

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 395

Première édition — First edition

1972

**Débitmètres et moniteurs de débit d'exposition portatifs
de rayonnement X ou gamma utilisés en radioprotection**

**Portable X or gamma radiation exposure rate meters and monitors
for use in radiological protection**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

IEC NORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60395:1972

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 395

Première édition — First edition

1972

**Débitmètres et moniteurs de débit d'exposition portatifs
de rayonnement X ou gamma utilisés en radioprotection**

**Portable X or gamma radiation exposure rate meters and monitors
for use in radiological protection**



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

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Domaine d'application et objet	6
2. Terminologie	8
3. Caractéristiques générales	10
4. Conditions générales d'essai	12
5. Caractéristiques liées aux rayonnements	22
6. Caractéristiques électriques	30
7. Caractéristiques mécaniques	38
8. Caractéristiques de sécurité	40
9. Caractéristiques d'environnement	40
10. Certificat d'identification	44

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Scope and object	7
2. Terminology	9
3. General characteristics	11
4. General test procedures	13
5. Radiation characteristics	23
6. Electrical characteristics	31
7. Mechanical characteristics	39
8. Safety characteristics	41
9. Environmental characteristics	41
10. Certificate	45

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DÉBITMÈTRES ET MONITEURS DE DÉBIT D'EXPOSITION PORTATIFS DE RAYONNEMENT X OU GAMMA UTILISÉS EN RADIOPROTECTION

PRÉAMBULE

- 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 cette unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la CEI dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Sous-Comité 45B: Instrumentation pour la radio-protection, du Comité d'Etudes No 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Vienne en 1968, puis révisé lors des réunions tenues à Moscou en 1969 et à Washington en 1970. A la suite de cette dernière réunion, un projet définitif fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en février 1971.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud	Pologne
Allemagne	Portugal
Australie	Royaume-Uni
Belgique	Suède
Danemark	Suisse
Etats-Unis d'Amérique	Tchécoslovaquie
Finlande	Turquie
France	Union des Républiques
Israël	Socialistes Soviétiques
Italie	Yougoslavie
Pays-Bas	

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PORTABLE X OR GAMMA RADIATION EXPOSURE RATE METERS
AND MONITORS FOR USE IN RADIOLOGICAL PROTECTION

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 this international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the IEC recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

This Recommendation has been prepared by Sub-Committee 45B, Health physics instrumentation, of IEC Technical Committee No. 45, Nuclear instrumentation.

A first draft was discussed at the meeting held in Vienna in 1968, and was revised during meetings held in Moscow in 1969 and in Washington in 1970. As a result of this latter meeting, a final draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in February 1971.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Portugal
Belgium	South Africa
Czechoslovakia	Sweden
Denmark	Switzerland
Finland	Turkey
France	Union of Soviet
Germany	Socialist Republics
Israel	United Kingdom
Italy	United States of America
Netherlands	Yugoslavia
Poland	

DÉBITMÈTRES ET MONITEURS DE DÉBIT D'EXPOSITION PORTATIFS DE RAYONNEMENT X OU GAMMA UTILISÉS EN RADIOPROTECTION

1. Domaine d'application et objet

- 1.1 La présente recommandation s'applique aux ensembles de mesure portatifs destinés à mesurer pour les besoins de la radioprotection le débit d'exposition dû à des rayonnements X ou gamma d'énergies comprises entre 50 keV et 3 MeV. Les ensembles comportent au moins :
- un sous-ensemble de détection (par exemple chambre d'ionisation, tube compteur G.M., détecteur à scintillation, etc.),
 - un sous-ensemble de mesure,
- qui peuvent être connectés soit rigidement, soit au moyen d'un câble flexible, ou incorporés dans un ensemble unique.
- 1.2 La recommandation est en totalité applicable aux ensembles suivants définis à l'article 2 :
- débitmètres d'exposition portatifs ;
 - moniteurs de débit d'exposition portatifs.
- 1.3 La recommandation est également applicable aux ensembles portatifs de mesure de débit d'exposition conçus pour des applications spéciales (par exemple, mesure de débits d'exposition très élevés). Cependant, quelques-unes des spécifications peuvent nécessiter des modifications ou des compléments suivant les caractéristiques particulières propres à ces ensembles.
- 1.4 Si un ensemble a été conçu pour remplir plusieurs fonctions, il devra répondre aux spécifications concernant chaque fonction. S'il a été conçu pour remplir une seule fonction mais est aussi capable d'en effectuer d'autres, il devra répondre seulement aux spécifications concernant la première fonction. Il est souhaitable cependant qu'il satisfasse également aux spécifications concernant les autres fonctions.
- 1.5 Les prescriptions données ci-dessous s'appliquent aux ensembles définis au paragraphe 1.1 et qui sont construits de façon courante. Il est possible cependant d'utiliser des ensembles qui ne satisfassent pas aux prescriptions établies ci-dessous lorsque ces prescriptions ne sont pas considérées comme essentielles au but poursuivi. Dans ce cas, les prescriptions à appliquer à de tels ensembles devront être fixées après accord entre le constructeur et l'utilisateur, mais la détermination des caractéristiques des ensembles devra être faite conformément aux méthodes données dans la présente recommandation.
- 1.6 La recommandation n'est pas applicable aux caractéristiques de fonctionnement des éléments fonctionnels ou sous-ensembles indicateurs de l'information (par exemple, appareils indicateurs, enregistreurs, appareils d'avertissement ou de signalisation).
- Les caractéristiques de ces appareils devront satisfaire aux prescriptions générales qui les concernent.

PORTABLE X OR GAMMA RADIATION EXPOSURE RATE METERS AND MONITORS FOR USE IN RADIOLOGICAL PROTECTION

1. Scope and object

- 1.1 This Recommendation applies to portable assemblies intended to measure exposure rate due to X or gamma radiation of energy between 50 keV and 3 MeV for the purposes of radiation protection, and which comprise at least :

- a detector sub-assembly, (e.g., ionization chamber, G.M. counter tube, scintillation detector, etc.),
- a measuring sub-assembly,

which may be connected together either rigidly or by means of a flexible cable, or incorporated into a single assembly.

- 1.2 The Recommendation is applicable in its entirety to the following assemblies defined in Clause 2:

- portable exposure rate meters;
- portable exposure rate monitors.

- 1.3 The Recommendation is also applicable to portable exposure rate measuring assemblies designed for special applications (e.g., very high exposure rates). However, some of the specifications may need to be amended or supplemented according to the particular characteristics applicable to such assemblies.

- 1.4 If an assembly has been designed to carry out combined functions, it shall comply with the requirements pertaining to each of these functions. If it has been designed to perform only one function, but is also capable of carrying out other functions, then it need comply only with the requirements for the first function. It would be desirable, however, for the assembly to meet the requirements pertaining to the other functions.

- 1.5 The requirements given below pertain to assemblies as defined in Sub-clause 1.1, and which are currently being manufactured. It is possible however, to use assemblies which do not meet the requirements set out below when such requirements are not deemed essential for a given purpose. In such cases, the requirements to be applied to the assemblies shall be specified by agreement between the manufacturer and the user, but the determination of the characteristics of the assemblies shall conform to the methods given in the present recommendations.

- 1.6 The Recommendation is not applicable to the operating characteristics of the functional units or sub-assemblies for the display of information (e.g. indicating meters, recorders, alarms).

The characteristics of such instruments shall be in conformity with the general specifications appropriate to them.

- 1.7 La présente recommandation définit, pour les appareils du domaine d'application, les caractéristiques générales, les conditions générales d'essais, les caractéristiques liées aux rayonnements, les caractéristiques électriques et mécaniques, les caractéristiques de sécurité et d'environnement, ainsi que le certificat d'identification.

2. Terminologie

2.1 Différents degrés entre les prescriptions

Dans le présent document on a employé la terminologie suivante:

- le mot “devra” signifie une prescription impérative;
- le mot “devrait” signifie: fortement recommandé;
- le mot “peut” ou le mode conditionnel d'un verbe autre que “devoir” signifie: méthode acceptable ou exemple de procédé correct.

2.2 Définitions

Les définitions suivantes sont applicables à la présente publication.

2.2.1 Débitmètre d'exposition portatif

Ensemble portatif destiné à mesurer le débit d'exposition dû au rayonnement X ou gamma et comportant un ou plusieurs détecteurs de rayonnement et les sous-ensembles ou éléments fonctionnels associés.

2.2.2 Moniteur de débit d'exposition portatif

Débitmètre d'exposition portatif auquel sont ajoutés les organes nécessaires pour avertir, par l'apparition d'un signal directement perceptible (généralement optique ou acoustique), que le débit d'exposition dû au rayonnement X ou gamma dépasse une valeur prédéterminée réglable ou n'est plus compris entre deux limites prédéterminées réglables.

2.2.3 Débit d'exposition conventionnellement vrai

Évaluation la plus approchée possible de la valeur vraie du débit d'exposition au point de mesure (voir paragraphe 4.3).

2.2.4 Débit d'exposition indiqué

Valeur du débit d'exposition indiqué par l'ensemble de mesure en essai.

