

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60761-1**

Première édition  
First edition  
1983-01

---

---

**Equipements de surveillance en continu  
de la radioactivité dans les effluents gazeux**

**Première partie:  
Prescriptions générales**

**Equipment for continuously monitoring  
radioactivity in gaseous effluents**

**Part 1:  
General requirements**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 60761-1: 1983

## Numéros des publications

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

## Publications consolidées

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

## Validité de la présente publication

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

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

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

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

## Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

## Numbering

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

## Consolidated publications

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

## Validity of this publication

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

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

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

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

## Terminology, graphical and letter symbols

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

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

\* See web site address on title page.

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60761-1**

Première édition  
First edition  
1983-01

---

---

**Equipements de surveillance en continu  
de la radioactivité dans les effluents gazeux**

**Première partie:  
Prescriptions générales**

**Equipment for continuously monitoring  
radioactivity in gaseous effluents**

**Part 1:  
General requirements**

© IEC 1983 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission  
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland  
e-mail: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch) IEC web site <http://www.iec.ch>



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 . . . . .	4
PRÉFACE . . . . .	4
<b>CHAPITRE I: GÉNÉRALITÉS</b>	
Articles	
1. Domaine d'application . . . . .	8
2. Objet . . . . .	8
3. Terminologie et unités . . . . .	8
4. Essais de qualification . . . . .	14
<b>CHAPITRE II: CONCEPTION DES MONITEURS D'EFFLUENTS</b>	
SECTION UN — FACTEURS QUI INFLUENCENT L'APTITUDE AU FONCTIONNEMENT	
5. Prescriptions générales . . . . .	16
6. Types de mesure . . . . .	16
7. Emplacement de la mesure . . . . .	18
8. Concentration de la radioactivité . . . . .	20
SECTION DEUX — PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES	
9. Généralités . . . . .	22
10. Caractéristiques de mesure et d'indication . . . . .	22
11. Fiabilité . . . . .	24
12. Caractéristiques du débit d'air (ou de gaz) . . . . .	24
13. Signaux d'alarme . . . . .	26
14. Indications de fonctionnement . . . . .	28
15. Dispositifs de contrôle de bon fonctionnement . . . . .	28
16. Dispositifs de réglage et de maintenance . . . . .	28
17. Ensemble de détection (ou ensemble de prélèvement et de détection) . . . . .	30
18. Ensemble de mesure et de commande . . . . .	30
19. Dispositifs de protection contre le rayonnement gamma ambiant . . . . .	32
20. Niveau du bruit acoustique . . . . .	32
21. Perturbations électriques . . . . .	32
<b>CHAPITRE III: PROCÉDURES D'ESSAIS</b>	
22. Procédures générales d'essais . . . . .	34
23. Essais effectués dans les conditions normales d'essais . . . . .	34
24. Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence . . . . .	34
25. Fluctuations statistiques . . . . .	36
26. Caractéristiques de fonctionnement . . . . .	36
27. Caractéristiques électriques et mécaniques . . . . .	42
28. Caractéristiques d'environnement . . . . .	50
29. Essais du circuit d'air (ou de gaz) . . . . .	52
<b>CHAPITRE IV: DOCUMENTATION</b>	
30. Rapport sur les essais de type . . . . .	58
31. Certificat . . . . .	58
32. Notice d'emploi et de maintenance . . . . .	58
TABLEAU I — Conditions de référence et conditions normales d'essais . . . . .	60
TABLEAU II — Essais effectués dans les conditions normales d'essais . . . . .	62
TABLEAU III — Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence . . . . .	64
TABLEAU IV — Essais du circuit d'air (ou de gaz) . . . . .	66

## CONTENTS

	Page
FOREWORD . . . . .	5
PREFACE . . . . .	5
<b>CHAPTER I: GENERAL</b>	
Clause	
1. Scope . . . . .	9
2. Object. . . . .	9
3. Terminology and units . . . . .	9
4. Qualification tests. . . . .	15
<b>CHAPTER II: EFFLUENT MONITOR DESIGN</b>	
<b>SECTION ONE — FACTORS INFLUENCING CAPABILITY</b>	
5. General . . . . .	17
6. Types of measurement. . . . .	17
7. Position of measurement. . . . .	19
8. Concentration of activity . . . . .	21
<b>SECTION TWO — GENERAL REQUIREMENTS</b>	
9. General . . . . .	23
10. Measurement and indication characteristics. . . . .	23
11. Reliability . . . . .	25
12. Air (or gas) flow characteristics. . . . .	27
13. Alarms . . . . .	29
14. Indication facilities . . . . .	29
15. Facilities for operational testing. . . . .	29
16. Setting-up and maintenance facilities . . . . .	29
17. Detection assembly (or sampling and detection assembly) . . . . .	31
18. Control and measurement assembly . . . . .	31
19. Ambient gamma radiation protection devices . . . . .	33
20. Acoustic noise level of the assembly . . . . .	33
21. Electrical interference . . . . .	33
<b>CHAPTER III: TEST PROCEDURES</b>	
22. General test procedures . . . . .	35
23. Tests performed under standard test conditions . . . . .	35
24. Tests performed with variation of influence quantities . . . . .	35
25. Statistical fluctuations . . . . .	37
26. Performance characteristics . . . . .	37
27. Electrical and mechanical characteristics . . . . .	43
28. Environmental performance characteristics . . . . .	51
29. Tests of the air (or gas) circuit . . . . .	53
<b>CHAPTER IV: DOCUMENTATION</b>	
30. Type test report . . . . .	59
31. Certificate . . . . .	59
32. Operation and maintenance manual . . . . .	59
TABLE I — Reference conditions and standard test conditions . . . . .	61
TABLE II — Tests performed under standard test conditions . . . . .	63
TABLE III — Tests performed with variation of influence quantities. . . . .	65
TABLE IV — Tests of air (or gas) circuit . . . . .	67

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**ÉQUIPEMENTS DE SURVEILLANCE EN CONTINU DE LA RADIOACTIVITÉ  
DANS LES EFFLUENTS GAZEUX**

**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 45B: Instrumentation pour la radioprotection, du Comité d'Etudes n° 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Cette publication constitue la première partie: Prescriptions générales, de la Publication 761 de la CEI: Equipements de surveillance en continu de la radioactivité dans les effluents gazeux.

Les autres parties déjà publiées sont:

Deuxième partie: Prescriptions particulières pour les moniteurs d'aérosols (Publication 761-2 de la CEI).

Troisième partie: Prescriptions particulières pour les moniteurs de gaz nobles (Publication 761-3 de la CEI).

Quatrième partie: Prescriptions particulières pour les moniteurs d'iode (Publication 761-4 de la CEI).

Cinquième partie: Prescriptions particulières pour les moniteurs de tritium (Publication 761-5 de la CEI).

Des parties supplémentaires concernant la surveillance de la radioactivité dans d'autres effluents gazeux sont à l'étude.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Nice en 1978. A la suite de cette réunion, un projet, document 45B(Bureau Central)34, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en mars 1981.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**EQUIPMENT FOR CONTINUOUSLY MONITORING RADIOACTIVITY  
IN GASEOUS EFFLUENTS****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 IEC Sub-Committee 45B: Radiation Protection Instrumentation, of IEC Technical Committee No. 45: Nuclear Instrumentation.

This publication forms Part 1: General Requirements, of IEC Publication 761: Equipment for Continuously Monitoring Radioactivity in Gaseous Effluents.

Parts already published are:

Part 2: Specific Requirements for Aerosol Effluent Monitors (IEC Publication 761-2).

Part 3: Specific Requirements for Noble Gas Effluent Monitors (IEC Publication 761-3).

Part 4: Specific Requirements for Iodine Monitors (IEC Publication 761-4).

Part 5: Specific Requirements for Tritium Effluent Monitors (IEC Publication 761-5).

Further parts concerning monitoring of other radioactive gaseous effluents are under consideration.

A first draft was discussed at the meeting held in Nice in 1978. As a result of this meeting, a draft, Document 45B(Central Office)34, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in March 1981.

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	Finlande
Allemagne	Italie
Australie	Pays-Bas
Autriche	République Démocratique Allemande
Belgique	Royaume-Uni
Chine	Suède
Corée (République Démocratique Populaire de)	Tchécoslovaquie
Espagne	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Etats-Unis d'Amérique	

*Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:*

- Publications nos 50(151): Vocabulaire Electronique International (V.E.I.), chapitre 151: Dispositifs électriques et magnétiques.
- 50(391): V.E.I., chapitre 391: Détection et mesure par voie électrique des rayonnements ionisants.
- 50(392): V.E.I., chapitre 392: Instrumentation nucléaire — Complément au chapitre 391.
- 68: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique.
- 181: Inventaire d'appareils électriques de mesure utilisés en relation avec les rayonnements ionisants.
- 278: Documentation à fournir avec les appareils de mesure électroniques.
- 293: Tensions d'alimentation pour appareils nucléaires à transistors.
- 761-2: Equipements de surveillance en continu de la radioactivité dans les effluents gazeux, Deuxième partie: Prescriptions particulières pour les moniteurs d'aérosols.
- 761-3: Troisième partie: Prescriptions particulières pour les moniteurs de gaz nobles.
- 761-4: Quatrième partie: Prescriptions particulières pour les moniteurs d'iode.
- 761-5: Cinquième partie: Prescriptions particulières pour les moniteurs de tritium.

*Autres publications citées dans la présente norme:*

- Norme ISO 2889: Principes généraux pour le prélèvement des matières radioactives contenues dans l'air.
- A.I.E.A., 1978, série Sécurité, n° 46: Recommandations — Surveillance des effluents radioactifs gazeux et liquides émis dans l'environnement par des installations nucléaires.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Korea (Democratic People's Republic of)
Austria	Netherlands
Belgium	South Africa (Republic of)
China	Spain
Czechoslovakia	Sweden
Finland	Union of Soviet Socialist Republics
German Democratic Republic	United Kingdom
Germany	United States of America
Italy	

*Other IEC publications quoted in this standard:*

- Publications Nos. 50(151): International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), Chapter 151: Electrical and Magnetic Devices.
- 50(391): I.E.V., Chapter 391: Detection and Measurement of Ionizing Radiation by Electrical Means.
- 50(392): I.E.V., Chapter 392: Nuclear Instrumentation — Supplement to Chapter 391.
- 68: Basic Environmental Testing Procedures.
- 181: Index of Electrical Measuring Apparatus used in Connection with Ionizing Radiation.
- 278: Documentation to be Supplied with Electronic Measuring Apparatus.
- 293: Supply Voltages for Transistorized Nuclear Instruments.
- 761-2: Equipment for Continuously Monitoring Radioactivity in Gaseous Effluents, Part 2: Specific Requirements for Aerosol Effluent Monitors.
- 761-3: Part 3: Specific Requirements for Noble Gas Effluent Monitors.
- 761-4: Part 4: Specific Requirements for Iodine Monitors.
- 761-5: Part 5: Specific Requirements for Tritium Effluent Monitors.

*Other publications quoted in this standard:*

- ISO Standard 2889: General Principles for Sampling Airborne Radioactive Materials.
- I.A.E.A., 1978, Safety series, No. 46: Recommendations — Monitoring of airborne and liquid radioactive releases from nuclear facilities to the environment.

