

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
860**

Première édition
First edition
1987-06

**Equipement de signalisation des accidents
de criticité**

Warning equipment for criticality accidents



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 860: 1987

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
860**

Première édition
First edition
1987-06

**Equipement de signalisation des accidents
de criticité**

Warning equipment for criticality accidents

© IEC 1987 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

R

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	6
PRÉFACE	6

CHAPITRE I: GÉNÉRALITÉS

Articles

1. Domaine d'application	8
2. Objet	8
3. Terminologie et unités	10
3.1 Terminologie générale	10
3.2 Accident de criticité	10
3.3 Alarme	10
3.4 Système d'alarme de criticité	10
3.5 Point de consigne de l'alarme	10
3.6 Temps de déclenchement de l'alarme	10
3.7 Fausse alarme	10
3.8 Réponse angulaire	10
3.9 Panne	10
3.10 Nomenclature des essais	10
3.11 Unités	12

CHAPITRE II: CONCEPTION DES SYSTÈMES D'ALARME DE CRITICITÉ

SECTION UN — CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DE CONCEPTION

4. Généralités	14
5. Critère de détection	14
6. Caractéristiques de fonctionnement	14
7. Fausses alarmes	14
8. Panne des composants	14
9. Facilité de décontamination	16
10. Systèmes à usages multiples	16
11. Câbles de raccordement et connecteurs	16
11.1 Câbles de raccordement	16
11.2 Connecteurs	16
12. Fiabilité	16
13. Essais de fonctionnement	16
14. Interchangeabilité	16

SECTION DEUX — CARACTÉRISTIQUES DE CONCEPTION DU SOUS-ENSEMBLE DE DÉTECTION

15. Sous-ensemble de détection	16
--	----

SECTION TROIS — CARACTÉRISTIQUES DE CONCEPTION DU SOUS-ENSEMBLE DE SIGNALISATION

16. Unité logique de traitement du signal	18
17. Unité d'alarme	18
17.1 Signaux d'alarme	18
17.2 Point de consigne de l'alarme	18

CHAPITRE III: PROCÉDURES DES ESSAIS

18. Procédure générale des essais	20
18.1 Nature des essais	20
18.2 Conditions de référence et conditions normales d'essais	20
18.3 Essais effectués dans les conditions normales d'essais	20
18.4 Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence	20

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
PREFACE	7

CHAPTER I: GENERAL

Clause		
1. Scope		9
2. Object		9
3. Terminology and units		11
3.1 General terminology		11
3.2 Criticality accident		11
3.3 Alarm		11
3.4 Criticality alarm system		11
3.5 Alarm set point		11
3.6 Time-to-alarm		11
3.7 False alarm		11
3.8 Angular dependence response		11
3.9 Failure		11
3.10 Test nomenclature		11
3.11 Units		13

CHAPTER II: CRITICALITY ALARM SYSTEM DESIGN

SECTION ONE — GENERAL DESIGN CHARACTERISTICS

4. General	15
5. Detection criterion	15
6. Operating characteristics	15
7. False alarms	15
8. Failure of components	15
9. Ease of decontamination	17
10. Multiple use systems	17
11. Interconnection cables and connectors	17
11.1 Interconnecting cables	17
11.2 Connectors	17
12. Reliability	17
13. Functional testing	17
14. Interchangeability	17

SECTION TWO — DETECTION SUBASSEMBLY DESIGN CHARACTERISTICS

15. Detection subassembly	17
-------------------------------------	----

SECTION THREE — WARNING SUBASSEMBLY DESIGN CHARACTERISTICS

16. Logic unit for signal treatment	19
17. Alarm signals unit	19
17.1 Alarm signals	19
17.2 Alarm set point	19

CHAPTER III: TEST PROCEDURES

18. General test procedure	21
18.1 Nature of tests	21
18.2 Reference conditions and standard test conditions	21
18.3 Tests performed under standard test conditions	21
18.4 Tests performed with variation of influence quantities	21

Articles	Pages
18.5 Point d'essai	20
18.6 Fluctuations statistiques	20
18.7 Rayonnements de référence	22
19. Caractéristiques liées aux rayonnements	22
19.1 Réponse en fonction de l'énergie	22
19.2 Temps de déclenchement de l'alarme	24
19.3 Seuil d'alarme de détection	24
19.4 Variation de la réponse en fonction de l'angle d'incidence	24
19.5 Caractéristiques de surcharge	26
20. Caractéristiques électriques	26
20.1 Variation du point de consigne de l'alarme (dérive)	26
20.2 Durée de préchauffage	26
20.3 Alimentations électriques	26
21. Caractéristiques mécaniques	28
21.1 Niveau sonore du signal d'alarme	28
21.2 Contraintes mécaniques	28
22. Caractéristiques d'environnement	28
22.1 Température ambiante	28
22.2 Humidité relative	28
22.3 Pression atmosphérique	28
22.4 Étanchéité	30
22.5 Champs électromagnétiques externes	30
22.6 Stockage	30
CHAPITRE IV: DOCUMENTATION	
23. Rapport sur les essais de type	32
24. Certificat	32
25. Notice d'emploi et de maintenance	32
TABEAU I — Conditions de référence et conditions normales d'essais	34
TABEAU II — Essais effectués dans les conditions normales d'essais	36
TABEAU III — Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence	36

Clause	Page
18.5 Point of test	21
18.6 Statistical fluctuations	21
18.7 Reference radiation	23
19. Radiation characteristics	23
19.1 Energy response	23
19.2 Time-to-alarm	25
19.3 Alarm threshold of detection	25
19.4 Variation of response with angle of incidence	25
19.5 Overload characteristics	27
20. Electrical characteristics	27
20.1 Alarm set point variations (drift)	27
20.2 Warm-up time	27
20.3 Power supplies	27
21. Mechanical characteristics	29
21.1 Alarm sound level	29
21.2 Mechanical stress	29
22. Environmental characteristics	29
22.1 Ambient temperature	29
22.2 Relative humidity	29
22.3 Atmospheric pressure	29
22.4 Sealing	31
22.5 External electromagnetic fields	31
22.6 Storage	31
CHAPTER IV: DOCUMENTATION	
23. Type test report	33
24. Certificate	33
25. Operation and maintenance manual	33
TABLE I — Reference and standard test conditions	35
TABLE II — Tests performed under standard test conditions	37
TABLE III — Tests performed with variation of influence quantities	37

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ÉQUIPEMENT DE SIGNALISATION DES ACCIDENTS DE CRITICITÉ

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Études 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.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 45B: Instrumentation pour la radioprotection, du Comité d'Études n° 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote	Procédure des Deux Mois	Rapport de vote
45B(BC)51	45B(BC)56	45B(BC)59	45B(BC)62

Pour de plus amples renseignements, consulter les rapports de vote correspondants, mentionnés dans le tableau ci-dessus.

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

- Publications n° 38 (1983): Tensions normales de la CEI.
 50(881) (1983): Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), Chapitre 881: Radiologie et physique radiologique.
 278 (1968): Documentation à fournir avec les appareils de mesure électroniques.
 293 (1968): Tensions d'alimentation pour appareils nucléaires à transistors.

Autres publications citées:

- Norme ISO 4037 (1979): Rayonnements X et gamma de référence pour l'étalonnage des dosimètres et débitmètres et pour la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie des photons.
 Projet de Norme internationale ISO/DIS 7753: Exigences et méthodes d'essai pour détection de criticité et systèmes d'alarme.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

WARNING EQUIPMENT FOR CRITICALITY ACCIDENTS

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.

