3.3.3 Evaluation de la NON-UNIFORMITÉ DE RÉPONSE

Avant l'évaluation des mesurages selon 3.3.1 et 3.3.2, les pixels devant être pris en compte dans l'analyse doivent être sélectionnés comme suit:

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

Deuxièmement, ces pixels en bordure qui ont l'un de leur 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 de l'image de flux uniforme doivent être lissées une fois par une convolution avec une fonction de filtrage neuf points de coefficients de pondération suivants:

1	2	1
2	4	2
1	2	1

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.

NOTE - Le traitement des données du flux uniforme décrit ci-dessus est nécessaire pour éliminer l'influence de l'effet de bord sur l'évaluation de la NON-UNIFORMITÉ DE RÉPONSE.

3.3.3.1 Distribution de la non-uniformité

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

b) The FWHM, FULL WIDTH AT TENTH MAXIMUM (FWTM) and EQUIVALENT WIDTH (EW) values from the measurements described in both 3.2.1 and 3.2.2.

3.3 NON-UNIFORMITY OF RESPONSE

3.3.1 Measurement of INTRINSIC NON-UNIFORMITY OF RESPONSE (without COLLIMATOR)

A source holder and a source shall be positioned as shown in figure 5. Regions outside the DETECTOR FIELD OF VIEW shall be shielded with lead. The source shall be selected from table 1 and stated. The length of the pixel side shall be equal to or less than twice the FWHM of the INTRINSIC LINE SPREAD FUNCTION and stated. The mean number of counts per pixel shall be greater than 10 000 and stated.

3.3.2 Measurement of SYSTEM NON-UNIFORMITY OF RESPONSE (with COLLIMATOR)

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 length of the pixel side shall be equal to or less than the 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.

3.3.3 Evaluation of NON-UNIFORMITY OF RESPONSE

Before the evaluation of the measurements according to 3.3.1 and 3.3.2, pixels shall be selected for inclusion in the analysis as follows:

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

Second, those edge pixels which have one of their four directly abutted neighbours containing zero count will 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:

1	2	1
2	4	2
1	2	1

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

NOTE - The above-described manipulation of the uniform flux data is needed to exclude edge effect influence on the evaluation of NON-UNIFORMITY OF RESPONSE.

3.3.3.1 Non-uniformity distribution

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

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

3.3.3.2 *Non-uniformité intégrale*

Les valeurs maximale et minimale de la totalité des pixels non nuls doivent être déterminées. La différence de ces valeurs doit être divisée par leur somme. Ce quotient multiplié par 100 donne la non-uniformité intégrale selon la formule suivante:

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

3.3.3.3 *Non-uniformité différentielle*

L'image du flux uniforme est analysée comme un ensemble de rangées et de colonnes (lignes). Chaque ligne est traitée à partir d'une extrémité, en analysant un ensemble de cinq pixels comprenant le pixel de départ et en enregistrant la différence maximale. Le pixel de départ est déplacé d'un pixel et le nouvel ensemble de cinq pixels est analysé, etc. Pour chaque rangée, on détermine la plus grande différence et pour la totalité des rangées (sur tout le CHAMP DE VUE DU DÉTECTEUR), on détermine la plus grande différence. Cette plus grande différence doit être divisée par la somme des valeurs correspondant aux deux points présentant les plus grandes différences et multipliées par 100 pour donner la non-uniformité différentielle (se référer au calcul de la non-uniformité intégrale).

3.3.4 *Mesurage de la variation de sensibilité intrinsèque à une source ponctuelle*

Un support de source, comme montré sur la figure 6, avec $d = 3$ mm et t égal ou supérieur à 10 mm, contenant une des sources sélectionnées dans le tableau 1, jusqu'à une énergie prévue de 140 keV, doit être utilisé. La source doit être positionnée selon un réseau de points couvrant le CHAMP DE VUE DU DÉTECTEUR. L'espacement entre les points doit être égal à 30 mm dans les deux directions. Les lignes joignant les points doivent être alignées avec les axes électroniques X et Y. En chaque point, 100 000 impulsions au minimum doivent être accumulées. Des corrections de décroissance doivent être appliquées. La valeur moyenne et l'écart maximal des nombres d'impulsions mesurés doivent être notés.

