

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

951-1

Première édition
First edition
1988

**Matériels de surveillance des rayonnements
pour les conditions accidentelles et
post-accidentelles dans les centrales nucléaires**

Première partie:
Prescriptions générales

**Radiation monitoring equipment for accident and
post-accident conditions in nuclear power plants**

Part 1:
General requirements



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 951-1: 1988

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 auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique;*
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles;*
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas;*

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale.*

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

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 from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology;*
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets;*
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams;*

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice.*

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

951-1

Première édition
First edition
1988

**Matériels de surveillance des rayonnements
pour les conditions accidentelles et
post-accidentelles dans les centrales nucléaires**

Première partie:
Prescriptions générales

**Radiation monitoring equipment for accident and
post-accident conditions in nuclear power plants**

Part 1:
General requirements

© CEI 1988 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

V

● 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	10
2	Objet	10
3	Terminologie et unités	10

CHAPITRE II: CONCEPTION DES ÉQUIPEMENTS

4	Généralités.....	18
5	Paramètres surveillés	18
6	Emplacement et conditions d'environnement	18
7	Identification des paramètres de conception	20
8	Caractéristiques de mesure	20
9	Caractéristiques d'indication	22
10	Fiabilité.....	22
11	Caractéristiques du débit de fluide	24
12	Signaux d'alarme	26
13	Indications de fonctionnement	28
14	Dispositions pour essais périodiques	28
15	Dispositions pour la mise en service et la maintenance	28
16	Ensemble de détection (ou de prélèvement et de détection)	30
17	Ensemble de mesure et de commande	30
18	Dispositifs de protection contre le rayonnement gamma ambiant	32
19	Niveau du bruit acoustique de l'ensemble	32
20	Perturbations électriques	32

CHAPITRE III: PROCÉDURES D'ESSAIS

21	Procédures générales d'essais	34
22	Essais effectués dans les conditions normales d'essais	34
23	Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence	34
24	Fluctuations statistiques	36

CONTENTS

	Page
FOREWORD.....	7
PREFACE.....	7

CHAPTER I: GENERAL

Clause

1	Scope	11
2	Object	11
3	Terminology and units	11

CHAPTER II: EQUIPMENT DESIGN

4	General.....	19
5	Parameters to be monitored	19
6	Location and environmental conditions	19
7	Identification of design parameters	21
8	Measurement characteristics	21
9	Indication characteristics	23
10	Reliability	23
11	Fluid flow characteristics	25
12	Alarms	27
13	Indication facilities	29
14	Provisions for operational testing	29
15	Provisions for commissioning and maintenance	29
16	Detection assembly (or sampling and detection assembly)	31
17	Control and measurement assembly	31
18	Ambient gamma radiation protection devices	33
19	Acoustic noise level of the assembly	33
20	Electrical interference	33

CHAPTER III: TEST PROCEDURES

21	General test procedures	35
22	Tests performed under standard test conditions	35
23	Tests performed with variation of influence quantities	35
24	Statistical fluctuations	37

Articles	Pages
25 Caractéristiques de fonctionnement	36
26 Caractéristiques électriques	44
27 Caractéristiques des performances d'environnement	52
28 Caractéristiques du circuit de fluide	54
29 Qualification	58

CHAPITRE IV: DOCUMENTATION

30 Rapport sur les essais de type	60
31 Certificat	60
32 Manuel d'instructions et de maintenance	60
33 Documentation supplémentaire	60
Tableau I - Conditions de référence et conditions normales d'essais	62
Tableau II - Essais effectués dans les conditions normales d'essais	64
Tableau III - Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence	66
Tableau IV - Essais du circuit de fluide	68

Clause		Page
25	Performance characteristics	37
26	Electrical characteristics.....	45
27	Environmental performance characteristics	53
28	Fluid circuit characteristics	55
29	Qualification	59

CHAPTER IV: DOCUMENTATION

30	Type test report	61
31	Certificate	61
32	Operation and maintenance manual	61
33	Additional documentation.....	61
Table I - Reference conditions and standard test conditions		63
Table II - Tests performed under standard test conditions		65
Table III - Tests performed with variation of influence quantities		67
Table IV - Tests of fluid circuit		69

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIELS DE SURVEILLANCE DES RAYONNEMENTS POUR LES CONDITIONS ACCIDENTELLES ET POST-ACCIDENTELLES DANS LES CENTRALES NUCLÉAIRES

Première partie: Prescriptions générales

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 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 45A: Instrumentation des réacteurs, du Comité d'Etudes n° 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
45A(BC)98	45A(BC)104

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

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

- Publications n°s
- 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.
 - 68: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique.
 - 181 (1964): Inventaire d'appareils électriques de mesure utilisés en relation avec les rayonnements ionisants.
 - 278 (1968): Documentation à fournir avec les appareils de mesure électroniques.
 - 293 (1968): Tensions d'alimentation pour appareils nucléaires à transistors.
 - 557 (1982): Terminologie CEI sur les réacteurs nucléaires
 - 654-1 (1979): Conditions de fonctionnement pour les matériels de mesure et commande dans les processus industriels, Première partie: Température, humidité et pression barométrique.
 - 780 (1984): Qualification des constituants électriques du système de sûreté des centrales électronucléaires.
 - 801-1: (1984): Compatibilité électromagnétique pour les matériels de mesure et de commande dans les processus industriels, Première partie: Introduction générale.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RADIATION MONITORING EQUIPMENT FOR ACCIDENT AND
POST-ACCIDENT CONDITIONS IN NUCLEAR POWER PLANTS****Part 1: General requirements**

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 45A: Reactor instrumentation, of IEC Technical Committee No. 45 : Nuclear instrumentation.

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

Six Months' Rule	Report on the Voting
45A(CO)98	45A(CO)104

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

The following IEC publications are quoted in this standard:

- Publication Nos. 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.
- 68: Basic environmental testing procedures.
- 181 (1964): Index of electrical measuring apparatus used in connection with ionizing radiation.
- 278 (1968): Documentation to be supplied with electronic measuring apparatus.
- 293 (1968): Supply voltages for transistorized nuclear instruments.
- 557 (1982): IEC terminology in the nuclear reactor field.
- 654-1 (1979): Operating conditions for industrial-process measurement and control equipment, Part 1: Temperature, humidity and barometric pressure.
- 780 (1984): Qualification of electrical items of the safety system for nuclear power generating stations.
- 801-1 (1984): Electromagnetic compatibility for industrial-process measurement and control equipment, Part 1: General introduction.

Autres publications citées:

ISO 532 (1975):
ISO 1999 (1975):

Acoustique - Méthode de calcul du niveau d'isotonie.
Acoustique - Estimation de l'exposition au bruit durant le travail en vue de la protection de l'audition.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60951-1:1988

Other publications quoted:

ISO 532 (1975):

ISO 1999 (1975):

Acoustics - Method for calculating loudness level.

Acoustics - Assessment of occupational noise exposure for hearing conservation purposes.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60951-1:1988

Withdrawn

MATÉRIELS DE SURVEILLANCE DES RAYONNEMENTS POUR LES CONDITIONS ACCIDENTELLES ET POST-ACCIDENTELLES DANS LES CENTRALES NUCLÉAIRES

Première partie: Prescriptions générales

CHAPITRE I: GÉNÉRALITÉS

1 Domaine d'application

La présente norme établit des directives sur les principes généraux et les critères de fonctionnement des ensembles de mesure des rayonnements et des niveaux de radioactivité des fluides (liquides ou gaz) dans les centrales nucléaires pendant et après un accident. Ces ensembles sont prévus pour satisfaire aux prescriptions des autorités réglementaires responsables et être appropriés à la conception des systèmes et réacteurs nucléaires particuliers. La présente norme est donc à utiliser conjointement avec les prescriptions nationales qui sont susceptibles d'apporter des modifications aux principes, détails ou paramètres qui y figurent.

La présente norme se limite aux matériels de surveillance des rayonnements sur le site et de la radioactivité des fluides pendant et après un accident (y compris toute phase de mise à l'arrêt à long terme). Cette première partie traite des principes généraux et des prescriptions de conception pour ces matériels; les informations supplémentaires concernant des types particuliers d'instruments* sont données dans les parties suivantes de la norme qui doivent être consultées en même temps que la présente partie.

2 Objet

L'objet de la présente norme est d'établir des prescriptions générales et de fournir des exemples de méthodes acceptables pour la surveillance des rayonnements et des niveaux de radioactivité des fluides pendant et après un accident.

Elle spécifie, pour les ensembles décrits dans le domaine d'application, les caractéristiques générales de conception et de fonctionnement, les procédures générales d'essais, les caractéristiques concernant les rayonnements, les grandeurs électriques, la sécurité, l'environnement, ainsi que la documentation requise.

3 Terminologie et unités

3.1 Terminologie générale

La terminologie générale concernant la détection et la mesure des rayonnements ionisants et l'instrumentation nucléaire se trouve dans les publications suivantes de la CEI:

- 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.
- 181 (1964): Inventaire d'appareils électriques de mesure utilisés en relation avec les rayonnements ionisants.

Des termes supplémentaires concernant la protection contre les rayonnements figureront dans la CEI XXX (en préparation).

* Par exemple : moniteurs de rayonnements gamma à large gamme; moniteurs de fluides de processus; moniteurs d'effluents.

RADIATION MONITORING EQUIPMENT FOR ACCIDENT AND POST-ACCIDENT CONDITIONS IN NUCLEAR POWER PLANTS

Part 1: General requirements

CHAPTER I: GENERAL

1 Scope

This standard provides guidance on the design principles and performance criteria for equipment to measure radiation and fluid (gases or liquids) radioactivity levels at reactor plants during and following an accident. Such equipment is provided to meet the requirements of the responsible regulatory authorities and as appropriate to the design of the particular reactor plant and systems. This standard, therefore, is to be read in conjunction with national requirements which may modify the principles, details or parameters included.

This standard is limited to equipment for on-site radiation monitoring and fluid stream radioactivity monitoring during and after an accident (including any long-term shutdown phase). This part of the standard deals with the general principles and design requirements for such equipment; additional details for particular types of monitors* will be given in subsequent parts of the standard (as they are published), which will be consulted in conjunction with this part.

2 Object

The object of this standard is to lay down general requirements and give examples of acceptable methods for monitoring radiation and fluid radioactivity levels during and after an accident.

It specifies, for the equipment described in the scope, the general design and performance characteristics, general test procedures, radiation, electrical, safety and environmental characteristics and the documentation required.

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:

- 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.
- 181 (1964): Index of electrical measuring apparatus used in connection with ionizing radiation.

Additional terms concerning radiation protection will be given in IEC XXX (in preparation).

* For example: high range gamma radiation monitors; process stream monitors; effluent monitors.

3.2 *Moniteur d'accident*

Dans la présente norme, le terme moniteur d'accident désigne l'ensemble destiné à la surveillance des rayonnements ou des niveaux de radioactivité des fluides dans les réacteurs nucléaires, pendant ou après un accident (voir 2.1 de la CEI 557, pour la définition des conditions accidentelles).

Les différentes parties de l'équipement peuvent être regroupées en deux ensembles, associés ou séparés, suivant les prescriptions de surveillance et de fonctionnement et la conception de l'ensemble.

3.2.1 *Ensemble de détection ou ensemble de prélèvement et de détection*

Ensemble comprenant un ou plusieurs détecteurs de rayonnement avec ses sous-ensembles ou éléments fonctionnels de base.

3.2.2 *Ensemble de commande et de mesure*

Ensemble comprenant les sous-ensembles et les éléments fonctionnels conçus pour mesurer les grandeurs liées aux rayonnements ionisants (activité, dose, débit de dose, etc.). L'ensemble est équipé d'éléments fonctionnels donnant des signaux d'alarme lorsque la grandeur mesurée dépasse une valeur prédéterminée.

3.3 *Activité, dose ou débit de dose conventionnellement vrai*

Meilleure valeur estimée de la valeur de l'activité des sources radioactives, des doses ou débits de dose utilisés pour l'étalonnage de l'appareil ; cette valeur et son incertitude doivent être déterminées à partir d'un étalon primaire ou secondaire ou à l'aide d'un dispositif de transfert qui a été étalonné à partir d'un étalon primaire ou secondaire.

3.4 *Activité, dose ou débit de dose indiqué*

Activité, dose ou débit de dose indiqué par l'ensemble de mesure pendant les essais.

3.5 *Coefficient de variation*

Rapport V entre l'écart type s et la moyenne arithmétique $\bar{x}$ d'une série de n mesures x_i donné par la formule suivante:

$$V = \frac{s}{\bar{x}} = \frac{1}{\bar{x}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

3.6 *Activité minimale détectable*

Activité donnant une indication moyenne telle qu'en présence d'un bruit de fond déterminé, il y ait une probabilité de 95% que cette indication ne soit pas produite par ce seul bruit de fond déterminé.

3.7 *Erreur d'indication*

Différence entre la dose, le débit de dose ou l'activité indiquée et la dose, le débit de dose ou l'activité conventionnellement vraie au point de mesure.

3.2 *Accident monitor*

In this standard, accident monitor is equipment intended for monitoring radiation or radioactivity levels in fluids in a reactor plant during or after an accident (refer to 2.1 of IEC 557, for definition of accident conditions).

The different parts of the equipment may conveniently be grouped into two assemblies which may be associated or separated according to the monitoring and operating requirements and equipment design.

3.2.1 *Detection assembly or sampling and detection assembly*

An assembly including one or more radiation detectors and associated sub-assemblies or basic function units.

3.2.2 *Control and measurement assembly*

An assembly including sub-assemblies and function units designed to measure quantities connected with ionizing radiation (activity, dose, dose rate, etc.). The assembly is provided with function units for giving an alarm signal when the quantity being measured exceeds some predetermined value.

3.3 *Conventionally true activity, dose, dose rate*

The best estimate of the value of activity of radioactive sources, doses or dose rates used for calibration of equipment; this value and its uncertainty shall be determined from a primary or secondary standard, or by a reference instrument which has been calibrated against a primary or secondary standard.