PREFACE

This standard has been prepared by Sub-Committee 45B: Radiation Protection Instrumentation, of IEC Technical Committee No. 45: Nuclear Instrumentation.

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

Six Months' Rule	Report on Voting	Two Months' Procedure	Report on Voting
45B(CO)51	45B(CO)56	45B(CO)59	45B(CO)62

Further information can be found in the Report on Voting, indicated in the table above.

The following publications are quoted in this standard:

- Publications Nos. 38 (1983): IEC Standard Voltages.
 50(881) (1983): International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 881: Radiology and Radiological Physics.
 278 (1968): Documentation to be Supplied with Electronic Measuring Apparatus.
 293 (1968): Supply Voltages for Transistorized Nuclear Instruments.

Other publications quoted:

- ISO Standard 4037 (1979): X and Gamma Reference Radiations for Calibrating Dosimeters and Dose Ratemeters and for Determining their Response as a Function of Photon Energy.
 Draft International Standard ISO/DIS 7753: Performance Requirements and Testing Procedures for Criticality Detection and Alarm Systems.

ÉQUIPEMENT DE SIGNALISATION DES ACCIDENTS DE CRITICITÉ

CHAPITRE I: GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

- 1.1 La présente norme s'applique aux équipements destinés à la fois à la détection des rayonnements ionisants et au déclenchement de l'alarme lors des accidents de criticité.
- 1.2 Cette norme ne s'applique pas aux appareils de signalisation ou d'enregistrement (tels que les appareils de lecture par exemple). Les caractéristiques de fonctionnement de tels appareils doivent être conformes aux spécifications générales dont ils dépendent.
- 1.3 Cette norme ne s'applique pas aux équipements et aux ensembles utilisés dans les systèmes de commande et de sécurité des réacteurs nucléaires.
- 1.4 Cette norme est destinée à s'appliquer à la conception des appareils et ne traite donc pas de la nécessité d'installer de tels appareils.

Les cas où il est nécessaire d'installer des systèmes d'alarme de criticité, ainsi que les procédures d'utilisation, sont présentés dans le Projet de Norme internationale ISO/DIS 7753: Exigences et méthodes d'essai pour détection de criticité et systèmes d'alarme.

2. Objet

- 2.1 La présente norme, lorsqu'elle est appliquée à un système de détection et de signalisation de rayonnements gamma, de neutrons ou d'une combinaison de ces deux rayonnements émis au cours d'un accident de criticité, a pour but de limiter la probabilité d'expositions importantes du personnel, en assurant une détection immédiate et un déclenchement de l'alarme.
- 2.2 Le rôle essentiel d'un système d'alarme de criticité est de détecter les accidents de criticité et de donner le signal de l'évacuation du personnel. Ainsi, ces systèmes ne peuvent être utilisés pour une autre fonction qu'à la condition que leur disponibilité en tant qu'alarme de criticité ne s'en trouve pas entravée et qu'ils soient utilisés en tenant compte de leurs caractéristiques principales (fiabilité notamment) décrites dans cette norme.
- 2.3 Le système d'alarme de criticité doit:
 - détecter un accident de criticité dès que celui-ci se produit dans la zone de surveillance du ou des détecteurs;
 - déclencher le signal d'évacuation dans le délai minimal, et
 - présenter un degré élevé de fiabilité et une faible probabilité de fausse alarme.
- 2.4 Cette norme a pour objet de fournir:
 - des prescriptions générales, et
 - des critères acceptables pour les équipements de signalisation des accidents de criticité.
- 2.5 Pour le type d'équipement décrit ci-dessus, cette norme définit: les caractéristiques générales, les caractéristiques de fonctionnement, les caractéristiques électriques et mécaniques, les caractéristiques relatives à la sécurité et à l'environnement, les procédures d'essais et la documentation.

WARNING EQUIPMENT FOR CRITICALITY ACCIDENTS

CHAPTER I: GENERAL

1. Scope

- 1.1 This standard is applicable to equipment intended to detect ionizing radiation from, and provide warning of, a criticality accident.
- 1.2 This standard is not applicable to indicating or recording instruments as such (for example, indicating meters). The operating characteristics of such instruments shall be in conformity with the general specification appropriate to them.
- 1.3 This standard is not applicable to equipment and assemblies used in control and safety systems of nuclear reactors.
- 1.4 This standard is primarily intended to apply to equipment design and, therefore, does not concern the need for placement of such equipment.

The need for criticality alarm systems and the utilization procedures are presented in Draft International Standard ISO/DIS 7753: Performance Requirements and Testing Procedures for Criticality Detection and Alarm Systems.

2. Object

- 2.1 This standard, when applied to a system designed for detection and warning of gamma radiation, neutrons, or a combination of criticality accidents, is intended to limit the probability of serious radiation exposure to personnel by providing immediate detection and alarm initiation.
- 2.2 The essential purpose of the criticality alarm system is to detect radiation from criticality accidents and signal personnel evacuation. Thus, systems can only be used for another function provided that this has no adverse effect on their availability as criticality alarms and on their essential characteristics (for example, reliability) described in this standard.
- 2.3 The criticality alarm system shall:
 - detect a criticality accident as soon as it occurs within the monitoring zone of the detector(s);
 - actuate an evacuation alarm with minimal delay, and
 - present a high degree of reliability and low probability for a false alarm.
- 2.4 The object of this standard is:
 - to prescribe general requirements, and
 - to provide acceptable criteria for warning equipment for criticality accidents.
- 2.5 This standard specifies for the equipment described above: general characteristics, operating characteristics, electrical, mechanical, safety and environmental characteristics, test procedures and documentation.

3. Terminologie et unités

3.1 Terminologie générale

La terminologie générale relative à la détection et à la mesure des rayonnements ionisants ainsi qu'à l'instrumentation nucléaire est indiquée dans les publications suivantes de la CEI:

- 181 (1964): Inventaire d'appareils électriques de mesure utilisés en relation avec les rayonnements ionisants.
- 50(391) (1975): Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), Chapitre 391: Détection et mesure par voie électrique des rayonnements ionisants.
- 50(392) (1976): Chapitre 392: Instrumentation nucléaire. Complément au Chapitre 391.
- 777 (1983): Terminologie, grandeurs et unités concernant la radioprotection.

D'autres termes relatifs à la protection contre les rayonnements seront définis ultérieurement dans une publication de la CEI. Les définitions suivantes sont applicables à la présente norme.

3.2 Accident de criticité

Libération fortuite d'énergie survenant à la suite d'une réaction neutronique en chaîne accidentelle, auto-entretenu ou divergente.

3.3 Alarme

Méthode d'avertissement qu'un accident de criticité vient de se produire.

3.4 Système d'alarme de criticité

Il englobe toutes les parties de l'ensemble, les sous-ensembles, les unités et les éléments fonctionnels constituant un système opérationnel, comprenant tous les circuits, dispositifs d'alarme, branchements, câbles, détecteurs et sous-ensembles auxiliaires. Le système d'alarme de criticité comprend au minimum les sous-ensembles suivants:

- un sous-ensemble de détection comprenant notamment les dispositifs électroniques associés susceptibles d'être exposés aux rayonnements émis lors d'un accident de criticité;
- un sous-ensemble de signalisation comprenant l'unité logique et l'unité d'alarme.

3.5 Point de consigne de l'alarme

Valeur minimale de la dose de rayonnement et/ou du débit de dose qui déclenche l'alarme.

3.6 Temps de déclenchement de l'alarme

Intervalle de temps s'écoulant entre l'instant où le détecteur est soumis à un champ de rayonnement correspondant au double du point de consigne de l'alarme et l'instant où l'alarme est déclenchée.