3.4 *Mesurage du SPECTRE D'ÉNERGIE INTRINSÈQUE (sans COLLIMATEUR)*

Un support de source et une source doivent être positionnés comme indiqué sur la figure 5. La source doit être choisie dans le tableau 1. Le taux de comptage intégral au dessus du bruit électronique ne doit pas excéder 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. Le nombre d'impulsions dans

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

3.3.3.2 *Integral non-uniformity*

The maximum and the minimum values of all non-zero pixels shall be determined. The difference of these values shall be divided by their sum. This quotient multiplied by 100 gives the integral non-uniformity, as follows:

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

3.3.3.3 *Differential non-uniformity*

The image of the uniform flux is treated as rows and columns (lines). Each line is processed by starting at one end, examining a set of five pixels including the start pixel and recording the maximum difference. The start pixel is moved forward one pixel and the next set of five pixels is examined, etc. For each line the largest deviation shall be determined and for the whole set of lines (for the DETECTOR FIELD OF VIEW), the largest deviation shall be determined. This largest deviation shall be divided by the sum of the values for the two points representing the largest deviations and multiplied by 100 to yield the differential non-uniformity (see the calculation of integral non-uniformity).

3.3.4 *Measurement of intrinsic point source sensitivity variation*

A source holder as shown in figure 6, with $d = 3$ mm and t not less than 10 mm shall be used, loaded with sources selected from table 1, up to a design energy of 140 keV. The source shall be positioned at an array of points across the DETECTOR FIELD OF VIEW. The spacing between the points shall be 30 mm in both directions. The lines joining the points shall be aligned with the X- and Y-electronic axes. At each point at least 100 000 counts shall be accumulated. Decay corrections shall be applied. The mean value and the maximum deviation of the measured number of counts shall be stated.

3.4 *Measurement of INTRINSIC ENERGY SPECTRUM (without COLLIMATOR)*

A source holder and a source shall be positioned as in figure 5. The source shall be chosen from table 1. 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 photopeak FWHM. The number of counts in the

le canal correspondant au sommet du pic doit être supérieur à 10 000. Le numéro des canaux doit être exprimé en terme d'énergie, en calibrant le spectre avec un autre radio-nucléide. La valeur indiquée de la RÉSOLUTION D'ÉNERGIE INTRINSÈQUE doit être la LMH du pic d'absorption totale exprimée comme un pourcentage de cette énergie.

3.5 Mesurage de l'ENREGISTREMENT SPATIAL INTRINSÈQUE EN FENÊTRE MULTIPLE

Une source collimatée de Ga-67 identique à celle indiquée sur la figure 6, doit être utilisée avec t égal ou supérieur à 10 mm et $d = 3$ mm. Une FENÊTRE D'ANALYSEUR D'AMPLITUDE de largeur 20 % doit être positionnée symétriquement à 93 keV, 184 keV et 296 keV. Le taux de comptage total ne doit pas excéder 10 000 impulsions par seconde dans chaque fenêtre. Une image numérique doit être obtenue pour chaque réglage de FENÊTRE D'ANALYSEUR D'AMPLITUDE avec la source positionnée sur les axes X et Y dans les deux directions positive et négative et à une distance du centre égale à 75 % de la distance du centre au bord du CHAMP DE VUE DU DÉTECTEUR. La dimension des pixels doit être inférieure ou égale à 10 % de la LMH de la FONCTION DE DISPERSION LINÉAIRE INTRINSÈQUE pour le Tc-99^m. Au minimum 10 000 impulsions doivent être acquises dans chaque image. Le barycentre de la distribution des impulsions doit être obtenu à chaque énergie et déterminé en prenant les moyennes pondérées dans les directions X et Y.

Les déplacements, mesurés en mm, doivent être la différence entre les positions des centres de gravité des images respectivement à 296 keV et 93 keV et la différence entre les positions des centres de gravité des images respectivement à 184 keV et 93 keV. La plus grande des valeurs de déplacement doit être notée.

Dans les cas où la matrice image standard n'est pas suffisante pour obtenir la résolution spatiale nécessaire, le mesurage de l'ENREGISTREMENT SPATIAL INTRINSÈQUE EN FENÊTRE MULTIPLE doit être effectué pour les axes X et Y séparément en utilisant l'équipement approprié (par exemple un analyseur multicanal). Dans les deux cas, le plus grand des déplacements X et Y doit être noté.

3.6 Mesurage de la NON-LINÉARITÉ SPATIALE INTRINSÈQUE

Les données doivent être obtenues comme pour le mesurage de la FONCTION DE DISPERSION LINÉAIRE INTRINSÈQUE (voir 3.2.2). Deux jeux de données doivent être obtenus. Un jeu de données doit être obtenu avec les fentes parallèles à l'axe électronique X et un jeu avec les fentes parallèles à l'axe électronique Y.

3.6.1 Linéarité différentielle

De chacun des deux jeux de données, des profils doivent être obtenus à partir de bandes perpendiculaires aux axes des fentes et de largeur au plus égale à 30 mm dans la direction des axes des fentes. Les bandes doivent être contiguës l'une à l'autre. L'emplacement de chaque pic dans chaque bande doit être déterminé par la moyenne des valeurs à mi-hauteur interpolées calculée pour chaque pic (voir figure 7). Dans chaque bande, les distances entre les positions des pics adjacents doivent être déterminées. La linéarité différentielle pour le CHAMP DE VUE DU DÉTECTEUR doit être exprimée comme l'écart-type de toutes les distances mesurées obtenues des deux jeux de données (selon les orientations X et Y).