2.2.5 Coefficient de variation

Rapport de l'écart-type σ à la valeur de la moyenne arithmétique $\bar{x}$ d'une série de n mesures x_i donné par la formule suivante:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} = \frac{1}{\bar{x}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x})^2}$$

- 1.7 This Recommendation specifies, for the above described assemblies, general characteristics, general test procedures, radiation characteristics, electrical, mechanical, safety and environmental characteristics, and also the identification certificate.

2. Terminology

2.1 *Different degrees of requirements*

In the present document, the following terminology is employed:

- the word “shall” signifies a mandatory requirement;
- the word “should” signifies strongly recommended;
- the word “may” signifies an acceptable method, or example of good practice.

2.2 *Definitions*

For the purposes of this document, the following definitions shall apply.

2.2.1 *Portable exposure rate meter*

A portable assembly intended to measure the exposure rate due to X or gamma radiation and including one or several radiation detectors and associated sub-assemblies or basic function units.

2.2.2 *Portable exposure rate monitor*

A portable exposure rate meter provided with means for giving perceptible warning (generally optical or acoustical) that the exposure rate due to X or gamma radiation exceeds some adjustable predetermined value or that the measured value is not within some adjustable predetermined limits.

2.2.3 *Conventionally true exposure rate*

The best approximate value of the true exposure rate at the point of test (see Sub-clause 4.3).

2.2.4 *Indicated exposure rate*

Value of the exposure rate as indicated by the measuring assembly under test.

2.2.5 *Coefficient of variation*

Ratio of the standard deviation σ to the arithmetic mean $\bar{x}$ of a set of n measurements x_i given by the following formula:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} = \frac{1}{\bar{x}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x})^2}$$

2.3 *Nomenclature des essais*

2.3.1 *Essais de qualification*

Ensemble des essais effectués en vue de vérifier que les exigences d'une spécification sont remplies.

Note. – Les essais de qualification comprennent les essais de type et les essais de série, définis ci-après.

a) Essais de type

Ceux des essais de qualification qui sont effectués sur un appareil ou un petit nombre d'appareils considérés comme représentatifs d'une fabrication industrielle, et qui, en principe, ne sont pas répétés sur chaque appareil.

b) Essais de série

Ceux des essais de qualification qui sont effectués sur chaque appareil de série.

2.3.2 *Essais d'acceptation*

Essais contractuels effectués en présence d'un client ou son représentant en vue de la vérification de la qualité d'une fourniture. Ces essais sont, en principe, choisis parmi les essais de qualification. Les modes opératoires pouvant toutefois être différents.

2.3.3 *Essais complémentaires*

Essais destinés à procurer des informations complémentaires sur certaines caractéristiques des appareils.

3. **Caractéristiques générales**

3.1 *Généralités*

L'échelle de lecture devra être graduée en unités de débit d'exposition, par exemple en R/h.

L'étendue de mesure totale devra couvrir au moins trois puissances de 10.

Dans le cas d'un ensemble ayant une échelle sensiblement linéaire, il devrait être possible de changer de gamme par commutation, à condition que le rapport entre les gammes adjacentes n'excède pas 10.

Dans le cas d'un ensemble à échelle sensiblement logarithmique pourvu de gammes de mesure commutables, on devrait avoir un recouvrement correspondant à une puissance de 10 entre les gammes adjacentes.

Si des réglages du zéro et de points de référence sont à la disposition de l'opérateur, ces réglages devront pouvoir être faits en présence de rayonnements.

L'emplacement du centre géométrique du volume sensible du détecteur devra être repéré de l'extérieur.

3.2 *Seuil d'alarme des moniteurs*

Les limites de réglage du seuil d'alarme des moniteurs devraient être indiquées.

2.3 *Test nomenclature*

2.3.1 *Qualification tests*

Set of tests performed in order to verify that the requirements of a specification are fulfilled.

Note. – Qualification tests are sub-divided into type tests and routine tests, as defined below.

a) Type tests

Those qualification tests which are performed on one assembly or on a small number of assemblies, considered to be representative of an industrial production, and which, in principle, are not repeated on each assembly.

b) Routine tests

Those qualification tests which are performed on each production assembly.

2.3.2 *Acceptance tests*

Contractual tests performed in the presence of a customer or his representative in order to verify the quality of a delivery. These tests are, in general, selected from the qualification tests, although the methods of performing them may be different.

2.3.3 *Supplementary tests*

Tests intended to provide supplementary information on certain characteristics of the assemblies.

3. *General characteristics*

3.1 *General*

The reading scale shall be graduated in units of exposure rate, for example R/h.

The total effective range of measurement shall be at least three decades.

In the case of an assembly provided with a substantially linear scale, it should be possible to change the ranges of measurement by switching in such a way that the scaling factor between adjacent ranges does not exceed ten. If an assembly with a substantially logarithmic scale is provided with switched measurement ranges, there should be an overlap of one decade between adjacent ranges.

If a control for setting zero or reference points is available to the operator, it should be effective in the presence of radiation.

The position of the geometrical centre of the sensitive volume of the detector shall be indicated from outside.

3.2 *Alarm threshold of monitors*

The range of adjustment of the alarm threshold of monitors should be stated.

3.3 *Masse et dimensions*

La masse et les dimensions géométriques devraient être les plus faibles possibles. Elles devront être indiquées par le constructeur.

3.4 *Classes des ensembles*

Un ensemble de mesure sera désigné comme étant de classe I ou II ou III. Les caractéristiques de fonctionnement nécessaires pour satisfaire aux prescriptions de chaque classe sont spécifiées dans les tableaux II et III et dans les paragraphes appropriés.

Un ensemble devra satisfaire toutes les prescriptions de sa classe.

Pour chaque paragraphe dans lequel aucune différence n'est faite entre classes, les prescriptions sont les mêmes pour chaque classe.

4. **Conditions générales d'essai**

4.1 *Nature des essais*

A l'exception de l'essai de série décrit dans le paragraphe 5.1.2 b), tous les essais énumérés dans la présente recommandation doivent être considérés comme des "essais de type" (voir paragraphe 2.3.1 a)).

Cependant, quelques-uns de ces essais peuvent être considérés comme des essais d'acceptation, après accord entre le constructeur et l'utilisateur.

4.2 *Principes fondamentaux*

4.2.1 *Conditions normales d'essai*

Les conditions normales d'essai sont indiquées dans le tableau I.

Les essais décrits dans la présente recommandation peuvent être classés en deux catégories, suivant qu'ils sont effectués ou non dans les conditions normales d'essai.

4.2.2 *Essais effectués dans les conditions normales d'essai*

Les essais effectués dans les conditions normales d'essai sont présentés au tableau II, qui indique, pour chaque caractéristique étudiée, la spécification selon la classe et le paragraphe dans lequel est décrite la méthode d'essai correspondante.

4.2.3 *Essais effectués avec variations des grandeurs d'influence*

Tous les autres essais ont pour but de déterminer les effets des variations des grandeurs d'influence. Ces essais sont présentés au tableau III avec la plage de variation de chaque grandeur d'influence et les limites des variations correspondantes de l'indication fournie par un ensemble.

La plage de variations des grandeurs d'influence indiquée dans le tableau III définit un domaine nominal d'utilisation à l'intérieur duquel la variation d'indication devra rester dans les limites indiquées par le constructeur, limites qui ne devront en aucun cas dépasser les valeurs de ce tableau.

3.3 *Mass and dimensions*

The mass and geometrical dimensions should be as small as reasonably practicable and shall be stated by the manufacturer.

3.4 *Classes of assemblies*

A measuring assembly shall be classified as being of Class I, II or III. The performance characteristics necessary to fulfil the requirements of each class are specified in the Tables II and III, and in the appropriate sub-clauses.

An assembly shall comply with all the requirements of its class.

For any sub-clause in which no distinction is made between classes, the requirements are the same for all classes.

4. **General test procedures**

4.1 *Nature of tests*

With the exception of the routine test described in Sub-clause 5.1.2 *b*), all the tests enumerated in the following sections are to be considered as “type tests” (Sub-clause 2.3.1 *a*)).

Nevertheless, some of these tests may, by agreement between manufacturer and purchaser, be considered acceptance tests.

4.2 *Basic principles*

4.2.1 *Standard test conditions*

Standard test conditions are defined in Table I.

The tests described in this recommendation may be classified according to whether or not they are performed under standard test conditions.

4.2.2 *Tests performed under standard test conditions*

Those tests which are performed under standard test conditions are listed in Table II, which indicates, for each characteristic under test, the specification according to the class of the assembly and the sub-clause where the corresponding test method is described.

4.2.3 *Tests performed with variation of influence quantities*

These tests are intended to determine the effects of variations in influence quantities, and are given in Table III with the range of variation of each influence quantity and limits of consequent variation in the indication of an assembly.

The range of variation of influence quantities indicated in Table III defines a nominal operating range within which the variation in indication shall remain within the limits stated by the manufacturer, which limits shall in no case exceed those laid down in Table III.