3.7 Fausse alarme

Déclenchement du signal d'alarme en l'absence d'accident de criticité.

3.8 Réponse angulaire

Réponse du sous-ensemble de détection en fonction de l'angle d'incidence du rayonnement détecté.

3.9 Panne

Incapacité du système à répondre ou à détecter et signaler tout accident de criticité.

3.10 Nomenclature des essais

3. Terminology and units

3.1 General terminology

The general terminology concerning detection and measurement of ionizing radiation and nuclear instrumentation is given in the following IEC publications:

- 181 (1964): Index of Electrical Measuring Apparatus Used in Connection with Ionizing Radiation.
- 50(391) (1975): International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 391: Detection and Measurement of Ionizing Radiation by Electric Means.
- 50(392) (1976): Chapter 392: Nuclear Instrumentation — Supplement to Chapter 391.
- 777 (1983): Terminology, Quantities and Units Concerning Radiation Protection.

Additional terms concerning radiation protection will be defined later in an IEC publication. The following definitions are applicable to this standard.

3.2 Criticality accident

External release of energy as a result of an accidentally produced self-sustained or divergent neutron chain reaction.

3.3 Alarm

Method for notification of a criticality accident.

3.4 Criticality alarm system

Includes all parts of the assembly, subassemblies, functional units and components that together make a workable system, including all circuitry, alarms, connections, cables, detectors, and ancillary subassemblies. The criticality alarm system comprises at least the following subassemblies:

- *detection subassembly*, including associated electronics likely to be exposed to the radiation from a criticality accident;
- *warning subassembly* including the logic unit and alarm unit.

3.5 Alarm set point

The minimum radiation dose and/or dose rate that will activate the alarm.

3.6 Time-to-alarm

The interval between the time the detector is subjected to a radiation field corresponding to twice the alarm set point and the sounding of the alarm.

3.7 False alarm

Activation of the alarm signal in the absence of a criticality accident.

3.8 Angular dependence response

Response of the detection sub-assembly as a function of the angle of incidence of the radiation being detected.

3.9 Failure

Inability of the system to respond to or detect and warn of any criticality accident.

3.10 Test nomenclature

3.10.1 Essais de qualification

Ensemble d'essais que l'on effectue afin de vérifier que les prescriptions relatives à une spécification sont remplies.

Note. — On subdivise les essais de qualification en essais de type et en essais de série, conformément aux définitions ci-dessous:

a) Essais de type

Ce sont les essais de qualification qui sont effectués sur un ensemble ou sur un petit nombre d'ensembles considérés comme représentatifs d'une fabrication industrielle et qui ne sont pas nécessairement répétés sur chaque ensemble.

b) Essais de série

Ce sont les essais de qualification qui sont effectués sur chaque ensemble.

3.10.2 Essais d'acceptation

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

3.11 Unités

Dans cette norme, on utilise les unités du Système International (SI)*. Les définitions des grandeurs relatives aux rayonnements ainsi que les termes de dosimétrie** sont indiqués dans la Section 881-04 de la Publication 50(881) de la CEI: Chapitre 881: Radiologie et physique radiologique. Lorsque cela est nécessaire, on utilise les unités suivantes n'appartenant pas au SI:

— pour le temps: année, jour, heure, minute;

— pour l'énergie: électron-volt.

L'unité de niveau sonore utilisée dans cette norme est le décibel pondéré A (dBA) qui est défini dans les publications suivantes de la CEI:

— 50(801) (1984): Chapitre 801: Acoustique et électroacoustique.

— 651 (1979): Sonomètres.

et dans la norme suivante de l'ISO:

— 131 (1979): Acoustique — Expression des intensités physique et subjective d'un son ou d'un bruit aérien.

* Bureau international des poids et mesures (BIPM): *Le Système International d'Unités (SI)*, 4^e édition (1981).

** Rapport 33 de la Commission Internationale des Unités et des Mesures de Radiation (ICRU) (paru en avril 1980), et Publication 26 de la Commission Internationale de Protection contre les Radiations (ICRP).

3.10.1 *Qualification tests*

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

Note. — Qualification tests are subdivided 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 are not necessarily repeated on each assembly.

b) Routine tests

Those qualification tests which are performed on each production assembly.

3.10.2 *Acceptance tests*

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

3.11 *Units*

In this standard the units of the International System (SI)* are used. The definitions of radiation quantities and dosimetric terms** are given in Section 881-04 of IEC Publication 50(881): Chapter 881: Radiology and Radiological Physics. The following non SI units will also be used where appropriate:

- for time: year, day, hour, minute;
- for energy: electron-volt.

The sound pressure level unit used in this standard is the A weighted decibel (dBA) defined in the following IEC publications:

- 50(801) (1984): Chapter 801: Acoustics and Electro-acoustics.
- 651 (1979): Sound Level Meters.

and in the following ISO standard:

- 131 (1979): Acoustics — Expression of Physical and Subjective Magnitudes of Sound or Noise in Air.

* Bureau international des poids et mesures (BIPM) *Le Système International d'Unités (SI)*, 4th edition (1981).

** Report 33 of the International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU) (published April 1980), and Publication 26 of the International Commission on Radiological Protection (ICRP).

CHAPITRE II: CONCEPTION DES SYSTÈMES D'ALARME DE CRITICITÉ

SECTION UN — CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DE CONCEPTION

4. Généralités

Dans les zones où des systèmes d'alarme de criticité sont nécessaires, on doit installer des dispositifs pour détecter les rayonnements associés à l'accident initial de criticité, et pour déclencher les alarmes et la signalisation pour l'évacuation du personnel.

Il doit être, en principe, possible de vérifier la réponse et les caractéristiques du système d'alarme de criticité sans provoquer l'évacuation du personnel.

5. Critère de détection

5.1 Le système d'alarme de criticité doit être conçu pour répondre promptement à l'accident minimal envisageable. A cette fin, dans les zones où les dispositifs n'ont pas d'écran, on peut supposer que l'accident minimal produise un équivalent de dose absorbée de neutron et de rayons gamma dans l'air libre de 0,2 Gy (20 rad) à une distance de 2 m de la source de rayonnements pendant 60 s*. Des excursions à temps de montée très lent, qui cependant ont peu de chance de se produire, peuvent ne pas parvenir à cette valeur. De plus, les excursions dans les systèmes qui n'ont pas le modérateur peuvent se produire de façon beaucoup plus rapide.

5.2 Lors de la conception des détecteurs de rayonnement, on peut supposer que la durée minimale du transitoire de rayonnement est de 1 ms. Le système d'alarme de criticité doit être conçu de façon que la réponse de l'instrument et l'enclenchement de l'alarme apparaissent à la suite de transitoires de cette durée.

6. Caractéristiques de fonctionnement

Les ensembles doivent être conçus de façon à couvrir les conditions prévisibles de fonctionnement. Les essais relatifs aux caractéristiques de fonctionnement sont décrits dans le chapitre III.

7. Fausses alarmes

7.1 Une attention particulière doit être consacrée au cours de la conception du système d'alarme de criticité à la réduction des fausses alarmes.

7.2 L'une des méthodes utilisées pour éliminer les fausses alarmes consiste à disposer d'un système redondant nécessitant la réponse d'au moins deux chaînes de détecteurs. Si un système redondant est utilisé, une panne survenant dans une des chaînes ne doit pas rendre le système d'alarme de criticité inopérant et on doit obtenir une signalisation de mauvais fonctionnement sans qu'il y ait de déclenchement de l'alarme.

8. Panne des composants

8.1 Toute panne de composants susceptible d'affecter directement la détection et la signalisation du système d'alarme de criticité doit se traduire par une indication lumineuse et/ou sonore.