3.4 *Indicated activity, dose, dose rate*

The activity, dose or dose rate indicated by the measuring assembly under test.

3.5 *Coefficient of variation*

The ratio V of the standard deviation s to the arithmetic mean $\bar{x}$ of a set of n observed measurements x_i given by the following formula:

$$V = \frac{s}{\bar{x}} = \frac{1}{\bar{x}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

3.6 *Minimum detectable activity*

The activity which will give a mean indication such that in the presence of a specified background there is a 95% probability that such an indication will not be produced by the specified background alone.

3.7 *Error of indication*

The difference between the indicated dose (rate) or activity and the conventionally true dose (rate) or activity at the point of measurement.

3.8 Erreur relative d'indication

Quotient de l'erreur d'indication par la dose, le débit de dose ou l'activité conventionnellement vraie exprimé en pourcentage.

3.9 Erreur relative intrinsèque

Erreur relative d'indication d'un ensemble rapportée à une dose, un débit de dose ou une activité spécifiée dans les conditions de références spécifiées.

3.10 Etendue de mesure effective

Etendue de mesure dans laquelle les prescriptions de la présente norme sont satisfaites.

3.11 Temps de réponse

Temps mis par l'appareil pour atteindre 90% de la lecture d'équilibre à partir de l'exposition de l'ensemble de détection à une dose (débit) ou activité donnée ou, pour les moniteurs intégrateurs, temps mis pour atteindre 90% de la valeur d'équilibre de la dérivée première de l'indication en fonction du temps.

NOTE - Cette définition ne peut pas s'appliquer directement aux appareils numériques, pour lesquels le temps de réponse peut être évalué à deux fois l'intervalle d'échantillonnage des données de base, sauf s'il existe un temps de retard physique dû à la collection ou au transport de l'échantillon.

3.12 Unités

Le système d'unités utilisé dans la présente norme est le Système international d'unités (SI)*. Les valeurs des grandeurs de rayonnement exprimées avec les unités d'utilisation temporaire (curie, rad, rem) sont aussi indiquées entre parenthèses. Les unités suivantes d'importance pratique peuvent aussi être utilisées, le cas échéant:

- pour le temps: année, jour, heure, minute;
- pour l'énergie: électron-volt.

3.13 Réponse de référence

La réponse de référence R_{ref} est la réponse de l'ensemble dans les conditions normales d'essais (tableau D) pour l'unité de dose (débit) ou activité de référence et est exprimée par la relation:

$$R_{ref} = \frac{I_{rs} - I_{sb}}{S_{rs}}$$

où:

- I_{rs} = indication donnée par la source de référence et le bruit de fond du rayonnement
- I_{sb} = indication donnée par le bruit de fond du rayonnement
- S_{rs} = dose (débit) ou activité de la source de référence

3.14 Essais de qualification

Les essais de qualification sont définis comme des essais effectués afin de vérifier que les prescriptions d'une spécification sont remplies.

*Bureau international des poids et mesures : Système international d'unités (SI) (troisième édition [1977]).

3.8 *Relative error of indication*

The quotient, expressed as a percentage, of the error of indication by the conventionally true dose (rate) or activity.

3.9 *Relative intrinsic error*

The relative error of indication of an assembly with respect to a specified dose (rate) or activity under specified reference conditions.

3.10 *Effective range of measurement*

The range of measurement within which the requirements of this standard are met.

3.11 *Response time*

The time delay between initial exposure of the detection assembly to a given dose (rate) or activity and the attainment of 90% of the equilibrium reading or for integrating monitors, 90% of the equilibrium value of the first derivative of the indication with respect to time.

NOTE - This definition may not be directly applicable to digital instruments, where the response time can be taken to be twice the basic data sampling interval, unless there is a physical delay time related to sample collection/transport.

3.12 *Units*

This standard uses the SI system of units*. For radiation quantities, the values expressed in units in temporary use (curie, rad, rem) are also indicated in brackets. The following units of practical importance may also be used where appropriate:

- for time: years, days, hours, minutes;
- for energy : electronvolt.

3.13 *Reference response*

The reference response R_{ref} is the response of the assembly under standard test conditions (Table I) to unit reference dose (rate) or activity and is expressed as:

$$R_{\text{ref}} = \frac{I_{\text{rs}} - I_{\text{sb}}}{S_{\text{rs}}}$$

where :

- I_{rs} = indication due to reference source and radiation background
- I_{sb} = indication due to radiation background
- S_{rs} = reference dose (rate) or source strength

3.14 *Qualification tests*

Qualification tests are defined as tests performed in order to verify that the requirements of a specification are fulfilled.

* Bureau international des poids et mesures: Système international d'unités (SI) (third edition [1977]).

Le terme "qualification" a acquis un usage particulier dans le domaine des matériels de sûreté des centrales nucléaires de puissance. Voir, par exemple, la CEI 780.

Néanmoins, dans la présente norme, la terminologie définie dans le VEI est appliquée.

Les essais de qualification sont divisés en essais de type, essais de série et essais d'acceptation.

3.14.1 *Essai de type (VEI 151-04-15)*

Essai effectué sur un ou plusieurs dispositifs réalisés selon une conception donnée pour vérifier que cette conception répond à certaines spécifications.

3.14.2 *Essai individuel de série (VEI 151-04-16)*

Essai auquel est soumis chaque dispositif en cours ou en fin de fabrication pour vérifier qu'il satisfait à des critères définis.

3.14.3 *Essai d'acceptation (VEI 151-04-20)*

Essai contractuel ayant pour objet de prouver à l'acheteur que le dispositif répond à certaines conditions de sa spécification.

3.14.4 *Essai de mise en service - Essai de recette*

Essai d'un dispositif ou d'un équipement, effectué sur le site, pour prouver sa bonne installation et son fonctionnement correct.

NOTE - Pour cet essai, il y a lieu que l'équipement soit installé et raccordé à tous les matériels associés nécessaires pour son fonctionnement prévu sur le site.

3.15 *Constructeur et acheteur*

Le terme "constructeur" comprend le concepteur de l'équipement. Le terme "acheteur" comprend l'utilisateur de l'équipement.

The term "qualification" has acquired a special usage in the field of safety-related equipment in nuclear reactor power plants. See, for example, IEC 780.

Nevertheless, in this standard, the terminology defined in the IECV is used.

Qualification tests are subdivided into type tests, routine tests and acceptance tests.

3.14.1 *Type test (IEV 151-04-15)*

Tests of one or more devices made to a certain design to show that the design meets certain specifications.

3.14.2 *Routine test (IEV 151-04-16)*

Tests to which each individual device is subjected during or after manufacture to ascertain whether it complies with certain criteria.

3.14.3 *Acceptance test (IEV 151-04-20)*

A contractual test to prove to the purchaser that the device meets certain conditions of its specification.

3.14.4 *Commissioning test*

A test on a device or equipment, carried out on site, to prove the correctness of installation and operation.

NOTE - For this test, the equipment has to be installed and connected to all associated equipment necessary for its intended function on site.

3.15 *Manufacturer and purchaser*

The term "manufacturer" includes the designer of the equipment. The term "purchaser" includes the user of the equipment.

CHAPITRE II: CONCEPTION DES ÉQUIPEMENTS

4 Généralités

La fonction principale des moniteurs d'accident est de fournir des informations aux opérateurs de centrale pour les aider à prendre les mesures nécessaires pour minimiser les dommages pour la centrale, les risques pour l'équipe d'exploitation et les conséquences pour l'environnement, pendant et après un accident. Ces moniteurs peuvent aussi fournir des indications qui facilitent l'évaluation des conséquences de tout rejet d'activité dans l'environnement ou qui aident à la recherche de la cause et du développement de l'accident.

Le nombre et le type d'équipements de surveillance d'accident dépendent de la conception détaillée de la centrale, des analyses d'accident de la centrale et des prescriptions de l'autorité réglementaire responsable.

Dans tous les cas, il est toutefois essentiel de s'assurer que l'étendue de mesure et les conditions d'environnement pour lesquelles sont conçus les moniteurs d'accident incluent bien les conditions accidentelles et post-accidentelles dans lesquelles ces moniteurs sont destinés à fonctionner y compris le fonctionnement post-accidentel.

Pour satisfaire aux prescriptions de la présente norme, il n'est pas toujours nécessaire d'équiper de dispositifs supplémentaires les ensembles prévus pour la surveillance normale. Une variante acceptable peut permettre d'augmenter le niveau et de qualifier les ensembles normaux de surveillance pour qu'ils satisfassent aux prescriptions pour les situations accidentelles et post-accidentelles. Cependant, il est important que ces augmentations de niveau ne perturbent pas le fonctionnement normal. Dans de tels cas, des précautions appropriées doivent être prises pour éviter toute dégradation de la fonction prescrite par la défaillance d'ensembles normaux associés.

Des prescriptions supplémentaires peuvent aussi s'avérer nécessaire par suite de l'association à d'autres systèmes. Des moniteurs peuvent être associés au système de protection du réacteur et doivent donc satisfaire aux prescriptions appropriées de la CEI. Il se peut également que des moniteurs doivent être reliés à un calculateur, les deux échangeant des informations.

NOTE - Les paramètres de conception nécessaires relèvent de la responsabilité conjointe du constructeur d'équipements et du concepteur de l'installation. Ce dernier est responsable des paramètres appropriés à la conception du réacteur et au cas de sûreté considéré. Le constructeur est responsable de la conformité de conception des moniteurs aux prescriptions.

5 Paramètres surveillés

Comme indiqué précédemment, l'importance et la conception de la surveillance d'accident sont fonction de la conception de l'installation, des évaluations de sûreté et des prescriptions nationales réglementaires.

Les autres parties de la norme portant sur les types particuliers de mesure fournissent des informations plus détaillées (voir article 1).

6 Emplacement et conditions d'environnement

L'emplacement des ensembles est choisi de manière à minimiser les conditions extrêmes auxquelles les moniteurs seront exposés, sous réserve que ceux-ci soient situés de façon convenable quand au paramètre à mesurer. Néanmoins, pendant et après un accident, il est nécessaire qu'au moins certaines parties des ensembles soient conçues pour des conditions extrêmes d'environnement (par exemple, ensembles de détection contenus dans l'enceinte de confinement soumis à des températures, pressions et humidité élevées) et celles-ci doivent être spécifiées par le concepteur de l'installation.

CHAPTER II: EQUIPMENT DESIGN

4 General

The primary purpose of accident monitors is to provide information to the plant operators which will assist them in taking appropriate actions to minimize damage to the plant, hazards to operators and consequences to the environment during and following an accident. These monitors may also provide information which will facilitate an assessment of the consequences of any release of activity to the environment or assist in investigation of the cause and progress of the accident.

The number and types of accident monitoring equipment are dependent on the detailed plant design, the plant accident analyses and the requirements of the responsible regulatory authority.

In all cases, however, it is essential to establish that the range of measurements and the environmental conditions for which the accident monitors are designed adequately encompass the accident and post-accident conditions for which the monitors are intended to function, including extended post-accident operation.

To meet the requirements of this standard, it may not be necessary to provide additional equipment to that intended for routine monitoring. An acceptable alternative may be to upgrade and qualify routine monitoring equipment to satisfy the requirements for accident and post-accident monitoring. However, it is important that such upgrades do not adversely affect normal operation performance. In such cases, appropriate precautions shall be taken to ensure that the required function is not degraded by failures of associated normal operation equipment.

Additional requirements may also arise from association with other systems. Monitors may be associated with the reactor protection system and would then need to conform to relevant IEC requirements. Monitors may also be required to interface with computer equipment, both sending and receiving relevant information.

NOTE - The necessary design parameters are the joint responsibility of the equipment manufacturer and the plant designer. The plant designer is responsible for defining the parameters appropriate for the reactor design and safety case. The manufacturer is responsible for ensuring that the monitor design is adequate to meet the agreed requirements.

5 Parameters to be monitored

As already indicated, the extent and design of accident monitoring is dependent on plant design, safety assessments and national regulatory requirements.

Other parts of the standard dealing with particular types of measurement (see clause 1) give more detailed guidance.

6 Location and environmental conditions

Within the overall constraint that equipment shall be located as appropriate to the parameter being measured, it is to be expected that equipment locations will be chosen to minimize the extremity of conditions to which the monitors will be exposed. Nevertheless, during and after an accident, at least parts of the equipment will require to be designed for extreme environmental conditions (e.g. detection assemblies and interconnecting cables inside a primary containment would be subject to high temperatures, pressures and humidity) and these shall be specified by the plant designer.

Dans la mesure du possible, les ensembles de commande et de mesure seront installés dans des environnements suffisamment contrôlés et la conception des ensembles doit donc permettre leur installation dans un endroit éloigné de celui de l'ensemble de détection; les distances dépendent de l'application, mais peuvent être de plusieurs centaines de mètres. La longueur réelle des câbles doit être spécifiée en accord avec les prescriptions de la fonction de l'ensemble. Certains ensembles importants peuvent nécessiter une qualification de tenue aux conditions de séisme et le concepteur de l'installation doit indiquer les prescriptions applicables pour ces ensembles, y compris les niveaux sismiques prévus.

7 Identification des paramètres de conception

Compte tenu des facteurs indiqués dans l'article 5 et du grand nombre de prescriptions applicables aux moniteurs d'accidents, il n'est pas raisonnable d'élaborer une recommandation complète pour chaque type d'ensemble spécifique de surveillance.

Néanmoins, pour chaque moniteur, au moins les prescriptions de conception suivantes doivent être identifiées:

- a) gamme des paramètres de rayonnement à surveiller;
- b) précision des mesures;
- c) temps de réponse;
- d) intervalle de temps pendant lequel la mesure est nécessaire;
- e) conditions d'environnement locales pour lesquelles les différents constituants du moniteur doivent fonctionner;
- f) nature de l'affichage (par exemple, activité spécifique, débit de dose, dose intégrée, etc.);
- g) nombre de signaux analogiques et/ou numériques transmis à distance, vers la salle de commande par exemple (quand les signaux peuvent servir comme grandeurs d'entrée dans des systèmes informatiques);
- h) distribution spatiale des détecteurs;
- i) réponse appropriée en énergie des détecteurs en relation avec le spectre d'énergie des rayonnements prévus;
- j) classe de sûreté;
- k) interactions nécessaires homme/machine (par exemple, conception de systèmes pour faciliter les réparations et la maintenance, clarté de l'affichage, suppressions des indications erronées).