Dans le dessein de vérifier les effets de la variation de chaque grandeur d'influence énumérée au tableau III, toutes les autres grandeurs d'influence devraient être maintenues dans les limites des conditions normales d'essai donnés au tableau I, sauf spécifications contraires définies dans la méthode d'essai utilisée.

Pour simplifier, on effectuera uniquement pour chaque grandeur ayant une influence réelle le seul essai concernant la mesure de l'erreur intrinsèque avec un débit d'exposition choisi parmi les valeurs fixées conformément aux prescriptions du paragraphe 5.1.2 b) (Essai de série).

D'autres aspects du comportement de l'ensemble de mesures ne doivent être vérifiés avec variation des grandeurs d'influence que si l'on estime que l'essai ci-dessus ne donnera pas une indication valable.

4.3 *Point de mesure*

Le "point de mesure", pour lequel le débit d'exposition doit être déterminé, devra être choisi de façon que la distance entre la source de rayonnement et le détecteur de l'ensemble soit suffisamment grande pour que l'erreur due à la non-uniformité de l'irradiation du détecteur puisse être négligée.

Des précautions devront être prises pour réduire au minimum la valeur du rayonnement diffusé au point de mesure. L'ensemble devra être placé de façon que le point de mesure soit le centre géométrique du volume sensible du détecteur, sauf spécifications contraires fixées par le constructeur.

4.4 *Débits d'exposition faibles*

Pour la mesure des faibles débits d'exposition, il est nécessaire de tenir compte des effets dus à l'existence du bruit de fond.

4.5 *Fluctuations statistiques*

Dans tous les essais utilisant des rayonnements, si l'amplitude des fluctuations statistiques de l'indication dues uniquement à la nature aléatoire de l'émission du rayonnement est une fraction non négligeable de la variation de l'indication admissible pour l'essai considéré, on devra faire un nombre suffisant de lectures pour être sûr que la valeur moyenne de ces lectures peut être estimée avec une précision suffisante permettant de vérifier la conformité avec l'essai en question.

L'intervalle de temps entre ces lectures devrait être égal au moins à trois fois le temps de réponse pour que les lectures soient statistiquement indépendantes.

4.6 *Rayonnement gamma de référence*

Tous les essais autres que l'essai indiqué au paragraphe 5.2 (Variation de la réponse en fonction de l'énergie du rayonnement) et l'essai indiqué au paragraphe 5.3 (Variation de la réponse en fonction de l'angle d'incidence), comportant l'emploi de rayonnements gamma, peuvent être effectués avec un seul rayonnement gamma de référence.

Ce rayonnement gamma de référence devra être fourni par une source de ^{60}Co ou de ^{137}Cs .

In order to test the effect of variation in any one of the influence quantities listed in Table III, all other influence quantities should be maintained within the limits for standard test conditions given in Table I, unless otherwise specified in the test procedure concerned.

In order to simplify these tests, for each individual principal influence quantity, only the routine test concerning the intrinsic error need be performed, using one exposure rate chosen from among the values specified in Sub-clause 5.1.2 b) (Routine test).

Other aspects of the performance of the assembly need be tested with variation of influence quantities only if it is considered that the routine test specified will not give a representative indication.

4.3 *Point of test*

The “point of test” at which the exposure rate is to be determined shall be chosen such that the distance between the radiation source and the detector of the assembly shall be sufficient to ensure that any error due to non-uniformity of irradiation of the detector will not be significant.

Precautions shall be taken to reduce the amount of scattered radiation at the point of test to the minimum. The assembly shall be placed in such a way that the point of test is the geometrical centre of the sensitive volume of the detector unless otherwise stated by the manufacturer.

4.4 *Low exposure rates*

For the measurement of low exposure rates, it is necessary to take account of the effects of background radiation.

4.5 *Statistical fluctuations*

For any test involving the use of radiation, if the magnitude of the statistical fluctuations of the indication, arising from the random nature of radiation alone, is a significant fraction of the variation of the indication permitted in the test, then sufficient readings shall be taken to ensure that the mean value of such readings may be estimated with sufficient accuracy to demonstrate compliance with the test in question.

The interval between such readings should be at least three times the response time in order to ensure that the readings are statistically independent.

4.6 *Reference gamma radiation*

All tests other than the test given in Sub-clause 5.2 (Variation of response with radiation energy) and the test given in Sub-clause 5.3 (Variation of response with angle of incidence), involving the use of gamma radiation, may be carried out with a single reference gamma radiation.

The reference gamma radiation shall be provided by a source of ^{60}Co or ^{137}Cs .

TABLEAU I

Conditions de référence et conditions normales d'essai

Grandeur d'influence	Conditions de référence (en l'absence d'indication du constructeur)	Conditions normales d'essai (en l'absence d'indication du constructeur)
Rayonnement gamma de référence	^{60}Co ou ^{137}Cs	^{60}Co ou ^{137}Cs
Durée de préchauffage	> 15 minutes	> 15 minutes
Température ambiante	20 °C	18 °C à 22 °C
Humidité relative	65 %	55 % à 75 %
Pression atmosphérique	1013 mbar	860 mbar à 1060 mbar
Tension d'alimentation U^*	Tension nominale d'alimentation U_N	Tension nominale d'alimentation $U_N \pm 1\%$
Fréquence*	Fréquence nominale	Fréquence nominale $\pm 2\%$
Forme d'onde de la source alternative*	Sinusoidale	Sinusoidale avec un total de distortion harmonique inférieure à 5 %
Angle d'incidence du rayonnement	Direction de l'étalonnage donnée par le constructeur	Direction donnée $\pm 10^\circ$
Bruit de fond du rayonnement gamma	Inférieur à 20 $\mu\text{R/h}$	Inférieur à 25 $\mu\text{R/h}$
Champ électromagnétique d'origine extérieure**	Nul	Inférieur à la valeur la plus faible qui produit des interférences
Induction magnétique d'origine extérieure**	Négligeable	Inférieure au double de la valeur de l'induction due au champ magnétique terrestre
Orientation de l'ensemble	A indiquer par le constructeur	Orientation indiquée $\pm 10^\circ$
Réglage de l'ensemble	Réglé pour fonctionnement normal	Réglé pour fonctionnement normal
Contamination par des éléments radioactifs	Négligeable	Négligeable

* Ces grandeurs s'appliquent uniquement aux ensembles portatifs pouvant également fonctionner sur le réseau.

** Voir tableau III.

TABLE I

Reference conditions and standard test conditions

Influence quantities	Reference conditions (unless otherwise indicated by the manufacturer)	Standard test conditions (unless otherwise indicated by the manufacturer)
Reference gamma radiation	^{60}Co or ^{137}Cs	^{60}Co or ^{137}Cs
Warm-up time	> 15 minutes	> 15 minutes
Ambient temperature	20 °C	18 °C to 22 °C
Relative humidity	65 %	55 % to 75 %
Atmospheric pressure	1 013 mbar	860 mbar to 1 060 mbar
Power supply voltage U^*	Nominal power supply voltage U_N	Nominal power supply voltage $U_N \pm 1\%$
Frequency*	Nominal frequency	Nominal frequency $\pm 2\%$
A.C. power supply waveform*	Sinusoidal	Sinusoidal with total harmonic distortion lower than 5 %
Angle of incidence of radiation	Calibration direction given by manufacturer	Direction given $\pm 10^\circ$
Gamma radiation background	Less than 20 $\mu\text{R/h}$	Less than 25 $\mu\text{R/h}$
Electromagnetic field of external origin**	Zero	Less than the lowest value that causes interference
Magnetic induction of external origin**	Negligible	Less than twice the induction due to the earth's magnetic field
Orientation of assembly	To be stated by the manufacturer	Stated orientation $\pm 10^\circ$
Assembly controls	Set up for normal operation	Set up for normal operation
Contamination by radioactive elements	Negligible	Negligible

* Only for portable assemblies which can also be operated from the mains.

** See Table III.

TABLEAU II

Essais effectués dans les conditions normales d'essais

Caractéristique étudiée	Spécifications			Méthode d'essai (paragraphe)
	Classe I	Classe II	Classe III	
Erreur intrinsèque sur le débit d'exposition	Erreur intrinsèque* inférieure à la plus grande des deux valeurs $\pm 10\%$ du débit d'exposition conventionnellement vrai, ou $\pm 3\%$ du maximum de l'échelle**			5.1.2. b)
Fluctuations statistiques	Coef. de variation < 10 %	Coef. de variation < 20 %	Coef. de variation < 20 %	6.1.1. b)
Temps de réponse	≤ 8 secondes pour toutes les classes			6.1.2. b)
Dérive du zéro	$\leq 2\%$ de la valeur maximale de déflexion angulaire de l'échelle de mesure dans 4 heures pour toutes les classes			6.2.2.

* Cette erreur s'ajoute à l'erreur obtenue dans la détermination du débit d'exposition conventionnellement vrai (voir paragraphe 5.1.2).