# ÉQUIPEMENTS DE SURVEILLANCE EN CONTINU DE LA RADIOACTIVITÉ DANS LES EFFLUENTS GAZEUX

## Première partie: Prescriptions générales

### CHAPITRE I: GÉNÉRALITÉS

#### 1. Domaine d'application

C'est aux autorités nationales de déterminer les conditions dans lesquelles la surveillance des effluents radioactifs est obligatoire. Cette norme définit cependant les formes acceptables de cette surveillance, fournit un guide général relatif à la sensibilité et aux conditions de fonctionnement qui peuvent être envisagées pour un tel équipement, et indique les cas où elle peut être appliquée.

Pour des informations complémentaires, on peut consulter, par exemple, le document A.I.E.A., 1978, série Sécurité, n° 46: Recommandations — Surveillance des effluents radioactifs gazeux et liquides émis dans l'environnement par des installations nucléaires.

La présente norme est applicable aux équipements de surveillance en continu de la radioactivité dans les effluents gazeux pendant le fonctionnement normal de l'installation et pendant des fonctionnements prédéterminés. Ces équipements peuvent cependant fonctionner dans des conditions d'accident.

La présente norme peut ne pas s'appliquer aux équipements, spécifiquement prévus pour être utilisés dans des conditions d'accident, qui peuvent exiger des performances supplémentaires.

La présente norme ne s'applique qu'à la surveillance en continu de la radioactivité dans les effluents gazeux. Elle ne concerne pas le prélèvement des échantillons ni les analyses en laboratoire, qui peuvent être essentiels dans un programme complet de surveillance des effluents gazeux.

#### 2. Objet

L'objet de cette norme est d'établir des prescriptions générales impératives et de fournir des exemples de méthodes applicables aux équipements de surveillance en continu de la radioactivité dans les effluents gazeux.

Elle spécifie, pour les équipements décrits dans l'article 1, les caractéristiques générales, les procédures générales d'essais, les caractéristiques des rayonnements, ainsi que les caractéristiques électriques, de sécurité, d'environnement, l'identification et la certification.

#### 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 la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire

# EQUIPMENT FOR CONTINUOUSLY MONITORING RADIOACTIVITY IN GASEOUS EFFLUENTS

## Part 1: General requirements

### CHAPTER I: GENERAL

#### 1. Scope

It is a task of the national authorities to define those circumstances where radioactive effluent monitoring is a mandatory requirement. However, this standard defines acceptable forms of such monitoring, provides some general guidance as to the possible sensitivity and capability of such equipment as may be envisaged and indicates when and where its uses may be practicable.

For further guidance, reference may be made to the I.A.E.A., 1978, Safety Series, No. 46: Recommendations — Monitoring of airborne and liquid radioactive releases from nuclear facilities to the environment.

This standard is applicable to equipment for continuously monitoring radioactivity in gaseous effluents during normal operations and during anticipated operational occurrences. Such equipment may, nevertheless, function during accident conditions.

This standard may not apply to equipment specifically for use in accident conditions and which may require additional capabilities.

This standard is restricted to equipment for continuously monitoring effluent streams. It does not deal with sample extraction and laboratory analysis which may be essential to a complete programme of gaseous effluent monitoring.

#### 2. Object

The object of this standard is to lay down mandatory general requirements and give examples of acceptable methods for equipment for continuously monitoring radioactivity in gaseous effluents.

It specifies, for the equipment described in Clause 1, the general characteristics, general test procedures, radiation, electrical, safety and environmental characteristics and the identification and certification of the equipment.

#### 3. Terminology and units

##### 3.1 General terminology

The general terminology concerning detection and measurement of ionizing radiation and nuclear instrumentation is given in IEC Publication 50: International Electrotechnical

Electrotechnique International, chapitre 391: Détection et mesure par voie électrique des rayonnements ionisants, dans la Publication 50 de la CEI, chapitre 392: Instrumentation nucléaire — Complément au chapitre 391, et dans la Publication 181 de la CEI: Inventaire d'appareils électriques de mesure utilisés en relation avec les rayonnements ionisants.

### 3.2 *Moniteur d'effluents gazeux*

Dans la présente norme, le terme *moniteur d'effluents gazeux* désigne l'équipement destiné à la surveillance en continu de la radioactivité dans les effluents gazeux.

Les différentes parties de l'équipement peuvent être regroupées en deux ensembles associés ou séparés, conformément aux prescriptions de surveillance et de fonctionnement.

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

Il comprend un ou plusieurs détecteurs de rayonnement, avec ses sous-ensembles ou éléments fonctionnels.

#### 3.2.2 *Ensemble de commande et de mesure*

Il comprend les sous-ensembles et les éléments fonctionnels conçus pour mesurer les grandeurs liées aux rayonnements ionisants (activité, doses absorbées, débits de dose, etc.). L'ensemble est équipé d'éléments fonctionnels donnant un avertissement perceptible lorsque la grandeur mesurée dépasse une valeur prédéterminée.

### 3.3 *Activité conventionnellement vraie*

Meilleure valeur estimée de l'activité vraie des sources radioactives, utilisée pour l'étalonnage des équipements. Cette valeur et son incertitude sont déterminées à partir d'un étalon secondaire ou primaire ou à l'aide d'un instrument de référence qui a été étalonné à partir d'un étalon secondaire ou primaire.

### 3.4 *Activité indiquée*

Activité indiquée par l'ensemble de mesure pendant les essais.

### 3.5 *Coefficient de variation*

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

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

### 3.6 *Activité minimale détectable (A.M.D.)*

Activité donnant une indication qui correspond à trois fois l'écart type de l'indication donnée par un mouvement propre déterminé.

Vocabulary, Chapter 391: Detection and Measurement of Ionizing Radiation by Electric Means, and IEC Publication 50, Chapter 392: Nuclear Instrumentation — Supplement to Chapter 391, and IEC Publication 181: Index of Electrical Measuring Apparatus used in Connection with Ionizing Radiation.

### 3.2 *Gaseous effluent monitor*

In this standard *gaseous effluent monitor* will indicate equipment intended for continuously monitoring radioactivity in gaseous effluents.

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.

#### 3.2.1 *Detection assembly or sampling and detection assembly*

Includes one or more radiation detectors and associated sub-assemblies or basic function units.

#### 3.2.2 *Control and measurement assembly*

Includes sub-assemblies and function units designed to measure quantities connected with ionizing radiation (activity, absorbed dose, dose rate, etc.). The assembly is provided with function units for giving perceptible warning that the quantity being measured exceeds some predetermined value.

### 3.3 *Conventionally true activity*

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

### 3.4 *Indicated activity*

The activity indicated by the measuring assembly under test.

### 3.5 *Coefficient of variation*

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

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

### 3.6 *Minimum detectable activity (M.D.A.)*

That activity giving an indication corresponding to three times the standard deviation of the indication given by a specific background.

### 3.7 *Dynamique de mesure*

Rapport entre le signal maximal mesurable et le signal correspondant à l'activité minimale détectable.

### 3.8 *Erreur d'indication*

Différence entre l'activité indiquée et l'activité conventionnellement vraie au point de mesure.

### 3.9 *Erreur relative d'indication*

Quotient de l'erreur d'indication par l'activité conventionnellement vraie, exprimé en pourcentage.

### 3.10 *Erreur relative intrinsèque*

Erreur relative d'indication d'un ensemble rapportée à une activité spécifiée dans les conditions de référence spécifiées.

L'erreur relative intrinsèque  $E$ , exprimée en pourcentage, est donnée par la relation:

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

où:

$A_i$  = activité indiquée

$A_t$  = activité conventionnellement vraie.

### 3.11 *Etendue de mesure effective*

Etendue de mesure correspondant aux prescriptions de la présente norme. Partie du domaine nominal dans laquelle l'appareil satisfait aux prescriptions relatives aux limites d'erreur.

### 3.12 *Temps de réponse*

Temps mis par l'équipement pour atteindre 90% de la lecture d'équilibre à partir de l'exposition de l'ensemble de détection à une activité donnée. 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.

### 3.13 *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 seront aussi utilisées, le cas échéant.

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

— pour l'énergie: électron-volt.

\* Bureau international des poids et mesures: *Système international d'unités (SI)*, 3<sup>e</sup> édition (1977).

### 3.7 *Dynamic range*

The ratio of the maximum measurable signal to the signal from the minimum detectable activity.

### 3.8 *Error of indication*

The difference between the indicated activity and the conventionally true activity at the point of measurement.

### 3.9 *Relative error of indication*

The quotient, expressed as a percentage, of the error of indication by the conventionally true activity.

### 3.10 *Relative intrinsic error*

The relative error of indication of an assembly with respect to a specified activity under specified reference conditions.

The relative intrinsic error  $E$ , expressed as a percentage is given by the relation:

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

where:

$A_i$  = indicated activity level

$A_t$  = conventionally true activity level

### 3.11 *Effective range of measurement*

The range of measurement within which the requirements of this standard are met. That part of the rated range where measurements can be made or quantities be supplied within the stated limits of error.

### 3.12 *Response time*

The time delay between initial exposure of the detection assembly to a given 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.

### 3.13 *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 will also be used where appropriate:

- for time: years, days, hours, minutes;
- and for energy: electron-volt.

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

### 3.14 Réponse de référence

La réponse de référence  $R_{\text{ref}}$  est la réponse de l'ensemble dans les conditions normales d'essai (tableau I) pour l'unité d'activité de référence et est exprimée par la relation:

$$R_{\text{ref}} = \frac{I_{\text{rs}} - I_{\text{b}}}{A_{\text{rs}}}$$

où:

$I_{\text{rs}}$  = indication donnée par la source de référence

$I_{\text{b}}$  = indication donnée par le bruit de fond du rayonnement

$A_{\text{rs}}$  = activité de la source de référence

## 4. Essais de qualification

Les essais de qualification sont effectués en vue de vérifier que les prescriptions d'une spécification sont respectées.

Les essais de qualification sont classés en essais de type et essais individuels de série.

### 4.1 Essai de type (V.E.I. 151-04-15)

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

### 4.2 Essai individuel de série (V.E.I. 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.

### 4.3 Essai d'acceptation (V.E.I. 151-04-20)

Essai contractuel ayant pour objet de prouver au client que le dispositif répond à certaines conditions de sa spécification.

### 3.14 Reference response

The reference response  $R_{\text{ref}}$  is the response of the assembly under standard test conditions (Table I) to unit reference activity and is expressed by the relation:

$$R_{\text{ref}} = \frac{I_{\text{rs}} - I_{\text{b}}}{A_{\text{rs}}}$$

where:

$I_{\text{rs}}$  = indication due to reference source

$I_{\text{b}}$  = indication due to radiation background

$A_{\text{rs}}$  = activity of reference source

## 4. Qualification tests

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

Qualification tests are subdivided into type tests and routine tests.

### 4.1 Type tests (I.E.V. 151-04-15)

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

### 4.2 Routine tests (I.E.V. 151-04-16)

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

### 4.3 Acceptance tests (I.E.V. 151-04-20)

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

---

## CHAPITRE II: CONCEPTION DES MONITEURS D'EFFLUENTS

### SECTION UN — FACTEURS QUI INFLUENCENT L'APTITUDE AU FONCTIONNEMENT

#### 5. Prescriptions générales

La fonction principale d'un équipement de surveillance de la radioactivité des effluents est généralement de fournir l'assurance que les rejets de chaque établissement sont en conformité avec les limites de rejet autorisées.

Cela peut permettre aussi aux utilisateurs de l'établissement de disposer de données utiles pour le contrôle de toute opération en cours. Bien que cela soit un objectif secondaire, des situations peuvent être envisagées où la détection d'activités notablement inférieures aux limites de rejet permises peut donner très tôt une alarme relative à un mauvais fonctionnement de l'installation, ce qui peut avoir des conséquences d'ordre économique plutôt que de sûreté.