8 Caractéristiques de mesure

8.1 *Echelle dynamique*

L'échelle dynamique de l'ensemble doit être appropriée à son application particulière et être spécifiée par le concepteur de l'installation en respectant les prescriptions réglementaires.

8.2 *Activité minimale détectable*

L'activité minimale détectable (AMD) requise dépend de l'application particulière et est fonction des réglementations locales et de la conception de la centrale; elle doit être spécifiée par le concepteur de l'installation. Le constructeur doit indiquer l'activité minimale détectable prévue pour les nucléides considérés, compte tenu d'un bruit de fond gamma ambiant au niveau de l'ensemble détecteur, et en tenant compte de toutes les possibilités offertes par le moniteur pour fournir une indication dans l'étendue de mesure.

As far as is practicable, control and measurement assemblies will be located in reasonably controlled environments and equipment designs shall therefore be such as to allow the control and measurement assembly to be mounted remote from the detection assembly; the distances involved will depend on the application but may be up to several hundred meters. The actual cable lengths shall be specified in accordance with the requirements of the equipment function. Some essential equipment may require to be qualified for seismic conditions and the plant designer shall specify the requirements, including assumed seismic levels, for such equipment.

7 Identification of design parameters

Bearing in mind the factors discussed in clause 5 and the wide range of requirements existing for accident monitors, it is not reasonable to provide a comprehensive recommendation for every possible specific monitor equipment.

Nevertheless, for each monitor, at least the following design requirements shall be identified:

- a) range of radiation parameter to be monitored;
- b) accuracy of the measurement;
- c) response time;
- d) time interval during which the measurement is needed;
- e) local environmental conditions in which the different components of the monitor have to operate ;
- f) form of information display (e.g. specific activity, dose rate, integrated dose, etc.);
- g) the extent of digital and/or analogue signal transmission to remote locations such as the control room (where the signals may be used as an input to a comprehensive data processing system);
- h) spatial distribution of sensors;
- i) appropriate energy response of detector in relation to expected radiation energy spectrum;
- j) safety classification;
- k) necessary man/machine interaction (e.g. design provisions to facilitate repair and maintenance, clarity of display, avoidance of anomalous indications).

8 Measurement characteristics

8.1 Range of measurement

The range of measurement of the equipment shall be appropriate to the particular application and be specified by the plant designer taking account of regulatory requirements.

8.2 Minimum detectable activity

The required minimum detectable activity (MDA) will depend on the particular application and be subject to local regulations and plant design; it shall be specified by the plant designer. The manufacturer shall specify the achievable minimum detectable activity for nuclides of interest, as a function of the ambient gamma background at the detector assembly, taking account of any provisions incorporated to provide an on-scale indication on the monitor.

8.3 *Etendue de mesure effective*

Pour les ensembles à échelle linéaire, l'étendue de mesure effective doit couvrir la zone de 10% à 100% de chaque calibre.

Pour les ensembles à échelle logarithmique, l'étendue de mesure effective doit être comprise entre le tiers de la plus faible décade significative et le maximum de l'échelle.

Pour les ensembles à échelle numérique, l'étendue de mesure doit être comprise entre le début de la deuxième décade significative la plus faible (avec deux chiffres significatifs) et le maximum de l'indication disponible.

8.4 *Fonctionnement en surcharge*

Il est nécessaire de déterminer une limite supérieure pour le niveau de dose ou d'activité, pour les besoins de la conception. Il convient que de telles limites fassent l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur. A l'intérieur de ces limites, le détecteur et son unité de traitement électronique doivent, si possible, être conçus de manière à ce que l'indication ne marque pas de diminution ou de chute à zéro, lorsqu'ils sont "exposés" à des débits de dose de rayonnements au-delà de l'étendue de mesure. Après une telle exposition au-delà de l'étendue de mesure, le détecteur et son unité de traitement électronique doivent retrouver leurs performances dans les limites du temps de réponse de l'électronique.

9 **Caractéristiques d'indication**

9.1 *Graduation de l'échelle*

L'échelle de lecture doit être graduée en unités appropriées à la technique de mesure et l'indication doit être donnée en activité ou dose (débit). En l'absence d'un étalonnage non ambigu de ces grandeurs, il faut également donner une indication supplémentaire en termes des grandeurs directement mesurées (par exemple, ampères ou coups par seconde).

9.2 *Type de visualisation*

Le choix entre l'échelle linéaire et l'échelle logarithmique ou l'affichage numérique doit être approprié à la fonction de l'ensemble. En général, il est préférable de choisir l'échelle logarithmique ou l'affichage numérique; à moins d'une raison particulière, le choix de l'échelle linéaire n'est pas recommandé.

Pour les ensembles à échelle pratiquement linéaire, l'étendue de mesure doit pouvoir être modifiée de telle façon que le rapport entre les échelles de mesure ne dépasse pas 10.

Lorsque les conditions accidentelles sont telles qu'il existe d'importantes variations dans la lecture, la commutation manuelle des échelles de mesure ne doit pas être permise, sauf accord particulier.

En cas de commutation automatique des échelles de mesure, une indication de l'échelle de mesure utilisée est nécessaire.

10 **Fiabilité**

Tous les ensembles doivent être conçus de manière à être d'une fiabilité appropriée en tenant compte du service défini et des prescriptions de redondance (il convient, par exemple, que les ensembles connectés à un système de protection du réacteur soient d'une fiabilité équivalente à celle du reste du système).

8.3 *Effective range of measurement*

For assemblies with linear scales, the effective range of measurement shall be between 10% and 100% of each range.

For assemblies with a logarithmic scale, the effective range shall be between one-third of the least significant decade and full scale.

For assemblies with digital indication the effective range shall be from the start of the second least significant decade (i.e. two digits indicated) to the full range of indication available.

8.4 *Overload performance*

It will be necessary to set some upper limit to the dose (rate) or activity level for the purpose of design. Such limits should be agreed between manufacturer and purchaser. Within these limits, the detector and associated electronic processing unit shall, as far as practicable, be designed such that, when exposed to activity or dose (rate) beyond the measuring range, the indication does not decrease or fall to zero. Following such exposure beyond the measuring range, the detector and its electronic processing unit shall recover within the constraint of the electronic time constants.

9 **Indication characteristics**

9.1 *Scale graduation*

The reading scale shall be graduated in units appropriate to the measurement technique and the indication shall be of activities or doses (rates). In the absence of an unambiguous calibration in terms of such quantities, additional indication in units of directly measured quantities (e.g. amperes or counts per second) shall also be provided.

9.2 *Type of display*

The choice between logarithmic and linear scales or digital displays shall be appropriate to the purpose of the equipment. Logarithmic scales or digital displays are generally preferred and linear scales are not recommended unless there is a specially identified reason for their use.

In the case of assemblies provided with essentially linear scales, it shall be possible to change the range of measurement in such a way that the scaling factors do not exceed 10.

In cases where the accident conditions are such as to give rise to large variations in reading, manual switching between ranges shall not be used except by special agreement.

In the case of automatic change of scale, an indication of the scale in use shall be provided.

10 **Reliability**

All equipment shall be designed to an appropriate standard of reliability taking account of the defined duty and any redundancy requirements (e.g. equipment connected to a reactor protection system would be of commensurate reliability to the rest of that system).

Il faut prouver de façon satisfaisante, en tenant compte d'une maintenance planifiée appropriée, que la moyenne des temps de bon fonctionnement (MTBF) est d'au moins 20 000 h. Dans des conditions normales, si la valeur de la MTBF s'obtient par une estimation théorique, les données de base utilisables doivent être approuvées par le constructeur et l'acheteur.

De plus, l'ensemble doit être conçu de façon à survivre aux conditions d'accident spécifiées et fonctionner de façon satisfaisante au moins pendant 100 jours après l'accident, sauf mention contraire du concepteur de l'installation. Celui-ci peut par exemple spécifier des changements dans la durée de survie, soit en raison des prescriptions de son cas de sûreté, soit si les possibilités d'accès à l'équipement permettent une réparation.

Le constructeur doit spécifier la fréquence des opérations de maintenance de routine nécessaire et décrire en détail chaque procédure de maintenance. Ces prescriptions de maintenance doivent être réduites au minimum acceptable.

L'ensemble doit, dans la mesure du possible, être conçu pour être "sûr", de façon, par exemple, qu'une interruption de l'alimentation électrique ou la défaillance d'un composant provoquant la perte de l'indication actionne une alarme de défaut.

11 Caractéristiques du débit de fluide

Lorsque la conception du moniteur d'accident prévoit un système de débit de fluide, les prescriptions suivantes doivent être observées.

11.1 Pompe

Lorsqu'une pompe fait partie intégrante de l'équipement, les prescriptions suivantes doivent être observées.

11.1.1 Positionnement

S'il existe un risque de dépôt de l'activité en question dans la pompe, cette dernière doit être placée en aval de tout filtre ou de tout organe de mesure.

11.1.2 Maintenance

La pompe doit pouvoir fonctionner en permanence entre les opérations de maintenance programmées et dans des conditions d'accident prévues. La fréquence de ces opérations doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur, mais en général, elle ne doit pas dépasser une fois par trimestre. La conception de l'ensemble doit permettre un accès facile à la pompe et à ses parties interchangeables. L'usage de pompes péristaltiques ou de pompes équipées d'un moteur électrique à collecteur n'est pas recommandé.

11.1.3 Dispositifs de sécurité

La pompe doit être équipée des dispositifs de sécurité de pression et de température nécessaires pour la protéger contre toute augmentation anormale de la température ou de la pression. Le fonctionnement de tout dispositif de sécurité doit être signalé à l'utilisateur par un signal d'alarme approprié.

11.1.4 Type

Dans les cas où la technique de mesurage est sensible au débit, la pompe doit être du type volumétrique et un système de contrôle et de régulation du débit doit être prévu, de telle façon que les variations de la perte de charge dans le circuit n'aient aucun effet significatif sur le débit.

Satisfactory evidence shall be provided that, subject to appropriate planned maintenance, the equipment has a mean time between failures (MTBF) of at least 20 000 h. Under normal conditions, where the basis of the MTBF figure is a theoretical assessment, the basic data used and the method of assessment shall be agreed between manufacturer and purchaser.

Additionally, the equipment shall be designed to survive the specified accident conditions and operate satisfactorily for at least 100 days after the accident, unless otherwise specified by the plant designer. The designer may, for example, specify variations in the survival time either because of the requirements of his safety case or because the accessibility of the equipment is such that repair is possible.

The manufacturer shall specify the periods between the necessary routine maintenance operations and fully describe each maintenance procedure. These maintenance requirements shall be kept to the minimum practicable.

The equipment shall be designed as far as practicable to be "fail safe", for example, so that interruption of power supplies or component failure causing loss of indication will result in actuation of a failure alarm.

11 Fluid flow characteristics

Where an accident monitor includes a fluid flow system as part of its design, the following requirements shall be satisfied.

11.1 Pump

Where a pump is an integral part of any assembly, the following requirements shall be met.

11.1.1 Pump location

If there is any possibility of the activity of interest depositing in the pump, it shall be placed downstream from any filter or measuring unit.

11.1.2 Pump maintenance

The pump shall be capable of continuous operation between scheduled maintenance operations and under foreseen accident conditions. The frequency of maintenance operations shall be agreed between the manufacturer and the purchaser, but generally shall not be more frequent than once every three months. The design shall provide for ease of access to the pump and its replaceable parts. The use of peristaltic pumps or pumps fitted with commutator electric motors is not recommended.

11.1.3 Pump safety devices

The pump shall be fitted with necessary pressure and temperature safety devices to protect it against any abnormal temperature or pressure increase. The operation of any such safety device shall be indicated to the user by a suitable alarm.

11.1.4 Type of pump

Where the measurement technique is sensitive to flow-rate, the pump shall be of the constant displacement type or an active flow control system shall be included so that variations in pressure drop in the system do not have a significant effect on the flow-rate.

11.2 Réglage du débit

11.2.1 Matériels sensibles au débit

S'il n'y a pas de pompe volumétrique, un dispositif de réglage du débit doit être prévu et doit avoir une étendue de réglage du débit suffisante pour tenir compte des variations des caractéristiques intrinsèques de la pompe et de tous les filtres utilisés.

11.2.2 Matériels non sensibles au débit

Les matériels qui nécessitent un débit, mais pour lesquels la valeur de celui-ci n'est pas critique, doivent être équipés de dispositifs de réglage suffisant pour maintenir le débit dans les limites définies comme adéquates pour les besoins de la mesure.

11.3 Mesure du débit

Un débitmètre à lecture directe et des alarmes convenables, doivent être prévus pour signaler toute variation excessive de débit. Le débit doit être mesuré après l'unité de filtration. Les mesures doivent être exprimées en unités SI de volume par unité de temps et les conditions effectives de mesures doivent être clairement précisées.

12 Signaux d'alarme

Les alarmes et les dispositifs d'indication doivent être appropriés à la fonction de l'ensemble comme spécifié par le concepteur de l'installation. Cependant, en l'absence de toute spécification contraire, les points suivants doivent être prévus.

Les circuits d'alarme de niveau haut, de niveau bas et de regroupement de défauts doivent donner des indications visuelles séparées sur l'ensemble de commande et de mesure. Des alarmes sonores peuvent être en plus prévues. Ces circuits d'alarme doivent en outre actionner deux jeux de contacts inverseurs (qui peuvent être communs aux alarmes de niveau bas et aux alarmes de défaut), pour l'utilisation avec des systèmes d'alarmes externes. Les contacts d'alarmes et les connexions doivent être prévus pour une utilisation jusqu'à 260 V (ou 130 V pour un équipement alimenté en 110 V) courant alternatif/courant continu. Les matériaux utilisés pour les contacts doivent être appropriés aux charges prévues et tensions de fonctionnement.