** Le deuxième critère n'est pas applicable sur ensembles à échelle logarithmique.

TABLE II

Tests performed under standard test conditions

Characteristics under test	Requirements			Method of test (Sub-clause)
	Class I	Class II	Class III	
Intrinsic error in exposure rate indication	Intrinsic error* less than the larger of the two values $\pm 10\%$ of conventionally true exposure rate, or $\pm 3\%$ of scale maximum**			5.1.2. b)
Statistical fluctuations	Coef. of variation < 10 %	Coef. of variation < 20 %	Coef. of variation < 20 %	6.1.1. b)
Response time	≤ 8 seconds for all classes			6.1.2. b)
Zero drift	$\leq 2\%$ of the scale maximum angular deflection over a period of 4 hours for all classes			6.2.2

* This error is additional to the error obtained in the determination of conventionally true exposure rate (see Sub-clause 5.1.2).

** The last criterion is not applicable to logarithmic scale assemblies.

TABLEAU III
Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence

Grandeur d'influence	Plage de variation de la grandeur d'influence	Limites de la variation de l'indication			Méthode d'essai (paragraphe)
		Classe I	Classe II	Classe III	
Energie du rayonnement	de 50 KeV à 3 MeV de 0,3 MeV à 1,5 MeV	$\pm 25\%$ ¹⁾ $\pm 15\%$ ¹⁾	$\pm 25\%$ ¹⁾ $\pm 25\%$ ¹⁾	$\pm 25\%$ ¹⁾ $\pm 25\%$ ¹⁾	5.2.2
Angle d'incidence	de 0° à 45° de 45° à 90°	- 20 % ²⁾ pour toutes les classes - 50 % ²⁾ pour toutes les classes			5.3.2
Autres rayonnements ionisants a) Bêta b) Neutrons	Essai pour $E_{\max} > 2$ MeV	Réponse à déterminer Réponse à déterminer			5.4.1.b) 5.4.2.b)
Préchauffage	1 minute 3 minutes	$\pm 25\%$ ¹⁾ pour toutes les classes $\pm 10\%$ ¹⁾ pour toutes les classes			6.3.2
Tension d'alimentation a) Piles b) Accumulateurs c) Réseau (si prévu)	Après 12 h de fonctionnement continu, ou après 40 h de fonctionnement intermittent Après 12 h de fonctionnement continu De 88 % U_N à 110 % U_N (U_N = tension d'alimentation nominale)	$\pm 10\%$ ³⁾ pour toutes les classes $\pm 10\%$ ³⁾ pour toutes les classes $\pm 10\%$ ¹⁾ pour toutes les classes			6.4.1.d) 6.4.1.d) 6.4.2.b)
Orientation de l'ensemble	Toutes	$\pm 10\%$ ¹⁾ pour toutes les classes			7.2.2
Température ambiante	- Pour l'intérieur de + 10 °C à + 35 °C - Pour l'extérieur ⁴⁾ de - 10 °C à + 40 °C - 25 °C à + 50 °C	$\pm 10\%$ ¹⁾ pour toutes les classes $\pm 20\%$ ¹⁾ pour toutes les classes $\pm 50\%$ ¹⁾ pour toutes les classes			9.1.2
Humidité relative	Jusqu'à 95 % à 35 °C	$\pm 10\%$ ¹⁾ pour toutes les classes			9.2.2
Pression atmosphérique	s)	s)			
Champ électromagnétique d'origine extérieure	s)	s)			
Induction magnétique d'origine extérieure	s)	s)			

¹⁾ Par rapport à l'indication dans les conditions normales d'essai.

²⁾ Par rapport à la réponse maximale.

³⁾ Par rapport à l'indication initiale.

⁴⁾ Ensembles prévus pour climats tempérés. Pour des climats plus chauds ou plus froids, des limites différentes peuvent être spécifiées. Pour des ensembles conçus pour être employés à très basse température, il peut être prévu un moyen de réchauffement des piles.

⁵⁾ Aucune spécification générale. Les limites de la plage des grandeurs d'influence et les limites de variations de l'indication sont à préciser sur demande.

Note. — Pour les ensembles à graduation non linéaire, une échelle linéaire peut être substituée à l'indication de lecture de l'ensemble pour vérifier les performances demandées au tableau III.

TABLE III
Tests performed with variation of influence quantities

Influence quantity	Range of values of influence quantity	Limits of variation of indication			Method of test (Sub-clause)
		Class I	Class II	Class III	
Radiation energy	50 keV to 3 MeV	$\pm 25\%$ ¹⁾	$\pm 25\%$ ¹⁾	$\pm 25\%$ ¹⁾	5.2.2.
	0.3 MeV to 1.5 MeV	$\pm 15\%$ ¹⁾	$\pm 25\%$ ¹⁾	$\pm 25\%$ ¹⁾	
Angle of incidence	0° to 45° 45° to 90°	— 20 % ²⁾ for all classes — 50 % ²⁾ for all classes			5.3.2
Other ionizing radiations a) Beta b) Neutrons	Test with $E_{\max} > 2$ MeV	Response to be stated Response to be stated			5.4.1.b) 5.4.2.b)
Warm-up	1 minute 3 minutes	$\pm 25\%$ ¹⁾ for all classes $\pm 10\%$ ¹⁾ for all classes			6.3.2
Supply voltage a) Primary batteries	After 12 h continuous use, or after 40 h intermittent use	$\pm 10\%$ ³⁾ for all classes			6.4.1.d)
b) Secondary batteries	After 12 h continuous use	$\pm 10\%$ ³⁾ for all classes			6.4.1.d)
c) A.C. mains (if applicable)	From 88 % U_N to 110 % U_N (U_N = nominal supply voltage)	$\pm 10\%$ ¹⁾ for all classes			6.4.2.b)
Orientation of assembly	Any	$\pm 10\%$ ¹⁾ for all classes			7.2.2
Ambient temperature	— Indoor use + 10 °C to + 35 °C — Outdoor use ⁴⁾ — 10 °C to + 40 °C — 25 °C to + 50 °C	$\pm 10\%$ ¹⁾ for all classes $\pm 20\%$ ¹⁾ for all classes $\pm 50\%$ ¹⁾ for all classes			9.1.2
Relative humidity	up to 95 % at 35 °C	$\pm 10\%$ ¹⁾ for all classes			9.2.2
Atmospheric pressure	s)	s)			
Electromagnetic field of external origin	s)	s)			
Magnetic induction of external origin	s)	s)			

1) Of the indication under standard test conditions.

2) Of the maximum response.

3) Of the initial indication.

4) Assemblies intended for temperate climates. In hotter or colder climates other limits may be specified. For assemblies intended for operation at very low temperatures, means of heating the batteries may be provided.

5) No general specification. Range of values of influence quantities and limits of variation of indication to be specified if required.

Note. — For the assemblies having a non-linear graduation, a linear scale can be substituted for the indicating meter of the assembly to verify the performances called for by Table III.

5. Caractéristiques liées aux rayonnements

5.1 Précision de la réponse au rayonnement gamma de référence

5.1.1 Spécifications

Dans les conditions normales d'essais avec les réglages effectués suivant les instructions du constructeur, l'erreur intrinsèque ne devra pas dépasser les limites fixées au tableau II sur toute l'étendue de mesure comprise entre 10 % et 100 % de la valeur maximale de la déflexion angulaire de l'échelle de mesure.

Ces spécifications ne s'appliquent pas aux débits d'exposition inférieurs à celui qui correspond à 10 % de la valeur maximale de l'échelle.

5.1.2 Détermination de l'erreur intrinsèque

a) Source utilisée

L'essai devra être effectué avec une source de ^{60}Co ou de ^{137}Cs .

Le débit d'exposition conventionnellement vrai devra être connu avec une exactitude meilleure que $\pm 5\%$ pour les essais des ensembles de classe I, avec une exactitude meilleure que 10 % pour les essais des ensembles de classe II et III.

Plusieurs sources du rayonnement gamma de référence peuvent être nécessaires pour couvrir la totalité de l'étendue de mesure des débits d'exposition indiqués par l'ensemble. Dans ce cas, les activités relatives des sources employées devront être telles que le domaine des débits d'exposition susceptibles d'être obtenus par une source au point de mesure (par modification de la distance entre la source et le détecteur de l'ensemble) recouvre celui d'au moins une autre des sources employées. De cette façon, les débits d'exposition de toutes les sources employées peuvent être rattachés à celui d'une source particulière, considérée comme source de référence. Cette méthode a pour but d'empêcher, dans la mesure du possible, que des différences relatives des rapports du débit d'exposition conventionnellement vrai au débit d'exposition vrai des différentes sources viennent influencer les valeurs obtenues pour les erreurs de mesure de l'ensemble à l'essai.

b) Essai à effectuer

On effectuera un "essai de type" sur un ensemble au moins de chaque lot de production et un essai de série sur chaque ensemble.

— Essai de type

Pour les ensembles à échelles sensiblement linéaires, l'essai de type devra être effectué sur toutes les gammes, et sur au moins 3 points de chacune d'elles à environ 75 %, 50 % et 30 % de l'étendue de la gamme, avec une mesure obligatoire dans la plage de recouvrement des gammes adjacentes (exception faite pour la première gamme)*.

Pour les ensembles à échelle sensiblement logarithmique à une seule gamme, l'essai devra être effectué pour deux valeurs au moins de chaque puissance de 10 du débit d'exposition mesuré.