Indépendamment du fait que la surveillance des effluents proposée doit observer les prescriptions des autorités responsables, ou qu'elle soit conçue surtout pour donner des informations de contrôle à l'utilisateur, la prescription la plus importante est celle de son aptitude à mesurer un niveau de rejet donné.

Cette aptitude est affectée par un certain nombre de facteurs, y compris le type du détecteur et ses performances, le mode de fonctionnement du moniteur, la dilution de l'activité dans le débit total des effluents et l'efficacité du système de prélèvement (qui ne mesure effectivement qu'une partie du débit des effluents).

Pour ces différents facteurs, il est naturellement possible d'optimiser, à un stade très avancé, le projet détaillé du moniteur; mais souvent on ne tient pas suffisamment compte, au début de la conception de l'installation, des éventuelles prescriptions de surveillance et du mode d'installation du système global de rejet pour permettre une surveillance effective au niveau de sensibilité requis. Ainsi, pour obtenir la meilleure aptitude au fonctionnement, il est recommandé de définir, dès le début de la conception d'une installation, les besoins en équipement de surveillance, et de prévoir les performances nécessaires afin que le projet de l'installation tienne compte de ces prescriptions.

#### 6. Types de mesure

Trois types principaux de surveillance de l'activité des effluents gazeux sont prévus et décrits en détail dans les autres parties de la présente norme. Le résumé ci-après précise cependant quelques caractéristiques importantes.

##### 6.1 Moniteurs d'aérosols

En général, ces moniteurs sont équipés de moyens de collection sur un matériau tel que papier filtre ou filtre à déroulement, dont l'activité est mesurée par un ensemble de détection approprié. Le détecteur choisi doit pouvoir mesurer la radioactivité spécifiée et être conforme aux prescriptions de la deuxième partie de la Publication 761-2 de la CEI: Equipements de surveillance en continu de la radioactivité dans les effluents gazeux, Deuxième partie: Prescriptions particulières pour les moniteurs d'aérosols.

## CHAPTER II: EFFLUENT MONITOR DESIGN

### SECTION ONE — FACTORS INFLUENCING CAPABILITY

#### 5. General

The primary purpose of radioactive effluent monitoring equipment is, generally, to provide assurance that the effluent discharged from each establishment conforms to the authorized discharge limits.

It may also provide the users of the establishment with data relevant to the control of any process carried out. While this is usually a secondary purpose, in certain circumstances situations may be envisaged where the detection of activities significantly below the allowed discharge limits may give early warning of plant malfunction having an economic rather than a safety consequence.

Irrespective of whether the proposed effluent monitoring is intended to meet the requirements of the responsible authority or is principally to provide control information to the user, the most likely requirement is the capability to measure a defined level of discharge.

This capability is affected by a number of factors including detector type and performance, mode of operation of monitor, dilution of activity in overall effluent stream, and effectiveness of sampling system (where part, not all, of the effluent stream is actually measured).

Of the various factors involved, it is obviously possible to optimize, at a very late stage, the detailed monitor design, but often not enough thought is given, early in plant design, to the possible monitoring requirements and how the overall effluent system should be arranged so as to allow effective monitoring at the sensitivity level required. Thus, for maximum performance capability, it is recommended that, early in the design of any plant, the need for and the necessary performance of monitoring equipment be identified and the plant design influenced as necessary to achieve the requirements.

#### 6. Types of measurement

Three main types of gaseous effluent monitoring are envisaged and are dealt with in detail in the other parts of this standard. However, the following summary highlights some significant features.

##### 6.1 *Aerosol monitors*

Such equipment generally includes some means of collection on a sampling medium such as a filter paper or tape which is monitored by a suitable detection assembly. The detector chosen shall be appropriate to the particular radioactivity of interest and consistent with the performance requirements of IEC Publication 761-2: Equipment for Continuously Monitoring Radioactivity in Gaseous Effluents, Part 2: Specific Requirements for Aerosol Effluent Monitors.

## 6.2 *Moniteurs de gaz nobles*

Ces moniteurs peuvent être conçus pour estimer soit l'activité de chaque radionucléide, soit l'activité totale des gaz nobles dans les rejets, et sont surtout destinés à mesurer l'activité réelle rejetée avec un détecteur placé directement dans le flux gazeux. Cependant, comme il est examiné plus loin dans la présente norme, des prescriptions spécifiques, applicables dans certaines circonstances, peuvent comporter l'utilisation de techniques de prélèvement d'échantillons. Ces prescriptions spécifiques sont définies dans la Publication 761-3 de la CEI: Equipements de surveillance en continu de la radioactivité dans les effluents gazeux, Troisième partie: Prescriptions particulières pour les moniteurs de gaz nobles.

## 6.3 *Moniteurs spécifiques de radionucléides*

Ces moniteurs, destinés à la mesure d'un certain nombre de radionucléides, sont utilisés le plus souvent pour l'iode et le tritium.

Dans le premier cas, l'élément radioactif peut se présenter sous forme de vapeur. Un prélèvement et une mesure de type «aérosol» sont généralement appropriés, bien que le moyen de filtration et le système détecteur soient spécifiques à l'élément en question.

Dans le deuxième cas, un type spécial de moniteur de gaz est généralement utilisé, avec mesure précise d'une fraction représentative du débit de l'effluent.

Ce type d'équipement est décrit dans les Publications 761-4 de la CEI: Equipements de surveillance en continu de la radioactivité dans les effluents gazeux, Quatrième partie: Prescriptions particulières pour les moniteurs d'iode, et 761-5: Cinquième partie: Prescriptions particulières pour les moniteurs de tritium.

## 7. **Emplacement de la mesure**

Le niveau de radioactivité dans l'effluent, qui peut être mesuré par n'importe quel équipement de mesure, dépend de l'emplacement du détecteur.

Lorsque la radioactivité à mesurer provient d'une source bien définie, la réponse maximale en termes d'activité ambiante est obtenue en surveillant localement l'effluent avant la dilution du rejet. Il faut tenir compte des avantages qu'apporte l'utilisation d'un équipement à détecteurs multiples, par rapport à un équipement à détecteur unique, donnant généralement une réponse inférieure en termes d'activité ambiante.

Cependant, la mesure locale de l'effluent (près de la source) avant dilution du rejet, bien qu'elle puisse améliorer la sensibilité, peut conduire à une surestimation significative de l'activité des effluents à cause des pertes d'activité dues aux absorptions dans les canalisations avant rejet. Ceci est particulièrement vrai pour l'iode et le ruthénium et dépend de leur forme chimique.

Une autre option à envisager consiste à mesurer directement la radioactivité sur la ligne effective de décharge ou sur un petit prélèvement dérivé jusqu'à un point de mesure plus éloigné. Le positionnement du détecteur dans le rejet d'effluent, ou à proximité de celui-ci, peut donner dans certains cas une réponse légèrement meilleure en termes d'activité ambiante. Par exemple, dans le cas d'un moniteur de gaz noble avec mesure globale de l'activité des gaz, le détecteur peut être plongé dans un nuage de gaz considéré comme «presque infini». Dans ce cas, il peut être difficile de déterminer la géométrie réelle de l'association source-détecteur, mais on évite ainsi les difficultés d'obtention d'un échantillon représentatif du rejet d'effluent. Le prélèvement dérivé sur le débit de gaz permet par contre l'installation de l'ensemble de détection dans un milieu moins perturbé. Outre une amélioration générale de l'ambiance, les

## 6.2 *Noble gas activity monitors*

This type of monitor may be designed to assess either individual nuclides or gross noble gas activity discharged and is more likely to measure the activity actually in the gas stream using a suitable locally mounted detector. However, as discussed later in this standard, special requirements of particular circumstances may lead to the use of sampling techniques. The special design requirements are defined in IEC Publication 761-3: Equipment for Continuously Monitoring Radioactivity, Part 3: Specific Requirements for Noble Gas Effluent Monitors.

## 6.3 *Specific nuclide monitors*

Such monitors may be required for a number of nuclides, but more commonly are used for iodine and tritium.

In the first case, the active material may well be in vapour form and a sampling and monitoring technique similar to that for aerosols is appropriate, although the filter medium and detector system will be specific to the particular problem.

In the second case a specialized form of gaseous monitor is usually provided which generally involves careful measurement of a representative fraction of the effluent stream.

This type of equipment is covered by IEC Publications 761-4: Equipment for Continuously Monitoring Radioactivity in Gaseous Effluents, Part 4: Specific Requirements for Iodine Monitors, and 761-5: Part 5: Specific Requirements for Tritium Effluent Monitors.

## 7. **Position of measurement**

The level of activity in effluent which may be measured by any monitoring equipment is dependent on the detector location.

Where the activities being assessed derive from a well-defined source, better sensitivity in terms of activity discharge is achieved by monitoring the effluent locally, prior to dilution in the effluent stream. Consideration must be given to the advantage to be gained by use of multiple monitoring equipment compared to a single monitor which would give a lower overall sensitivity in terms of activity discharge.

However, monitoring of the effluent locally (near the source) prior to dilution by the effluent stream, although it may provide better detection sensitivity in terms of activity discharge, may lead to a significant overestimation of effluent releases because of losses of activity due to plate-out in the effluent exhaust system. This is particularly true for radionuclides of iodine and ruthenium, depending on their chemical form.

Another option to be considered is whether to measure the actual discharge line for activity or to remove a smaller sample to a remote monitor position. Locating the detector in or adjacent to the effluent stream may, in some cases, have the advantage of slightly better sensitivity in terms of activity discharge. For example, in the case of a gross gas activity monitor the detector can be immersed in an almost "infinite" gas cloud. In this case, it may be difficult to define the actual geometry of the source and detector combination, but the complication of obtaining a representative sample from the effluent stream is avoided. On the other hand, drawing a fractional sample from the gas stream allows the detection assembly to be located in a more controlled environment. As well as providing an improved general environment, the effects of interfering background activity may be minimized by location in

effets liés à la radioactivité ambiante peuvent être réduits en plaçant l'équipement dans une zone à faible mouvement propre. Les effets de toute contamination radioactive par les aérosols sur l'indication d'un moniteur de gaz peuvent être réduits grâce à un filtre placé dans le circuit de prélèvement. En outre, un plus grand choix pour l'emplacement de l'équipement permet l'utilisation de techniques de mesure plus élaborées.

En cas d'utilisation de la technique de prélèvement, un soin tout particulier doit être apporté afin d'obtenir un échantillon pleinement représentatif de l'effluent principal pour l'équipement de surveillance considéré.

Les principes de prélèvement d'un échantillon représentatif ne sont pas inclus dans la présente norme, mais sont indiqués dans d'autres normes (par exemple la Norme ISO 2889). Les caractéristiques suivantes doivent cependant être examinées et approuvées par l'utilisateur et le constructeur :

- choix de la position optimale des conduits de prélèvement et nombre optimal d'injecteurs;
- diamètre intérieur des conduits;
- état de surface interne des conduits;
- rayons de courbure et changements de direction;
- raccords;
- nature du matériau de construction utilisé;
- moyens de raccordement aux conduits externes;
- nombre de circuits de prélèvement en parallèle.