Chaque fois que cela est possible, les fonctions d'alarme doivent être munies de facilités d'essai pour permettre la vérification du fonctionnement de l'alarme. En cas d'alarmes réglables, la vérification doit être possible sur toute l'étendue de réglage avec indication du niveau réel de fonctionnement de l'alarme.

Les circuits d'alarme doivent être conçus, soit pour maintenir le signal d'alarme jusqu'à son acquittement par un dispositif de remise à zéro, soit pour se réarmer automatiquement lorsque le signal d'alarme disparaît. Les deux modes de fonctionnement doivent être possibles par simple modification sur l'équipement lui-même.

12.1 Signaux d'alarme de dépassement (niveau haut)

Au moins un point d'alarme réglable doit être prévu, réglable entre au moins 10% et 90% de l'échelle de lecture (échelles linéaires) et entre 50% de la décade la plus basse et 90% de la décade la plus haute (échelles logarithmiques) ou entre 10% de la seconde décade significative et 90% de la décade la plus haute (indications numériques).

11.2 *Flow control*

11.2.1 *Equipment sensitive to flow-rate*

If a constant displacement pump is not fitted, a flow-rate control device shall be provided which has a flow-rate adjustment range sufficient to allow for variations in the intrinsic characteristics of the pump and any filters used.

11.2.2 *Equipment not sensitive to flow-rate*

Equipment which requires a flow, but for which the flow value is not critical, shall be fitted with sufficient flow control facilities to maintain the flow between limits defined as adequate for the purpose of the measurement.

11.3 *Flow measurement*

A flow-rate meter of the direct reading type shall be provided and suitable flow alarms shall be provided for warning of any excessive variation of flow. The flow-rate shall be measured after a filter unit. The measurement shall be expressed in appropriate SI units of volume per unit time and the conditions at which the measurement is made shall be clearly indicated.

12 **Alarms**

The alarm and indication facilities shall be appropriate to the purpose of the equipment as specified by the plant designer. However, in the absence of any specification to the contrary, the following shall be provided.

High level, low level and grouped fault alarm circuits shall give separate local visual indication on the control and measurement assembly. Audible alarms may be provided in addition. These alarm circuits shall also operate two sets of changeover contacts (which may be common for low level and fault alarms) for use with external alarms. The alarm contacts and connections shall be suitable for use at up to 260 V (or 130 V for equipment utilizing 110 V supply) a.c./d.c. Contact materials shall be appropriate for expected loads and operating voltages.

As far as practicable, alarm functions shall be provided with test facilities to allow checking of alarm operation. In the case of adjustable alarms, checking shall be possible over the range of adjustment, with indication of the actual alarm operation point.

Alarm circuits shall be operable either to hold an alarm condition until specifically reset to zero by a reset control or to auto-reset when the alarm state disappears. The two modes of operation shall be available by simple modification on all equipment.

12.1 *High level alarms*

At least one adjustable alarm set point shall be provided, adjustable over at least 10% to 90% of scale reading (linear scales), from 50% of the lowest decade to 90% of the highest decade (logarithmic scales), or from 10% of the second least significant decade to 90% of the highest decade (digital display).

12.2 Signaux d'alarme de défaut (niveau bas)

Une alarme doit pouvoir être déclenchée en dessous de 10% de l'échelle de mesure la plus basse (échelles linéaires) ou sur toute la décade la plus basse (échelles logarithmiques ou indications numériques). Elle peut faire partie d'un système d'alarme de défaut par indication d'une perte de comptage du bruit de fond. Une source radioactive doit être incorporée dans l'équipement si nécessaire, pour donner une lecture normale au-dessus de ce niveau d'alarme.

12.3 Alarmes de défaut

Les alarmes suivantes doivent être prévues:

- a) Alarme signalant le plus grand nombre possible de défauts de l'électronique de mesure ou du système mécanique. Chaque fois que cela est possible, une indication de l'origine du défaut doit être donnée séparément.
- b) Alarme signalant la perte des fonctions principales (par exemple, circulation du fluide de refroidissement du détecteur) ou le niveau bas d'un réservoir de fluide de refroidissement essentiel.

13 Indications de fonctionnement

En plus de l'affichage de la mesure, les indications de fonctionnement suivantes doivent être fournies sur le matériel et, si nécessaire, ailleurs dans la centrale:

- mise sous tension générale;
- mise en service de la pompe, lorsque cela est applicable;
- circulation du fluide de refroidissement et /ou le niveau du réservoir pour le système de refroidissement du détecteur, si applicable;
- absence de défaut sur le matériel (c'est-à-dire qu'aucune alarme de défaut n'est déclenchée);
- basculement d'alimentation.

Si des fluides traversent l'ensemble, une indication débitmétrique appropriée doit être fournie.

L'équipement doit être muni d'une sortie permettant une indication à distance et doit pouvoir être relié à des dispositifs externes spécifiés (par exemple, compteur d'indication, enregistreur lumineux, enregistreur magnétique, imprimante, système d'ordinateur, système de radiotélémétrie).

14 Dispositions pour essais périodiques

Des dispositions doivent être prises pour permettre à l'utilisateur d'effectuer des essais périodiques de bon fonctionnement de l'ensemble, comprenant les étalonnages et la vérification de linéarité des échelles. Ces dispositions doivent normalement permettre que les vérifications soient effectuées à partir de l'ensemble de commande et de mesure.

La vérification de l'étalonnage de l'ensemble doit être possible en deux points représentatifs de l'étendue de mesure, par exemple, dans le cas d'une échelle logarithmique, à environ 25% et 75% de la déviation angulaire de l'échelle. Ce contrôle doit être effectué par utilisation d'une source radioactive appropriée afin de vérifier au moins un point. Le second point d'étalonnage peut être contrôlé électroniquement.

15 Dispositions pour la mise en service et la maintenance

Tous les ensembles électroniques doivent comporter un nombre suffisant de points d'essai identifiés facilement accessibles pour faciliter la mise au point et la localisation du défaut, si nécessaire avec des dispositifs de maintenance tels que cartes imprimées d'extension et câbles de raccordement. Tout outillage spécifique d'entretien et un manuel de maintenance satisfaisant doivent être prévus.

12.2 Low level alarms

An alarm shall be operable over the lowest 10% of scale reading (linear scale) or over the whole of the lowest decade (logarithmic scales or digital display), which may form part of a failure alarm system by indicating loss of background count rate. A radioactive source shall be incorporated in the equipment if necessary to give a normal reading above this alarm level.

12.3 Fault alarms

The following alarms shall be provided:

- a) An alarm that indicates as many electronic circuit or mechanical system faults as possible. Wherever reasonably practicable, separate indication of the source of the fault shall be given.
- b) An alarm to indicate loss of essential service (e.g. detector coolant flow) or a low level in an essential coolant reservoir.

13 Indication facilities

In addition to the visual display of the measured value, operational indication shall be provided on the equipment, together with appropriate outputs to allow indication elsewhere in the plant for the following :

- power on;
- pump on, if appropriate;
- coolant flow and/or reservoir level for the detector cooling system, if appropriate;
- equipment in fault-free conditions (no fault alarm operated);
- occurrence of power supply changeover.

Where fluids flow through the equipment, then appropriate flow-rate indication shall be provided.

An output shall be provided permitting remote indication and capable of interfacing to specified external devices (e.g. indicating meter, indicating recorder, magnetic tape recorder, printer, computer system, radio telemetry system).

14 Provisions for operational testing

Provisions shall be made to allow the user to carry out a periodic check of the satisfactory operation of the assembly, including calibrations and scale linearity. These provisions shall normally allow the checks to be carried out from the control and measurement assembly.

It shall be possible to check the calibration of the assembly at two representative points on the measurement range. For example, in the case of a logarithmically scaled assembly, at approximately 25% and 75% of scale angular deflection. This check shall be carried out using a suitable radioactive source in order to check at least one point. The second calibration point may be checked electronically.

15 Provisions for commissioning and maintenance

All electronic equipment shall be provided with sufficient easily accessible identified test points to facilitate setting up and fault location, together with, where necessary, maintenance aids such as extension printed wiring boards and jumper leads. Any special maintenance tools and a satisfactory maintenance manual shall be supplied.

La conception de tout l'équipement doit être de nature à faciliter les réparations et la maintenance.

16 Ensemble de détection (ou de prélèvement et de détection)

L'ensemble comprend essentiellement un ou plusieurs détecteurs de rayonnement et, pour les moniteurs d'activité de fluide, un ou plusieurs des sous-ensembles et éléments fonctionnels suivants:

- canalisations de prélèvement et de rejet;
- dispositifs à retard permettant la décroissance des radionucléides parasites à vie brève;
- dispositifs de prélèvement d'échantillons pour analyses en laboratoire;
- dispositifs de contrôle des sources d'essai solides;
- dispositifs d'essais avec des gaz ou des liquides radioactifs ou des sources solides équivalentes;
- dispositifs de refroidissement du détecteur;
- cellule de prélèvement;
- dispositif de rétention des aérosols;
- dispositif de déplacement du filtre;
- dispositifs de protection contre le rayonnement gamma ambiant;
- surveillance du débit et dispositifs de commande;
- pompe.

L'ensemble de détection ou de prélèvement et de détection doit être construit de façon à minimiser l'accumulation de la contamination dans la mesure du possible et doit être conçu pour faciliter sa décontamination lorsque cela devient nécessaire. Les surfaces extérieures doivent être spécialement traitées pour permettre leur décontamination.

Dans certaines circonstances, un fluide peut contenir un mélange gazeux explosif. Lorsque cela peut arriver, l'ensemble doit être conçu pour empêcher que le fonctionnement de l'instrumentation provoque une inflammation du fluide. Le fluide peut aussi contenir des vapeurs chimiques nocives et corrosives; des aménagements spéciaux devront être prévus pour protéger les systèmes de mesure.

Quand le refroidissement du détecteur ou d'autres fonctions doivent être prévus à partir d'un réservoir local, ils ne doivent pas nécessiter une attention spéciale ou un remplacement d'une périodicité inférieure à huit jours.

Lorsque cela est applicable, l'ensemble de rétention de l'activité doit être conçu de manière à réduire le contournement du média filtrant.

17 Ensemble de mesure et de commande

L'ensemble de mesure et de commande comprend essentiellement les éléments suivants:

- sous-ensembles de commande et d'alimentation électrique de puissance;
- sous-ensembles électroniques de mesure;
- dispositif d'affichage de la mesure;
- signaux d'avertissement et systèmes d'alarme.

L'ensemble peut faire partie d'un affichage des rayonnements centralisé et/ou d'un tableau de contrôle. Dans ce cas, il doit pouvoir être installé dans des baies électroniques de dimensions normalisées.

The design of all equipment shall be such as to facilitate ease of repair and maintenance.

16 Detection assembly (or sampling and detection assembly)

The assembly includes one or more radiation detectors and, in the case of fluid activity monitors, one or more of the following sub-assemblies and functional units :

- sampling and exhaust pipes;
- delay devices for decay of short-lived potentially interfering nuclides;
- facilities for drawing samples for laboratory analysis;
- facilities for the control of solid check sources;
- facilities for tests with active gases or liquids or equivalent solid sources;
- detector cooling devices;
- sample cell;
- aerosol retention device;
- device for moving the filter ;
- ambient gamma radiation protection devices;
- flow-rate monitoring and control devices;
- pump.

The detection assembly or the sampling and detection assembly shall be constructed in such a manner that the build-up of contamination is reduced as much as possible and shall be designed to facilitate decontamination when this becomes necessary. External surfaces shall be specially treated to permit decontamination.

Under some circumstances, a fluid stream may contain an explosive mixture of gases. Where this may occur, the assembly shall be designed to prevent the possibility of ignition of the stream by the instrumentation. The fluid stream may also contain noxious and corrosive chemical material, and special arrangements will be required to protect measuring systems.

Where detector cooling or other services have to be provided from a local reservoir, these shall not require service attention or recharging more frequently than every eight days.

Where appropriate, the design of the activity retention assembly shall be such as to minimize by-passing of the collecting medium.

17 Control and measurement assembly

The control and measurement assembly includes essentially the following parts:

- electrical control and power supply sub-assemblies;
- electronic measuring sub-assemblies;
- measurement display unit;
- warning signals and alarm units.

The assembly may be associated with a central radiation display and/or control panel. In this case it shall be capable of being installed in electronic racks of standard dimensions.

18 Dispositifs de protection contre le rayonnement gamma ambiant

Ces dispositifs peuvent être destinés à réduire les effets parasites du rayonnement gamma ambiant sur la mesure. Ils sont de deux types:

- dispositifs de blindage;
- dispositifs électroniques.

L'un ou l'autre de ces dispositifs ou les deux peuvent être inclus dans l'ensemble selon la conception générale adoptée.

Il peut être convenu entre le constructeur et l'acheteur que le rayonnement significatif correspondant au bruit de fond est seulement celui provenant de directions définies ou de sources (cuves, canalisations, etc.). Dans de tels cas, la construction du blindage peut en tenir compte. En l'absence d'un tel accord, le blindage doit donner une atténuation du rayonnement virtuellement identique dans toutes les directions vues du volume sensible du détecteur, compte tenu des matériaux de structure de l'ensemble de détection et de la réponse angulaire du détecteur.

Si l'équipement ne peut être aisément retiré du blindage, celui-ci doit être facilement démontable et donc se composer d'éléments juxtaposables se recouvrant, de masse unitaire inférieure ou égale à 15 kg, sauf accord différent entre le constructeur et l'acheteur.

Lorsqu'un dispositif électronique comprenant des détecteurs supplémentaires est utilisé pour réduire l'effet du bruit de fond, ces détecteurs doivent être choisis et placés de façon à donner la meilleure compensation possible en tenant compte du spectre des énergies gamma et de la direction des rayonnements.

19 Niveau du bruit acoustique de l'ensemble

Le niveau du bruit acoustique de l'ensemble dépend essentiellement d'un sous-ensemble de prélèvement et de détection et, plus particulièrement, du fonctionnement du réseau de gaines de fluide et des vibrations qui en résultent.