3.6.2 Linéarité absolue

La linéarité absolue doit être déterminée en ajustant par la méthode des moindres carrés les deux jeux de données pris séparément (selon les orientations X et Y) à un ensemble de lignes parallèles également espacées.

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 stated value shall be the FWHM of the full energy absorption peak expressed as a percentage of this energy.

3.5 *Measurement of INTRINSIC MULTIPLE WINDOW SPATIAL REGISTRATION*

A collimated source of Ga-67 shall be used similar to that shown in figure 6, with t not less than 10 mm and $d = 3$ mm. A 20 % PULSE AMPLITUDE ANALYSER WINDOW shall be positioned symmetrically at 93 keV, 184 keV and 296 keV. The total count rate shall not exceed 10 000 counts per second through each window. A digital image shall be obtained for each PULSE AMPLITUDE ANALYSER WINDOW setting with the source positioned on the X- and Y-axes in both plus and minus directions and at a distance from the centre equal to 75 % of the distance from the centre to the edge of the DETECTOR FIELD OF VIEW. The length of the pixel side shall be less than or equal to 10 % of the FWHM of the INTRINSIC LINE SPREAD FUNCTION for Tc-99^m. At least 10 000 counts shall be acquired in each image. The centroid of the count distribution shall be obtained at each energy, determined by taking weighted averages in the X- and Y-directions.

The displacements, measured in mm, shall be the difference between the 296 keV image centroid position and the 93 keV image centroid position and the difference between the 184 keV image centroid position and the 93 keV centroid position. The largest of the displacement values shall be reported.

In cases where the standard available image matrix is not sufficient to obtain the necessary spatial resolution, the measurement of the INTRINSIC MULTIPLE WINDOW SPATIAL REGISTRATION shall be performed for the X- and Y-axes separately by using the appropriate equipment (e.g. a multichannel analyser). In both cases the larger of the X- and Y-displacements shall be reported.

3.6 *Measurement of INTRINSIC SPATIAL NON-LINEARITY*

Data shall be obtained as in the measurement of INTRINSIC LINE SPREAD FUNCTION (see 3.2.2). Two sets of data shall be obtained, one set with the slits parallel to the X-electronic axis and the other with the slits parallel to the Y-electronic axis.

3.6.1 *Differential 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 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).

3.6.2 *Absolute linearity*

Absolute 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).

La 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 VUE DU DÉTECTEUR. Le facteur de conversion est 30 mm divisé par la moyenne des intervalles entre les pics adjacents pour tous les pics dans le CHAMP DE VUE DU DÉTECTEUR.

3.7 Mesurage de la CARACTÉRISTIQUE DU TAUX DE COMPTAGE

Un fantôme cylindrique, décrit en 3.1 et sur la figure 2, doit être utilisé. L'intervalle d'air entre la surface du fantôme et la FACE AVANT DU COLLIMATEUR ne doit pas être supérieur à 20 mm ($h \leq 20$ mm). Une courbe avec une échelle linéaire, montrant le taux de comptage observé en fonction du TAUX DE COMPTAGE RÉEL lorsque l'ACTIVITÉ de la source varie, doit être tracée pour le radionucléide Tc-99^m. Une autre courbe peut être tracée pour une des énergies comprises entre 300 keV et 400 keV spécifiées dans le tableau 1.

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 d'environ 20 000 impulsions/s et une paire de profils à un taux de comptage maximum mesuré.

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

NOTE - Les profils sont nécessaires pour mettre en évidence les événements mal positionnés.

3.8 Essai des fuites du blindage

Une source de petit volume comme illustrée sur la figure 6, avec d inférieur ou égal à 20 mm et t supérieur ou égal à 10 mm, totalement remplie avec un radionucléide sélectionné dans le tableau 1, doit être placée en contact de la surface externe du BLINDAGE DU DÉTECTEUR, en différentes positions. Le taux de comptage produit par le détecteur 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 maximale à l'arrière et sur le côté du BLINDAGE DU DÉTECTEUR doivent être déterminées et notées. Les valeurs de fuite aux joints d'assemblage dans le blindage et particulièrement au joint entre le COLLIMATEUR et le BLINDAGE DU DÉTECTEUR doivent être données.

Les valeurs doivent être fournies pour 140 keV et pour l'énergie maximale d'utilisation spécifiée de la GAMMA CAMÉRA.

