

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60861

Première édition
First edition
1987-12

**Equipement de surveillance en continu
des radionucléides bêta et gamma dans
les effluents liquides**

**Equipment for continuously monitoring
for beta and gamma emitting radionuclides
in liquid effluents**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60861: 1987

Numéros des publications

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

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
60861

Première édition
First edition
1987-12

**Equipement de surveillance en continu
des radionucléides bêta et gamma dans
les effluents liquides**

**Equipment for continuously monitoring
for beta and gamma emitting radionuclides
in liquid effluents**

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

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

e-mail: inmail@iec.ch

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
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	6
PRÉFACE	6

CHAPITRE I: GÉNÉRALITÉS

Articles

1. Domaine d'application	8
2. Objet	8
3. Terminologie et unités	10
3.1 Terminologie générale	10
3.2 Moniteur d'effluents liquides	10
3.3 Activité conventionnellement vraie	10
3.4 Activité indiquée	10
3.5 Coefficient de variation	10
3.6 Activité minimale détectable	12
3.7 Dynamique de mesure	12
3.8 Erreur d'indication	12
3.9 Erreur relative d'indication	12
3.10 Erreur intrinsèque relative	12
3.11 Etendue de mesure effective	12
3.12 Temps de réponse	12
3.13 Unités	12
3.14 Réponse de référence	14
4. Essais de qualification	14
4.1 Essais de type	14
4.2 Essais individuels de série	14
4.3 Essais d'acceptation	14

CHAPITRE II: CONCEPTION DES MONITEURS D'EFFLUENTS LIQUIDES

SECTION UN — FACTEURS QUI INFLUENCENT LA CAPACITÉ DE FONCTIONNEMENT

5. Conditions générales	16
6. Types de mesure	16
6.1 Classification des équipements	16
6.2 Concentration de l'activité	16
7. Emplacement du point de mesure	18
8. Caractéristiques de mesure et d'indication	20
8.1 Etendue de mesure	20
8.2 Echelle de lecture	20
9. Fiabilité	22

SECTION DEUX — CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

10. Sous-ensemble de détection ou ensemble de détection et de prélèvement	22
10.1 Canalisations de prélèvement et d'évacuation	22
10.2 Filtre d'admission ou dispositif de rétention de l'activité	22
10.3 Cellule de prélèvement	24
10.4 Détecteur de rayonnements	24
11. Ensemble de commande et de mesure	26
11.1 Activité minimale détectable	26
11.2 Etendue de mesure	26
12. Alarmes	26
12.1 Signaux d'alarme de dépassement (niveau haut)	28
12.2 Signal d'alarme de bon fonctionnement (niveau bas)	28
12.3 Signaux d'alarme de défaut	28

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
PREFACE	7

CHAPTER I: GENERAL

Clause

1. Scope	9
2. Object	9
3. Terminology and units	11
3.1 General terminology	11
3.2 Liquid effluent monitor	11
3.3 Conventionally true activity	11
3.4 Indicated activity	11
3.5 Coefficient of variation	11
3.6 Minimum detectable activity	13
3.7 Dynamic range	13
3.8 Error of indication	13
3.9 Relative error of indication	13
3.10 Relative intrinsic error	13
3.11 Effective range of measurement	13
3.12 Response time	13
3.13 Units	13
3.14 Reference response	15
4. Qualification tests	15
4.1 Type tests	15
4.2 Routine tests	15
4.3 Acceptance tests	15

CHAPTER II: LIQUID EFFLUENT MONITOR DESIGN

SECTION ONE — FACTORS INFLUENCING CAPABILITY

5. General	17
6. Types of measurement	17
6.1 Classification of equipment	17
6.2 Activity concentration	17
7. Position of measurement	19
8. Measurement and indication characteristics	21
8.1 Range of measurement	21
8.2 Reading scale	21
9. Reliability	23

SECTION TWO — TECHNICAL CHARACTERISTICS

10. Detection sub-assembly or sampling and detection assembly	23
10.1 Sampling and exhaust pipes	23
10.2 Inlet filter or activity retention device	23
10.3 Sample cell	25
10.4 Radiation detector	25
11. Control and measurement assembly	27
11.1 Minimum detectable activity	27
11.2 Range of measurement	27
12. Alarms	27
12.1 High-level alarms	29
12.2 Low-level alarm	29
12.3 Fault alarms	29