Les prélèvements d'échantillons d'effluents sont souvent effectués à température et pression élevées. Il peut donc être utile de faire fonctionner l'ensemble détecteur de l'équipement de surveillance dans des conditions similaires et il faut en tenir compte pour l'étude de l'équipement. Cependant, plus couramment, il est préférable de ramener le prélèvement à une température moins élevée et à une pression normale par un conditionnement approprié. La description de ce système ne fait pas l'objet de la présente norme, mais le constructeur et l'utilisateur doivent examiner quel est l'équipement nécessaire pour des associations particulières d'installations et de moniteurs. Ils doivent également s'assurer qu'il ne dégrade pas pratiquement la qualité de l'échantillon traversant l'ensemble de détection, en particulier par une annulation préalable de l'activité à mesurer.

## 8. Concentration de la radioactivité

Lorsque la mesure directe sur l'effluent ou sur son prélèvement dérivé représentatif est impossible à cause d'un trop faible niveau, il est possible de concentrer l'activité, avant mesure, par différentes techniques. En général, ces techniques ne s'appliquent pas aux mesures en continu proprement dites, mais elles peuvent être utilisées pour les mesures quasi continues lorsque l'activité est concentrée pendant un certain temps avant la mesure. Le cycle «concentration-mesure» est ainsi répété sans interruption.

La technique la plus simple est la concentration des aérosols, vapeurs et gaz nobles sur un milieu de prélèvement, dont on mesure ensuite l'activité. Le filtre peut être changé automatiquement, après prélèvement de l'échantillon, et peut se présenter sous la forme d'un ruban ou d'un produit granulé absorbant contenu dans une cartouche appropriée. Celle-ci est disposée de telle façon que l'on puisse effectuer la mesure sur un échantillon pendant le prélèvement suivant.

low background radiation areas. The effects of any particulate activity on the reading of a gas monitor may be minimized by the use of sample line filtration. In addition, with the greater choice of location, more complex monitoring techniques may become practicable.

If a sampling technique is used, special care shall be taken to provide a fully representative sample of the main effluent stream for the actual monitoring equipment.

The principles involved in obtaining a representative sample are not part of this standard but are covered in other standards (e.g. ISO Standard 2889). However, the following characteristics shall be considered and agreed between user and manufacturer:

- selection of optimal location for the sampling pipes and optimal number of nozzles;
- internal diameter of pipes;
- finish of internal surfaces;
- radius of curvature and direction changes;
- connections;
- nature of constructional material used;
- means of connection to external pipes;
- one or more sampling lines in parallel.

In many cases the effluent streams sampled will be at elevated temperatures and pressures. It may be appropriate, therefore, to operate the monitoring equipment detector assembly under similar conditions and this shall be taken into account in the design of the equipment. More usually, however, it will be appropriate to condition the sample, as part of the sampling procedure, so that the detection assembly operates at normal ambient pressure and less elevated temperatures. The design of such conditioning equipment is not covered by this standard, but the manufacturer and purchaser shall consider what equipment is necessary for particular plant and monitor combinations and satisfy themselves that it does not materially degrade the quality of the sample passing through the detector assembly, in particular by prior removal of the activity to be measured.

## 8. Concentration of activity

Where direct measurement of the effluent stream, or a representative sample thereof, proves to be impracticable at the desired level, various techniques may be considered for concentration of the activity prior to measurement. In general, such techniques are impracticable for true continuous measurement but can be used for a quasi-continuous measurement where the activity is concentrated for a period prior to measurement and the concentration/measurement cycle continuously repeated.

The most obvious of such techniques is the concentration of aerosols, vapours and noble gases on a sampling medium which is subsequently measured for activity. The filter medium may be automatically changed following collection and could be in the form of a tape, or possibly a volume of absorbant granules in a suitable containing system, arranged so that a sample is measured while the next sample is collected.

## SECTION DEUX — PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES

### 9. Généralités

Compte tenu des facteurs indiqués dans la section un, et du grand nombre de prescriptions applicables aux moniteurs d'effluents, il n'est pas raisonnable d'élaborer une recommandation complète pour chaque type d'équipement spécifique de surveillance des effluents gazeux. Néanmoins, les prescriptions suivantes représentent les principes généraux qui doivent être suivis pour tous les projets de détail développés par le constructeur, afin que ces projets soient conformes aux prescriptions spécifiques de chaque application particulière. Des prescriptions plus détaillées, applicables aux moniteurs de type particulier, figurent dans les autres parties de cette norme.

L'équipement doit être conçu de façon à limiter au maximum les réponses indésirables aux rayonnements ionisants et électromagnétiques qui ne font pas l'objet de la mesure proprement dite.

### 10. Caractéristiques de mesure et d'indication

#### 10.1 *Echelle de lecture*

10.1.1 L'échelle de lecture doit être graduée en unités appropriées à la technique de mesure et doit être approuvée par le constructeur et par l'utilisateur. Il est souhaitable que l'indication mentionne l'activité effectivement rejetée lorsqu'il existe un étalonnage précis de cette activité. En l'absence d'un tel étalonnage, il est préférable que l'indication soit exprimée dans les unités des grandeurs directement mesurées, par exemple ampères, coups par seconde.

10.1.2 Le choix entre l'échelle linéaire et l'échelle logarithmique et l'étendue de mesure totale doivent être appropriés à la fonction de l'équipement et approuvés par le constructeur et l'utilisateur. En général, un minimum de trois décades de mesure est nécessaire.

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. Une valeur voisine de 3 serait même préférable.

Lorsque la mesure subit d'importantes variations, 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'étendue de mesure utilisée est nécessaire.

#### 10.2 *Etendue de mesure*

Pour les ensembles à échelle linéaire, l'étendue de mesure doit rester comprise entre 10% et 100% de chaque calibre.

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

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

## SECTION TWO — GENERAL REQUIREMENTS

## 9. General

Bearing in mind the factors discussed in Section One and the wide range of requirements existing for effluent monitors, it is not reasonable to provide a comprehensive recommendation for every specific possible gaseous effluent monitor equipment. Nevertheless, the following requirements represent general principles which shall be followed for whatever detailed design is evolved by a manufacturer to meet the specific requirements of each particular application. Requirements more appropriate to particular monitoring equipment are given in the other parts of this standard.

Equipment shall be designed so as to limit as far as possible any undesirable response to electromagnetic and ionizing radiations other than those actually being measured.

## 10. Measurement and indication characteristics

10.1 *Reading scale*

10.1.1 The reading scale shall be graduated in units appropriate to the measurement technique and shall be agreed between manufacturer and user. It is desirable that the indication should be of actual activities discharged when an unambiguous calibration in terms of such activities exists. In the absence of such a calibration it is preferable for the indication to be in units of directly measured quantities, e.g. amperes, counts per second.

10.1.2 The choice between logarithmic and linear scales and the total effective range of measurement shall be appropriate to the purpose of the equipment and shall be agreed between manufacturer and user. In general, at least three decades of measurement are required.

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 factor does not exceed 10; it should be preferably a factor of approximately 3.

In cases where the application is 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 range in use shall be provided.

10.2 *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 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.

### 10.3 *Activité minimale détectable*

L'activité minimale détectable requise dépend de l'application particulière; elle est fonction des réglementations locales et du type d'installation surveillée. Elle doit donc faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur. Indépendamment de la valeur retenue, le constructeur doit indiquer l'activité minimale détectable (A.M.D.) prévue pour les nucléides considérés, compte tenu d'un bruit de fond gamma existant au niveau de l'ensemble détecteur.

## 11. **Fiabilité**

Tous les équipements doivent être conçus de manière à être très fiables. Il faut prouver de façon satisfaisante, en les soumettant à une maintenance planifiée appropriée, que la moyenne des temps de bon fonctionnement (M.T.B.F.) est d'au moins 20 000 h. Si la valeur de la M.T.B.F. s'obtient par une estimation théorique, les données de base utilisables doivent être approuvées par le constructeur et l'utilisateur.

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

L'équipement doit, si possible, être conçu de façon telle qu'une interruption de l'alimentation électrique ou la défaillance d'un composant provoquant la perte de l'indication, actionnent un circuit de déclenchement.

## 12. **Caractéristiques du débit d'air (ou de gaz)**

### 12.1 *Pompe*

Lorsqu'une pompe à air (ou à gaz) est intégrée dans l'ensemble, les prescriptions suivantes doivent être observées:

12.1.1 La pompe à air (ou à gaz) doit être placée en aval de tout filtre ou de tout organe de mesure.

12.1.2 La pompe à air (ou à gaz) doit pouvoir fonctionner en permanence entre les opérations de maintenance programmées. La fréquence de ces opérations doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur, mais en général elle ne doit pas dépasser une fois par trimestre. Les pompes à air (ou à gaz) équipées d'un moteur électrique à collecteur ne doivent pas être utilisées. La conception de l'ensemble doit prévoir un accès à la pompe et à ses parties interchangeables.

12.1.3 La pompe à air (ou à gaz) doit être équipée des dispositifs de sécurité de pression et de température qui sont 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 de défaut approprié.

12.1.4 La pompe à air (ou à gaz) doit laisser passer un débit total d'air (ou de gaz) adapté à la méthode de mesure. Dans les cas où la technique de mesurage est sensible au débit, la pompe doit être du type volumétrique, de telle façon que le débit ne soit que légèrement perturbé par la variation des pertes de charge dans le circuit. Dans le cas contraire, la technique de mesurage doit être du type à intégration.

### 10.3 *Minimum detectable activity*

The required minimum detectable activity depends on the particular application and is subject to local regulations and plant design. It shall, therefore, be agreed between manufacturer and user. Irrespective of the value agreed, the manufacturer shall specify the achievable minimum detectable activity (M.D.A.) for nuclides of interest, as a function of the ambient gamma background at the detector assembly.

## 11. **Reliability**

All equipment shall be designed to a high standard of reliability and satisfactory evidence shall be provided that, subject to appropriate planned maintenance, the equipment has a mean time between failures (M.T.B.F.) of at least 20 000 h. Where the basis of the M.T.B.F. figure is a theoretical assessment, the basic data used shall be agreed between the manufacturer and user.

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

Wherever possible, the equipment shall be designed to “fail safe” so that interruption of power supplies or component failure causing loss of indication will result in actuation of a trip circuit.

## 12. **Air (or gas) flow characteristics**

### 12.1 *Pump*

Where an air (or gas) pump is an integral part of any assembly, the following requirements shall be met:

- 12.1.1 The air (or gas) pump shall be placed downstream from any filter or measuring unit.
- 12.1.2 The air (or gas) pump shall be capable of continuous operation between scheduled maintenance operations. The frequency of maintenance operations shall be agreed between manufacturer and user, but generally shall be not more frequent than once every three months. Air (or gas) pumps fitted with commutator electrical motors shall not be used. The design shall provide for ease of access to the pump and its replaceable parts.
- 12.1.3 The air (or gas) 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 failure alarm.
- 12.1.4 The air (or gas) pump shall allow a total air (or gas) flow adequate for the measurement method. Where the measurement technique is sensitive to flow rate, the pump shall be of the constant displacement type, so that the flow is only slightly affected by the variation of pressure drops in the circuit. If not, the measurement technique shall be of the integrated flow type.

## 12.2 *Contrôle du débit*

En cas de non-utilisation de pompes volumétriques, le dispositif de réglage du débit d'air (ou de gaz) doit permettre un ajustement des caractéristiques intrinsèques de la pompe à air (ou à gaz) aux filtres utilisés.

## 12.3 *Mesure du débit*

Un débitmètre à lecture directe, équipé d'alarmes convenables en cas de variation excessive du débit, doit être prévu. Le débit d'air (ou de gaz) doit être mesuré après l'unité de filtration. Dans toutes les conditions effectives de mesure, le débit d'air (ou de gaz) doit être exprimé en unités SI de volume par unité de temps à la température de 20 °C et à la pression de 101,3 kPa.