Le constructeur doit choisir les différents constituants et concevoir l'ensemble de telle façon que le niveau de bruit acoustique soit réduit et conforme au type d'environnement pour lequel l'ensemble est conçu. Les niveaux de bruit doivent être spécifiés en accord avec les normes ISO appropriées (par exemple, ISO 532 et 1999).

20 Perturbations électriques

Toutes les précautions nécessaires doivent être prises contre les effets des perturbations électriques. En l'absence d'autres prescriptions, le matériel doit satisfaire à la CEI 801-1.

18 Ambient gamma radiation protection devices

These devices may be provided in order to reduce the effect of the ambient gamma radiation on the measurement. They are of two types:

- shielding devices;
- electronic devices.

Either or both types of protection device may be incorporated, as appropriate to the overall system design.

It may be agreed between the manufacturer and the purchaser that significant background radiation is only to be expected from defined directions or sources (vessels, pipes, etc.). In such cases, the construction of shielding may take this into account. In the absence of such agreement, shielding shall give a virtually identical radiation attenuation in all directions seen from the sensitive volume of the detector, taking into account the structural materials of the detection assembly, and the angular response of the detector.

If the equipment cannot easily be removed from the shielding, such shielding shall be easily removable, and shall therefore be constructed of juxtaposable and overlapping elements having a mass of 15 kg or less, unless otherwise agreed between manufacturer and purchaser.

When electronic techniques incorporating additional detectors are used to reduce the effect of background, these detectors shall be chosen and located to give the best practicable compensation, taking account of the range of gamma energies and the direction of the radiation.

19 Acoustic noise level of the assembly

The acoustic noise level of the assembly mainly arises from a sampling and detection sub-assembly and more particularly from the operation of a fluid duct system and the resultant vibration.

The manufacturer shall select the components and shall design the assembly so that the acoustic noise level is minimized and consistent with the type of environment for which the assembly is intended. Noise levels shall be specified in accordance with appropriate ISO standards (e.g. ISO 532 and 1999) .

20 Electrical interference

All necessary precautions shall be taken against the effects of electrical interference. In the absence of other requirements, the equipment shall comply with IEC 801-1.

CHAPITRE III: PROCÉDURES D'ESSAIS

21 Procédures générales d'essais

La présente norme traite des procédures générales d'essais applicables à tous les types de moniteurs d'accident. Sauf spécifications contraires, ces essais doivent être considérés comme des "essais de type", bien que certains d'entre eux ou tous puissent être considérés comme des "essais d'acceptation", par accord entre le constructeur et l'acheteur. Les prescriptions indiquées sont, en général, des prescriptions minimales et peuvent s'appliquer à tous les types particuliers d'équipement ou de fonctionnement.

Les procédures d'essais détaillées varieront en fonction des caractéristiques particulières de chaque type de moniteur et les prescriptions d'essais spécialisés sont données dans la norme appropriée traitant de chaque type de moniteur d'accident.

Les conditions normales d'essais sont indiquées au tableau I.

Les essais décrits dans la présente norme peuvent être classés selon qu'ils sont effectués dans les conditions normales d'essais ou dans d'autres conditions.

22 Essais effectués dans les conditions normales d'essais

Les essais effectués dans les conditions normales d'essais sont énumérés au tableau II qui indique, pour chaque caractéristique soumise à l'essai, les prescriptions suivant le paragraphe où la méthode d'essai correspondante est décrite.

23 Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence

Ces essais sont destinés à déterminer les effets des variations des grandeurs d'influence. Afin de faciliter l'exécution de ces essais, ceux-ci sont groupés en deux catégories:

- essais relatifs au circuit de fluide (lorsque cela s'applique);
- essais relatifs à la mesure et aux dispositifs d'alarme et de signalisation.

Les essais qui comportent deux catégories sont effectués indépendamment l'une de l'autre. Les essais relatifs aux unités de mesure, d'alarme et de signalisation sont indiqués dans le tableau III, ainsi que l'étendue de variation de chaque grandeur d'influence et les limites des variations correspondantes de l'indication de l'ensemble. Les essais du circuit de fluide sont indiqués dans le tableau IV, ainsi que la plage de variation de chaque grandeur d'influence et les limites des variations correspondantes des paramètres en essai.

Afin de contrôler l'effet de la variation de chacune des grandeurs d'influence indiquées dans les tableaux III et IV, toutes les autres doivent être maintenues dans les limites des conditions normales d'essais données au tableau I, à moins que d'autres conditions ne soient prescrites.

Afin de simplifier ces essais, pour chaque grandeur d'influence, il n'y a lieu d'exécuter qu'un seul essai de type. Cet essai doit mesurer l'effet de la variation spécifiée de la grandeur d'influence pour des doses (débits de dose) ou des niveaux d'activité correspondant approximativement à 50% de l'échelle de lecture sur chaque gamme ou décade, sauf sur la gamme ou décade la plus sensible.

Il faut noter que si le matériel comprend une méthode électronique de compensation contre les rayonnements ambiants tous les essais de l'ensemble de mesure doivent être effectués avec les circuits de compensation en service, et réglés conformément aux instructions du constructeur.

CHAPTER III: TEST PROCEDURES

21 General test procedures

General test procedures applicable to all types of accident monitors are covered in this standard. Except where otherwise specified, these are to be considered as "type tests", although any or all may be considered as "acceptance tests" by agreement between manufacturer and purchaser. The stated requirements are, in general, minimum requirements and may be extended for any particular equipment or function.

Detailed test procedures will vary in accordance with the particular characteristics of each type of monitor and specialized test requirements are given in the appropriate standards dealing with each type of accident monitor.

Standard test conditions are defined in Table I.

The tests described in this standard may be classified according to whether they are performed under standard test conditions or under other conditions.

22 Tests performed under standard test conditions

Tests which are performed under standard test conditions are listed in Table II which indicates, for each characteristic under test, the requirements according to the sub-clause where the corresponding test method is described.

23 Tests performed with variation of influence quantities

The object of these tests is to determine the effects of variations of the influence quantities. In order to facilitate the execution of these tests, they are grouped into two categories :

- tests relating to the fluid circuit (where applicable);
- tests relating to the measurement, alarm and indication devices.

These two categories of tests are carried out independently of each other. The tests relating to the measurement, alarm and indication units are shown in Table III with the range of variation of each influence quantity and the limits of the corresponding variations of the indication of the assembly. The tests of the fluid circuit are shown in Table IV with the range of variation of each influence quantity and the limits of the corresponding variations of the parameters under test.

In order to check the effects of the variation of each influence quantity listed in Tables III and IV, all the other influence quantities shall be maintained within the limits of the standard test conditions given in Table I, unless there are other requirements.

In order to simplify these tests, for each individual influence quantity, only a single type test need be performed. This test shall measure the effect of the specified change of influence quantity for dose (rate) or activity levels of approximately 50% of any one range or decade, except the most sensitive range or decade.

It shall be noted that, if an electronic method of compensation against ambient background radiation is included in the equipment, all tests of the measuring assembly shall be performed with the compensation circuits in operation and adjusted according to the manufacturer's instructions.

24 Fluctuations statistiques

Pour tout essai faisant appel aux rayonnements, si l'importance des fluctuations statistiques de l'indication, due à la nature aléatoire du rayonnement seul, représente une fraction significative de la variation de l'indication admise dans l'essai, un nombre suffisant de lectures doit 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 de telles lectures doivent être d'au moins trois fois le temps de réponse, afin de s'assurer que les lectures sont statistiquement indépendantes.

Ces prescriptions peuvent ne pas s'appliquer aux instruments numériques (voir 3.11).

25 Caractéristiques de fonctionnement

25.1 Réponse de référence

25.1.1 Prescriptions

Le constructeur doit indiquer la relation entre l'indication donnée par l'ensemble de mesure et la dose (débit) ou l'activité de référence quand l'ensemble fonctionne dans les conditions normales d'essais (tableau I) et est réglé conformément aux indications du constructeur.

25.1.2 Méthode d'essai

L'ensemble est mis en marche dans les conditions normales d'essais et réglé conformément aux indications du constructeur, sans source de rayonnement de référence.

L'indication due au bruit de fond est notée. L'ensemble est ensuite "exposé" à une source de référence appropriée, d'activité suffisante pour donner une lecture située approximativement au milieu de l'échelle, ou de la décade au-dessus de l'échelle ou de la décade la plus basse.

La valeur de R_{ref} , définie en 3.13, est calculée.

25.2 Précision de la réponse à une dose (débit) ou une activité donnée

Les prescriptions et les essais spécifiés sont relatifs aux performances de l'ensemble utilisant des sources d'essais appropriées préparées, dont les activités doivent être en rapport avec la dose (débit) ou l'activité réelle à mesurer. Les normes relatives à la précision de la relation entre les sources d'essai et les quantités de dose (débit) ou activité, peuvent dépendre de l'utilisation du moniteur.

Sauf spécification contraire, la norme de préparation des sources nécessaires aux essais doit cependant être telle que l'incertitude de l'activité ou du débit de dose conventionnellement vrai de chaque source soit meilleure que 10% en valeur absolue (ϵ_{SA}) et l'incertitude de l'activité ou du débit de dose entre sources de la même série d'essais (ϵ_{SR}) soit meilleure que 5%. Les sources d'essais doivent être contrôlées périodiquement par un laboratoire agréé.

25.2.1 Prescriptions

Dans les conditions normales d'essais, et après contrôle de l'étalonnage effectué selon les instructions du constructeur, l'erreur relative intrinsèque ne doit pas dépasser la valeur donnée au tableau II pour toute l'étendue de mesure comme spécifié en 8.3.

24 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.

This requirement may not apply to digital instruments (see 3.11).

25 Performance characteristics

25.1 Reference response

25.1.1 Requirements

The manufacturer shall state the relationship between the indication given by the measuring assembly and the reference dose (rate) or activity when the equipment is operated under standard test conditions (Table I) and set up as defined by the manufacturer.

25.1.2 Test method

The assembly shall be operated under standard test conditions and set up as defined by the manufacturer with no reference radiation source present.

The background indication shall be noted. The assembly shall then be "exposed" to an appropriate reference source sufficient to give a reading approximately at the mid point of the scale or decade above the lowest scale or decade.

The value of R_{ref} shall be computed as defined in 3.13.

25.2 Accuracy of response to appropriate dose (rate) or activity

The requirements and specified tests relate to equipment performance using appropriate prepared test sources which shall be related to the actual dose (rates) or activities to be measured. Standards of accuracy of relationship of test sources to dose (rate) or activity quantities may vary with monitor application.

Unless otherwise specified, the standard of preparation of test sources used in the required tests shall, however, be such that the uncertainty in the conventionally true activity or dose rate from each source in absolute terms (ϵ_{SA}) is better than 10% and the uncertainty in the conventionally true activity (or dose rate) between sources of the same test set (ϵ_{SR}) is better than 5%. The test sources shall be traceable to a recognized standards laboratory.

25.2.1 Requirements

Under standard test conditions, with the calibration controls adjusted according to the manufacturer's instructions, the relative intrinsic error shall not exceed the value given in Table II over the whole of the effective range of measurement as specified in 8.3.

25.2.2 *Activité de la source d'essai*

L'essai doit être effectué avec des sources d'activité appropriée à l'équipement considéré.

Plusieurs sources radioactives de référence seront nécessaires pour couvrir l'étendue de mesure effective.

Les activités relatives des sources utilisées doivent être choisies de manière à obtenir l'indication appropriée dans chaque gamme de mesure, sauf lorsque des essais électroniques ont été acceptés (ensembles à échelles linéaires), ou dans chaque décade (ensembles à échelle logarithmique ou à indication numérique).

25.2.3 *Essais à effectuer*

Un essai de type doit être effectué sur au moins un ensemble d'un lot de production, et un essai de série doit être effectué sur chaque ensemble.

25.2.4 *Méthode d'essai*

Les prescriptions relatives aux essais tant de type que de série nécessitent un certain nombre d'essais de rayonnement. Ces essais sont spécifiés ci-après. Les autres essais prescrits peuvent être exécutés en utilisant des rayonnements, mais, afin de limiter le nombre de sources nécessaires, ces essais peuvent être effectués électroniquement. Dans ce dernier cas, l'ensemble peut être essayé par injection de signaux électroniques appropriés à l'entrée normale de l'ensemble. La valeur des signaux injectés doit être connue avec la même précision que pour les sources.

A. *Essai de type*

Pour les ensembles à échelle pratiquement linéaire, l'essai avec source radioactive doit être effectué en un point au moins sur chaque échelle de mesure à environ 25% de l'échelle la plus basse, 75% de l'échelle la plus élevée et environ 50% pour les autres échelles. Les essais électroniques peuvent être substitués aux essais avec sources pour les gammes intermédiaires, après accord entre le constructeur et l'acheteur. Les essais avec sources radioactives ou injection de signaux électroniques doivent être effectués à environ 25%, 50% et 75% de chaque échelle.

Pour les ensembles à échelle non linéaire ou à indication numérique, l'essai avec source radioactive doit être effectué en un point au moins, environ au point médian de chaque décade, excepté pour la décade supérieure où l'essai doit être effectué à environ 75%. Les essais électroniques peuvent être substitués aux essais avec sources pour des gammes ou décades intermédiaires, après accord entre le constructeur et l'acheteur. Les essais avec sources radioactives ou injection de signaux électroniques doivent être effectués à environ 25%, 50% et 75% de chaque décade.

B. *Essai individuel de série*

Pour les ensembles à échelle linéaire, l'essai avec sources radioactives de l'échelle doit être effectué en un point au moins d'une gamme, à environ 50% de la déviation maximale. Les essais avec sources radioactives ou injection de signaux électroniques doivent être effectués pour des valeurs correspondantes sur toutes les autres gammes.

Pour les ensembles à échelle non linéaire ou à indication numérique, l'essai avec sources radioactives doit être effectué en un point au moins d'une décade. Les essais avec sources radioactives ou injection de signaux électroniques doivent être effectués en un point sur toutes les autres décades.