* Pour les forts débits d'exposition, cette méthode directe d'essai peut nécessiter l'emploi d'une source de rayonnement gamma de référence d'activité exagérément élevée. Dans ce cas, d'autres sources de rayonnement (par exemple un générateur de rayonnement X adapté) peuvent être utilisées à conditions d'appliquer les corrections convenables pour tenir compte des différences de sensibilité de l'appareil à ce rayonnement et au rayonnement gamma de référence, dues au fait que les énergies des rayonnements employés seront différentes.

5. Radiation characteristics

5.1 Accuracy of response to the reference gamma radiation

5.1.1 Requirements

Under standard test conditions, with the calibration controls adjusted according to the manufacturer's instructions, the intrinsic error shall not exceed the limits given in Table II over the whole range from 10 % to 100 % of the scale maximum angular deflection.

These requirements do not apply to exposure rates corresponding to less than 10 % of the scale maximum angular deflection.

5.1.2 Determination of intrinsic error

a) Source to be used

The test shall be performed with a source of ^{60}Co or ^{137}Cs .

The conventionally true exposure rate shall be known with an accuracy better than $\pm 5\%$ for the test of Class I assemblies, and with an accuracy better than $\pm 10\%$ for the test of Class II and Class III assemblies.

More than one reference gamma source may be required in order to cover the complete effective range of exposure rates indicated by the assembly. In this case, the relative activities of the sources used shall be such that the useful range of exposure rates obtainable from each source at the point of test (by alteration of the distance between the source and the detector of the assembly) overlaps the useful range of exposure rate obtainable from at least one other of the sources used. In this way, the exposure rates from all sources used may be calibrated in terms of that from one particular source, which may be considered as the reference source. The purpose of this method is to prevent, as far as possible, relative differences in the ratio of conventionally true to true exposure rate for the different sources from influencing the values obtained for the measurement errors of the assembly under test.

b) Tests to be performed

A type test shall be carried out on at least one assembly of the series and one routine test shall be performed on each assembly.

— Type test

For assemblies provided with substantially linear scales, the type test shall be carried out on all the ranges, and on at least 3 points on each of them, at about 75 %, 50 % and 30 % of the scale range with a measurement mandatory in the overlapping range (except for the first range).*

For assemblies with a single range, substantially logarithmic graduation, the test shall be performed for at least two values in each decade of exposure rate measured.

* At the higher exposure rates, this direct form of test may require the use of a source of the reference gamma radiation of inconveniently high activity. In this case, some other sources of radiation (e.g., a suitable X-ray generator) may be used, provided suitable corrections are made for any difference in the sensitivity of the instrument to such radiation and to the reference gamma radiation, caused by the difference in the energy of the radiation used.

– Essai de série

Pour les ensembles à échelles sensiblement linéaires, l'essai de série devra être effectué sur un point de chaque gamme compris entre 50 % et 75 % de l'étendue de celle-ci.

Pour les ensembles à échelle sensiblement logarithmique à une seule gamme, l'essai devra être effectué pour une valeur de chaque puissance de 10.

c) Mode opératoire

On tracera (voir la figure 1, page 26) un diagramme en coordonnées semi-logarithmiques, ayant comme abscisse le débit d'exposition (en échelle logarithmique) et comme ordonnée (en échelle linéaire) les erreurs intrinsèques relatives E exprimées en % :

$$E = 100 \frac{D_1 - D_v}{D_v} \%$$

ou : D_1 = débit d'exposition indiqué

D_v = débit d'exposition conventionnellement vrai.

Sur ce diagramme, tracer les lignes horizontales Δ_1 et Δ_2 correspondant à l'erreur maximale permise, indiquée au paragraphe 5.1.2 a), pour la détermination du débit d'exposition conventionnellement vrai ($\pm 5\%$ pour les ensembles de classe I, $\pm 10\%$ pour les ensembles de classes II et III).

Mesurer la largeur H de la bande comprenant les points expérimentaux. Tracer la droite D équidistante des limites de cette bande. D doit se trouver entre Δ_1 et Δ_2 , et H doit être inférieur à :

- 20 % pour la classe I,
- 40 % pour la classe II,
- 80 % pour la classe III

Exceptionnellement (voir la figure 2, page 26), dans le cas où H est inférieur aux limites ci-dessus, il est admis que D se trouve à l'extérieur de la bande limitée par Δ_1 et Δ_2 à condition que la somme de $\frac{H}{2}$ et de la distance de D à la plus proche des droites Δ_1 ou Δ_2 reste inférieure à :

- 10 % pour la classe I,
- 20 % pour la classe II,
- 40 % pour la classe III.

Cette dérogation a pour objet d'accorder une certaine tolérance aux appareils présentant une faible dispersion.

Note – La figure 1 est la représentation graphique du cas général pour un ensemble de classe I. La figure 2 est la représentation graphique du cas exceptionnel des ensembles à faible dispersion pour un ensemble de classe II.

5.2 Variation de la réponse en fonction de l'énergie du rayonnement

5.2.1 Spécifications

Pour toutes les classes d'ensembles, la réponse dans la direction de l'étalonnage à un rayonnement incident d'énergie comprise entre 50 keV et 3 MeV ne devra pas différer de plus de $\pm 25\%$ de la réponse au rayonnement de référence utilisé pour l'essai du paragraphe 5.1.

De plus, pour les ensembles de classe I, cette différence ne devra pas dépasser $\pm 15\%$ pour toute énergie comprise entre 0,3 MeV et 1,5 MeV.

— Routine test

For assemblies provided with substantially linear scales, the routine test shall be performed at one point on each range between 50 % and 75 % of the scale maximum.

For assemblies with a single range, substantially logarithmic graduation, the test shall be performed for one value in each decade of the exposure rate measured.

c) Operating method

The results of the tests will be plotted (see Figure 1, page 26) on a graph in semi-logarithmic co-ordinates, having as abscissa the exposure rate (in logarithmic scale) and as ordinate (in linear scale) the intrinsic errors E , expressed in % by the relationship:

$$E = 100 \frac{R_i - R_t}{R_t} \%$$

where: R_i = indicated exposure rate

R_t = conventionally true exposure rate.

On this graph, draw the horizontal lines Δ_1 and Δ_2 corresponding to the maximum error allowed for the determination of the conventionally true exposure rate indicated in Sub-clause 5.1.2 a) ($\pm 5\%$ for Class I assemblies and $\pm 10\%$ for Class II and Class III assemblies).

Measure the width H of the band including the experimental points. Draw the straight line D falling in the middle of this band. D must fall between Δ_1 and Δ_2 and H shall be less than:

- 20 % for Class I,
- 40 % for Class II,
- 80 % for Class III.

Exceptionally (see Figure 2, page 26), if H is lower than the above limits, then it is admissible that the straight line D falls externally to the band limited by Δ_1 and Δ_2 provided that the addition of $\frac{H}{2}$ and the distance from D to the nearer of the lines Δ_1 and Δ_2 is less than:

- 10 % for Class I,
- 20 % for Class II,
- 40 % for Class III.

This allowance is to give a certain tolerance to the assemblies having a limited dispersion.

Note — Figure 1 is the graphical representation of the general case for an assembly of Class I. Figure 2 is the graphical representation of the exceptional case of low dispersion assemblies for a Class II assembly.

5.2 Variation of response with radiation energy

5.2.1 Requirements

For all classes of assembly, the response in the calibration direction, to incident radiation of energy between 50 keV and 3 MeV shall not differ by more than $\pm 25\%$ from the response to the reference radiation utilized for the test described in Sub-clause 5.1.

Furthermore, for Class I assemblies, this variation shall not exceed $\pm 15\%$ in the energy range between 0.3 MeV and 1.5 MeV.