## 13. **Signaux d'alarme**

Les alarmes et les dispositifs d'indication doivent être appropriés à la fonction de l'équipement et faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Tous les circuits d'alarme doivent donner des indications visuelles séparées sur le moniteur. Ils doivent en outre actionner deux séries de contacts inverseurs (qui peuvent être communes à toutes les alarmes pour défaillance) utilisables avec des systèmes d'alarme externes de régime nominal de 260 V courant alternatif/courant continu 1 A pour une charge résistive maximale de 100 W. On peut aussi prévoir des alarmes acoustiques.

Toutes les fonctions d'alarme doivent être contrôlées par des dispositifs d'essai appropriés. En cas d'alarmes réglables, le contrôle doit être possible sur toute l'étendue de réglage avec indication du niveau réel d'actionnement 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 de tout équipement.

Toutefois, les dispositifs suivants doivent être normalement prévus:

### 13.1 *Signaux d'alarme de dépassement (niveau haut)*

Deux points d'alarme pouvant être réglés entre 10% et 90% de l'échelle de lecture (échelles linéaires) et de 50% de la décade la plus basse à 90% de la décade la plus haute (échelles logarithmiques).

### 13.2 *Signaux d'alarme de bon fonctionnement (niveau bas)*

Alarme déclenchable 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 numériques). Elle peut faire partie d'un système d'alarme de défaut en indiquant une perte de comptage du bruit de fond.

### 13.3 *Alarmes de défaut*

13.3.1 Alarmes 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.

## 12.2 *Flow control*

If constant displacement pumps are 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 air (or gas) pump and any filters used.

## 12.3 *Flow measurement*

A flow-rate meter of the direct reading type and suitable flow alarms shall be provided for warning of any excessive variation of flow. The air (or gas) flow-rate shall be measured after the filter unit. Whatever the actual measurement conditions, the air (or gas) flow rate shall be expressed in SI units of volume per unit time at 20 °C and 101.3 kPa.

## 13. **Alarms**

The alarm and indication facilities shall be appropriate to the purpose of the equipment and shall be agreed between manufacturer and user.

All alarm circuits shall give separate local visual indication on the monitor and also operate two sets of changeover contacts (which may be common for all fault alarms) for use with external alarms rated at 260 V a.c./d.c. 1 A for maximum resistive load of 100 W. Audible alarms may be provided in addition.

All 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 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.

The following facilities shall normally be provided:

### 13.1 *High level alarms*

Two adjustable alarm points covering at least 10% to 90% of scale reading (linear scales) and from 50% of the lowest decade to 90% of the highest decade (logarithmic scales).

### 13.2 *Low level alarm*

An alarm operable over the lowest 10% of scale reading (linear scales) or over the whole of the lowest decade (logarithmic or digital scales), which may form part of a failure alarm system by indicating loss of background count rate.

### 13.3 *Fault alarms*

13.3.1 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.

- 13.3.2 Alarmes 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.

#### 14. Indications de fonctionnement

En plus du dispositif visuel d'indication de la mesure, les indications de fonctionnement suivantes doivent être fournies pour:

- la mise sous tension générale;
- la mise sous tension de la pompe à air (ou à gaz), si nécessaire;
- la mise sous tension du détecteur;
- la circulation du fluide de refroidissement du détecteur et/ou le niveau dans le réservoir;
- le bon fonctionnement, c'est-à-dire qu'aucune alarme de défaut n'est déclenchée.

Si de l'air (ou du gaz) traverse l'équipement, une indication débitométrique appropriée doit être fournie.

L'équipement doit être muni d'une sortie qui permette une indication à distance. Le signal de sortie doit pouvoir commander un ou plusieurs des dispositifs suivants:

- galvanomètre;
- enregistreur potentiométrique;
- enregistreur magnétique;
- imprimante ou perforateur de cartes;
- ordinateur.

#### 15. Dispositifs de contrôle de bon fonctionnement

Des dispositifs appropriés doivent être prévus 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 dispositifs de contrôle doivent normalement être installés de manière que les vérifications puissent être 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.

Ce contrôle doit être effectué en utilisant une source radioactive appropriée, afin de vérifier au moins un point. Le second point d'étalonnage peut être contrôlé électroniquement.

#### 16. Dispositifs de réglage et de maintenance

Tous les équipements électroniques doivent comporter un nombre suffisant de points d'essai 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, câbles d'accouplement. Un outillage spécifique d'entretien et un manuel de maintenance satisfaisant doivent être prévus.

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

13.3.2 Alarms to indicate loss of essential services (e.g. detector coolant flow) or a low level in an essential coolant reservoir.

#### 14. Indication facilities

In addition to the visual display of the measured value, operational indication shall be provided on the equipment for the following:

- power on;
- air (or gas) pump on, if appropriate;
- detector voltage supply on;
- detector coolant flow and/or reservoir level;
- equipment in fault-free conditions — no fault alarm operated.

Where air (or gas) flows through the equipment, then suitable flow metering indication shall be provided.

An output shall be provided permitting remote indication and capable of operating one or more of the following devices:

- galvanometer;
- potentiometric recorder;
- tape recorder;
- printer or punch machine;
- computer.

#### 15. Facilities for operational testing

Facilities shall be provided to allow the user to carry out periodic checks of the satisfactory operation of the assembly, including calibrations and verification of scale linearity. These facilities shall normally be installed so as to 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.

#### 16. Setting-up and maintenance facilities

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.

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

### 17. Ensemble de détection (ou ensemble de prélèvement et de détection)

L'ensemble comprend essentiellement les sous-ensembles ou les éléments fonctionnels suivants:

Un ou plusieurs détecteurs de rayonnement et, si nécessaire, un ou plusieurs des sous-ensembles et éléments fonctionnels suivants:

- canalisations de prélèvement et de rejet;
- canalisations ou autres dispositifs permettant la décroissance des radionucléides gazeux parasites à vie brève;
- dispositifs de prélèvement d'échantillons pour analyses en laboratoire et pour essais d'étalonnage avec des gaz actifs;
- dispositifs de refroidissement du détecteur;
- cellule de prélèvement;
- dispositif de rétention des aérosols;
- dispositif mobile de filtration;
- dispositif de protection contre le rayonnement gamma ambiant;
- dispositif de mesure et de contrôle du débit d'air (ou de gaz);
- pompes à air (ou à gaz).

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

Lorsque cela est nécessaire, l'ensemble de rétention de l'activité doit être conçu de façon à réduire le contournement du moyen de collection. Dans certaines circonstances, les effluents peuvent contenir un mélange gazeux explosif. Dans cette hypothèse, l'ensemble doit être conçu de façon que le fonctionnement de l'instrumentation ne provoque pas une inflammation éventuelle des effluents.

Les effluents peuvent aussi contenir des vapeurs chimiques nocives et corrosives; des aménagements spéciaux seraient nécessaires pour protéger les systèmes de mesure.

Quand le refroidissement du détecteur ou d'autres fonctions ont été prévus à partir d'un réservoir local, ils ne doivent pas exiger une maintenance d'une périodicité inférieure à huit jours.

### 18. Ensemble de mesure et de commande

L'ensemble comprend essentiellement les éléments suivants:

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

L'ensemble de mesure et de commande peut faire partie d'un tableau de contrôle des rayonnements centralisé. Dans ces conditions, il devrait pouvoir être installé dans une baie électronique de dimensions normalisées.

### 17. Detection assembly (or sampling and detection assembly)

The assembly includes essentially the following sub-assembly or function units.

One or more radiation detectors and, where appropriate, one or more of the following sub-assemblies and functional units:

- sampling and exhaust pipes;
- pipes or other devices for decay of short-lived interfering gaseous nuclides;
- facilities for drawing samples for laboratory analysis and for calibration tests with active gases;
- detector cooling devices;
- sample cell;
- aerosol retention device;
- filter moving device;
- ambient gamma radiation protection devices;
- air (or gas) flow rate monitoring and control devices;
- air (or gas) 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.

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

The effluent may also contain noxious and corrosive chemical vapour and special arrangements will be required to protect measuring systems.

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

### 18. Control and measurement assembly

The control and measurement assembly includes essentially the following parts:

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

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

### 19. Dispositifs de protection contre le rayonnement gamma ambiant

Ces dispositifs sont 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 et/ou l'autre de ces dispositifs peuvent être inclus dans la conception générale de l'ensemble, selon le cas.

Le blindage doit donner une atténuation globale du rayonnement gamma 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. L'épaisseur du blindage est calculée en fonction de la sensibilité du détecteur au rayonnement gamma.

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

Lorsqu'un dispositif électronique comprenant des détecteurs complémentaires est utilisé pour réduire le mouvement propre, 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.

### 20. Niveau du bruit acoustique

Le niveau du bruit acoustique de l'ensemble dépend essentiellement du sous-ensemble de prélèvement et de détection et, en particulier, du fonctionnement du circuit d'air (ou de gaz) et des vibrations qui en résultent.

Le constructeur doit choisir les différents composants et les éléments fonctionnels de l'ensemble, de telle façon que le niveau de bruit acoustique soit conforme aux normes ISO. Il doit également préciser le type d'environnement acoustique pour lequel l'ensemble est conçu.

### 21. Perturbations électriques

Toutes les précautions nécessaires doivent être prises contre les effets des perturbations électriques.

## 19. Ambient gamma radiation protection devices

These devices are 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.

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. The thickness of the shield shall be determined taking into account the detection efficiency 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 user.

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.

## 20. Acoustic noise level of the assembly

Acoustic noise level of the assembly mainly arises from the sampling and detection sub-assembly and more particularly from the operation of the air-duct system and the resultant vibration.

The manufacturer shall select the components and shall design the assembly so that the acoustic noise level shall comply with ISO standards and shall state for which type of environment the assembly is provided.

## 21. Electrical interference

All necessary precautions shall be taken against the effects of electrical interference.

---

### CHAPITRE III: PROCÉDURES D'ESSAIS

#### 22. Procédures générales d'essais

La présente norme traite des procédures générales d'essais applicables à tous les types de moniteurs. 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, après accord entre le constructeur et l'utilisateur. Les prescriptions indiquées sont des prescriptions minimales et peuvent être étendues à tous les types d'équipement ou de fonctionnement.

Les procédures d'essais détaillées doivent tenir compte des caractéristiques particulières de chaque type de moniteur et sont présentées dans la norme correspondante traitant de chaque type de moniteur d'effluents.

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

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

#### 23. 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 à l'essai, les prescriptions relatives au paragraphe où est décrite la méthode d'essai correspondante.

#### 24. Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence

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

- essais relatifs au circuit d'air (ou de gaz);
- essais relatifs à la mesure et aux dispositifs d'alarme et de signalisation.

Ces essais sont effectués indépendamment les uns des autres.

Afin de contrôler l'effet de 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 spécifiées.

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 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.

Les essais relatifs aux dispositifs de mesure, d'alarme et de signalisation sont indiqués dans le tableau III, accompagnés de la gamme de variation de chaque grandeur d'influence et des limites des variations correspondantes de l'indication de l'ensemble.

Les essais du circuit d'air ou de gaz sont indiqués dans le tableau IV, accompagnés de la gamme de variation de chaque grandeur d'influence et des limites des variations correspondantes des paramètres en essai.

### CHAPTER III: TEST PROCEDURES

#### 22. General test procedures

General test procedures applicable to all types of 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 user. The stated requirements are 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 relevant standard dealing with each type of effluent 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.