8.2 Les composants dont les pannes ne sont pas directement signalées doivent pouvoir subir des vérifications au cours d'essais périodiques.

* Définition extraite du Projet de Norme internationale ISO/DIS 7753.

CHAPTER II: CRITICALITY ALARM SYSTEM DESIGN

SECTION ONE — GENERAL DESIGN CHARACTERISTICS

4. General

In areas where criticality alarm systems are required, devices shall be provided to detect the prompt radiation associated with the initial criticality accident, and to actuate warning alarms for initiating personnel evacuation.

It should be possible to test the response and performance of the criticality alarm system without causing personnel evacuation.

5. Detection criterion

5.1 Criticality alarm systems shall be designed to promptly detect the minimum accident of concern. For this purpose, in typical unshielded process areas, the minimum accident may be assumed to deliver an equivalent absorbed neutron and gamma dose in free air of 0.2 Gy (20 rad) at a distance of 2 m from the reacting material within 60 s*. Very slowly increasing excursions, while unlikely to occur, may not achieve this value. Also excursions in unmoderated systems will probably occur much more rapidly.

5.2 In the design of radiation detectors, it may be assumed that minimum duration of the radiation transient is 1 ms. The criticality alarm system shall be designed so that instrument response and locked alarm shall occur as a result of transients of such duration.

6. Operating characteristics

Assemblies shall be designed to meet the range of operating characteristics expected to be encountered. The tests for operating characteristics are described in Chapter III.

7. False alarms

7.1 Particular consideration shall be given, during the design of the criticality alarm system, to minimizing false alarms.

7.2 Redundant system requiring response from at least two detector channels is one of the methods used in eliminating false alarms. If a redundant system is used, failure of any single channel shall not render the criticality alarm system inoperative and a warning signal of a malfunction, without activation of the alarm, shall be provided.

8. Failure of components

8.1 Failure of components which would directly affect the detection and warning capability of the criticality alarm system shall be revealed by luminous and/or audible indication.

8.2 Components for which the failure is not directly signalled shall be capable of verification during periodic testing.

* This is taken from the Draft International Standard ISO/DIS 7753.

9. Facilité de décontamination

Le sous-ensemble de détection doit être conçu de façon à réduire la contamination et à faciliter la décontamination.

10. Systèmes à usages multiples

Si l'ensemble doit être utilisé dans un système à double fonction en plus de la détection des accidents de criticité, cet ensemble doit être conçu de façon à ne pas entraver les fonctions de détection et de signalisation des accidents de criticité.

11. Câbles de raccordement et connecteurs

11.1 Câbles de raccordement

Le système d'alarme de criticité doit comprendre un dispositif d'autovérification pour s'assurer du bon fonctionnement avec ses câbles de raccordement en place. Ces câbles doivent être protégés contre les signaux parasites pouvant provoquer le déclenchement du sous-ensemble de signalisation ou rendre l'ensemble inopérant.

11.2 Connecteurs

Les connecteurs de câbles doivent être fixés mécaniquement.

12. Fiabilité

De par leur conception, les ensembles doivent offrir une très grande fiabilité. Le niveau de fiabilité du système doit être bien précisé par le constructeur qui doit notamment indiquer la durée moyenne entre les pannes (MTBF). Le constructeur doit préciser à quels intervalles de temps doivent être effectuées les opérations de maintenance nécessaires et donner une description complète de chaque procédure de maintenance. Les prescriptions de maintenance doivent être réduites au minimum acceptable.

13. Essais de fonctionnement

Il est recommandé de pouvoir vérifier en fonctionnement chaque sous-ensemble et unité, sans les retirer du système d'alarme de criticité.

14. Interchangeabilité

Il est recommandé que tous les sous-ensembles et unités ayant une fonction similaire, tels que détecteurs, unités de lecture et d'affichage, et alimentations soient interchangeables.

SECTION DEUX — CARACTÉRISTIQUES DE CONCEPTION DU SOUS-ENSEMBLE DE DÉTECTION

15. Sous-ensemble de détection

Par sous-ensemble de détection, on désigne l'équipement permettant de détecter les rayonnements émis lors d'un accident de criticité, ce sous-ensemble pouvant être constitué de plus d'un détecteur de rayonnement et de circuits auxiliaires. Les sous-ensembles de détection doivent:

- présenter une réponse convenable aux rayonnements gamma ou neutroniques produits lors d'un accident de criticité (paragraphes 19.1, 19.2, 19.3, 19.4 et 19.5);
- ne pas être inhibés par des doses ou des débits de dose de rayonnements gamma ou neutroniques supérieurs à la surcharge (voir caractéristiques de surcharge, paragraphe 19.5);
- être conçus de façon à ce que les dispositifs de réglages ne soient pas accessibles au personnel non autorisé.

9. Ease of decontamination

The detection subassembly shall be designed in such a manner as to minimize contamination and to facilitate decontamination.

10. Multiple use systems

If the assembly is to be used in a dual system in addition to criticality accident detection, it shall be designed in such a manner as not to compromise the purpose of criticality accident detection and warning.

11. Interconnection cables and connectors**11.1 Interconnecting cables**

The criticality alarm system shall include a device of self-verification to determine complete operability with its installed interconnecting cables. These cables shall be protected from spurious signals which could activate the warning subassembly or render the assembly inoperative.

11.2 Connectors

Cable connectors shall be mechanically secured.

12. Reliability

All assemblies shall be designed to a high standard of reliability. The level of reliability of the system shall be specified by the manufacturer, including estimates of mean time between failure (MTBF). The manufacturer shall specify the periods between the necessary maintenance operations, and describe fully each maintenance procedure. The maintenance requirements shall be kept to the minimum practicable.

13. Functional testing

It is recommended that individual subassemblies and units be capable of being functionally tested without removal from the criticality alarm system.

14. Interchangeability

It is recommended that all subassemblies and units of similar function such as detectors, readout and display units, and power supplies be interchangeable.

SECTION TWO — DETECTION SUBASSEMBLY DESIGN CHARACTERISTICS**15. Detection subassembly**

The detection subassembly refers to the equipment by which the radiation from a criticality accident is detected, and may consist of more than one radiation detector and auxiliary circuits. The detection subassemblies shall:

- have suitable response to gamma radiation or neutrons produced by a criticality accident. (Sub-clauses 19.1, 19.2, 19.3, 19.4 and 19.5);
- not be inhibited by gamma or neutron overload dose (see overload characteristics, Sub-clause 19.5);
- not have any means of adjustment accessible to unauthorized personnel.

SECTION TROIS — CARACTÉRISTIQUES DE CONCEPTION DU SOUS-ENSEMBLE DE SIGNALISATION

16. Unité logique de traitement du signal

Cette unité traite les informations relatives aux rayonnements gamma et/ou neutroniques fournies par les ensembles de détection. Une panne survenant dans l'un des détecteurs ou dans l'un quelconque des composants de l'unité logique ne doit pas conduire à la défaillance du système d'alarme.

On doit prévoir un dispositif permettant de vérifier, à chaque instant, le bon fonctionnement de chaque chaîne de détection, avec une signalisation individuelle appropriée et sans pour autant entraver la bonne marche du système d'alarme de criticité.

17. Unité d'alarme

17.1 Signaux d'alarme

Les signaux d'alarme sonores doivent avoir des tonalités et des formes particulières et ils doivent donner un avertissement de façon très claire au-dessus du niveau du bruit de fond sonore. Les niveaux sonores inférieurs et supérieurs doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur. Une fois déclenché, le signal d'alarme doit se maintenir sans interruption jusqu'à l'arrêt manuel. Une commande manuelle de déclenchement peut également être prévue. Il convient que la commande manuelle de l'arrêt se trouve à l'extérieur de la zone à évacuer.