13. Dispositifs d'indication de fonctionnement	28
14. Dispositifs de contrôle de bon fonctionnement	30
15. Dispositifs de réglage et de maintenance	30
16. Dispositifs de protection contre le rayonnement gamma ambiant	30

CHAPITRE III: PROCÉDURES DES ESSAIS

17. Définition des conditions d'essais	32
17.1 Conditions normales d'essais	32
17.2 Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence	32
17.3 Fluctuations statistiques	32
18. Sources de référence	34
18.1 Sources liquides primaires	34
18.2 Sources secondaires	34
19. Précision de la réponse à la source de référence	34
19.1 Spécifications	34
19.2 Essais à effectuer	34
19.3 Méthode d'essai	36
20. Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence	38
20.1 Réponse aux autres radionucléides (moniteurs de radionucléides non spécifiques)	38
20.2 Réponse aux autres radionucléides (moniteurs de radionucléides spécifiques)	38
20.3 Réponse au rayonnement gamma ambiant	38
20.4 Essai de saturation	40
20.5 Essai de susceptibilité à la contamination par dépôts solides	40
21. Caractéristiques électriques et mécaniques	42
21.1 Fluctuations statistiques	42
21.2 Temps de préchauffage de l'ensemble de détection et de mesure	42
21.3 Alimentation électrique	44
21.4 Variations de l'alimentation électrique	44
21.5 Surtensions transitoires de l'alimentation électrique	46
21.6 Stabilité de l'indication	48
21.7 Stabilité du déclenchement de l'alarme	48
21.8 Etendue du déclenchement de l'alarme	48
21.9 Alarmes de défaut de l'ensemble	50
21.10 Temps de réponse	50
22. Caractéristiques d'environnement	50
22.1 Température ambiante	50
22.2 Pression atmosphérique	52
22.3 Humidité relative et étanchéité	52
23. Essais du circuit du liquide	52
23.1 Stabilité du débit	52
23.2 Effet de la chute de pression dans le dispositif de rétention	54
23.3 Influence de la tension d'alimentation du réseau	54
23.4 Influence de la fréquence d'alimentation du réseau	56

CHAPITRE IV: DOCUMENTATION

24. Rapport sur les essais de type	58
25. Certificat	58
26. 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 avec variations du débit du liquide	66
TABLEAU V — Sources radioactives de référence destinées à l'étalonnage des moniteurs d'effluents liquides	66

13. Indication facilities	29
14. Facilities for operational testing	31
15. Setting-up and maintenance facilities	31
16. Ambient gamma radiation protection devices	31

CHAPTER III: TEST PROCEDURES

17. Definition of test conditions	33
17.1 Standard test conditions	33
17.2 Tests performed with variation of influence quantities	33
17.3 Statistical fluctuations	33
18. Reference sources	35
18.1 Liquid primary sources	35
18.2 Secondary sources	35
19. Accuracy of response to the reference source	35
19.1 Requirements	35
19.2 Tests to be carried out	35
19.3 Test method	37
20. Tests performed with variation of influence quantities	39
20.1 Response to other radionuclides (non-specific radionuclide monitors)	39
20.2 Response to other radionuclides (specific radionuclide monitors)	39
20.3 Response to ambient gamma radiation	39
20.4 Overload test	41
20.5 Test for susceptibility to solid deposit contamination	41
21. Electrical and mechanical characteristics	43
21.1 Statistical fluctuations	43
21.2 Warm-up — Detection and measurement assembly	43
21.3 Power supply	45
21.4 Power supply variations	45
21.5 Power supply transient effects	47
21.6 Stability of indication	49
21.7 Alarm trip stability	49
21.8 Alarm trip range	49
21.9 Equipment failure alarms	51
21.10 Response time	51
22. Environmental performance characteristics	51
22.1 Ambient temperature	51
22.2 Atmospheric pressure	53
22.3 Relative humidity and sealing	53
23. Tests of the liquid circuit	53
23.1 Flow rate stability	53
23.2 Effect of pressure drop in the retention device	55
23.3 Effect of power supply voltage	55
23.4 Effect of power supply frequency	57

CHAPTER IV: DOCUMENTATION

24. Type test report	59
25. Certificate	59
26. Operation and maintenance manual	59
TABLE I — Reference 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 variation of liquid circuit flow rate	67
TABLE V — Radioactive reference sources for calibrating liquid effluent monitors	67

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ÉQUIPEMENT DE SURVEILLANCE EN CONTINU DES RADIONUCLÉIDES BÊTA ET GAMMA DANS LES EFFLUENTS LIQUIDES