#### 23. Tests performed under standard test conditions

Tests 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.

#### 24. 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 air or gas circuit;
- tests relating to the measurement, alarm and indication devices.

These two categories of tests are carried out independently of each other.

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 activity levels of approximately 50% of any range or decade except the most sensitive range or decade.

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 air or gas 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.

## 25. Fluctuations statistiques

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

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

## 26. Caractéristiques de fonctionnement

### 26.1 Réponse de référence

#### 26.1.1 Prescriptions

Le constructeur doit indiquer la relation entre l'indication donnée par l'ensemble de mesure et l'activité de la source de référence quand l'équipement étalonné conformément aux indications du constructeur fonctionne dans les conditions normales d'essai.

#### 26.1.2 Méthode d'essai

L'ensemble, mis en marche conformément aux indications du constructeur, doit fonctionner dans les conditions normales d'essai, en l'absence de toute source de rayonnement de référence. Noter l'indication due au bruit de fond. L'ensemble est ensuite « exposé » à une source de rayonnement de référence appropriée, d'activité suffisante pour donner une lecture correspondante approximativement au milieu de l'échelle, ou de la décade, située au-dessus de la plus basse échelle ou décade. Calculer la valeur de  $R_{ref}$  telle qu'elle est définie au paragraphe 3.14.

### 26.2 Précision de la réponse à une activité donnée

Les caractéristiques globales de réponse de tout moniteur d'effluents gazeux dépendent de nombreux facteurs propres à chaque installation. Certains facteurs, spécifiques à chaque type de moniteur, sont présentés dans les normes correspondantes, mais les prescriptions fondamentales applicables aux performances du détecteur et de l'électronique associée sont présentées dans la présente norme.

Les prescriptions et les essais spécifiés sont relatifs aux performances de l'équipement en utilisant des sources d'essais préparées et appropriées, dont les activités doivent être en rapport avec les activités réelles à mesurer. Les règles relatives à la précision du rapport entre l'activité de la source d'essai et les activités des rejets dépendent de l'utilisation du moniteur et sont présentées dans les parties correspondantes de la norme.

La norme de préparation des sources nécessaires aux essais doit être telle que l'activité conventionnellement vraie de chaque source soit connue avec une incertitude ( $\varepsilon_{SA}$ ) meilleure que 10% en valeur absolue et une incertitude ( $\varepsilon_{SR}$ ) meilleure que 5% en valeur relative par rapport à l'activité des autres sources de la même série d'essais. Les sources d'essais doivent être contrôlées périodiquement par un laboratoire agréé.

## 25. 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.

## 26. Performance characteristics

### 26.1 Reference response

#### 26.1.1 Requirements

The manufacturer shall state the relationship between the indication given by the measuring assembly and the activity of the reference source when the equipment is operated under standard test conditions and set up as defined by the manufacturer.

#### 26.1.2 Test method

The assembly shall be operated under standard test conditions and set up as defined by the manufacturer with no reference radiation 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 a scale or decade above the lowest scale or decade. The value of  $R_{\text{ref}}$  shall be computed as defined in Sub-clause 3.14.

### 26.2 Accuracy of response to appropriate activity

The overall response characteristics of any gaseous effluent monitor will depend on many factors peculiar to each equipment installation. Some of the factors specific to each type of monitor are discussed in the relevant standard, but the basic requirements for the detector and the electronic performance are given in this standard.

The requirements and specified tests relate to equipment performance using appropriate prepared test sources which shall be related to the actual activities to be measured. Standards of accuracy of relationship of test source to activity discharge quantities will vary with monitor application and are discussed in the relevant parts of the standard.

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

### 26.2.1 *Prescriptions*

Dans les conditions normales d'essai, et après contrôle de l'étalonnage effectué selon les instructions du constructeur, l'erreur intrinsèque relative ne doit pas dépasser les limites données au tableau II pour toute l'étendue de mesure définie au paragraphe 10.2.

### 26.2.2 *Activité de la source d'essai*

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

Plusieurs sources de référence sont nécessaires pour couvrir la totalité de l'étendue de mesure d'activité indiquée par l'ensemble de mesure. Les activités relatives des sources utilisées doivent être choisies de manière à obtenir l'indication appropriée dans chaque échelle de mesure (ensembles à échelle linéaire), ou dans chaque décade (ensembles à échelle logarithmique).

### 26.2.3 *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.

### 26.2.4 *Méthodes d'essais*

Les prescriptions relatives aux essais tant de type que de série exigent un certain nombre d'essais individuels de série avec source. Ces essais sont spécifiés plus loin. Le reste des prescriptions d'essai peut être exécuté en utilisant des sources mais, afin de limiter le nombre de sources nécessaires, ces essais peuvent être effectués électroniquement. Dans ce cas, l'électronique associée sans le détecteur est essayée 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.

#### *Méthode A — Essai de type*

Pour les ensembles à échelle pratiquement linéaire, l'essai avec source doit être effectué sur chaque échelle de mesure en un point au moins 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 avec source ou signaux électroniques doivent être effectués à environ 25%, 50% et 75% de chaque échelle. Pour les ensembles à échelle non linéaire, l'essai avec source doit être effectué en un point au moins à environ 50% de chaque décade, excepté pour la décade supérieure où l'essai doit être effectué à environ 75%. Les essais avec source ou signaux électroniques doivent être effectués à 25%, 50% et 75% de chaque décade.

#### *Méthode B — Essai individuel de série*

Pour les ensembles à échelle linéaire, l'essai avec source doit être effectué en un point au moins de l'échelle la plus sensible et en un point de l'échelle la moins sensible, à environ 50% de la déviation maximale. Les essais avec source ou signaux électroniques équivalents doivent être effectués pour des valeurs correspondantes sur les échelles intermédiaires.

Pour les ensembles à échelle non linéaire, l'essai avec source doit être effectué en un point au moins de la première décade et un point de la dernière décade. Les essais avec source ou signaux électroniques équivalents doivent être effectués en un point sur toutes les décades intermédiaires.

### 26.2.1 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 derived from the limits given in Table II over the whole of the effective range of measurement as specified in Sub-clause 10.2.

### 26.2.2 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 complete effective range of activities indicated by the measuring assembly. The relative activities of the sources used shall be such that an appropriate indication is obtained in each range (for assemblies with linear scales) or each decade (for assemblies with logarithmic scales).

### 26.2.3 Tests to be performed

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

### 26.2.4 Test method

A certain number of routine source tests are required under both type test and routine test requirements. These are specified below. The remaining test requirements may be carried out using sources, but, in order to limit the number of sources required, these tests may alternatively be carried out electronically. In the latter case, the electronic assembly without the detector is 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.

#### *Method A — Type test*

For assemblies with essentially linear scales the source test shall be performed for 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. Source or electronic tests shall be carried out at about 25%, 50% and 75% of each range. For assemblies with non-linear scales the source test shall be performed at, at least one point at approximately 50% of each decade except the highest where the test should be at about 75%. Source or electronic tests shall be carried out at 25%, 50% and 75% of each decade.

#### *Method B — Routine test*

For assemblies with linear scales, the source test shall be performed at least on one point on the most sensitive range and on one point on the least sensitive range, at about 50% of full-scale deflection. Source tests or equivalent electrical tests shall be performed for corresponding values on all the intermediate ranges.

For assemblies with non-linear scales, the source test shall be performed at least on one point on the first decade and on one point on the last decade. Source tests or equivalent electrical tests shall be performed on one point on all the intermediate decades.

### 26.2.5 Expression des résultats

Les prescriptions du paragraphe 26.2.1 peuvent être considérées comme étant respectées si:

- a) les différences entre chaque valeur observée de  $E$  (erreur relative intrinsèque) ne dépassent pas  $2(E_I + \varepsilon_{SR})$ ;
- b) aucune valeur observée de  $E$  ne dépasse  $(E_I + \varepsilon_{SA})$ .

où:

$E_I$  = précision exigée pour l'indication (%), donnée au tableau II

$\varepsilon_{SA}$  = incertitude absolue de l'activité conventionnellement vraie de la source d'essai (%)

$\varepsilon_{SR}$  = incertitude relative de l'activité de la source d'essai par rapport aux autres sources de l'essai (%)

### 26.3 Effets des autres rayonnements

Lorsque l'ensemble est utilisé pour mesurer un type donné d'activité, les autres activités présentes peuvent influencer sur la lecture. Le domaine où cette influence existe et est acceptable dépend de l'utilisation et de la forme de l'ensemble; il doit être spécifié pour chaque type d'utilisation.

### 26.4 Réponse au rayonnement gamma ambiant

#### 26.4.1 Prescriptions

Comme il existe généralement une relation entre la réponse au rayonnement gamma ambiant et l'activité minimale détectable et que les prescriptions pour chacune de ces caractéristiques dépendent de l'utilisation particulière à l'installation, la réponse de l'ensemble au rayonnement gamma ambiant ainsi que l'activité minimale détectable doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Le constructeur doit indiquer l'activité minimale détectable (définie au paragraphe 3.6) dans les conditions normales d'essais. Le constructeur doit aussi indiquer l'activité minimale détectable et la valeur maximale de l'indication (activité apparente) de l'ensemble de mesure, quand le détecteur, équipé de sa protection contre le rayonnement gamma ambiant, est soumis dans la direction déterminée par le constructeur à un débit de dose absorbée dans l'air de  $10 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$  ( $1 \text{ mrad}\cdot\text{h}^{-1}$ ) due à une source de  $^{137}\text{Cs}$ . Sauf spécification particulière du constructeur et de l'utilisateur, la réponse à toute exposition gamma provenant d'une direction quelconque et d'énergie pouvant atteindre environ 1,3 MeV ( $^{60}\text{Co}$ ) ne doit pas dépasser deux fois la valeur ci-dessus.

#### 26.4.2 Méthode d'essai

L'équipement doit fonctionner dans les conditions normales d'essai, 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.

A l'aide d'une source de  $^{137}\text{Cs}$ , déterminer ensuite la position relative de 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 sera situé le détecteur en l'absence de l'ensemble, soit égal à  $10 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1} \pm 10\%$ . L'orientation du détecteur par rapport à la source doit être conforme aux indications du constructeur. Dans ces conditions, l'indication de l'ensemble de mesure ne doit pas dépasser la valeur spécifiée.

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

### 26.2.5 *Expression of results*

The requirements of Sub-clause 26.2.1 may be considered to be met if:

- a) the difference between any of the observed values of  $E$  (relative intrinsic error) does not exceed  $2(E_I + \varepsilon_{SR})$ ;
- b) no single observed value of  $E$  exceeds  $(E_I + \varepsilon_{SA})$ .

where:

$E_I$  = required accuracy of indication (%), given in Table II

$\varepsilon_{SA}$  = absolute uncertainty of conventionally true activity of the test source (%)

$\varepsilon_{SR}$  = relative uncertainty of activity of the test source to other sources in the test set (%)

### 26.3 *Effect of other radiations*

When the assembly is used for measuring one type of activity, other activities present may affect the reading. The extent to which this effect is present and is acceptable will depend on the application and the form of the assembly and shall be specified for each type of application.

### 26.4 *Response to ambient gamma radiation*

#### 26.4.1 *Requirements*

Since 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 gamma radiation, as well as the minimum detectable activity, shall be agreed between manufacturer and user.