17.2 Point de consigne de l'alarme

Le point de consigne de l'alarme de chaque chaîne de détection doit être, en principe, réglable et les commandes de ce réglage ne doivent être accessibles qu'au personnel dûment autorisé.

SECTION THREE — WARNING SUBASSEMBLY DESIGN CHARACTERISTICS

16. Logic unit for signal treatment

This unit processes the information originating from the detection assemblies concerning gamma and/or neutron radiation. Failure of any one detector or any one component of the logic unit shall not result in the failure of the criticality alarm system.

A means shall be provided to check the proper functioning of each detector channel at any time, with adequate individual signalling and without compromising the criticality alarm system.

17. Alarm signals unit**17.1 Alarm signals**

Audible alarm signals shall be of distinctive tone and form and shall give a clear warning above the background noise. The minimum and maximum sound pressure levels shall be agreed upon between manufacturer and user. The alarm signal, once activated, shall be continuous until manually reset. Manual activation means may also be provided. Manual reset should be external to the area to be evacuated.

17.2 Alarm set point

The alarm set point of each detector shall be adjustable and the setting controls shall be protected against unauthorized adjustment.

CHAPITRE III: PROCÉDURES DES ESSAIS

18. Procédure générale des essais

18.1 *Nature des essais*

Sauf spécification contraire dans les paragraphes relatifs à chaque cas, tous les essais énumérés dans la présente norme doivent être considérés comme des «essais de type». Certains essais peuvent être considérés comme des «essais d'acceptation», après accord entre le constructeur et l'utilisateur.

18.2 *Conditions de référence et conditions normales d'essais*

Les conditions de référence et les conditions normales d'essais sont indiquées dans le tableau I. Par conditions de référence, on désigne les conditions qui définissent les caractéristiques de fonctionnement de l'appareil, tandis que par conditions normales d'essais, on désigne les conditions avec les tolérances nécessaires lors des essais pratiques. Sauf spécification contraire, les essais mentionnés dans cette norme doivent être effectués dans les conditions normales d'essais indiquées dans la troisième colonne du tableau I. Pour ces essais, on doit noter les valeurs de la température et de l'humidité relative au moment des essais et il faut effectuer les corrections appropriées afin de présenter la réponse dans les conditions de référence.

18.3 *Essais effectués dans les conditions normales d'essais*

Les essais à effectuer dans les conditions normales d'essais sont mentionnés dans le tableau II qui donne les prescriptions et les renvois aux paragraphes correspondants où l'on décrit la méthode d'essai à suivre.

18.4 *Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence*

Ces essais sont donnés dans le tableau III et sont destinés à déterminer les effets de variations des grandeurs d'influence figurant dans le tableau I. Toutes les autres grandeurs d'influence doivent être maintenues dans les limites des conditions normales d'essais indiquées dans le tableau I, sauf spécification contraire dans la procédure d'essai.

18.5 *Point d'essai*

On appelle point d'essai le point auquel le point d'étalonnage du sous-ensemble de détection est placé et pour lequel on connaît la valeur de la grandeur en cause (par exemple la dose du rayonnement). Pour étalonner le sous-ensemble de détection, il faut placer son point d'étalonnage au point d'essai. On doit prendre toutes les précautions nécessaires pour réduire le rayonnement diffusé au point d'essai en l'absence du sous-ensemble de détection à une valeur inférieure à 10% du débit de dose désiré en ce point. Lorsque cette condition n'est pas réalisable, on doit procéder aux corrections qui s'imposent.

Le constructeur doit marquer sur le sous-ensemble de détection la position du point d'étalonnage correspondant au centre effectif du volume sensible du détecteur et préciser la direction de l'étalonnage.

18.6 *Fluctuations statistiques*

Pour tout essai faisant appel aux rayonnements, si l'importance des fluctuations statistiques due seulement à la nature aléatoire du seul rayonnement représente une fraction significative de l'indication admise dans l'essai, un nombre suffisant de lectures devra être effectué, afin de s'assurer que la valeur moyenne des lectures peut être estimée avec une précision suffisante pour démontrer la conformité à l'essai en question.

Les intervalles entre les lectures doivent être d'au moins trois fois le temps de réponse, afin de s'assurer que les lectures sont statistiquement indépendantes.

CHAPTER III: TEST PROCEDURES

18. General test procedure

18.1 *Nature of tests*

Unless otherwise specified in the individual sub-clauses, all the tests enumerated in this standard are to be considered as “type tests”. Certain tests may be considered as “acceptance tests” by agreement between manufacturer and user.

18.2 *Reference conditions and standard test conditions*

Reference and standard test conditions are given in Table I. Reference conditions are those conditions to which the performance of the assembly is referred, whereas standard test conditions indicate the necessary tolerances in practical testing. Except where otherwise specified, the tests in this standard shall be performed under the standard test conditions given in the third column of Table I. For these tests the values of temperature and relative humidity at the time of test shall be stated and the appropriate corrections made to give the response under reference conditions.

18.3 *Tests performed under standard test conditions*

Tests to be performed under applicable standard test conditions are given in Table II to align with requirements and reference to the sub-clause where the corresponding test method is described.

18.4 *Tests performed with variation of influence quantities*

These tests are given in Table III and are used to determine the effects of variations in the influence quantities given in Table I. All other influence quantities shall be maintained within the limit for the standard test conditions given in Table I, unless otherwise specified in the test procedure.

18.5 *Point of test*

The point of test is the point at which the calibration point of the detection subassembly is placed and at which the value of the appropriate quantity (for example, radiation dose) is known. To calibrate the detection sub-assembly, it shall be placed with its calibration point at the point of test. Every effort shall be made to reduce the scatter radiation at the point of test in the absence of the detection sub-assembly to less than 10% of the desired dose rate at that point. Where this is not practicable, the appropriate correction shall be applied.

The manufacturer shall mark on (or state for) the detection sub-assembly the position of the calibration point corresponding to the effective centre of the detector and give the direction for calibration.

18.6 *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 precision to demonstrate compliance with the test in question.

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

18.7 Rayonnements de référence

Les rayonnements de référence doivent être fournis par des sources de ^{252}Cf et de ^{137}Cs , sauf accord contraire entre le constructeur et l'utilisateur.

19. Caractéristiques liées aux rayonnements

Les caractéristiques liées au rayonnement du détecteur sont déterminées afin de permettre à l'utilisateur de réaliser une installation de son système d'alarme de criticité qui soit conforme à l'article 5. Etant donné la grande variété des détecteurs de rayonnements utilisés dans les systèmes d'alarme de criticité, on ne peut donner que des principes généraux.

19.1 Réponse en fonction de l'énergie

La réponse énergétique des détecteurs doit être telle que le système réponde à n'importe quel incident de criticité par la détection d'un rayonnement d'un type spécifié.

19.1.1 Prescriptions pour détecteurs de rayonnements gamma

La dose mesurée dans la gamme d'énergie 0,1 MeV à 3 MeV doit être comprise dans un intervalle de $\pm 35\%$ encadrant la dose vraie.

19.1.2 Méthode d'essai pour détecteurs de rayonnements gamma

La réponse énergétique du détecteur doit être établie au moyen de rayonnements X ou gamma de référence définis dans la Norme ISO 4037: Rayonnements X et gamma de référence pour l'étalonnage des dosimètres et débitmètres et pour la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie des photons.