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: Instrumentation nucléaire.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote	Procédure des Deux Mois	Rapport de vote
45B(BC)53	45B(BC)57	45B(BC)58 et 58A	45B(BC)61

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

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

- Publications n° 50 (151) (1978): Vocabulaire Electrotechnique International (VEI),
Chapitre 151: Dispositifs électriques et magnétiques.
- 50 (391) (1975): Chapitre 391: Détection et mesure par voie électrique des rayonnements ionisants.
- 50 (392) (1976): Chapitre 392: Instrumentation nucléaire — Complément au chapitre 391.
- 68 (—): Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique.
- 181 (1964): Inventaire d'appareils électriques de mesure utilisés en relation avec les rayonnements ionisants.
- 278 (1968): Documentation à fournir avec les appareils de mesure électroniques.
- 293 (1968): Tensions d'alimentation pour appareils nucléaires à transistors.
- 297: Dimensions des structures mécaniques de la série de 482,6 mm (19 in).
- 777 (1983): Terminologie, grandeurs et unités concernant la radioprotection.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

EQUIPMENT FOR CONTINUOUSLY MONITORING FOR BETA AND GAMMA EMITTING RADIONUCLIDES IN LIQUID EFFLUENTS

FOREWORD

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

PREFACE

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

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

Six Months' Rule	Report on Voting	Two Months' Procedure	Report on Voting
45B(CO)53	45B(CO)57	45B(CO)58 and 58A	45B(CO)61

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

The following IEC publications are quoted in this standard:

- Publication Nos. 50 (151) (1978): International Electrotechnical Vocabulary (IEV),
Chapter 151: Electrical and magnetic devices.
- 30 (391) (1975): Chapter 391: Detection and measurement of ionizing radiation by electric means.
- 30 (392) (1976): Chapter 392: Nuclear instrumentation — supplement to Chapter 391.
- 68 (—): Basic environmental testing procedures.
- 181 (1964): Index of electrical measuring apparatus used in connection with ionizing radiation.
- 278 (1968): Documentation to be supplied with electronic measuring apparatus.
- 293 (1968): Supply voltages for transistorized nuclear instruments.
- 297: Dimensions of mechanical structures of the 482.6 mm (19 in) series.
- 777 (1983): Terminology, quantities and units concerning radiation protection.

ÉQUIPEMENT DE SURVEILLANCE EN CONTINU DES RADIONUCLÉIDES BÊTA ET GAMMA DANS LES EFFLUENTS LIQUIDES

CHAPITRE I: GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

C'est aux autorités nationales de déterminer les conditions pour lesquelles il est nécessaire de surveiller les effluents radioactifs. La présente norme définit les prescriptions techniques relatives à une telle surveillance, fournit des directives générales concernant les limites de sensibilité et les performances d'un tel équipement en indiquant son domaine d'application.

Pour des informations complémentaires, on peut se référer aux recommandations n° 46 de la série de l'AIEA (1978) sur la sécurité: Surveillance des émissions radioactives liquides et des émissions de substances radioactives émises dans l'environnement par des installations nucléaires.

Cette norme est applicable aux équipements de surveillance en continu de la radioactivité dans les effluents liquides pendant la marche normale de l'installation et pendant les incidents de fonctionnement prévus. Ces équipements peuvent néanmoins fonctionner dans des conditions d'accident.

Cette norme ne s'applique pas aux équipements spécifiquement destinés à être utilisés dans des conditions d'accident et pouvant exiger des performances supplémentaires.

Cette norme ne s'applique qu'aux équipements de surveillance en continu de la radioactivité bêta et gamma dans les rejets d'effluents liquides. Elle ne traite ni de la surveillance des émetteurs alpha, ni du prélèvement des échantillons, ni des analyses en laboratoire pouvant avoir une importance essentielle dans un programme complet de surveillance des effluents.

2. Objet

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

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

Cette norme s'applique aux moniteurs d'effluents liquides destinés à remplir les fonctions suivantes:

- mesure de la concentration en radionucléides dans les effluents liquides et de sa variation avec le temps;
- déclenchement d'une alarme lorsqu'une concentration de l'activité et/ou une activité totale prédéterminée dans l'effluent liquide sont dépassées.