4 DOCUMENTS D'ACCOMPAGNEMENT

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

4.1 COLLIMATEURS:

- Gamme d'énergie des photons,
- Type (à trous parallèles, sténopé, convergent, divergent, à fentes, etc.),
- Type de fabrication (par exemple en feuilles, moulé, ...),

Absolute linearity shall be reported as the largest value of the X or Y displacement in mm between observed and fitted line over the DETECTOR FIELD OF VIEW. The conversion factor is 30 mm divided by the average of adjacent peak separations for all peaks in the DETECTOR FIELD OF VIEW.

3.7 Measurement of COUNT RATE CHARACTERISTIC

A cylindrical phantom described in 3.1 and figure 2 shall be used. The air gap between the surface of the phantom and the COLLIMATOR FRONT FACE shall not be more than 20 mm ($h \leq 20$ mm). A graph with linear scaling shall be produced for the radionuclide Tc-99^m showing the observed count rate as a function of the TRUE COUNT RATE when the ACTIVITY of the source is varied. Another graph may be produced for one of the energies between 300 keV and 400 keV specified in table 1.

Images of the source shall be acquired, together with profiles in the X- and Y-directions over the center 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 measured count rate which is 80 % of the TRUE COUNT RATE shall be read from the graph and stated.

NOTE - The profiles are needed to demonstrate misplaced events.

3.8 Shield leakage test

A small volume 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 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 leakage values at joints in the shield, particularly the joint between the COLLIMATOR and the DETECTOR SHIELD, shall be given.

Values shall be given for 140 keV and for the specified maximum design energy of the GAMMA CAMERA.

4 ACCOMPANYING DOCUMENTS

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

4.1 COLLIMATORS:

- Photon energy range,
- Type (parallel holes, pin-hole, converging, diverging, slit, etc.),
- Type of construction (e.g. foil, cast),

- Nombre, forme et dimension des trous,
- Epaisseur minimale de septum,
- Epaisseur du COLLIMATEUR

4.2 Valeurs de fuite du blindage, comme décrit en 3.8.

4.3 Préréglage des FENÊTRES D'ANALYSEUR D'AMPLITUDE

4.4 RÉSOLUTION D'ÉNERGIE INTRINSÈQUE comme décrit au 3.4, pour le radionucléide sélectionné. Elle doit être exprimée comme la LARGEUR À MI-HAUTEUR du pic d'absorption totale.

4.5 Pour chaque COLLIMATEUR, les grandeurs suivantes doivent être données:

4.5.1 SENSIBILITÉ SYSTÈME.

4.5.2 FONCTIONS DE DISPERSION LINÉAIRE $L(x)$ à différentes profondeurs comme décrit en 3.2.1.

4.5.3 LE, LMH et LDH en fonction de la profondeur.

4.5.4 FTM en fonction de la profondeur comme décrit en 3.2.3.

4.6 CARACTÉRISTIQUES DE TAUX DE COMPTAGE comme décrit en 3.7.

4.6.1 Taux de comptage observé correspondant à 80 % du TAUX DE COMPTAGE RÉEL.

4.7 Dimensions du CHAMP DE VUE DU DÉTECTEUR comme décrit au A.2.3.1 de l'annexe A.

4.8 NON-UNIFORMITÉ DE RÉPONSE

Valeurs pour les caractéristiques suivantes de non-uniformité avec un radionucléide sélectionné. 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'une source uniforme), les résultats doivent être fournis avec et sans ces autres corrections.

4.8.1 Distribution de la non-uniformité comme décrit en 3.3.3.1.

4.8.2 Non-uniformité intégrale comme décrit en 3.3.3.2.

4.8.3 Non-uniformité différentielle comme décrit en 3.3.3.3.

4.8.4 Sensibilité intrinsèque à une source ponctuelle comme décrit en 3.3.4.

4.9 LMH et LE INTRINSÈQUES de la TÊTE DE DÉTECTEUR sans COLLIMATEUR comme décrit en 3.2.3.

4.10 NON-LINÉARITÉ SPATIALE INTRINSÈQUE comme décrit en 3.6.

4.11 ENREGISTREMENT SPATIAL INTRINSÈQUE EN FENÊTRE MULTIPLE comme décrit en 3.5.

- Number, shape and size of holes,
- Minimum septal thickness,
- COLLIMATOR thickness.

4.2 *Shield leakage values*, as specified in 3.8.

4.3 *Pre-set PULSE AMPLITUDE ANALYSER WINDOWS*

4.4 *INTRINSIC ENERGY RESOLUTION* as described in 3.4, for the selected radionuclide. It shall be expressed as FULL WIDTH AT HALF MAXIMUM of the total absorption peak.