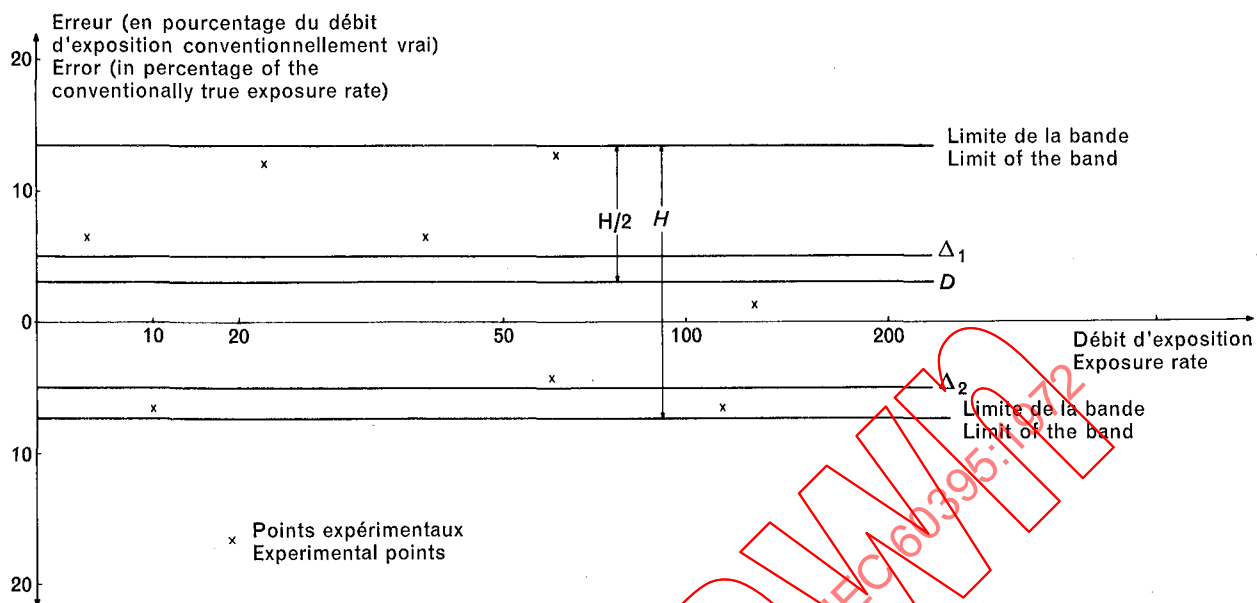


FIGURE 1

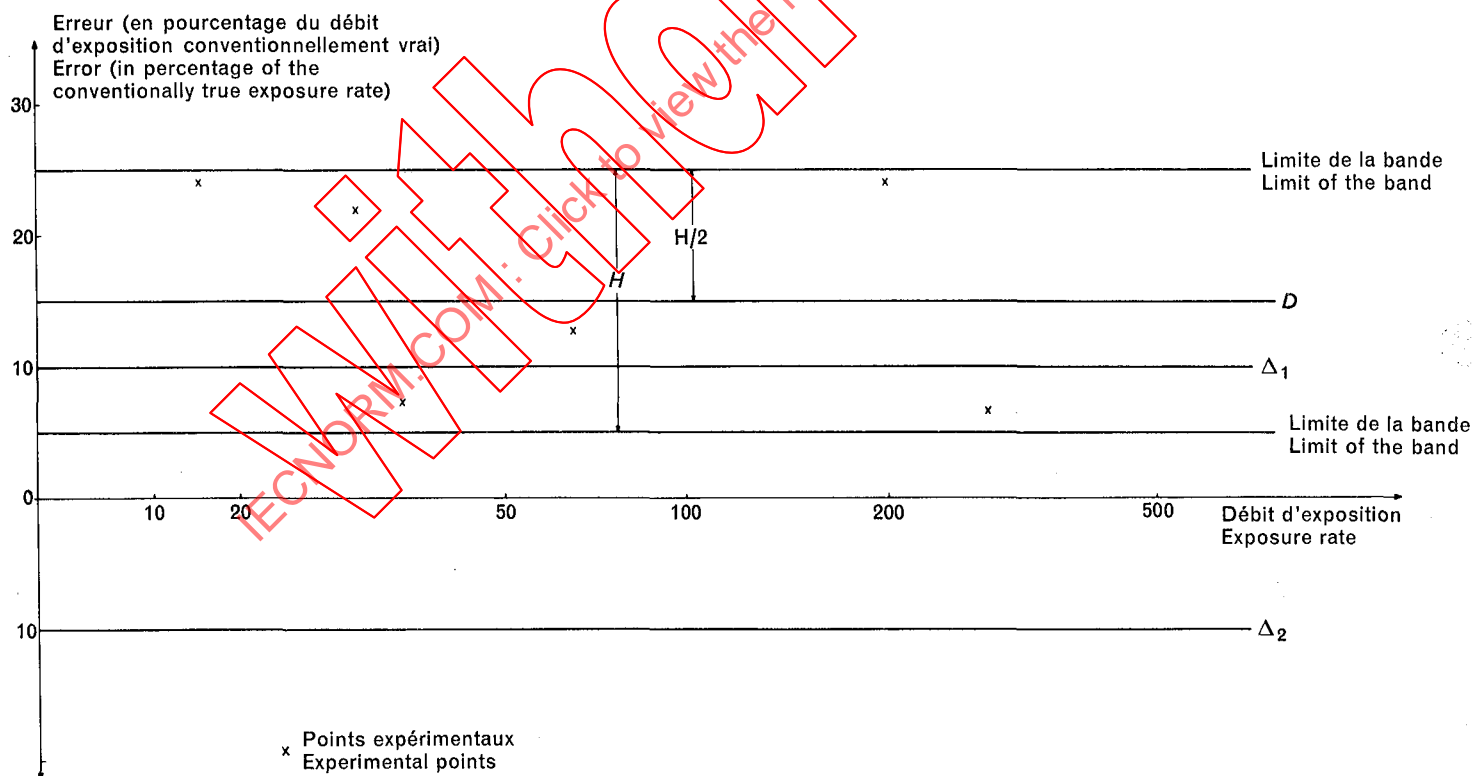


FIGURE 2

— Blank page —
— Page blanche —

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60395:1972

Le comportement de l'ensemble pour des énergies supérieures à 3 MeV devrait être indiqué par le constructeur sur demande.

Une courbe d'étalonnage type montrant la variation de la réponse en fonction de l'énergie du rayonnement devra être fournie avec chaque ensemble.

5.2.2 *Méthode d'essai*

Les énergies exactes du rayonnement auquel l'ensemble devra être exposé sont à l'étude*. Les résultats devraient être exprimés sous forme de rapport de la réponse par unité de débit d'exposition pour chaque source de rayonnement utilisée, à la réponse par unité de débit d'exposition pour le rayonnement gamma de référence.

Pour un ensemble à échelle sensiblement linéaire, tous les débits d'exposition utilisés devront être supérieurs à celui qui correspond au tiers de la lecture maximale de l'échelle utilisée.

Pour un ensemble à échelle sensiblement logarithmique, tous les débits d'exposition utilisés devront être supérieurs à celui qui correspond à trois fois la plus faible graduation de l'échelle au-dessus du zéro.

En principe, cet essai devrait être effectué au même débit d'exposition pour chaque énergie de rayonnement. Pratiquement, cela peut ne pas être possible et dans ce cas le débit d'exposition lu pour chacune des énergies de rayonnement devrait être corrigé de l'erreur intrinsèque (par interpolation si nécessaire) relevée pour le débit d'exposition du rayonnement gamma de référence (voir paragraphe 5.1).

5.3 *Variation de la réponse en fonction de l'angle d'incidence*

5.3.1 *Spécifications*

Pour tout rayonnement incident ne faisant pas, avec la direction de réponse maximale de l'ensemble, un angle supérieur à 45° , la réponse ne devra pas être inférieure à 80 % de cette réponse maximale. Pour un angle de 90° avec la direction de réponse maximale, la réponse ne devra pas être inférieure à 50 % de la réponse maximale.

Notes 1. — En général, l'influence de l'angle d'incidence augmente lorsque l'énergie du rayonnement diminue. L'essai devrait donc être effectué à l'énergie de rayonnement utilisable la plus faible au-dessus de 50 keV; cette énergie devra être indiquée.

2. — Un essai plus complet de la réponse en fonction de l'angle d'incidence peut être effectué après accord entre le constructeur et l'utilisateur.

5.3.2 *Méthode d'essai*

L'ensemble devrait être exposé au rayonnement d'énergie le plus faible utilisé lors de l'essai précédent (voir paragraphe 5.2.2). Placer l'ensemble dans sa position normale d'utilisation et placer la source de rayonnement dans une position telle que la droite joignant cette source au centre du détecteur soit perpendiculaire à la surface sensible de l'ensemble (ou du détecteur).

La lecture dans cette position devra être notée. Faire tourner l'ensemble ou la source dans un plan horizontal et noter, pour des angles déterminés, les lectures correspondantes.

Des observations semblables devront être faites pour une rotation de l'ensemble ou de la source dans un plan vertical. Les résultats devront être en accord avec les spécifications du paragraphe 5.3.1.

* En ce qui concerne les sources de radiation, il est recommandé d'utiliser au maximum les résultats des travaux de l'Organisation Internationale de Normalisation.

The performance of the assembly at energies higher than 3 MeV should be stated by the manufacturer if requested.

A typical calibration graph showing the variation of response with radiation energy shall be issued with each assembly.

5.2.2 *Method of test*

The precise energies of radiation to which the assembly shall be exposed are under consideration.* The results should be expressed as a ratio of the response per unit exposure rate for each radiation source utilized, to the response per unit exposure rate for the reference gamma radiation.

For an assembly with a substantially linear scale, all exposure rates employed shall exceed that corresponding to one-third of the scale maximum on the scale being used.

For an assembly with a substantially logarithmic scale, all exposure rates employed shall exceed that corresponding to three times the lowest significant graduation on the scale.

In principle, this test should be performed at the same exposure rate for each radiation energy. In practice, this may not be possible, in which case the indicated exposure rate at each radiation energy should be corrected for the intrinsic error (interpolated if necessary) at that indicated exposure rate for the reference gamma radiation (see Sub-clause 5.1).