25.2.2 Test source activity

The test shall be performed with sources of activity appropriate to the equipment concerned.

More than one reference activity source will be required in order to cover the effective range of measurement.

The relative activities of the sources used shall be such that, except where electronic tests have been agreed, an appropriate indication is obtained in each range (for assemblies with linear scales) or each decade (for assemblies with logarithmic scales or digital display).

25.2.3 Tests to be carried out

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.

25.2.4 Test method

A certain number of radiation tests are required to meet both type test and routine test requirements. These are specified below. The remaining test requirements may be carried out using radiation, but, in order to limit the number of sources required, these tests may be carried out electronically. In the latter case, the assembly may be tested by injection of suitable electronic signals into the normal input point of the assembly. The value of the injected signals shall be known to the same accuracy as defined for the test sources.

A. Type test

For assemblies with essentially linear scales, the source test shall be performed on at least one point on each range at about 25% of the lowest range, 75% of the highest range and about 50% of the other ranges. By agreement between manufacturer and purchaser, electronic tests may be substituted for intermediate ranges. Source or electronic tests shall be carried out at about 25%, 50% and 75% of each range.

For assemblies with non-linear scales, or digital display, the source test shall be performed on at least one point, at approximately the mid point of each decade except the highest where the test should be at about 75%. By agreement between manufacturer and purchaser, electronic tests may be substituted for intermediate ranges or decades. Source or electronic tests shall be carried out at 25%, 50% and 75% of each decade.

B. Routine test

For assemblies with linear scales, a source test shall be performed on at least one point on one range at about 50% of full-scale deflection. Source tests or equivalent electronic tests shall be performed for corresponding values on all other ranges.

For assemblies with non-linear scales, or digital display, a source test shall be performed at about the mid point of at least one decade. Source tests or equivalent electronic tests shall be performed at about the mid point of all the other decades.

25.2.5 Expression des résultats

Les résultats des essais doivent être exprimés en erreur relative intrinsèque E , exprimée en pourcentage, donnée par la relation:

$$E = \frac{A_i - A_t}{A_t} 100\%$$

où:

A_i = niveau d'activité ou de dose (débit) indiqué

A_t = niveau d'activité ou de dose (débit) conventionnellement vrai

Les prescriptions du 25.2.1 peuvent être considérées comme étant respectées si:

- a) les différences entre deux quelconques des valeurs observées de E ne dépassent pas $2(E_i + \epsilon_{SR})$, et
- b) aucune valeur observée de E ne dépasse $(E_i + \epsilon_{SA})$

où:

E_i = précision exigée pour l'indication (erreur relative intrinsèque) (%) donnée au tableau II

ϵ_{SA} = incertitude absolue de la dose (débit) conventionnellement vrai de la source d'essai (%)

ϵ_{SR} = incertitude relative de la dose (débit) ou de la source d'essai par rapport à d'autres doses (débits) ou d'autres sources de l'essai (%)

25.3 Réponse au rayonnement gamma ambiant

25.3.1 Prescriptions

Il existe généralement une relation entre la réponse au rayonnement gamma ambiant et l'activité minimale détectable, et les prescriptions correspondantes dépendent de l'utilisation particulière à l'installation. La réponse de l'ensemble au rayonnement gamma ambiant ainsi que la dose minimale (débit) ou activité détectable doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur.

Le constructeur doit indiquer la dose (débit) ou activité minimale détectable (définie en 3.6) comme dans les conditions normales d'essais. Le constructeur doit aussi indiquer la dose (débit) ou activité minimale détectable et la valeur maximale de l'indication (dose apparente, débit ou activité) de l'ensemble, quand le détecteur, équipé de ses dispositifs de protection contre le rayonnement gamma ambiant, est soumis, dans une configuration géométrique spécifiée par le constructeur, à un débit de dose absorbée dans l'air dû à une source de ^{137}Cs . Sauf accord contraire entre le constructeur et l'acheteur, la réponse à l'exposition gamma provenant de toute autre direction et d'énergie pouvant atteindre 1,3 MeV (^{60}Co) ne doit pas dépasser deux fois la valeur maximale de l'indication de mesure spécifiée ci-dessus. Le débit de dose d'essai doit être adapté à la fonction du moniteur d'accident et faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur.

25.3.2 Méthode d'essai

L'ensemble doit être mis en fonctionnement dans les conditions normales d'essais, sans aucune source radioactive, et l'indication due au "bruit de fond" doit être notée. L'activité minimale détectable doit être calculée et doit être conforme aux spécifications du constructeur.

25.2.5 Expression of results

The results of the tests shall be expressed as the relative intrinsic error, E , expressed as a percentage, given by the relationship:

$$E = \frac{A_i - A_t}{A_t} \times 100\%$$

where :

A_i = indicated activity or dose (rate) level

A_t = conventionally true activity or dose (rate) level

The requirements of 25.2.1 may be considered to be met if:

- a) the difference between any of the observed values of E does not exceed $2(E_i + \epsilon_{SR})$ and
- b) no single observed value of E exceeds $(E_i + \epsilon_{SA})$

where:

E_i = required accuracy of indication (relative intrinsic error) (%) given in Table II

ϵ_{SA} = absolute uncertainty of conventionally true dose (rate) or activity of the test source (%)

ϵ_{SR} = relative uncertainty of the test dose (rate) or source to other dose (rate) or sources in the test set (%)

25.3 Response to ambient gamma radiation

25.3.1 Requirements

There is generally a relationship between the response to ambient gamma radiation and the minimum detectable activity, and the requirement for both depends on the particular plant application. The response of the assembly to ambient gamma radiation, as well as the minimum detectable dose (rate) or activity, shall be agreed between manufacturer and purchaser.

The manufacturer shall state the minimum detectable dose (rate) or activity (as defined in 3.6) under standard test conditions. The manufacturer shall also state minimum detectable dose (rate) or activity and the maximum value of the reading [apparent dose (rate) or activity] of the measurement assembly, when the detector, fitted with its ambient gamma radiation protection devices, is exposed in a geometry specified by the manufacturer to an external gamma dose rate due to ^{137}Cs . Unless otherwise agreed between manufacturer and purchaser, the response to gamma exposure from any other direction and of any gamma energy up to 1.3 MeV (^{60}Co) shall not exceed twice the maximum reading value specified (above). The test dose rate shall be appropriate to the function of the accident monitor and be agreed between manufacturer and purchaser.

25.3.2 Test method

The equipment shall be operated under standard test conditions with no radioactive source present and the "background" indication shall be determined. The minimum detectable activity shall be computed and shall conform to the manufacturer's specifications.

A l'aide d'une source de ^{137}Cs , positionner ensuite la source par rapport au détecteur de telle sorte que celui-ci se trouve à au moins 2 m de la source et que le débit de dose absorbée conventionnellement vrai dans l'air, en un point où est situé le détecteur en l'absence de l'ensemble, soit égal au débit de dose d'essai. L'orientation de l'appareil, par rapport à la direction du rayonnement émis par la source, doit être conforme aux spécifications du constructeur. Dans ces conditions, l'indication de l'ensemble de mesure ne doit pas dépasser la valeur spécifiée.

Le détecteur doit être aussi exposé dans un certain nombre d'autres orientations source-détecteur convenues entre le constructeur et l'acheteur. Pour chaque configuration, l'indication de l'ensemble de mesure ne doit pas dépasser la valeur spécifiée.

Renouveler l'essai ci-dessus dans la direction de référence source-détecteur, en utilisant des sources gamma de substitution convenues entre le constructeur et l'acheteur. L'indication de l'ensemble de mesure ne doit pas dépasser la valeur spécifiée.

25.4 Effet des autres rayonnements

Quand l'ensemble est utilisé pour la mesure d'un type donné de rayonnement en présence d'autres rayonnements, par exemple des neutrons et/ou des bêtas de haute énergie qui peuvent affecter la lecture, l'importance de cet effet et son degré d'acceptation dépendent de l'application et de la configuration de l'ensemble. Des prescriptions supplémentaires sont spécifiées dans les parties de la norme concernant les types particuliers de moniteurs.

25.5 Surcharge

25.5.1 Prescriptions

L'ensemble doit continuer à fournir une indication maximale et tous les signaux d'alarme à niveau haut doivent demeurer en état de "déclenchement", en cas d'"exposition" à un niveau d'activité supérieur à l'étendue de mesure. Après disparition de cette activité élevée d'"exposition", l'ensemble doit revenir aussi rapidement que possible à l'indication normale (dans les limites des constantes de temps de l'électronique) et doit en outre revenir, en un temps raisonnable, à un fonctionnement conforme aux prescriptions énoncées dans le reste de la présente norme.

Sauf spécifications contraires convenues, les essais suivants doivent être effectués.

25.5.2 Méthode d'essai

- a) Soumettre l'ensemble détecteur à une source d'activité appropriée pour donner une indication approximativement égale à 50% de l'étendue la plus sensible; noter l'indication.
- b) Soumettre l'ensemble détecteur à une source de rayonnement appropriée dont le niveau est égal à dix fois le niveau nécessaire pour obtenir l'indication maximale, ou obtenir seulement l'indication maximale, si le concepteur de la centrale considère qu'il n'est pas possible d'aller au-delà. Maintenir l'exposition pendant au moins 10 min, vérifier que l'ensemble reste à l'indication maximale et les signaux d'alarme de niveau haut restent "déclenchés".
- c) Supprimer la source d'activité et, après une période à définir par le constructeur et l'acheteur, mais généralement inférieure ou égale à deux fois la durée nécessaire à un retour à zéro effectif de l'indication, "exposer" l'ensemble détecteur à des conditions identiques à celles qui sont décrites en a). L'indication ne doit pas différer de plus de 10% de celle qui a été relevée à l'essai a).

Next, using a ^{137}Cs source, the source shall be positioned relative to the detector so that the source to detector distance is at least 2 m and the conventionally true absorbed dose rate in air at the detector position, with the assembly absent, is equal to the test dose rate. The orientation of the equipment with respect to the direction of radiation from the source shall be as specified by the manufacturer. Under these conditions, the reading of the measuring assembly shall not exceed the value specified.

The detector shall also be exposed in a number of other sources to detector orientations, as agreed between manufacturer and purchaser. The reading of the measurement assembly in each case shall not exceed the value specified.

Using alternative gamma radiation sources, agreed between manufacturer and purchaser, the ^{137}Cs source test above shall be repeated, with the reference source to detector orientation. The reading of the measurement assembly shall not exceed the value specified.

25.4 *Effect of other radiations*

When the assembly is used for measuring one type of radiation, other activities present, for example neutrons and/or high energy betas, may affect the reading. The extent to which this effect is present and is acceptable will depend on the application and the configuration of the assembly. Additional requirements are specified in those parts of this standard dealing with particular types of monitors.

25.5 *Overload*

25.5.1 *Requirements*

The equipment shall continue to indicate the maximum scale reading and all high level alarms shall remain "tripped" when the equipment is "exposed" to an activity level or dose (rate) above the measuring range. When the high "exposure" level is removed the equipment shall return to normal indication as rapidly as possible (within the constraints of electronic time constants) and, further, shall, within a reasonable period, operate in accordance with the specified requirements of the rest of this standard.

In the absence of otherwise agreed specifications, the following tests shall be carried out.

25.5.2 *Method of test*

- a) Subject the detector assembly to an appropriate source of activity to give a reading at approximately 50% of the most sensitive range; note the reading.
- b) Subject the detector assembly to an appropriate type of radiation source of activity ten times greater than that necessary to produce maximum scale reading, or sufficient to produce maximum scale reading if the plant designer agrees this cannot be exceeded. Maintain the exposure for at least 10 min and verify that the instrument maintains a maximum reading and high level alarms remain in a "tripped" state.
- c) Remove the source of activity and after a period to be agreed between manufacturer and purchaser, but generally of no more than twice the time required for the indication to return effectively to zero, "expose" the detector assembly under identical conditions as in test a) above. The reading shall not differ by more than 10% from the value then noted in test a).

25.6 Stabilité de l'indication

25.6.1 Prescriptions

Après un fonctionnement de l'ensemble pendant 1 h, l'indication relative à une source d'activité donnée ne doit pas varier dans les 500 h suivantes, de plus de 10% de la déviation angulaire maximale pour les appareils à échelle linéaire, de plus de 20% de la déviation angulaire équivalente à une décade pour les appareils à échelle logarithmique ou, pour les appareils à indication numérique, de plus de 10% de l'indication.

25.6.2 Méthode d'essai

Utiliser une source radioactive donnant une indication comprise entre le tiers et la moitié de la valeur maximale de l'étendue de mesure la plus sensible (échelle linéaire), approximativement les deux tiers du maximum de la décade significative la plus faible (échelle logarithmique), ou approximativement 20% du maximum de la deuxième décade significative la plus faible (affichage numérique).

Relever un nombre suffisant d'indications au bout de 1 h, puis d'autres après environ 10 h, 100 h, 200 h et 500 h, sans réglage de l'ensemble. Les moyennes des indications relevées à chaque fois doivent rester dans les limites indiquées.

Les indications doivent être corrigées, si nécessaire, de la décroissance de la source.

26 Caractéristiques électriques

26.1 Fluctuations statistiques

26.1.1 Prescriptions

En raison de la nature aléatoire des rayonnements, les lectures peuvent fluctuer autour d'une valeur moyenne. Le coefficient de variation de la lecture de l'activité due aux fluctuations aléatoires doit être inférieur aux valeurs suivantes:

- a) pour les échelles linéaires: 10% pour toute dose (débit) ou niveau d'activité supérieur à celui qui correspond au tiers de la valeur maximale de l'échelle de mesure la plus sensible;
- b) pour les échelles logarithmiques: 20% pour toute dose (débit) ou niveau d'activité supérieur à celui qui correspond à la valeur maximale de la décade significative la plus faible;
- c) pour les affichages numériques: 10% pour toute dose (débit) ou niveau d'activité supérieur à celui qui correspond au minimum de la deuxième décade significative la plus faible.