4.5 *For each COLLIMATOR* the following quantities shall be given:

4.5.1 SYSTEM SENSITIVITY.

4.5.2 LINE SPREAD FUNCTIONS $L(x)$ at different depths as specified in 3.2.1.

4.5.3 EW, FWHM and FWTM as a function of depth.

4.5.4 MTF as a function of depth as specified in 3.2.3.

4.6 *COUNT RATE CHARACTERISTICS* as described in 3.7.

4.6.1 Observed count rate which is 80 % of the corresponding TRUE COUNT RATE.

4.7 *Dimensions of the DETECTOR FIELD OF VIEW* as defined in A.2.3.1 of annex A.

4.8 NON-UNIFORMITY OF RESPONSE

Values for the following non-uniformity characteristics with a selected radionuclide. If an instrument incorporates facilities for uniformity correction, other than those based on spatial and spectrum corrections (e.g. floodfield correction), the results shall be provided with and without these other corrections.

4.8.1 Non-uniformity distribution as specified in 3.3.3.1.

4.8.2 Integral non-uniformity as specified in 3.3.3.2.

4.8.3 Differential non-uniformity as specified in 3.3.3.3.

4.8.4 Intrinsic point source sensitivity as specified in 3.3.4.

4.9 *INTRINSIC FWHM and EW of the DETECTOR HEAD without COLLIMATOR* as specified in 3.2.3.

4.10 *INTRINSIC SPATIAL NON-LINEARITY* as specified in 3.6.

4.11 *INTRINSIC MULTIPLE WINDOW SPATIAL REGISTRATION* as specified in 3.5.

Tableau 1 - Radionucléides et FENÊTRES DE L'ANALYSEUR D'AMPLITUDE
à utiliser pour les mesurages des performances

Energie prévue jusqu'à: keV	Radionucléide	Fenêtre d'analyseur keV
140	Tc-99 ^m ou Ce-141*	141 ± 10 % (127-155) 145 ± 10 % (130-160)
360	I-131 ou Ba-133	364 ± 10 % (328-400) 356 ± 10 % (320-392)
400	In-113 ^m	393 ± 10 % (354-432)
500	Sr-85	514 ± 10 % (463-565)

- * Ce-141 émet des photons avec à peu près la même énergie (145 keV) que Tc-99^m (141 keV), mais il a une période radioactive plus longue, 32 jours, comparée aux 6 h pour Tc-99^m. Il est donc préférable de l'utiliser pour des mesures de longue durée.

Comme les caractéristiques de la GAMMA CAMÉRA peuvent changer sensiblement entre 122 keV (Co-57) et 141 keV (Tc-99^m), 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.

Table 1 - Radionuclides and PULSE AMPLITUDE ANALYSER WINDOWS to be used for performance measurements

Design energy up to keV	Radionuclide	Analyser window keV
140	Tc-99 ^m or Ce-141*	141 ± 10 % (127-155) 145 ± 10 % (130-160)
360	I-131 or Ba-133	364 ± 10 % (328-400) 356 ± 10 % (320-392)
400	In-113 ^m	393 ± 10 % (354-432)
500	Sr-85	514 ± 10 % (463-565)

- * Ce-141 emits photons with about the same energy (145 keV) as Tc-99^m (141 keV), but it has a much longer half-life, 32 days, compared with 6 h for Tc-99^m. It is therefore better suited for time-consuming measurements.

Because the characteristics of a GAMMA CAMERA may change noticeably between 122 keV (Co-57) and 141 keV (Tc-99^m), the former is not included as a suitable radionuclide. However, it may be useful in some circumstances, e.g. for quality control.