Au moins trois rayonnements de référence doivent être utilisés: un au-dessous de 100 keV, un entre 100 keV et 1 MeV et un au-dessus de 1 MeV.

Si nécessaire, un équipement additionnel d'essai peut être utilisé pour déterminer la réponse du détecteur (par exemple un picoampèremètre pour une chambre d'ionisation). Exposer le sous-ensemble de détection à des débits de dose connus des rayonnements utilisés et noter les indications correspondantes données par le détecteur. La réponse en énergie du détecteur doit être conforme aux prescriptions ci-dessus.

19.1.3 Prescriptions et essais pour détecteurs de neutrons

Comme des types très différents de détecteurs de neutrons (scintillateurs, chambres d'ionisation, détecteurs à activation dans un modérateur et diodes de jonction), ayant des caractéristiques de réponse en fonction de l'énergie différentes, peuvent être utilisés dans les systèmes de détection et d'alarme de criticité, on ne peut donner que des indications générales sur leur utilisation.

La réponse de tous les détecteurs de neutrons doit être établie en utilisant le rayonnement de référence des neutrons de fission du ^{252}Cf . De plus, lorsque ces détecteurs sont utilisés dans des champs de neutrons d'énergie dégradée, leur réponse doit être déterminée pour de tels champs.

La réponse du détecteur en fonction de l'énergie peut être mesurée conformément aux rayonnements neutroniques de référence définis dans les normes ISO (rayonnements mono-énergétiques produits par un accélérateur). La réponse du détecteur à un champ neutronique d'énergie dégradée peut être ensuite obtenue en utilisant les données publiées sur les spectres de fuite des neutrons pour les assemblages critiques. Sinon, la réponse du détecteur peut être déterminée directement par une exposition dans un champ de neutrons ralentis, de débit de dose connu.

19.1.4 Méthode d'essai pour détecteurs de neutrons

La réponse en énergie des détecteurs doit être déterminée en utilisant les rayonnements de référence ISO sélectionnés et en en choisissant au moins un dans chacune des gammes d'énergies suivantes: 0,1 MeV à 0,2 MeV, 0,2 MeV à 1 MeV et 1 MeV à 10 MeV.

18.7 *Reference radiation*

Reference radiation shall be provided by ^{252}Cf and ^{137}Cs sources, unless otherwise agreed upon between manufacturer and user.

19. **Radiation characteristics**

The radiation characteristics of the detector are determined to enable the user to install the criticality alarm system in compliance with Clause 5. Because of the wide variety of radiation detectors used in criticality alarm systems, only the general principles of testing can be given.

19.1 *Energy response*

The energy response of the detectors shall be such that the system will respond to any incident of concern by the detection of radiation of a specified type.

19.1.1 *Requirements for gamma radiation detectors*

The measured dose over the energy range from 0.1 MeV to 3 MeV shall be within $\pm 35\%$ of the conventionally true dose.

19.1.2 *Method of test for gamma radiation detectors*

The energy response of the detector shall be determined using X or gamma reference radiations as given in ISO Standard 4037: X and Gamma Reference Radiations for Calibrating Dosimeters and Dose Ratemeters and for Determining their Response as a Function of Photon Energy.

At least three reference radiations shall be used: one shall be below 100 keV, one between 100 keV and 1 MeV and one above 1 MeV.

Where appropriate, additional test equipment may be used to determine the response of the detector (for example, picoammeter for an ionising chamber). Expose the detector subassembly to known dose rates from the radiations used and note the indications provided by the detector. The energy response of the detector shall comply with the above requirements.

19.1.3 *Requirements and testing for neutron detectors*

Since widely differing types of neutron detector (scintillators, ionisation chambers, self powered activation detectors in moderators and junction diodes) with different energy response characteristics may be used in criticality detection and alarm systems, it is only possible to give general guidelines on their use.

The response of all neutron detectors shall be determined using the reference radiation (^{252}Cf fission neutrons), and in addition for those detectors to be installed in a moderated neutron radiation field the response of the detectors shall be determined for such fields.

The energy response of the detector may be measured using ISO standard neutron reference radiations (mono energetic radiations produced by an accelerator). The response of the detector to the moderated neutron field may then be assessed using published data on the neutron leakage spectrum for critical assemblies. Alternatively the detector response may be directly determined by exposure in a simulated moderated neutron field of known dose rate.

19.1.4 *Method of test for neutron detectors*

The energy response of the detectors shall be determined using selected ISO reference radiations, including at least one in each of the following ranges of energy 0.1 MeV to 0.2 MeV, 0.2 MeV to 1 MeV and 1 MeV to 10 MeV.

19.2 Temps de déclenchement de l'alarme

19.2.1 Prescriptions

Lorsque le sous-ensemble de détection est exposé à une dose de rayonnement et/ou à un débit de dose égal à deux fois la valeur de point de consigne de l'alarme, l'intervalle de temps s'écoulant jusqu'au déclenchement de l'alarme ne doit pas dépasser 300 ms.

19.2.2 Méthode d'essai

Le temps de déclenchement de l'alarme doit être déterminé par un essai dans lequel on soumet le sous-ensemble de détection à une impulsion de rayonnement de durée relativement brève par rapport au temps de déclenchement de l'alarme. Le temps de déclenchement de l'alarme doit être déterminé à partir de l'instant où la dose de rayonnement ou le débit de dose dépasse 10 % de la valeur du point de consigne de l'alarme et l'instant où commence le signal d'alarme. Par exemple, si le point de consigne de l'alarme est fixé à $1 \text{ mGy}\cdot\text{h}^{-1}$ ($100 \text{ mrad}\cdot\text{h}^{-1}$), le rayonnement au niveau du détecteur doit être de $2 \text{ mGy}\cdot\text{h}^{-1}$ ($200 \text{ mrad}\cdot\text{h}^{-1}$). Le temps de déclenchement de l'alarme doit être déterminé à partir de l'instant où le débit de dose de rayonnement dépasse $100 \text{ }\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ($10 \text{ mrad}\cdot\text{h}^{-1}$).

19.3 Seuil d'alarme de détection

19.3.1 Prescriptions

L'équipement doit répondre au rayonnement gamma direct, aux neutrons, ou à une combinaison de ces deux rayonnements émis pendant un accident de criticité et doit être compatible avec le seuil d'alarme de détection spécifié par le constructeur. Le seuil d'alarme de détection doit être tel que lorsque l'équipement est installé, il détecte l'équivalent d'une dose absorbée de neutrons et de rayonnement gamma dans l'air libre correspondant à 0,2 Gy (20 rad) à une distance de 2 m d'un matériau surcritique pendant 60 s (voir article 5).

19.3.2 Méthode d'essai

Le seuil d'alarme de détection, étant la dose minimale nécessaire pour déclencher l'alarme, doit être, en principe, déterminé en utilisant une source pulsée appropriée. Il convient que les essais soient effectués avec une série d'impulsions de rayonnement dont la durée s'échelonne entre 1 ms et 3 s environ.

19.4 Variation de la réponse en fonction de l'angle d'incidence

19.4.1 Prescriptions

Il faut déterminer la dépendance angulaire de la réponse du sous-ensemble de détection.

19.4.2 Méthode d'essai

Après avoir placé à une distance donnée une source radioactive émettant le rayonnement de référence avec une activité convenable, on fait tourner le sous-ensemble de détection par échelons de 30° , comme indiqué ci-dessous, et on enregistre la réponse. L'activité de la source et la distance doivent être indiquées par le constructeur. La distance doit être au moins dix fois supérieure aux dimensions hors tout du sous-ensemble de détection.