26.1.2 Méthode d'essai

Utiliser une source radioactive donnant une indication comprise entre le tiers et la moitié de la valeur maximale de l'étendue de mesure la plus sensible (échelle linéaire), ou de la première décade significative (échelle logarithmique), ou approximativement 20% de la deuxième décade significative la plus faible (affichage numérique).

Effectuer un nombre suffisant de lectures à des intervalles de temps appropriés conformément à l'article 24. Déterminer la valeur moyenne et le coefficient de variation de toutes les lectures obtenues. Ce coefficient ainsi déterminé doit rester compris entre les limites indiquées en 26.1.1.

25.6 *Stability of indication*

25.6.1 *Requirements*

The indication from a given source of activity, after the assembly has been in operation 1 h, shall not vary in the next 500 h by more than 10% of maximum scale angular deflection for linear scaled instruments, 20% of the angular deflection equivalent to one decade for logarithmic scaled instruments, or, for digital display, 10% of indication.

25.6.2 *Test method*

Use a radioactive source to give a reading between one-third and one-half of scale maximum on the most sensitive range (linear scales), approximately two-thirds of the maximum of the least significant decade (logarithmic scales) or approximately at 20% of the maximum of the second least significant decade (digital display).

Take sufficient readings after 1 h, then further readings at about 10 h, 100 h, 200 h and 500 h with no adjustment made to the assembly. The means of the readings taken at each time shall lie within the limits indicated.

Readings shall be corrected for decay of the source if necessary.

26 **Electrical characteristics**

26.1 *Statistical fluctuations*

26.1.1 *Requirements*

Because of the random nature of radiation, the readings may fluctuate about a mean value. The coefficient of variation of the reading due to random fluctuations shall be less than the following values :

- a) for linear scales: 10% for any dose (rate) or activity level exceeding that corresponding to one-third of the full scale on the most sensitive range;
- b) for logarithmic scales: 20% for any dose (rate) or activity level exceeding that corresponding to the maximum of the least significant decade of reading;
- c) for digital display: 10% for any dose (rate) or activity level exceeding that corresponding to more than the minimum of the second least significant decade.

26.1.2 *Test method*

Use a radioactive source to give an indication between one-third and one-half of scale or range maximum on the most sensitive range (linear scale), or approximately at 20% of the maximum of the second least significant decade (logarithmic scale or digital display).

In accordance with clause 24, take sufficient readings of the indication of the assembly at convenient time intervals. 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 26.1.1.

26.2 Préchauffage - Ensemble de détection et de mesure

26.2.1 Prescriptions

Le temps maximal de préchauffage nécessaire pour atteindre les conditions normales de fonctionnement est indiqué au tableau I. En outre, l'ensemble doit, lorsqu'il est exposé à l'activité de référence, donner une indication qui ne s'écarte pas de plus de 10% de la valeur obtenue dans les conditions normales après 30 min de fonctionnement.

NOTE - Cela ne constitue normalement pas un paramètre critique pour l'équipement installé. Si la conception de la centrale nécessite un préchauffage plus rapide, il convient que cela soit spécifié.

26.2.2 Méthode d'essai

Avant cet essai, l'ensemble doit être déconnecté de l'alimentation électrique pendant 1 h au moins. Utiliser une source radioactive qui donnera environ le tiers ou la moitié de l'indication maximale. Mettre en marche l'ensemble de détection et de mesure.

Relever les valeurs indiquées toutes les 5 min pendant 1 h. Dix heures après la mise en marche, relever un nombre suffisant de lectures, comme indiqué à l'article 24, et prendre la valeur moyenne comme "valeur finale" de l'indication.

Tracer la représentation graphique des lectures en fonction du temps en les corrigeant, si nécessaire, de la décroissance radioactive de la source.

La différence entre "la valeur finale" et la valeur lue sur la courbe pour le point à 30 min doit rester dans les limites spécifiées.

26.3 Alimentation électrique

Si les ensembles sont conçus pour être alimentés par le réseau alternatif, ils doivent fonctionner à partir d'une source monophasée alternative, prise dans l'une des catégories suivantes, conformément à la CEI 293:

- série I: 220 V;
- série II: 120 V et/ou 240 V.

Par accord entre le constructeur et l'acheteur, une alimentation triphasée peut être utilisée pour le moteur de la pompe d'aspiration de fluide.

NOTE - La tension monophasée nominale en Amérique du Nord et dans certains pays est de 117 V et /ou 234 V, 60 Hz. Une tension monophasée nominale de 110 V, 50 Hz est utilisée au Royaume-Uni en plus de 240 V. Pour les matériels à utiliser dans ces conditions, il convient de choisir en conséquence la tension nominale appropriée.

Après accord entre le constructeur et l'acheteur, l'ensemble peut être conçu pour fonctionner à partir d'une alimentation tampon à basse tension, en cas d'interruption de l'alimentation normale. Dans ce cas, il est souhaitable que l'ensemble ne déclenche pas une alarme et que son fonctionnement ne soit pas perturbé à cause du basculement d'alimentation.

26.4 Variations de l'alimentation électrique

26.4.1 Prescriptions

Les ensembles doivent être capables de fonctionner à partir du réseau avec une tolérance de +10% et -20% sur la tension d'alimentation à des fréquences de 47 Hz à 51 Hz (de 57 Hz à 61 Hz pour les pays où la fréquence est égale à 60 Hz) sans que l'indication varie de plus de 10% par rapport à l'indication dans les conditions normales d'essais.

26.2 Warm-up - Detection and measurement assembly

26.2.1 Requirements

The maximum warm-up time required to reach standard performance conditions is indicated in Table I. Furthermore, the assembly shall, when exposed to the reference activity, give an indication which does not differ by more than $\pm 10\%$ from the value obtained under standard conditions within 30 min after being switched on.

NOTE - This is not normally a critical parameter for installed equipment. If the plant design is such as to require a more rapid warm-up, this should be specified.

26.2.2 Test method

Prior to this test the equipment shall be disconnected from the power supply for at least 1 h. Use a radioactive source that will give approximately one-third to one-half of the maximum reading. Switch on the detection and measurement assembly.

Note values of indication every 5 min during 1 h. Ten hours after switching on, take sufficient readings, in accordance with clause 24, and use the mean value as "final value" of indication.

Draw a graph of indication with time, correcting for decay in activity as necessary.

The difference between "final value" and the value read from the curve for 30 min shall lie within the limits specified.

26.3 Power supply

If assemblies are designed to operate from a.c. power supplies, this shall be from single phase a.c. supply voltage in one of the following categories in accordance with IEC 293:

- series I: 220 V;
- series II: 120 V and/or 240 V.

By agreement between manufacturer and purchaser, three-phase supplies may be used for fluid pump motors.

NOTE - Nominal single-phase power in North America and in a number of countries is 117 V and/or 234 V, 60 Hz. Nominal single-phase power of 110 V, 50 Hz is used in the United Kingdom in addition to 240 V. For equipment for use under these conditions, the appropriate nominal voltage should be chosen accordingly.

By agreement between manufacturer and purchaser, the equipment may be designed for operation from a low voltage standby supply in the case of a power failure. In such cases it would be desirable for the equipment not to malfunction or trigger an alarm as a result of the supply change-over.

26.4 Power supply variations

26.4.1 Requirements

The assemblies shall be capable of operating from the mains with a supply voltage tolerance of +10% and -20% and supply frequencies of 47 Hz to 51 Hz (57 Hz to 61 Hz where nominal frequency is 60 Hz) without the indication varying by more than 10% from the indication under standard test conditions.

26.4.2 Méthode d'essai

Utiliser une source radioactive donnant approximativement une indication des deux tiers de la valeur maximale de l'échelle la plus sensible (échelle linéaire) ou de 20% du maximum de la deuxième décade significative (affichage numérique) ou d'environ les deux tiers du maximum de la décade significative la plus faible (échelle logarithmique). La tension et la fréquence de l'alimentation étant à leur valeur nominale, prendre la moyenne d'un nombre suffisant de lectures, conformément à l'article 24.

Prendre la moyenne de deux autres séries de lectures consécutives à la fréquence nominale d'alimentation et, à 10% au-dessus puis 20% en dessous de la tension nominale. Ces deux valeurs moyennes ne doivent pas différer de plus de 10% de celle qui a été obtenue à la tension nominale d'alimentation.

Refaire ces mêmes essais à la tension nominale pour les deux fréquences 47 Hz et 51 Hz (57 Hz et 61 Hz pour les pays où la fréquence nominale est égale à 60 Hz). Ces deux valeurs moyennes ne doivent pas différer de plus de 10% de celle qui a été obtenue à la fréquence nominale d'alimentation.

Les essais ci-dessus doivent être répétés pour un niveau d'activité correspondant approximativement aux deux tiers du maximum d'échelle sur l'échelle ou la décade la moins sensible de l'ensemble.

26.5 Effets des surtensions transitoires de l'alimentation électrique

26.5.1 Prescriptions

L'ensemble doit pouvoir supporter une brève interruption d'alimentation pendant un temps d'au moins 10 ms, sans que son fonctionnement soit affecté, et sans provoquer le déclenchement des alarmes. Les spécifications sur les effets des défauts d'alimentation de plus longues durées doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur.

L'ensemble doit pouvoir supporter sans dommage et sans que son fonctionnement s'écarte des prescriptions des surtensions transitoires aléatoires de l'alimentation dans chaque polarité. Ces phénomènes transitoires peuvent être soit de mode commun, soit de mode série, et doivent être considérés comme se propageant dans une ligne d'impédance de 50 Ω . Les amplitudes de crête sont exprimées en pourcentage de la valeur efficace de la tension d'alimentation ou en tension continue de la manière suivante (pour appliquer ces valeurs, on peut admettre que les impulsions transitoires sont de forme semi-sinusoïdale et que leur durée est mesurée à 50% de l'amplitude de crête):

- amplitude 100% de la tension d'alimentation - durée 10 ms;
- amplitude 200% de la tension d'alimentation - durée 1 ms;
- amplitude 300% de la tension d'alimentation - durée 0,02 ms;
- amplitude 500% de la tension d'alimentation - durée 0,005 ms.

26.5.2 Méthode d'essai

L'alimentation électrique de l'équipement en essai doit être interrompue pendant une durée minimale de 10 ms. L'ensemble doit fonctionner normalement et indiquer une mesure correcte, sans interruption ni nouveau réglage par l'opérateur. L'essai doit être répété dix fois à des instants choisis au hasard pour tous les modes de fonctionnement de l'appareil. La sortie des ensembles à affichage numérique doit être contrôlée pendant toute la durée de l'essai, afin de s'assurer qu'aucun défaut de fonctionnement ne se produit.

26.4.2 Test method

Use a radioactive source to give a reading of approximately two-thirds of the full-scale deflection on the most sensitive range (linear scales) or approximately at 20% of the maximum of the second least significant decade (digital display) or approximately two-thirds of the maximum of the least significant decade (logarithmic scale). With the supply voltage and frequency at their nominal values, take the mean of a sufficient number of readings in accordance with clause 24.

Take the mean of two further sets of consecutive readings with the supply at nominal frequency and 10% above the nominal voltage and the mean of sufficient consecutive readings with the supply at nominal frequency and voltage 20% below the nominal value. These two mean values shall not differ from that obtained with the nominal supply voltage by more than $\pm 10\%$.

Take the mean of sufficient consecutive readings with nominal supply voltage and frequency of 47 Hz and the mean of sufficient consecutive readings with nominal supply voltage and frequency of 51 Hz (57 Hz and 61 Hz where nominal frequency is 60 Hz). These two mean values shall not differ from that obtained with the nominal supply frequency by more than $\pm 10\%$.

The above tests shall be repeated for an activity level or dose (rate) corresponding to approximately two-third of scale maximum on the least sensitive range or decade of the assembly.

26.5 Power supply transient effects

26.5.1 Requirements

The equipment shall withstand a short interruption in power supply of at least 10 ms duration without interruption of normal operation and without changing any alarm indications. The specification for the effect of longer interruptions in supply shall be agreed between manufacturer and purchaser.

The equipment shall be capable of withstanding randomly-phased transient over-voltage of either polarity on the power supply without damage and without the performance being out of specification. These transients may be either common-mode or series-mode and shall be assumed to reach the supply lines via an impedance of 50 Ω . Peak amplitudes are expressed as a percentage of the supply r.m.s. or d.c. voltage as follows (for the purpose of applying these values it may be assumed that the transients are half sine-wave and that the duration is measured at 50% of peak amplitude):

- amplitude 100% of supply voltage - duration 10 ms;
- amplitude 200% of supply voltage - duration 1 ms;
- amplitude 300% of supply voltage - duration 0.02 ms;
- amplitude 500% of supply voltage - duration 0.005 ms.

26.5.2 Test method

The mains supply input to the equipment under test shall be interrupted for a period of at least 10 ms. The equipment shall function and indicate correctly without interruption or resetting by the operator. The test shall be repeated ten times at random, covering all modes of operation. The output of digital assemblies shall be monitored throughout the test to ensure that no spurious operation occurs.

Des impulsions aléatoires de forme semi-sinusoïdale doivent être injectées dans le circuit d'alimentation, l'appareil étant en fonctionnement. L'ensemble doit être soumis au moins à dix impulsions positives, suivies d'un même nombre d'impulsions négatives, appliquées au hasard, et choisies conformément aux prescriptions de l'acheteur parmi les valeurs indiquées en 26.5.1. L'ensemble doit fonctionner normalement et indiquer une mesure correcte, sans interruption ni nouveau réglage par l'opérateur. La sortie des ensembles à affichage numérique doit être contrôlée pendant toute la durée de l'essai afin de s'assurer qu'aucun défaut de fonctionnement ne se produit.

26.6 Stabilité du déclenchement de l'alarme

26.6.1 Prescription

Cette prescription ne s'applique pas au détecteur.

Pendant une période de 500 h de fonctionnement, le point de déclenchement de tout circuit d'alarme avec un niveau nominal de réglage ne doit pas sortir de l'intervalle compris entre 95% X et 105% X pour les instruments à échelle linéaire et entre 80% X et 120% X pour les instruments à échelle logarithmique.