Annexe A Terminologie et définitions

A.1 Index des termes définis	Paragraphe
ACTIVITÉ.....	A.2.1
AXE DU COLLIMATEUR	A.2.4.5
BLINDAGE DU DÉTECTEUR	A.2.3.4
CARACTÉRISTIQUE DE TAUX DE COMPTAGE	A.2.5.1
CHAMP D'ENTRÉE D'UN COLLIMATEUR	A.2.4.3
CHAMP DE SORTIE D'UN COLLIMATEUR	A.2.4.4
CHAMP DE VUE DU DÉTECTEUR	A.2.3.1
COLLIMATEUR (pour GAMMA CAMÉRA).....	A.2.4
COLLIMATEUR À TROUS PARALLÈLES	A.2.4.6
COLLIMATEUR CONVERGENT	A.2.4.7
COLLIMATEUR DIVERGENT	A.2.4.8
COLLIMATEUR STÉNOPE	A.2.4.9
ENREGISTREMENT SPATIAL EN FENÊTRE MULTIPLE	A.2.10
ENSEMBLE DÉTECTEUR DE RAYONNEMENT	A.2.3.3
FACE ARRIÈRE DU COLLIMATEUR	A.2.4.2
FACE AVANT DU COLLIMATEUR	A.2.4.1
FENÊTRE D'ANALYSEUR D'AMPLITUDE	A.2.2
FONCTION DE DISPERSION LINÉAIRE (FDL)	A.2.7
FONCTION DE DISPERSION LINÉAIRE DE LA TÊTE DE DÉTECTEUR (ou: FONCTION DE DISPERSION LINÉAIRE SYSTÈME)	A.2.7.2
FONCTION DE DISPERSION LINÉAIRE INTRINSÈQUE	A.2.7.1
FONCTION DE TRANSFERT DE MODULATION (FTM)	A.2.8
GAMMA CAMÉRA	A.2.3
LARGEUR ÉQUIVALENTE (LE)	A.2.7.5
LARGEUR À MI-HAUTEUR (LMH).....	A.2.7.3
LARGEUR AU DIXIÈME DE LA HAUTEUR (LDH)	A.2.7.4
NON-LINÉARITÉ SPATIALE	A.2.12
NON-LINÉARITÉ SPATIALE INTRINSÈQUE	A.2.12.1
NON-UNIFORMITÉ DE RÉPONSE	A.2.11
NON-UNIFORMITÉ DE RÉPONSE INTRINSÈQUE	A.2.11.1
NON-UNIFORMITÉ DE RÉPONSE SYSTÈME (avec COLLIMATEUR)	A.2.11.2
RÉSOLUTION D'ÉNERGIE INTRINSÈQUE	A.2.9.1
SENSIBILITÉ SYSTÈME (GAMMA CAMÉRA)	A.2.6
SPECTRE D'ÉNERGIE INTRINSÈQUE	A.2.9
TAUX DE COMPTAGE RÉEL	A.2.5
TEMPS DE RÉOLUTION	A.2.5.2
TÊTE DE DÉTECTEUR.....	A.2.3.2

Annex A

Terminology and definitions

A.1 Index of defined terms	Subclause
ACTIVITY	A.2.1
COLLIMATOR AXIS	A.2.4.5
COLLIMATOR BACK FACE	A.2.4.2
COLLIMATOR (for GAMMA CAMERAS)	A.2.4
COLLIMATOR FRONT FACE	A.2.4.1
CONVERGING COLLIMATOR	A.2.4.7
COUNT RATE CHARACTERISTIC	A.2.5.1
DETECTOR FIELD OF VIEW	A.2.3.1
DETECTOR HEAD	A.2.3.2
DETECTOR HEAD LINE SPREAD FUNCTION (or SYSTEM LINE SPREAD FUNCTION)	A.2.7.2
DETECTOR SHIELD	A.2.3.4
DIVERGING COLLIMATOR	A.2.4.8
ENTRANCE FIELD OF A COLLIMATOR	A.2.4.3
EQUIVALENT WIDTH (EW)	A.2.7.5
EXIT FIELD OF A COLLIMATOR	A.2.4.4
FULL WIDTH AT HALF MAXIMUM (FWHM)	A.2.7.3
FULL WIDTH AT TENTH MAXIMUM (FWTM)	A.2.7.4
GAMMA CAMERA	A.2.3
INTRINSIC ENERGY RESOLUTION	A.2.9.1
INTRINSIC ENERGY SPECTRUM	A.2.9
INTRINSIC LINE SPREAD FUNCTION	A.2.7.1
INTRINSIC NON-UNIFORMITY OF RESPONSE	A.2.11.1
INTRINSIC SPATIAL NON-LINEARITY	A.2.12.1
LINE SPREAD FUNCTION (LSF)	A.2.7
MODULATION TRANSFER FUNCTION (MFT)	A.2.8
MULTIPLE WINDOW SPATIAL REGISTRATION	A.2.10
NON-UNIFORMITY OF RESPONSE	A.2.11
PARALLEL HOLE COLLIMATOR	A.2.4.6
PIN-HOLE COLLIMATOR	A.2.4.9
PULSE AMPLITUDE ANALYSER WINDOW	A.2.2
RADIATION DETECTOR ASSEMBLY	A.2.3.3
RESOLVING TIME	A.2.5.2
SPATIAL NON-LINEARITY	A.2.12
SYSTEM LINE SPREAD FUNCTION	A.2.7.2
SYSTEM NON-UNIFORMITY OF RESPONSE (with COLLIMATOR)	A.2.11.2
SYSTEM SENSITIVITY (GAMMA CAMERA)	A.2.6
TRUE COUNT RATE	A.2.5