- a) Le sous-ensemble de détection doit tourner autour d'un axe horizontal passant par le sous-ensemble et perpendiculaire à l'axe passant à la fois par le sous-ensemble et la source.
- b) Le sous-ensemble de détection doit tourner autour d'un axe vertical passant par le sous-ensemble.

Lorsque cela s'avère nécessaire, on peut utiliser d'autres équipements d'essai pour déterminer la réponse du détecteur. Les résultats doivent se présenter sous la forme d'un diagramme en coordonnées polaires.

19.2 *Time-to-alarm*

19.2.1 *Requirements*

When the detection subassembly is exposed to a radiation dose and/or dose rate equal to twice the alarm set point, the time before the alarm is given shall not exceed 300 ms.

19.2.2 *Method of test*

The time to alarm shall be determined by a test in which the detection subassembly is exposed to a pulse of radiation with the rise time short in comparison to the time to alarm. The time to alarm shall be determined from the time in which the radiation dose or dose rate exceeds 10% of the alarm set point to the time of initiation of the alarm signal. For example, if the alarm set point is fixed at $1 \text{ mGy}\cdot\text{h}^{-1}$ ($100 \text{ mrad}\cdot\text{h}^{-1}$) the radiation at the detector shall be $2 \text{ mGy}\cdot\text{h}^{-1}$ ($200 \text{ mrad}\cdot\text{h}^{-1}$). The time to alarm shall be determined from the time at which the radiation dose rate exceeds $100 \text{ }\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ($10 \text{ mrad}\cdot\text{h}^{-1}$).

19.3 *Alarm threshold of detection*

19.3.1 *Requirements*

The equipment shall respond to the direct gamma-radiation, neutrons, or a combination of these radiations emitted during a criticality accident and shall meet the alarm threshold of detection specified by the manufacturer. The alarm threshold of detection shall be such that when the equipment is installed, it will detect the equivalent of an absorbed neutron and gamma dose in free air of 0.2 Gy (20 rad) at a distance of 2 m from the reacting material within 60 s (see Clause 5).

19.3.2 *Method of test*

The alarm threshold of detection, being the minimum dose to operate the alarm, should be determined using an appropriate pulsed source of the test radiation. Tests should be made with a range of radiation pulses of duration from about 1 ms to 3 s.

19.4 *Variation of response with angle of incidence*

19.4.1 *Requirements*

The angular dependence response of the detection subassembly shall be determined.

19.4.2 *Method of test*

With a radioactive source of the reference radiation having a suitable activity and positioned at a given distance, the detection subassembly shall be turned by steps of 30° as specified below and the response to the test radiation shall be recorded. The activity and the distance shall be specified by the manufacturer. The distance shall exceed ten times the maximum dimension of the detection subassembly.

- a) Detection subassembly rotated around a horizontal axis passing through the subassembly and orthogonal to the axis through the subassembly and the source.
- b) Detection subassembly rotated around a vertical axis passing through the subassembly.

Where appropriate, additional test equipment can be used to determine the response of the detector. The results shall be presented in the form of a polar chart.

19.5 Caractéristiques de surcharge

19.5.1 Prescriptions

Pour les doses ou les débits de dose de rayonnement supérieurs à ceux nécessaires au déclenchement de l'alarme, le sous-ensemble de signalisation doit entrer et rester en fonctionnement jusqu'à l'arrêt manuel. Le sous-ensemble de détection doit être essayé avec un débit de dose au moins égal à $10^5 \text{ rad}\cdot\text{h}^{-1}$ ($1000 \text{ Gy}\cdot\text{h}^{-1}$).

19.5.2 Méthode d'essai

Cet essai peut être effectué avec un réacteur pulsé ou toute autre source convenable de rayonnement. Le sous-ensemble de détection est exposé au débit de dose indiqué ci-dessus et le signal d'alarme doit se déclencher et se poursuivre jusqu'à l'arrêt manuel.

20. Caractéristiques électriques

20.1 Variation du point de consigne de l'alarme (dérive)

20.1.1 Prescriptions

Après 500 h de fonctionnement, la dérive du point de consigne de l'alarme ne doit pas dépasser 20 % de la valeur fixée.

20.1.2 Méthode d'essai

Le point de consigne de l'alarme du système d'alarme de criticité doit être fixé et vérifié au moyen d'une source de rayonnement de référence ou bien par l'injection d'un signal électrique. Après 500 h de fonctionnement continu, la valeur du point de déclenchement de l'alarme doit se situer dans un intervalle de $\pm 20\%$ de la valeur fixée à l'origine.

20.2 Durée de préchauffage

La durée de préchauffage doit être indiquée par le constructeur.

20.3 Alimentations électriques

20.3.1 Prescriptions

L'ensemble doit être conçu de façon à pouvoir fonctionner aussi bien en courant alternatif qu'en courant continu, et cela, dans les limites de tensions indiquées dans la Publication 293 de la CEI: Tensions d'alimentation pour appareils nucléaires à transistors, et dans la Publication 38 de la CEI: Tensions normales de la CEI.

— Série I: 220 V.

— Série II: 120 V et/ou 240 V.

Lorsque le système d'alarme de criticité est conçu pour fonctionner en courant alternatif, il doit alors pouvoir tolérer d'une part des variations de tensions d'alimentation comprises dans un intervalle allant de -12% à 10% et, d'autre part, des fréquences comprises entre 47 Hz et 51 Hz (57 Hz à 61 Hz aux Etats-Unis d'Amérique). Les indications fournies et les réglages de l'alarme ne doivent pas varier de plus de $\pm 10\%$ lorsque le système d'alarme de criticité fonctionne dans les conditions mentionnées ci-dessus.

Lorsque le système est conçu pour fonctionner avec une tension continue, il doit pouvoir tolérer des variations de tensions d'alimentation comprises entre -11% et 15% .

Une alimentation de secours doit être prévue et doit être automatiquement mise en service si nécessaire. Le temps de commutation doit être tel que la continuité du fonctionnement soit maintenue. Si des accumulateurs sont seulement utilisés pour ce besoin, ils doivent pouvoir faire fonctionner le système sans alarme sonore en service pendant 16 h au moins. Après cette période, le système d'alarme de criticité doit pouvoir fonctionner avec l'alarme sonore en service pendant encore 30 min.

19.5 *Overload characteristics*

19.5.1 *Requirements*

For radiation dose or dose rates greater than those required to initiate the alarm, the warning subassembly shall be activated and remain so until manually reset. Detection subassembly shall be tested to a dose rate of at least $10^5 \text{ rad}\cdot\text{h}^{-1}$ ($1000 \text{ Gy}\cdot\text{h}^{-1}$).

19.5.2 *Method of test*

This test shall be performed using a pulsed reactor or other appropriate source of radiation. The detection subassembly is exposed to the above dose rate and the alarm signal shall continue until manual reset.

20. **Electrical characteristics**

20.1 *Alarm set point variations (drift)*

20.1.1 *Requirements*

The drift in the alarm set point shall not be greater than 20% of the set value after 500 h of operation.

20.1.2 *Method of test*

The alarm set point of the criticality alarm system shall be set and verified using a reference source of radiation or by injection of an electrical signal. After 500 h of continuous operation the value at which the alarm occurs shall be within $\pm 20\%$ of the original alarm set point.

20.2 *Warm-up time*

The warm-up time shall be stated by the manufacturer.

20.3 *Power supplies*

20.3.1 *Requirements*

The assembly shall be designed to operate from either an alternating current or direct current supply and shall operate within the voltage limits as specified in IEC Publication 293: Supply Voltages for Transistorized Nuclear Instruments, and IEC Publication 38: IEC Standard Voltages.