The manufacturer shall state the minimum detectable activity (as defined in Sub-clause 3.6) under standard test conditions. The manufacturer shall also state the minimum detectable activity and the maximum value of the reading (apparent 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 of  $10 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$  ( $1 \text{ mrad}\cdot\text{h}^{-1}$ ) due to  $^{137}\text{Cs}$ . Unless otherwise specified by manufacturer and user, the response to gamma exposure from any other direction and of any gamma energy up to approximately 1.3 MeV ( $^{60}\text{Co}$ ) shall not exceed twice that value.

#### 26.4.2 *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.

Next, using a  $^{137}\text{Cs}$  source, position the source 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  $10 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1} \pm 10\%$ . The orientation of the detector in relation to 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 source to detector orientations, as agreed between manufacturer and user. The reading of the measurement assembly in each case shall not exceed the value specified.

Après accord entre le constructeur et l'utilisateur, l'essai ci-dessus est répété avec d'autres sources de rayonnement gamma dans la direction de référence. L'indication de l'ensemble de mesure ne doit pas dépasser la valeur spécifiée.

## 26.5 Essai de saturation

### 26.5.1 Prescriptions

Sauf accord contraire convenu entre le constructeur et l'utilisateur, l'équipement doit rester à l'indication maximale lorsqu'il est exposé à une activité appropriée égale à dix fois celle qui est nécessaire pour donner l'indication maximale, et fonctionner normalement après disparition de cette activité d'exposition.

### 26.5.2 Méthode d'essai

- a) Soumettre l'ensemble détecteur à une source d'activité appropriée pour donner une indication approximativement égale à 50% de la première échelle ou décade. Noter l'indication.
- b) Soumettre l'ensemble détecteur à une source appropriée d'activité égale à dix fois celle qui est nécessaire pour produire l'indication maximale. Maintenir l'exposition pendant au moins 10 min et vérifier que l'ensemble reste à l'indication maximale.
- c) Supprimer la source d'activité et, après une période définie par le constructeur et l'utilisateur, mais généralement inférieure à 1 h, exposer l'ensemble détecteur à des conditions identiques à celles qui sont décrites au point a). L'indication ne doit pas différer de plus de 10% de celle qui a été relevée au point a).

## 27. Caractéristiques électriques et mécaniques

### 27.1 Fluctuations statistiques

#### 27.1.1 Prescriptions

A cause 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 statistiques doit être inférieur aux valeurs suivantes:

- a) pour les échelles linéaires:
  - 10% pour tout 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 et les affichages numériques:
  - 10% pour tout niveau d'activité supérieur à celui qui correspond à la valeur maximale de la première décade significative.

#### 27.1.2 Méthode d'essai

Utiliser une source radioactive donnant une indication comprise entre un 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 (indication numérique).

Using alternative gamma radiation sources, agreed between manufacturer and user, repeat the source test above, with the reference source to detector orientation. The reading of the measurement assembly shall not exceed the value specified.

## 26.5 *Overload test*

### 26.5.1 *Requirements*

Unless otherwise agreed between manufacturer and user, the equipment shall maintain full scale indication when “exposed” to an appropriate form of activity ten times greater than that necessary to give the maximum scale reading, and perform normally when this overload “exposure” is removed.

### 26.5.2 *Method of test*

- a) Subject the detector assembly to an appropriate source of activity to give a reading at approximately 50% of the first scale or decade; note the actual reading.
- b) Subject the detector assembly to an appropriate form of activity ten times greater than that necessary to produce the maximum scale reading. Maintain the exposure for at least 10 min and verify that the instrument maintains a maximum reading.
- c) Remove the source of activity and after a period to be agreed between manufacturer and user, but generally of no more than 1 h, expose the detector assembly under identical conditions to Item a) above. The reading shall not differ by more than 10% from the value then noted.

## 27. **Electrical and mechanical characteristics**

### 27.1 *Statistical fluctuations*

#### 27.1.1 *Requirements*

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

- a) for linear scales:  
10% for any activity level exceeding that corresponding to one-third of the full scale on the most sensitive range;
- b) for logarithmic scales and digital display:  
10% for any activity level exceeding that corresponding to the maximum of the least significant decade of reading.

#### 27.1.2 *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 decade (logarithmic scale), or approximately at 20% of the maximum of the second least significant decade (digital display).

Effectuer un nombre suffisant de lectures à des intervalles de temps appropriés, conformément à l'article 25. Déterminer la valeur moyenne et le coefficient de variation des lectures obtenues. Ce coefficient ainsi déterminé doit rester compris entre les limites indiquées au paragraphe 27.1.1.

## 27.2 *Préchauffage — Ensemble de détection et de mesure*

### 27.2.1 *Prescriptions*

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

### 27.2.2 *Méthode d'essai*

Avant cet essai, l'équipement doit être déconnecté de l'alimentation électrique pendant 1 h au moins.

Utiliser une source radioactive pour obtenir environ un tiers à la moitié de l'indication maximale. Mettre en marche l'ensemble de détection et de mesure.

Relever les valeurs d'activité 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 25, 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.

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

## 27.3 *Alimentation électrique*

Les ensembles alimentés par le réseau doivent être conçus pour fonctionner à partir d'une source monophasée alternative, prise dans l'une des catégories suivantes, conformément à la Publication 293 de la CEI: Tensions d'alimentation pour appareils nucléaires à transistors:

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

Une alimentation triphasée peut être utilisée pour le moteur de la pompe d'aspiration de l'air (ou du gaz) si cela fait l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

La tension nominale du réseau monophasé aux Etats-Unis d'Amérique et au Canada est de 117 V et/ou 234 V, 60 Hz. Une tension nominale de 110 V, 50 Hz est également utilisée au Royaume-Uni pour le réseau monophasé.

Après accord entre le constructeur et l'utilisateur, l'ensemble peut être équipé d'un dispositif pouvant fonctionner avec une alimentation tampon à basse tension, en cas d'interruption de longue durée de l'alimentation électrique. Dans ce cas, il est souhaitable que l'équipement ne déclenche pas une alarme et que son fonctionnement ne soit pas perturbé à cause du basculement d'alimentation.

In accordance with Clause 25 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 Sub-clause 27.1.1.

## 27.2 *Warm-up — Detection and measurement assembly*

### 27.2.1 *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 (see Table III) within 30 min after being switched on.

### 27.2.2 *Test method*

Prior to this test the equipment shall be disconnected from the power supply for a least 1 h.

Use a radioactive source to give approximately one-third to one-half of the maximum reading. Switch on the detection and measurement assembly.

Note values of indication of activity every 5 min during 1 h. Ten hours after switching on take sufficient readings, in accordance with Clause 25, and use the mean value as “final value” of indication.

Draw a graph of activity 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.

## 27.3 *Power supply*

Assemblies shall be designed to operate from single-phase a.c. supply voltage in one of the following categories in accordance with IEC Publication 293: Supply Voltages for Transistorized Nuclear Instruments.

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

By agreement between manufacturer and user, three-phase supplies may be used for air (or gas) pump motors.

Nominal single-phase power in the United States of America and Canada is 117 V and/or 234 V, 60 Hz. Nominal single-phase power of 110 V, 50 Hz is also used in the United Kingdom.

By agreement between manufacturer and user, the equipment may be provided with facilities for operation from a low voltage stand-by supply in the case of a long-term 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 changeover.

## 27.4 Variations de l'alimentation électrique

### 27.4.1 Prescriptions

Les ensembles doivent être capables de fonctionner à partir du réseau, avec une tolérance de + 10% et - 12% sur la tension d'alimentation, à des fréquences de 47 Hz à 51 Hz (de 57 Hz à 61 Hz aux Etats-Unis d'Amérique et au Canada), sans que l'indication varie de plus de 10% par rapport à l'indication dans les conditions normales d'essai.

### 27.4.2 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 seconde décade significative (indication numérique) ou d'environ les deux tiers de la première décade significative (échelle logarithmique). La tension et la fréquence de l'alimentation étant à leur valeur nominale, prendre la moyenne d'un nombre suffisant de mesures, conformément à l'article 25.

Prendre la moyenne de deux autres séries suffisantes de lectures consécutives à la fréquence nominale d'alimentation et à + 10% puis - 12% de la tension nominale.

Ces deux valeurs moyennes ne doivent pas différer de plus de  $\pm 10\%$  de celle qui a été obtenue à la tension nominale.

Refaire ces mêmes essais à la tension nominale pour les deux fréquences 47 Hz (57 Hz aux Etats-Unis d'Amérique et au Canada) et 51 Hz (63 Hz aux Etats-Unis d'Amérique et au Canada).

Les deux valeurs moyennes ne doivent pas différer de plus de  $\pm 10\%$  de celle qui a été obtenue à la fréquence nominale.

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 décade la moins sensible de l'ensemble.

## 27.5 Surtensions transitoires de l'alimentation électrique

### 27.5.1 Prescriptions

L'équipement doit pouvoir supporter une brève interruption de son alimentation pendant un temps inférieur à 10 ms, sans que son fonctionnement normal en soit affecté, et sans provoquer le déclenchement des alarmes. Les effets d'un défaut d'alimentation de plus longue durée doivent faire l'objet d'un accord.

L'équipement doit pouvoir supporter sans dommage des surtensions transitoires aléatoires de l'alimentation dans chaque polarité et sans que son fonctionnement s'écarte des prescriptions. 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  $\Omega$ . 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 sont de forme semi-sinusoïdale ou sinusoïdale, et que leur durée est mesurée à 50% de l'amplitude de crête):

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

## 27.4 Power supply variations

### 27.4.1 Requirements

The assemblies shall be capable of operating from the mains with a supply voltage tolerance of +10% and –12% and supply frequencies of 47 Hz to 51 Hz (57 Hz to 61 Hz in the United States of America and Canada) without the indication varying more than 10% from the indication under standard test conditions.

### 27.4.2 Test method

Use a radioactive source to give a reading of approximately two-thirds 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 25.

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 12% 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 (57 Hz in the United States of America and Canada) and the mean of sufficient consecutive readings with nominal supply voltage and frequency of 51 Hz (63 Hz in the United States of America and Canada).

These two mean values shall not differ from that obtained with nominal frequency by more than  $\pm 10\%$ .

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

## 27.5 Power supply transient effects

### 27.5.1 Requirements

The equipment shall withstand a short interruption in power supply of duration less than 10 ms without interruption of normal operation and without raising any alarm indications. The effect of longer interruptions in supply shall be by agreement.

Equipment shall be capable of withstanding randomly-phased transient overvoltages 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  $\Omega$ . Peak amplitudes are expressed as percentages 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 or sine-wave and that the duration is measured at 50% of peak amplitude):

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

### 27.5.2 *Méthode d'essai*

L'alimentation de l'équipement en essai doit être interrompue pendant une durée minimale de 10 ms.

L'équipement 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 indication numérique doit être contrôlée pendant toute la durée de l'essai, pour s'assurer qu'aucun défaut n'apparaît.

Des impulsions aléatoires, de forme semi-sinusoidale, devront être injectées dans le circuit d'alimentation, l'appareil étant en fonctionnement.

L'équipement 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'utilisateur parmi les valeurs indiquées au paragraphe 27.5.1.

L'équipement doit fonctionner normalement et indiquer une mesure correcte, sans interruption ni nouveau réglage par l'opérateur.

La sortie des ensembles à indication numérique doit être contrôlée pendant tout l'essai afin de s'assurer qu'aucun défaut de fonctionnement ne se produit.