EQUIPMENT FOR CONTINUOUSLY MONITORING FOR BETA AND GAMMA EMITTING RADIONUCLIDES IN LIQUID EFFLUENTS

CHAPTER I: GENERAL

1. Scope

It is a task of the national authorities to define those circumstances where radioactive effluent monitoring is a requirement. This standard defines technical requirements for 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 IAEA (1978) Safety Series Recommendations No. 46: Monitoring of Airborne and Liquid Radioactive Releases from Nuclear Facilities to the Environment.

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

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

This standard is restricted to equipment for continuous monitoring of beta and gamma activity in liquid effluent streams. It does not deal with alpha monitoring nor with sample extraction and laboratory analysis which may be essential to a complete programme of effluent monitoring.

2. Object

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

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

This standard is applicable to liquid effluent monitors intended to fulfil the following functions:

- measurement of the concentration of radionuclides in the liquid effluents and its variation with time;
- actuation of an alarm when a predetermined concentration of activity and/or total activity in the liquid effluent is exceeded.

3. Terminologie et unités

3.1 Terminologie générale

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

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

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

3.2 Moniteur d'effluents liquides

Dans cette norme, le terme *moniteur d'effluents liquides* désigne un équipement destiné à la mesure en continu de la radioactivité dans les effluents liquides rejetés dans l'environnement.

Pour des raisons de commodité, les différentes parties de l'équipement peuvent être regroupées en deux ensembles associés ou séparés, selon les prescriptions de mesure et de fonctionnement.

3.2.1 Ensemble de détection ou ensemble de prélèvement et de détection

Ensemble comprenant un ou plusieurs détecteurs de rayonnements, avec ses sous-ensembles ou éléments fonctionnels.

3.2.2 Ensemble de mesure et de commande

Ensemble comprenant les sous-ensembles et éléments fonctionnels conçus pour mesurer les grandeurs liées à l'activité. L'ensemble est équipé d'éléments fonctionnels qui déclenchent une alarme lorsque la grandeur mesurée dépasse une valeur prédéterminée.

3.3 Activité conventionnellement vraie

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

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 s et la moyenne arithmétique \bar{x} d'une série de n mesures x_i , donné par la formule suivante:

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

3. Terminology and units

3.1 General terminology

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

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

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

3.2 Liquid effluent monitor

In this standard, the term *liquid effluent monitor* indicates equipment intended for continuously monitoring radioactivity in liquid effluents discharged to the environment.

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

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

3.2.2 Control and measurement assembly

This includes sub-assemblies and function units designed to measure quantities connected with activity. 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 activity of radioactive sources used for calibration of equipment. This value and its uncertainty shall be determined from a primary or a secondary standard, or by a reference instrument which has been calibrated against a primary or secondary 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 s to the arithmetic mean \bar{x} of a set of n measurements x_i given by the following formula:

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

3.6 *Activité minimale détectable*

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

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 intrinsèque relative*

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

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

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

où:

A_i = niveau de l'activité indiquée

A_t = niveau de l'activité conventionnellement vraie

3.11 *Etendue de mesure effective*

Etendue de mesure recouvrant les prescriptions de la norme.

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 équipements à informations intégrées, temps mis pour atteindre 90% de la valeur d'équilibre de la dérivée première (pente) de l'indication.

3.13 *Unités*

Dans cette norme, on utilise les unités du Système International (SI)*. Les valeurs des grandeurs relatives aux rayonnements exprimées dans des unités temporairement utilisées (curies, rad, rem), sont indiquées entre parenthèses. Les unités suivantes, importantes en pratique, sont également utilisées lorsque cela est nécessaire:

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

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

3.6 *Minimum detectable activity*

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

3.7 *Dynamic range*

The ratio of the maximum measurable signal to the signal corresponding to 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 to a specified activity under specified reference conditions.

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

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

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.

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 (slope) of the indication.

3.13 *Units*

In this standard, the units of the International System (SI)* are used. For radiation quantities the values expressed in units sanctioned for temporary use (curie, rad, rem) will also be indicated in brackets. The following units of practical importance are also used where appropriate:

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

* International Bureau of Weights and Measures (BIPM): *The International System of Units (SI)*, 4th edition (1981).

3.14 Réponse de référence

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

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

où:

I_{rs} = indication donnée par la source de référence et le bruit de fond

I_{b} = indication donnée par le bruit de fond

A_{s} = 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 remplies.