A.2 Définitions	Références
A.2.1 <i>ACTIVITÉ</i> , symbole littéral: A	(788)rm-13-18
A.2.2 <i>FENÊTRE D'ANALYSEUR D'AMPLITUDE</i>	(788)rm-34-23
A.2.3 <i>GAMMA CAMÉRA</i>	(788)rm-34-03
A.2.3.1 <i>CHAMP DE VUE DU DÉTECTEUR</i> Région du détecteur dans laquelle les événements appartiennent à l'image affichée. Cette région doit être spécifiée par le constructeur.	
A.2.3.2 <i>TÊTE DE DÉTECTEUR</i>	(788)rm-34-09
A.2.3.3 <i>ENSEMBLE DÉTECTEUR DE RAYONNEMENT</i>	(788)rm-34-11
A.2.3.4 <i>BLINDAGE DU DÉTECTEUR</i>	(788)rm-34-10
A.2.4 <i>COLLIMATEUR (POUR GAMMA CAMÉRA)</i>	(788)rm-34-05
A.2.4.1 <i>FACE AVANT DU COLLIMATEUR</i> Surface d'un COLLIMATEUR qui est la plus proche de l'objet à visualiser.	
A.2.4.2 <i>FACE ARRIÈRE DU COLLIMATEUR</i> Surface d'un COLLIMATEUR qui est la plus proche de l'ENSEMBLE DÉTECTEUR DE RAYONNEMENT.	
A.2.4.3 <i>CHAMP D'ENTRÉE D'UN COLLIMATEUR</i> Surface limitée par la plus courte ligne tangentielle aux bords externes des ouvertures périphériques du COLLIMATEUR sur la FACE AVANT DU COLLIMATEUR.	
A.2.4.4 <i>CHAMP DE SORTIE D'UN COLLIMATEUR</i> Surface limitée par la plus courte ligne tangentielle aux bords externes des ouvertures périphériques du COLLIMATEUR sur la FACE ARRIÈRE DU COLLIMATEUR.	
A.2.4.5 <i>AXE DU COLLIMATEUR</i> Ligne droite passant par les centres géométriques du CHAMP DE SORTIE et du CHAMP D'ENTRÉE du COLLIMATEUR.	
A.2.4.6 <i>COLLIMATEUR A TROUS PARALLÈLES</i> COLLIMATEUR avec un certain nombre d'ouvertures dont les axes sont parallèles.	
A.2.4.7 <i>COLLIMATEUR CONVERGENT</i>	(788)rm-34-07
A.2.4.8 <i>COLLIMATEUR DIVERGENT</i>	(788)rm-34-08
A.2.4.9 <i>COLLIMATEUR STÉNOPE</i> COLLIMATEUR avec une petite ouverture dans un plan en avant de l'ENSEMBLE DÉTECTEUR DE RAYONNEMENT.	
A.2.5 <i>TAUX DE COMPTAGE RÉEL</i>	(788)rm-34-20
A.2.5.1 <i>CARACTÉRISTIQUE DE TAUX DE COMPTAGE</i>	(788)rm-34-21
A.2.5.2 <i>TEMPS DE RÉOLUTION</i>	(788)rm-34-22
A.2.6 <i>SENSIBILITÉ SYSTÈME (GAMMA CAMÉRA)</i> Avec un COLLIMATEUR spécifié et une FENÊTRE D'ANALYSEUR D'AMPLITUDE, le rapport du taux de comptage de la TÊTE DE DÉTECTEUR à l'ACTIVITÉ d'une source plane de dimensions définies et contenant un radionucléide spécifié placée perpendiculairement à l'AXE DU COLLIMATEUR et centrée sur lui, dans des conditions définies (voir figure 2).	