## 27.6 *Stabilité de l'indication*

### 27.6.1 *Prescriptions*

L'indication obtenue avec une source d'activité donnée ne doit pas varier, après 1 h de fonctionnement, de plus de 10% de la déviation angulaire maximale de l'échelle ni, pour des appareils à indication numérique, de plus de 10% de l'indication pendant les 500 h suivantes.

### 27.6.2 *Méthode d'essai*

Utiliser une source radioactive donnant une indication comprise entre un tiers et la moitié de la valeur maximale de l'échelle de mesure la plus sensible (échelle linéaire), d'environ deux tiers du maximum de la décade la moins significative (échelle logarithmique), ou d'environ 20% du maximum de la deuxième décade la moins significative (indication numérique).

Relever un nombre suffisant de lectures après 1 h, puis après 10 h, 100 h, 200 h et 500 h, sans régler l'appareil. Les moyennes des lectures effectuées à chaque temps doivent rester dans les limites indiquées.

Les lectures doivent éventuellement être corrigées de la décroissance de l'activité des sources.

## 27.7 *Stabilité du déclenchement de l'alarme*

### 27.7.1 *Prescription*

Cette prescription ne s'applique pas au détecteur.

Le point de déclenchement de tout circuit d'alarme ne doit pas sortir de l'intervalle compris entre 80%  $X$  et 120%  $X$ , où  $X$  est le niveau nominal de réglage, pendant une période de fonctionnement de 500 h.

### 27.5.2 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.

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 Sub-clause 27.5.1.

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.

## 27.6 Stability of indication

### 27.6.1 Requirements

The indication from a given source of activity, after the assembly has been in operation for 1 h, shall vary by not more than 10% of full scale angular deflection or, for digital display, 10% of indication, in the next 500 h.

### 27.6.2 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 after 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.

## 27.7 Alarm trip stability

### 27.7.1 Requirement

This requirement excludes the detector.

The operating point of any alarm circuit shall not deviate outside the range 80%  $X$  to 120%  $X$ , where  $X$  is the nominal alarm set level in the period of 500 h of operation.

### 27.7.2 *Méthode d'essai*

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

- si on applique à l'ensemble, au moyen d'un dispositif électronique, l'équivalent de 79%  $X$ , aucun déclenchement de l'alarme ne doit se produire pendant 500 h;
- si on applique à l'ensemble l'équivalent de 121%  $X$ , après 1 h, 10 h, 100 h, 200 h et 500 h de fonctionnement, l'alarme doit fonctionner en moins de 1 min.

## 27.8 *Etendue du déclenchement de l'alarme*

### 27.8.1 *Prescription*

Cette prescription ne s'applique pas au détecteur. La gamme de réglage des alarmes doit être conforme aux prescriptions de l'article 13.

### 27.8.2 *Méthode d'essai*

Cet essai doit être effectué sur chaque module d'alarme réglable. Au moyen d'un générateur électronique de signaux appropriés, de type spécifié par le constructeur, déterminer l'étendue de déclenchement de l'alarme.

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 augmenté lentement jusqu'au déclenchement. Noter l'indication de l'équipement. L'alarme est ensuite ajustée à son point de réglage le plus haut et le niveau du signal d'entrée est augmenté lentement jusqu'au déclenchement.

Noter de nouveau l'indication de l'équipement.

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

## 27.9 *Alarmes de défaut de l'équipement*

L'alarme de «niveau bas» (seuil de bon fonctionnement) doit être normalement soumise aux essais décrits au paragraphe 27.8.

Les autres essais des alarmes de défaut doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur, en fonction de défaillances d'équipement déterminées.

## 28. **Caractéristiques d'environnement**

### 28.1 *Température ambiante*

#### 28.1.1 *Prescriptions*

L'indication doit rester dans les limites indiquées au tableau III, pour la gamme correspondante de températures. 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 l'ensemble de détection ou une partie de celui-ci peut être amené à fonctionner à des températures plus élevées que celles qui sont données dans le tableau III. Quand c'est le cas, des essais appropriés doivent être convenus entre le constructeur et l'utilisateur.

### 27.7.2 Test method

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

- for a condition equivalent to 79%  $X$  applied to the assembly electronically, no trip shall occur within 500 h;
- when a condition equivalent to 121%  $X$  is applied to the assembly, after 1 h, 10 h, 100 h, 200 h and 500 h of operation, the alarm shall operate within 1 min.

## 27.8 Alarm trip range

### 27.8.1 Requirement

This requirement excludes the detector. The range of alarm settings shall conform to the requirements of Clause 13.

### 27.8.2 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, operate as above but slowly decreasing the level of input signal.

## 27.9 Equipment failure alarms

The low level indication alarm shall normally be tested in accordance with Sub-clause 27.8.

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

## 28. Environmental performance characteristics

### 28.1 Ambient temperature

#### 28.1.1 Requirements

The indication shall remain within the limits specified in Table III for the corresponding range of temperature. 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 user.

### 28.1.2 *Méthode d'essai*

Comme pour l'essai individuel de série indiqué au paragraphe 26.2, l'ensemble de détection est exposé à une source radioactive appropriée pour connaître l'indication nominale dans les conditions normales d'essai.

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

La température doit être maintenue à chacune de ses valeurs extrêmes pendant au moins 4 h. L'indication de l'ensemble, mesurée pendant la dernière demi-heure, doit être comparée à l'indication dans les conditions normales d'essai.

## 28.2 *Humidité relative*

### 28.2.1 *Prescription*

La variation d'indications due à l'effet de l'humidité relative doit rester dans les limites indiquées au tableau III.

### 28.2.2 *Méthode d'essai*

L'ensemble de détection est exposé à une source radioactive appropriée, semblable à celle qui est indiquée au paragraphe 26.2.

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 uniquement à la température.

## 28.3 *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 pression.

Des essais représentatifs de différentes pressions atmosphériques peuvent être exécutés sur demande.

## 28.4 *Étanchéité*

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

## 29. **Essais du circuit d'air (ou de gaz)**

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

### 28.1.2 *Test method*

The detection assembly shall be exposed to suitable test sources as in the routine test of Sub-clause 26.2, such that the nominal reading under standard test conditions is known.

This test shall normally be carried out in a climatic box. It is not in general necessary to control the humidity of the air in the climatic box 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 and the indication of the assembly measured during the last 30 min of this period and compared with the reading under standard conditions.

## 28.2 *Relative humidity*

### 28.2.1 *Requirement*

The variation of the indication due to the effect of relative humidity shall be within the limits specified in Table III.

### 28.2.2 *Test method*

The detection assembly shall be exposed to suitable test sources as in Sub-clause 26.2.

The test may be performed at a single temperature of 30 °C and humidity 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.

## 28.3 *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 pressures should be performed if required.

## 28.4 *Sealing*

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

## 29. **Tests of the air (or gas) circuit**

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

Lorsque l'équipement est insensible au débit mais a, néanmoins, besoin pour fonctionner d'un débit de prélèvement, un simple essai du circuit aéraulique et des alarmes s'y rattachant (voir paragraphe 27.9) doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Lorsque l'équipement est sensible au débit et que celui-ci peut varier par bonds du fait des variations du débit des effluents, des essais appropriés doivent être convenus entre le constructeur et l'utilisateur.

Les prescriptions concernant ces essais sont résumées au tableau IV.

### 29.1 *Contrôle du débit*

Cet essai est destiné à déterminer le débit nominal de prélèvement dans les conditions normales d'essai avec une perte de charge due uniquement au circuit aéraulique et aux filtres d'entrée ou de prélèvement (filtre propre).

#### 29.1.1 *Prescriptions*

Le constructeur doit préciser le débit nominal pour le filtre utilisé. Après le temps de préchauffage normal de l'ensemble de prélèvement (1 h), le débit mesuré ne doit pas s'écarter de plus de  $\pm 10\%$  du débit nominal.

#### 29.1.2 *Méthode d'essai*

Pour cet essai, un dispositif de mesure volumétrique ou un débitmètre étalonné pour les conditions de mesure et dont la précision est meilleure que 3% est incorporé à l'entrée du circuit d'air (ou de gaz) de l'équipement. Le débit est mesuré 1 h, 5 h, 10 h et 100 h après la mise en service de l'équipement. Les débits mesurés ne doivent pas différer de plus de 10% du débit nominal (il peut être nécessaire d'aspirer l'air d'une atmosphère exempte de poussières).

### 29.2 *Effets de la perte de charge du filtre*

Comme la nature du filtre et le degré du colmatage peuvent varier d'un essai à l'autre, on ne tiendra compte que des mesures globales de perte de charge et de débit.

#### 29.2.1 *Prescriptions*

L'essai doit déterminer l'augmentation de perte de charge donnant une réduction de 10% du débit nominal d'air (ou de gaz) dans les conditions normales d'essai.

La perte de charge minimale admissible, donnant une réduction du débit nominal de 10%, doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

#### 29.2.2 *Méthode d'essai*

Pour cet essai, un capteur étalonné de pression est placé en aval du filtre, en un point prévu par le constructeur, pour mesurer la chute de pression due au débit d'air (ou de gaz). Cette instrumentation (tube en U, manomètre différentiel, etc.) doit donner directement la valeur de la perte de charge obtenue en interposant un diaphragme variable (par exemple une vanne) entre le débitmètre et l'ensemble.

Les mesures de débit doivent être effectuées conformément aux prescriptions du paragraphe 29.1 et le diaphragme variable doit être réglé de manière à donner un débit moyen de 10% au-dessous du débit nominal dans les conditions normales d'essai.

Where 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 (see Sub-clause 27.9) shall be agreed between manufacturer and user.

When the equipment is sensitive to flow rate, and the flow rate varies in step with the effluent flow rate, appropriate tests shall be agreed between manufacturer and user.

The requirements of these tests are summarized in Table IV.

### 29.1 *Flow rate stability*

The aim of this test is to determine the nominal sampling flow rate under standard test conditions, with the pressure drop due exclusively to the air circuit and any inlet or sampling filter (clean filter).

#### 29.1.1 *Requirements*

The manufacturer shall specify the nominal flow rate for the type of filter which is used. After the normal warm-up time of the sampling assembly (1 h), the measured flow rate shall not deviate by more than  $\pm 10\%$  from the nominal flow rate.

#### 29.1.2 *Test method*

For this test, a volumetric measuring device or flowmeter, standardized under the measuring conditions and having a precision better than 3%, is incorporated in the air (or gas) circuit at the inlet to the equipment. The equipment shall be switched on and the flow measured after 1 h, 5 h, 10 h and 100 h of operation. The readings shall deviate by not more than 10% from the rated flow (it may be necessary to draw the air from a dust-free atmosphere).

### 29.2 *Effect of filter pressure drop*

Since the nature of the filter and the degree of blockage may differ from one test to another, only measurements of overall pressure drop and flow rate will be considered.

#### 29.2.1 *Requirements*

The test shall establish the increase in pressure drop causing a 10% decrease from the nominal air (or gas) flow under standard conditions.

The acceptable minimum pressure drop, liable to cause a 10% decrease from the nominal flow, shall be agreed between manufacturer and user.

#### 29.2.2 *Test method*

For this test, a calibrated "vacuum gauge" shall be fitted downstream of the filter, at the point intended by the manufacturer, in order to measure the pressure drop due to air (or gas) flow. This instrumentation (U-tube, differential manometer, etc.) shall provide a direct indication of the pressure drop obtained by inserting a variable restrictor (for example a valve) between the flowmeter and the assembly.

The flow measurements shall be carried out as specified in Sub-clause 29.1 the variable restrictor being adjusted to give a mean flow 10% below the nominal flow under standard test conditions.