— Series I: 220 V.

— Series II: 120 V and/or 240 V.

Where the criticality alarm system is designed to operate from an a.c. supply, then it shall be capable of operating with a supply voltage tolerance of 10% and -12% and supply frequencies of 47 Hz to 51 Hz (57 Hz to 61 Hz in United States of America). Indications and alarm settings shall not vary by more than $\pm 10\%$ when the criticality alarm system is operating within the above tolerances.

Where the system is designed to operate from a d.c. supply, then it shall be capable of operating with a supply voltage tolerance of 15% and -11% .

Emergency power shall be provided and shall be automatically implemented when required. Switch over time shall be such that continuity of operation is maintained. If batteries alone are used for these purposes, then they shall be capable of maintaining the system in operation without the audible alarm signal in operation for at least 16 h, after which time the criticality alarm systems shall be capable of operation with the audible alarm signal in operation for a further 30 min.

20.3.2 Méthode d'essai

Aucune prescription actuellement.

21. Caractéristiques mécaniques

21.1 Niveau sonore du signal d'alarme

L'essai du niveau sonore du signal d'alarme doit être un essai de série effectué avec un sonomètre conforme aux prescriptions de la Publication 651 de la CEI: Sonomètres. L'intensité du signal d'alarme doit être de 90 dBA à 100 dBA à une distance de 1 m.

21.2 Contraintes mécaniques

L'ensemble doit pouvoir résister à des contraintes mécaniques minimales de 1 g dans toutes les directions. La valeur maximale de la contrainte à laquelle l'équipement a été soumis lors des essais de type doit être indiquée par le constructeur.

22. Caractéristiques d'environnement

22.1 Température ambiante

22.1.1 Prescriptions

Les caractéristiques d'environnement de l'appareil doivent être telles que dans l'intervalle de température de -10°C à 40°C , le point de consigne de l'alarme ne varie pas de plus de $\pm 10\%$.

22.1.2 Méthode d'essai

Les essais de type du sous-ensemble de détection en fonction de la température ambiante doivent être effectués dans une enceinte climatique. La température doit être maintenue à chacune de ses valeurs extrêmes pendant au moins 4 h et l'indication fournie par le sous-ensemble de détection doit être enregistrée pendant les 30 dernières minutes de la durée de l'essai. L'essai doit également comporter au moins un cycle passant par le point de rosée.

En raison des difficultés rencontrées lorsqu'on veut essayer l'ensemble dans son intégrité, les essais peuvent être effectués en deux parties:

- Détermination de la variation de la réponse du détecteur au moyen d'un dispositif de mesure approprié et indépendant en utilisant une source de référence.
- Détermination de la variation du point de consigne de l'alarme en injectant un signal électrique.

La somme de ces deux variations ne doit pas dépasser $\pm 10\%$.

22.2 Humidité relative

22.2.1 Prescriptions

Les variations du point de consigne de l'alarme sous l'effet de l'humidité relative variant entre 40% et 90% doivent rester comprises dans un intervalle de $\pm 10\%$.

22.2.2 Méthode d'essai

Les essais doivent être effectués à la température de 35°C selon la procédure des alinéas a) et b) du paragraphe 22.1.2, et doivent comprendre au moins un cycle passant par le point de rosée.

22.3 Pression atmosphérique

L'influence de la pression atmosphérique n'est en général notable que pour les détecteurs non étanches utilisant l'air comme milieu de détection. Dans ce cas, la pression atmosphérique à laquelle les essais sont effectués doit être mentionnée par le constructeur, de même que les effets de la variation de la pression atmosphérique établis par la mesure ou par le calcul.

Sur demande de l'utilisateur, on doit effectuer des essais représentatifs à d'autres valeurs de la pression atmosphérique.

20.3.2 *Method of test*

No requirement at present.

21. **Mechanical characteristics**

21.1 *Alarm sound level*

The test of the alarm sound level shall be a routine test made with a sound level meter meeting the requirements of IEC Publication 651: Sound Level Meters. The alarm intensity shall be 90 dBA to 100 dBA at 1 m.

21.2 *Mechanical stress*

The assembly shall be able to withstand mechanical stress equivalent to a minimum of 1 g in any direction. Maximum stress to which the equipment has been subjected in a type test shall be stated by the manufacturer.

22. **Environmental characteristics**

22.1 *Ambient temperature*

22.1.1 *Requirements*

The environmental characteristics of the equipment shall be such that, over the range of -10°C to 40°C , the alarm set point shall not vary by more than $\pm 10\%$.

22.1.2 *Method of test*

Type testing of the detection sub-assembly for ambient temperature shall be performed with a climatic box. The temperature shall be maintained at each of its extreme values for at least 4 h, and the indication of the detection sub-assembly recorded during the last 30 min of the duration of the test. The test shall include at least one cycle through the dew-point.

Because of the difficulty of testing a complete assembly, the tests may be made in two parts:

- a) Determine the variation in the response of the detector, using a suitable, independent, measuring device with an appropriate radiation reference source.
- b) Determine the variation of alarm set point using electrical signal injection.

The sum of these two variations shall not exceed $\pm 10\%$.

22.2 *Relative humidity*

22.2.1 *Requirements*

The variation in the alarm set point due to the effect of relative humidity between 40 % and 90 % shall be within $\pm 10\%$.

22.2.2 *Method of test*

Tests shall be made at a temperature of 35°C , shall follow the procedure of Items a) and b) of Sub-clause 22.1.2, and shall include at least one cycle through the dew-point.

22.3 *Atmospheric pressure*

The influence of atmospheric pressure is, in general, only significant for an unsealed detector using air as the detecting medium. In this case the manufacturer shall state the atmospheric pressure at which all tests are carried out and the effects of variations in atmospheric pressure determined by measurement or calculation.

Representative tests at other atmospheric pressures shall be performed if required by the user.

22.4 *Etanchéité*

Le constructeur doit indiquer les précautions prises pour éviter les infiltrations d'humidité. Ce facteur joue un rôle important lors de l'utilisation en extérieur, mais ne prête pas de façon commode à la spécification d'essais.

22.5 *Champs électromagnétiques externes*

Sauf précautions particulières prises lors de sa conception, l'ensemble peut devenir inutilisable ou bien donner des indications incorrectes de dose ou de débit de dose en présence de champs électromagnétiques externes, en particulier dans le domaine des radiofréquences.

22.5.1 *Prescriptions*

Si les indications fournies par un ensemble risquent d'être perturbées en présence d'un champ électromagnétique externe, le constructeur devra dûment le signaler. Si le constructeur déclare l'ensemble insensible aux champs magnétiques, il devra bien préciser la plage de fréquences, le type de rayonnement électromagnétique et l'intensité maximale des champs utilisés lors des essais.

22.5.2 *Méthode d'essai*

En raison de la largeur de l'intervalle de fréquences et de la diversité des types de rayonnements électromagnétiques que l'on peut rencontrer, les méthodes d'essai ne sont pas précisées dans cette norme. Elles doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur. On doit consacrer un soin tout particulier à la mise en évidence de toute sensibilité à une fréquence donnée.

22.6 *Stockage*

Tous les ensembles devant être utilisés dans les régions tempérées doivent être conçus de façon à fonctionner conformément aux spécifications de cette norme après un stockage (ou un transport), sans piles ou accumulateurs, pendant une période d'au moins trois mois dans l'emballage d'origine et à une température comprise entre -25°C et 50°C .

Dans certaines circonstances, l'utilisateur est en droit d'exiger du constructeur des spécifications plus sévères, telles que notamment la capacité de supporter un transport aérien avec faible pression ambiante.