A.2 Definitions

References

A.2.1	<i>ACTIVITY</i> , Letter symbol: A	(788)rm-13-18
A.2.2	<i>PULSE AMPLITUDE ANALYSER WINDOW</i>	(788)rm-34-23
A.2.3	<i>GAMMA CAMERA</i>	(788)rm-34-03
A.2.3.1	<i>DETECTOR FIELD OF VIEW (FOV)</i> Region of the detector within which events are included in the display image. This region shall be specified by the manufacturer.	
A.2.3.2	<i>DETECTOR HEAD</i>	(788)rm-34-09
A.2.3.3	<i>RADIATION DETECTOR ASSEMBLY</i>	(788)rm-34-11
A.2.3.4	<i>DETECTOR SHIELD</i>	(788)rm-34-10
A.2.4	<i>COLLIMATOR (for GAMMA CAMERAS)</i>	(788)rm-34-05
A.2.4.1	<i>COLLIMATOR FRONT FACE</i> Surface of the COLLIMATOR which is closest to the object being imaged.	
A.2.4.2	<i>COLLIMATOR BACK FACE</i> Surface of the COLLIMATOR which is closest to the RADIATION DETECTOR ASSEMBLY.	
A.2.4.3	<i>ENTRANCE FIELD OF A COLLIMATOR</i> Area bounded by the shortest line which is tangential to the outside edges of the peripheral COLLIMATOR apertures on the COLLIMATOR FRONT FACE.	
A.2.4.4	<i>EXIT FIELD OF A COLLIMATOR</i> Area bounded by the shortest line which is tangential to the outside edges of the peripheral COLLIMATOR apertures on the COLLIMATOR BACK FACE.	
A.2.4.5	<i>COLLIMATOR AXIS</i> Straight line which passes through the geometrical centre of the EXIT and ENTRANCE FIELDS of the COLLIMATOR.	
A.2.4.6	<i>PARALLEL HOLE COLLIMATOR</i> COLLIMATOR with a number of apertures, the axes of which are parallel.	
A.2.4.7	<i>CONVERGING COLLIMATOR</i>	(788)rm-34-07
A.2.4.8	<i>DIVERGING COLLIMATOR</i>	(788)rm-34-08
A.2.4.9	<i>PIN-HOLE COLLIMATOR</i> COLLIMATOR with one small aperture in a plane in front of the RADIATION DETECTOR ASSEMBLY.	
A.2.5	<i>TRUE COUNT RATE</i>	(788)rm-34-20
A.2.5.1	<i>COUNT RATE CHARACTERISTIC</i>	(788)rm-34-21
A.2.5.2	<i>RESOLVING TIME</i>	(788)rm-34-22
A.2.6	<i>SYSTEM SENSITIVITY (GAMMA CAMERA)</i> With a specified COLLIMATOR and PULSE AMPLITUDE ANALYSER 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 centered on the COLLIMATOR AXIS under specified conditions (see figure 2)	
A.2.7	<i>LINE SPREAD FUNCTION (LSF)</i>	(788)rm-73-01

Références

- A.2.7 *FONCTION DE DISPERSION LINÉAIRE (FDL)* (788)rm-73-01
- A.2.7.1 *FONCTION DE DISPERSION LINÉAIRE INTRINSÈQUE*
La FDL mesurée avec une source linéaire collimatée en face de la TÊTE DE DÉTECTEUR sans COLLIMATEUR.
- A.2.7.2 *FONCTION DE DISPERSION LINÉAIRE DE LA TÊTE DE DÉTECTEUR*
La FDL mesurée avec une source linéaire non-collimatée, à une distance définie Z de la FACE AVANT DU COLLIMATEUR.
- A.2.7.3 *LARGEUR À MI-HAUTEUR (LMH)* (788)rm-73-02
- A.2.7.4 *LARGEUR AU DIXIÈME DE LA HAUTEUR (LDH)* (788)rm-73-03
- A.2.7.5 *LARGEUR ÉQUIVALENTE (LE)*
La largeur d'un rectangle ayant la même surface que la FDL et une hauteur égale à la valeur maximale de la FDL.
- A.2.8 *FONCTION DE TRANSFERT DE MODULATION (FTM)* (788)rm-73-05
- A.2.9 *SPECTRE D'ÉNERGIE INTRINSÈQUE*
Histogramme mesuré des amplitudes d'impulsions pour la TÊTE de DÉTECTEUR sans COLLIMATEUR (les amplitudes devront être exprimées en énergies équivalentes).
- A.2.9.1 *RÉSOLUTION D'ÉNERGIE INTRINSÈQUE*
La LMH du pic d'absorption totale dans le SPECTRE D'ÉNERGIE INTRINSÈQUE pour un radionucléide spécifié.
- A.2.10 *ENREGISTREMENT SPATIAL EN FENÊTRE MULTIPLE*
Position mesurée d'une source en fonction du réglage de la FENÊTRE D'ANALYSEUR D'AMPLITUDE.
- A.2.11 *NON-UNIFORMITÉ DE RÉPONSE* (788)rm-34-26
- A.2.11.1 *NON-UNIFORMITÉ DE RÉPONSE INTRINSÈQUE*
NON-UNIFORMITÉ DE RÉPONSE de la TÊTE DE DÉTECTEUR sans COLLIMATEUR.
- A.2.11.2 *NON-UNIFORMITÉ DE RÉPONSE SYSTÈME*
NON-UNIFORMITÉ DE RÉPONSE de la TÊTE DE DÉTECTEUR avec COLLIMATEUR.
- A.2.12 *NON-LINÉARITÉ SPATIALE*
Écart de l'image d'une source linéaire droite par rapport à une ligne droite.
- A.2.12.1 *NON-LINÉARITÉ SPATIALE INTRINSÈQUE*
NON-LINÉARITÉ SPATIALE de la TÊTE DE DÉTECTEUR sans COLLIMATEUR.