5.3 *Variation of response with angle of incidence*

5.3.1 *Requirements*

The response of the assembly to radiation incident at any angle not exceeding 45° from the direction of maximum response of the assembly shall be not less than 80 % of this maximum response. At an angle of 90° from the direction of maximum response the indication shall be not less than 50 % of the maximum response.

- Notes 1. — This variation will, in general, increase with decreasing radiation energy. The test to prove compliance with this paragraph should therefore be performed at the lowest practicable radiation energy above 50 keV, and this energy shall be stated.
2. — A more complete test of the variation of response with angle of incidence may be agreed upon between manufacturer and user.

5.3.2 *Method of test*

The assembly should be exposed to the lowest energy of radiation used in the previous test (see Sub-clause 5.2.2). Place the assembly in its normal position of use, and with the source of radiation in such a position that a line from the source to the centre of the detector is normal to the front surface of the assembly (or detector probe).

The reading in this position shall be noted. The assembly or the source shall then be turned in a horizontal plane to appropriate angles from this position and the readings noted.

Similar observations shall then be taken as either the assembly or the source is rotated in a vertical plane. The results shall comply with Sub-clause 5.3.1.

* With respect to the question of radiation sources, it is recommended to use, as far as possible, the results of the work of the International Organization for Standardization.

5.4 Réponse aux autres rayonnements ionisants

Les ensembles devront être conçus de façon à limiter autant que possible l'influence des autres rayonnements ionisants.

5.4.1 Rayonnement bêta

a) Spécifications

Lorsque l'ensemble est utilisé pour mesurer le débit d'exposition dû au rayonnement gamma en présence de rayonnement bêta, les particules bêta les plus énergiques peuvent pénétrer à l'intérieur du volume sensible du détecteur. L'énergie minimale des particules bêta pouvant pénétrer à l'intérieur du volume sensible du détecteur devra être indiquée.

Si le détecteur est muni d'une fenêtre à paroi mince, à cache amovible, les épaisseurs du cache et de la paroi de la fenêtre devront être indiquées séparément par le constructeur.

b) Méthode d'essai

On devrait utiliser, pour cet essai, une source mince de $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ ou une autre source émettant des particules bêta d'énergie maximale au moins égale à 2 MeV, par exemple une source de ^{238}U recouverte d'un écran absorbeur de 50 mg/cm^2 et placée à une distance d'environ 30 cm du détecteur.

Si le détecteur de l'ensemble est muni d'une fenêtre à paroi mince à cache amovible, cet essai devra être effectué successivement avec et sans cache.

La réponse au rayonnement bêta devrait être exprimée en débit d'exposition lu (par exemple, mR/h), par unité de débit de dose absorbée bêta (par exemple, rad/h dans l'air), au point de mesure.

5.4.2 Neutrons

a) Spécifications

Lorsque l'ensemble est conçu pour être employé en présence de neutrons, la réponse à ce rayonnement devra également être indiquée.

b) Méthode d'essai

Un essai pour la réponse aux neutrons n'est pas obligatoire et ne doit être effectué que sur spécification expresse.

La méthode d'essai devra être fixée par accord entre le constructeur et l'utilisateur.

6. Caractéristiques électriques

6.1 Fluctuations statistiques et temps de réponse

6.1.1 Fluctuations statistiques

a) Spécifications

Par suite du caractère aléatoire de l'émission des rayonnements X et gamma, l'indication d'un ensemble de mesure du débit d'exposition peut présenter des fluctuations autour de sa valeur moyenne.

5.4 *Response to other ionizing radiations*

Assemblies shall be designed so as to limit as far as possible the influence of other ionizing radiations.

5.4.1 *Beta radiation*

a) Requirements

When the assembly is used for measuring exposure rate due to gamma radiation in the presence of beta radiation, the more energetic beta particles may penetrate into the sensitive volume of the detector. The minimum energy of beta particles that will penetrate into the sensitive volume of the detector shall be stated.

If the detector of the assembly is provided with a detachable cover over a thin window, the thickness of both the cover and the thin window shall be stated separately by the manufacturer.

b) Method of test

A thin source of $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$, or other source emitting beta particles with a maximum energy of at least 2 MeV, e.g., a source of ^{238}U , covered with a 50 mg/cm^2 absorber and placed approximately 30 cm from the face of the detector, should be used for this test.

If the detector of the assembly is provided with a detachable cover over a thin window, this test shall be carried out both with and without the cover in place.

The response to beta radiation should be quoted in terms of the exposure rate (for example, mR per hour) indicated by the assembly per unit absorbed beta dose rate (for example, rads/hour in air) at the point of test.

5.4.2 *Neutron radiation*

a) Requirements

If the assembly is intended to be used in the presence of neutron radiation, then the response to this radiation shall also be stated.

b) Method of test

A test for neutron response is not mandatory and need only be carried out if this requirement is specified.

The method of test shall be subject to agreement between the manufacturer and the user.

6. *Electrical characteristics*

6.1 *Statistical fluctuations and response time*

6.1.1 *Statistical fluctuations*

a) Requirements

Because of the random nature of X and gamma radiation emission, the indication of an exposure rate measuring assembly may exhibit fluctuations about its mean value.

Le coefficient de variation du débit d'exposition dû à ces fluctuations aléatoires devra être inférieur aux valeurs ci-dessous:

- *Pour une échelle linéaire:* 10 % pour les ensembles de classe I et 20 % pour les ensembles de classe II et III pour tout débit d'exposition supérieur à celui qui correspond au tiers de la valeur maximale de l'échelle la plus sensible.
- *Pour une échelle non linéaire:* 10 % pour les ensembles de classe I et 20 % pour les ensembles de classe II et III pour tout débit d'exposition supérieur à celui qui correspond à 3 fois la plus faible graduation de l'échelle au-dessus du zéro.

b) Méthode d'essai

Exposer l'ensemble à une source de rayonnement dont le débit d'exposition correspond à une indication comprise entre le tiers et la moitié de la déviation totale de l'échelle la plus sensible (échelle linéaire) ou de la première puissance de 10 (échelle logarithmique).

Effectuer au moins 20 lectures de l'indication de l'appareil à intervalles de temps convenables. Dans le dessein d'obtenir des lectures parfaitement indépendantes l'une de l'autre, cet intervalle ne devra pas être inférieur au triple de la constante de temps de l'ensemble de mesure. Déterminer la valeur moyenne et le coefficient de variation de toutes les lectures effectuées. Le coefficient de variation ainsi déterminé devra être compris dans les limites indiquées au paragraphe 6.1.1 a).

6.1.2 *Temps de réponse*

a) Spécifications

Le temps de réponse devra être tel que lors d'une variation brusque du débit d'exposition, l'indication atteigne en moins de 8 secondes la valeur suivante:

$$N + \frac{63}{100}(N' - N)$$

où N est l'indication initiale et N' l'indication finale. Le temps de réponse devra être indiqué par le constructeur.

b) Méthode d'essai

L'essai peut être effectué soit avec une source de rayonnement convenable, soit par injection d'un signal électrique approprié à l'entrée de l'ensemble de mesure.

Les débits d'exposition initial et final devront différer d'un facteur '10 ou plus et les mesures devront être effectuées à la fois pour une augmentation et pour une diminution du débit d'exposition.

Si la plus faible graduation de l'échelle au-dessus du zéro correspond à un débit d'exposition $\bar{R}$, l'indication initiale de N ne devra pas dépasser $10 \bar{R}$ pour les essais avec augmentation du débit d'exposition. Pour les essais avec diminution du débit d'exposition, c'est l'indication finale N' qui ne devra pas dépasser $10 \bar{R}$.

Si la méthode d'essai électrique est employée, les signaux injectés devront correspondre aux spécifications ci-dessus.

Pour l'essai avec augmentation du débit d'exposition, l'ensemble devra être soumis d'abord au débit d'exposition le plus élevé et l'indication N' sera notée.

L'ensemble devra alors être soumis au débit d'exposition le plus bas pendant un temps suffisant pour permettre à l'indication N d'atteindre une valeur stable, qui sera notée.

The coefficient of variation of the exposure rate due to these random fluctuations shall be less than the following values:

- *For linear scales:* 10 % for Class I assemblies and 20 % for Class II and Class III assemblies, for any exposure rate exceeding that corresponding to one-third of the scale maximum on the most sensitive range.
- *For non-linear scales:* 10 % for Class I assemblies and 20 % for Class II and Class III assemblies, for any exposure rate exceeding three times that corresponding to the lowest significant graduation on the scale.

b) Method of test

Expose the assembly to a source of radiation giving an exposure rate corresponding to an indication between one-third and one-half of scale maximum on the most sensitive range (linear scale) or decade (logarithmic scale).

Take a series of at least 20 readings of indication of the assembly at convenient time intervals. In order that the readings shall be substantially independent from one another, this time interval shall not be less than that corresponding to three times the time constant of the measuring assembly. Find the mean value and the coefficient of variation of all the readings taken. The coefficient of variation so determined shall lie within the limits of Sub-clause 6.1.1 a).