26.6.2 Méthode d'essai

Pour tout circuit d'alarme dont le point nominal de déclenchement a été réglé au niveau X:

- a) si l'on applique à l'ensemble l'équivalent de 94% X ou 79% X (suivant le cas), aucun déclenchement de l'alarme ne doit se produire pendant 500 h;
- b) si l'on applique à l'ensemble l'équivalent de 106% X ou 121% X (suivant le cas) 1 h, 10 h, 100 h, 200 h et 500 h après la mise en fonctionnement, l'alarme doit fonctionner dans le temps de réponse de l'instrument.

26.7 Etendue du déclenchement de l'alarme

26.7.1 Prescription

Cette prescription ne s'applique pas au détecteur. L'étendue de réglage des alarmes doit être conforme aux prescriptions indiquées dans l'article 12.

26.7.2 Méthode d'essai

Cet essai doit être effectué sur chaque module d'alarme réglable. L'étendue de mesure de l'ensemble, à l'intérieur de laquelle le déclenchement d'alarme fonctionne, doit être déterminée au moyen d'un générateur électronique de signaux approprié comme spécifié par le constructeur.

Les alarmes destinées à se déclencher sur un signal croissant sont d'abord réglées à leur point de réglage le plus bas, puis le niveau du signal d'entrée est ensuite augmenté lentement jusqu'au déclenchement. L'indication de l'appareil doit être notée. L'alarme est ensuite réajustée à son point de réglage le plus haut et le niveau du signal d'entrée est augmenté lentement jusqu'au déclenchement. L'indication de l'appareil doit de nouveau être notée.

Pour une alarme destinée à être déclenchée sur un signal décroissant, opérer comme ci-dessus mais en faisant décroître lentement le niveau du signal d'entrée.

Randomly-phased transient pulses of half-sine waveform shall be injected into the mains input circuit, with the equipment in operation. The equipment shall be subjected to at least ten positive-going pulses, followed by a similar number of negative-going pulses applied at random, and selected to the requirements of the purchaser from the values quoted in 26.5.1. The equipment shall function and indicate correctly without interruption or resetting by the operator. The outputs of digital assemblies shall be monitored throughout the test to ensure that no spurious operation occurs.

26.6 Alarm trip stability

26.6.1 Requirement

This requirement excludes the detector.

Over a period of 500 h of operation, the operating point of any alarm circuit with a nominal set level shall not deviate outside the range 95% X to 105% X for linear ranged instruments and 80% X to 120% X for logarithmic ranged instruments.

26.6.2 Test method

For any alarm circuit whose nominal trip setting has been determined as X:

- a) for a condition equivalent to 94% X or 79% X (whichever is appropriate) applied to the assembly electronically, no trip shall occur within 500 h;
- b) when a condition equivalent to 106% X or 121% X (whichever is appropriate) is applied to the assembly, at 1 h, 10 h, 100 h, 200 h and 500 h after setting to operation, the alarm shall operate within the response time of the instrument.

26.7 Alarm trip range

26.7.1 Requirement

This requirement excludes the detector. The range of alarm settings shall conform to the requirements of clause 12.

26.7.2 Test method

This test shall be performed on each adjustable alarm unit. Using an appropriate electronic signal generator, as specified by the manufacturer, the range of indication of the equipment over which the alarm trip operates shall be determined.

For alarms intended to operate on increasing signals, the alarm shall be adjusted to its lowest setting and the input signal increased slowly until the alarm operates. The indication of the equipment shall be noted. The alarm shall then be re-adjusted to its highest setting and the input signal increased slowly until the alarm operates again. The indication of the equipment shall again be noted.

For alarms intended to operate on decreasing signals, carry out the same procedure as above, but slowly decreasing the level of input signal.

26.8 Alarmes de défaut de l'ensemble

L'alarme "niveau bas" (seuil de bon fonctionnement) doit être essayée en fonction des prescriptions indiquées dans l'article 12, conformément aux essais décrits en 26.7.

D'autres essais d'alarmes de défaut relatives à certaines défaillances du matériel doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur.

27 Caractéristiques des performances d'environnement

Les valeurs auxquelles il est fait référence dans ces articles concernent généralement l'ensemble d'alarme et d'indication; elles se réfèrent également à l'ensemble de détecteur, sauf indication contraire spécifiée. Des conditions plus sévères sont susceptibles de s'appliquer à l'ensemble de détection et des conditions d'essais appropriées doivent faire l'objet d'un accord entre constructeur et utilisateur pour couvrir les conditions accidentelles et post-accidentelles.

NOTE - Quand l'appareil est destiné à être monté dans un local à air conditionné (CEI 654-1, classe A), les plages de températures et d'humidité indiquées dans la CEI 654-1 peuvent être substituées à celles de la présente norme, après accord entre le constructeur et l'acheteur. Cependant, si cette substitution est effectuée, il convient qu'une attention particulière soit portée à la possibilité de perturbations dans le fonctionnement du système de conditionnement d'air dans les conditions accidentelles et post-accidentelles.

27.1 Température ambiante

27.1.1 Prescriptions

L'indication doit rester dans les limites indiquées au tableau III, pour la gamme de températures figurant dans ce tableau. Il convient de noter que pour ce type d'équipement, l'ensemble de prélèvement et de détection peut être amené à fonctionner dans des conditions d'environnement différentes de celles de l'ensemble de mesure. Tout ou partie de l'ensemble de détection peut être amené à fonctionner à des températures plus élevées que celles données dans le tableau III. Si c'est le cas, des essais appropriés doivent être convenus entre le constructeur et l'acheteur.

NOTE - L'étude des conditions d'accident permet d'envisager la possibilité d'une rapide augmentation de température en certains points du matériel. Lorsque c'est le cas, il serait approprié d'inclure dans la procédure agréée un essai sur les effets de cet échauffement, présentant que, sauf accord contraire, il se produise moins de 20% de modifications de l'indication.

27.1.2 Méthode d'essai

Comme pour l'essai individuel de série indiqué en 25.2.4, l'ensemble de détection, si nécessaire sans son blindage, doit être exposé à une source radioactive appropriée pour connaître l'indication nominale dans les conditions normales d'essais.

Cet essai doit normalement être effectué dans une enceinte d'essais climatique. Il n'est en général pas nécessaire de régler l'humidité de l'air dans l'enceinte, à moins que l'ensemble ne soit particulièrement sensible aux variations hygrométriques.

La température doit être maintenue à chacune de ses valeurs extrêmes pendant au moins 4 h ou pendant toute la durée nécessaire pour que la température d'équilibre de l'équipement soit atteinte. L'indication de l'ensemble doit être mesurée pendant la dernière demi-heure et comparée à l'indication dans les conditions normales d'essais.

Quand un essai sur les effets des variations rapides de température a été agréé, la procédure suivante peut être adoptée:

26.8 *Equipment failure alarms*

The low level alarm shall be tested according to the requirements of clause 12, in accordance with 26.7.

Other tests of failure alarms against appropriate equipment malfunctions shall be carried out by agreement between manufacturer and purchaser.

27 *Environmental performance characteristics*

The values referred to in these clauses generally apply to the alarm and indication assembly; they also apply to the detector assembly unless otherwise specified. However, more stringent conditions are likely to apply to the detection assembly and appropriate test conditions shall be agreed between manufacturer and purchaser to cover the appropriate accident and post-accident conditions.

NOTE - Where equipment is to be mounted in an air-conditioned location (IEC 654-1, Class A), it may be agreed between manufacturer and purchaser to substitute temperature and humidity range values from that standard. However, caution is advised in making such a relaxation, bearing in mind the possibility of degradation in the performance of air-conditioning arrangements in accident/post-accident conditions.

27.1 *Ambient temperature*

27.1.1 *Requirements*

The indication shall remain within the limits specified in Table III over the range of temperatures in that table. It should be noted that for this type of equipment the detection and sampling assembly may have to operate under different environmental conditions from the measuring assembly. Part, or all, of the detection assembly may have to operate under more elevated temperature conditions than those quoted in Table III. Where this is the case, appropriate tests shall be agreed between manufacturer and purchaser.

NOTE - Consideration of accident conditions may well identify the possibility of rapid increase in temperature at some equipment locations. Where this is the case, it would be appropriate for a test on the effect of this condition to be included in the agreed procedure, with the requirement that, unless otherwise agreed, there be less than 20% change in indication.

27.1.2 *Test method*

The detection assembly, if necessary without its shielding, shall be exposed to suitable test sources as in the routine test of 25.2.4, such that the nominal reading under standard test conditions is known.

This test shall normally be carried out in an environmental test chamber. It is not in general necessary to control the humidity of the air in the test chamber unless the equipment is particularly sensitive to changes of humidity.

The temperature shall be maintained at each of its extreme values for at least 4 h, or whatever longer period is necessary for the equipment to reach equilibrium temperature. The indication of the assembly shall be measured during the last 30 min of this period and compared with the reading under standard conditions.

Where a test of effect of rapid change of temperature has been agreed upon the following procedure may be adopted:

L'ensemble doit être placé dans un environnement contrôlé de 20 ± 2 °C et stabilisé pendant une durée minimale de 60 min. L'ensemble est exposé, dans une géométrie reproductible, à une source radioactive appropriée, d'intensité suffisante pour fournir une indication approximativement égale à la mi-échelle ou mi-décade de l'échelle ou décade appropriée. L'indication moyenne est notée. L'ensemble et la source radioactive sont ensuite retirés de cet environnement et placés directement dans une enceinte climatique pour la même exposition géométrique et une température près de l'ensemble égale à la valeur haute définie pour cet essai à ± 2 °C. Cette procédure doit être effectuée en moins de 2 min. L'indication moyenne est notée à ce moment puis toutes les 15 min pendant 2 h.

Après cette période, l'ensemble et la source radioactive sont retirés de l'enceinte et replacés dans les conditions du premier environnement (même exposition géométrique et température près de l'instrument de 20 ± 2 °C). Cette procédure doit être effectuée en moins de 2 min. L'indication moyenne est notée à ce moment puis toutes les 15 min pendant 2 h.

27.2 Humidité relative

27.2.1 Prescription

L'indication ne doit pas varier de plus de $\pm 10\%$ de la valeur obtenue dans les conditions normales d'essais.

27.2.2 Méthode d'essai

L'ensemble de détection doit être exposé à une source radioactive appropriée, conformément à 25.2.

L'essai peut être exécuté à la seule température de 30 °C et à une humidité de 90%. La variation d'indication admissible de $\pm 10\%$, spécifiée au tableau III, s'ajoute aux variations admissibles dues à la seule température.

27.3 Pression atmosphérique

L'influence de la pression atmosphérique n'est, en général, significative que pour les détecteurs non étanches, utilisant un gaz comme milieu détecteur. Dans ce cas, la pression atmosphérique à laquelle sont exécutés tous les essais doit être indiquée, ainsi que les effets produits par les variations de la pression atmosphérique.

Des essais représentatifs à d'autres pressions atmosphériques peuvent être exécutés sur demande.

27.4 Étanchéité

Dans les cas où l'ensemble est susceptible d'être utilisé dans des conditions exceptionnellement humides (par exemple à l'extérieur, etc.), l'acheteur doit préciser ses prescriptions de protection contre l'humidité. L'ensemble doit alors satisfaire aux prescriptions de la CEI 68, ou bien faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

28 Caractéristiques du circuit de fluide

Tous les ensembles, dont la réponse dépend d'un débit de prélèvement constant à travers l'ensemble de prélèvement et de détection, doivent être soumis à ces essais après accord entre le constructeur et l'acheteur.

Lorsque l'ensemble est insensible au débit, mais a néanmoins besoin d'un débit de prélèvement pour fonctionner, un simple essai du circuit de fluide et des alarmes s'y rattachant doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur.

The assembly shall be placed in a controlled environment of 20 ± 2 °C and allowed to stabilize for a minimum of 60 min. The assembly shall be exposed in a reproducible geometry to an appropriate source of ionizing radiation of sufficient intensity to produce a response of approximately mid-scale or mid-decade on an appropriate scale or decade. The mean indication shall be determined. The assembly and radioactive source shall be removed from this environment and placed directly into an environmental chamber such that the same exposure geometry is established and the temperature near the assembly is the agreed high value ± 2 °C. This procedure shall be performed in less than 2 min. The mean indication shall be determined then and every 15 min for 2 h.

After this period, the assembly and the radioactive source shall be removed from the environmental chamber and returned to the first environment such that the same exposure geometry is established and the temperature near the instrument is 20 ± 2 °C. This procedure shall be performed in less than 2 min. The mean instrument reading shall be determined then and every 15 min for 2 h.

27.2 *Relative humidity*

27.2.1 *Requirement*

The indication shall not vary by more than $\pm 10\%$ from the value obtained under standard test conditions.

27.2.2 *Test method*

The detection assembly shall be exposed to suitable test sources as in 25.2.

The test may be performed at a single temperature of 30 °C and humidity of 90%; permitted variation of $\pm 10\%$ in the indication as specified in Table III is in addition to the permitted variations due to temperature alone.

27.3 *Atmospheric pressure*

The influence of atmospheric pressure is, in general, significant only for an unsealed detector utilizing a gas as the detecting medium. In this case, the atmospheric pressure at which all tests are carried out shall be stated, and the effects of variations in atmospheric pressure shall be indicated.

Representative tests at other atmospheric pressures may be performed if required.

27.4 *Sealing*

In cases where the assembly is likely to be used in exceptionally damp conditions (for example outdoor, etc.), the purchaser shall state his requirements regarding protection against dampness. The assembly shall then satisfy the requirements of IEC 68, or otherwise form the subject of an agreement between manufacturer and purchaser.

28 **Fluid circuit characteristics**

These tests are intended to be applied, by agreement between manufacturer and purchaser, to all equipment for which the response is dependent on constant flow-rate through a sampling and detection assembly.

When the equipment is insensitive to flow-rate, but nevertheless requires a sampling flow in order to function, a simple test of the flow circuit and any flow alarms shall be agreed between manufacturer and purchaser.