6.1.2 *Response time*

a) Requirements

The response time shall be such that, if there is a sudden change in the exposure rate level, the indication will reach the following value in less than 8 seconds:

$$N + \frac{63}{100} (N' - N)$$

where N is the initial indication and N' the final indication. The response time shall be stated by the manufacturer.

b) Method of test

The test may be carried out either with a suitable source of radiation or by the injection of a suitable electrical signal into the input of the measuring assembly.

The initial and final exposure rates shall differ by a factor of 10 or more and measurements shall be carried out for both an increase and a decrease in the exposure rate by this factor.

If the lowest significant (non-zero) marking on the meter scale corresponds to an exposure rate of $\bar{R}$, then for increasing exposure rate the initial indication N shall not exceed $10 \bar{R}$; for decreasing exposure rate the final indication N' shall not exceed $10 \bar{R}$.

If the electrical method of test is employed, the injected signals shall correspond to the above requirements.

For the increasing exposure rate test, the assembly shall be subjected first to the higher exposure rate and the indication N' noted.

The assembly shall then be subjected to the lower exposure rate for a time sufficient for the indication N to reach a steady value and this indication noted.

Le débit d'exposition devra être ensuite changé le plus rapidement possible en celui qui correspond à l'indication N' et le temps nécessaire pour atteindre la valeur donnée par la formule du paragraphe 6.1.2 a) devra être mesuré.

L'essai avec diminution du débit d'exposition devra être effectué de la même manière en inversant les valeurs du débit d'exposition correspondant à N et N' .

6.1.3 *Interdépendance entre temps de réponse et fluctuations statistiques*

Le temps de réponse et le coefficient de variation des fluctuations statistiques sont des caractéristiques interdépendantes dont les valeurs limites acceptables sont données ci-dessus.

Pour des débits d'exposition élevés, il est conseillé, quand il est possible, de diminuer le temps de réponse en respectant les limites relatives aux fluctuations statistiques.

Dans le cas où les limites du paragraphe 6.1 pourraient être obtenues avec un temps de réponse n'excédant pas une seconde, il est préférable de diminuer les fluctuations statistiques plutôt que de réduire le temps de réponse au-dessous d'une seconde.

Pour de très faibles débits d'exposition, le constructeur devra indiquer les valeurs du coefficient de variation et du temps de réponse, l'un ou l'autre pouvant être supérieurs aux valeurs fixées ci-dessus.

6.2 *Dérive du zéro*

6.2.1 *Spécifications*

Pour un ensemble dont le réglage du zéro a été effectué après un fonctionnement pendant une période de 30 minutes dans les conditions normales d'essai, la dérive du zéro devra être inférieure ou égale à 2 % de la valeur maximale de la déflexion angulaire de l'échelle de mesure dans chaque gamme, dans les 4 heures qui suivent.

6.2.2 *Méthode d'essai*

Mettre en service l'ensemble pour une durée de 30 minutes. Si un réglage de mise à zéro est à la disposition de l'opérateur, il devra être réglé de façon à amener l'indication à zéro. Pour les ensembles à échelle non linéaire, ce réglage est utilisé pour amener l'indication à un point de référence plutôt qu'au zéro. Dans ce cas, le réglage devra être ajusté de façon à amener l'indication au point de référence convenable.

L'ensemble devra être laissé dans cet état et la lecture notée 4 heures après.

Pour les ensembles pour lesquels le mouvement propre correspond à plus de 1 % de la valeur maximale de la déflexion angulaire de l'échelle dans la gamme la plus sensible, il faudra effectuer un essai électrique équivalent. Pour cet essai, le détecteur peut être rendu inopérant pourvu que cette opération soit effectuée de façon que les caractéristiques de l'ensemble de mesure vis-à-vis de la dérive ne soient pas modifiées.

6.3 *Préchauffage*

6.3.1 *Spécifications*

La durée de préchauffage nécessaire pour obtenir des conditions normales est indiquée dans le tableau I. De plus, l'ensemble devra, lorsqu'il est exposé au rayonnement gamma de référence, donner une indication qui ne diffère pas de plus de $\pm 25\%$ de la valeur obtenue dans les conditions normales (voir tableau III) moins d'une minute après la mise en service et de plus de $\pm 10\%$ de cette valeur moins de 3 minutes après la mise en service.

The exposure rate shall then be changed as quickly as possible to that corresponding to the indication N' , and the time taken to read the value given by the formula in Sub-clause 6.1.2 a) measured.

The decreasing exposure rate test shall be performed in the same way with the values of exposure rates corresponding to N and N' interchanged.

6.1.3 *Inter-relationship between response time and statistical fluctuations*

The response time and coefficient of variation of the statistical fluctuations are interdependent characteristics, acceptable limits for which are given above.

For high exposure rates, it is recommended that, whenever possible, the response time be reduced, while conforming to the limits laid down for the statistical fluctuations.

If the limits in Sub-clause 6.1 could be met with a response-time of not more than one second, it is preferable to reduce the statistical fluctuations rather than to reduce the response time below one second.

For very low exposure rates, the manufacturer shall indicate the appropriate values of coefficient of variation and response time either of which in this case may exceed the limits given above.

6.2 *Zero drift*

6.2.1 *Requirements*

The position of the zero point of the meter indication of an assembly that has been set to zero after the assembly has been in operation for 30 minutes under standard test conditions, shall not alter more than 2 % of scale maximum angular deflection on any range in the next four hours.

6.2.2 *Method of test*

Switch on the assembly and leave for a period of 30 minutes. If a set zero control is available to the operator, this shall then be adjusted to bring the indication to zero. For some assemblies with a non-linear scale, such a control is used to bring the indication to some reference point rather than to zero. If this is the case, the control shall be set to bring the indication to the appropriate reference point.

The assembly shall be left in this condition and the reading again noted after a further four hours.

For assemblies on which background radiation corresponds to more than 1 % of scale maximum angular deflection on the most sensitive range, an equivalent electrical test shall be carried out. For this electrical test, the detector may be rendered inoperative provided this is done in such a manner that the characteristics of the assembly with respect to drift are not altered.

6.3. *Warm-up*

6.3.1 *Requirements*

The warm-up time required to reach standard conditions is indicated in Table I. Furthermore, the assembly shall, when exposed to the reference radiation, give an indication which does not differ by more than $\pm 25\%$ from the value obtained under standard conditions (see Table III) within one minute after being switched on and by more than $\pm 10\%$ of that value within 3 minutes after being switched on.

6.3.2 Méthode d'essai

L'ensemble n'étant pas sous tension, soumettre le détecteur à une source de rayonnement appropriée qui donnera une indication au moins égale à la moitié de la valeur maximale de la déflexion angulaire de l'échelle. Mettre l'ensemble sous tension et effectuer des lectures toutes les 20 secondes entre 40 et 300 secondes après mise sous tension.

Dix minutes après la mise sous tension, effectuer au moins 10 lectures (voir paragraphe 6.1.1 b)) et prendre la valeur moyenne de ces lectures comme "valeur finale". Sur le graphique des indications en fonction du temps, tracer une courbe régulière qui s'adapte le mieux possible aux indications recueillies.

Les différences entre la valeur finale et les valeurs lues sur la courbe pour 1 minute et 3 minutes devront être à l'intérieur des limites spécifiées.

6.4 Alimentation

6.4.1 Alimentation par batteries

a) Généralités

Une source d'énergie par piles ou accumulateurs devra toujours être prévue. L'ensemble devra comporter un moyen de contrôler en charge maximale la tension des piles et des accumulateurs avec repère sur le cadran de lecture de la tension minimale pour laquelle les caractéristiques de l'ensemble demeurent à l'intérieur des conditions requises. Les piles peuvent être connectées comme on le désire, mais elles devront pouvoir être remplacées séparément; la polarité correcte devra être clairement indiquée par le constructeur sur l'ensemble.

b) Piles

Dans le cas d'alimentation par piles, la durée de celles-ci devrait être telle qu'après 40 heures de fonctionnement intermittent* ou 12 heures de fonctionnement continu la valeur de la lecture effectuée ne diffère pas de plus de 10 % de la valeur de la lecture initiale (température $20 \pm 5^\circ\text{C}$).

Si l'on emploie des piles, elles devraient de préférence, être du type R 20 défini dans la Publication 86 de la CIE: Piles électriques.

c) Accumulateurs

Dans le cas d'alimentation par accumulateurs, la capacité de ceux-ci devrait être choisie de façon telle qu'après 12 heures de fonctionnement continu la valeur de la lecture ne diffère pas de plus de 10 % de la valeur initiale.

Si l'on emploie des accumulateurs, il devrait être possible de les recharger en 16 heures, à partir du réseau. L'emploi d'un dispositif, pour déconnecter le chargeur lorsque la charge est terminée, est recommandé.

d) Essai de fonctionnement par batteries

Utiliser pour cet essai des piles neuves du type indiqué par le constructeur ou des accumulateurs chargés à fond. Placer le détecteur dans un champ de rayonnement gamma en un point où le débit d'exposition correspond à une indication qui se situe aux 2/3 environ de l'échelle la moins sensible.

*Par "service intermittent" il faut entendre des périodes de fonctionnement de 4 heures au plus, séparées par des arrêts de 1 heure au moins.