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

4.1 Essais de type (VEI 151-04-15)

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

4.2 Essais individuels de série (VEI 151-04-16)

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

4.3 Essais d'acceptation (VEI 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_{ref} is the response of the assembly under standard test conditions (Table I) to unit reference activity and is expressed as:

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

where:

I_{rs} = indication due to reference source and background

I_{b} = indication due to background

A_{s} = activity 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* (IEV 151-04-15)

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

4.2 *Routine tests* (IEV 151-04-16)

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

4.3 *Acceptance tests* (IEV 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 LIQUIDES

SECTION UN — FACTEURS QUI INFLUENCENT LA CAPACITÉ DE FONCTIONNEMENT

5. Conditions générales

Le principal objectif de la mesure de la radioactivité des effluents est généralement de fournir l'assurance que les rejets de chaque établissement sont en conformité avec les limites de rejets autorisées.

La capacité de mesure d'un niveau déterminé de rejet est influencée par un certain nombre de facteurs comprenant le type et les performances du détecteur, le mode de fonctionnement du moniteur, la dilution de l'activité dans le débit total des effluents et la représentativité 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 des moniteurs; cependant, il arrive souvent que l'on ne tienne pas suffisamment compte, au début de la conception de l'installation, des éventuelles prescriptions de surveillance des effluents et du mode d'installation de l'équipement pour permettre une surveillance à un niveau de sensibilité donné. Ainsi, pour obtenir une meilleure efficacité, il est recommandé de définir, dès le début de la conception d'une installation, les besoins en équipement de surveillance des effluents, et de prévoir les performances nécessaires afin que le projet de l'installation tienne compte de ces nécessités.

6. Types de mesure

La présente norme ne se limite pas à un seul type d'équipement.

6.1 Classification des équipements

On peut classer les moniteurs selon le type de rayonnement qu'ils détectent:

- moniteurs gamma global;
- moniteurs bêta global;
- moniteurs pour radionucléide particulier.

On peut également les classer selon leur mode de fonctionnement:

- mesure directe par détecteur placé dans le courant d'effluents ou en dérivation;
- prélèvement continu d'échantillons qui sont envoyés vers un point de mesure, par exemple une cellule ou un filtre.

6.2 Concentration de l'activité

Lorsque la mesure directe de l'effluent ou d'un de ses prélèvements représentatifs s'avère impossible en raison d'un trop faible niveau, il existe différentes techniques permettant de concentrer l'activité avant la mesure. En général, ces techniques ne peuvent être utilisées pour les mesures en continu proprement dites, mais on peut les employer pour des mesures quasi continues lorsque l'activité est concentrée pendant un certain temps précédant la mesure et où le cycle «concentration-mesure» est répété sans interruption.

CHAPTER II: LIQUID EFFLUENT MONITOR DESIGN

SECTION ONE — FACTORS INFLUENCING CAPABILITY

5. General

The prime objective of measurement of radioactivity in effluents is, generally, to provide assurance that the effluent discharged from each establishment conforms to the authorized discharge limits.

The capability to measure a defined level of discharge 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 representativity of the 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 consideration 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 the need for and the necessary performance of monitoring equipment is identified early in the design of any plant and the plant design influenced, as necessary, to achieve the requirements.

6. Types of measurement

This standard is not exclusive to any one type of equipment.

6.1 *Classification of equipment*

Monitors may be classified according to the type of radiation detected:

- gross gamma monitors;
- gross beta monitors;
- specific radionuclide monitors.

They may be also classified according to their method of operation:

- direct measurement with a detector in or adjacent to the effluent stream;
- continuous fractional sampling to a monitoring point, for example, in a sample cell or filter.

6.2 *Activity concentration*

Where direct measurement of the effluent, or a representative sample thereof, proves to be impracticable because of too low a 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.

La technique la plus courante est la concentration de l'activité sur un milieu de prélèvement, dont on mesure ensuite l'activité. Le filtre peut être changé automatiquement après prélèvement de l'échantillon. Il peut se présenter sous la forme d'un ruban, ou bien sous la forme d'une certaine quantité de matière absorbante contenue dans une cartouche appropriée, et disposée de telle façon que l'on puisse effectuer la mesure sur un échantillon pendant le prélèvement suivant.

Note. — Des mesures semi-continues peuvent être souhaitables quand une mesure directe sur l'effluent n'est pas possible ou quand un accroissement de la sensibilité (par préconcentration) est désiré. Néanmoins, pendant la période où le détecteur d'échantillonnage est hors service, il peut être souhaitable de disposer d'un détecteur pour niveaux élevés en service de manière continue. Cela permettrait d'obtenir une alarme en cas de dépassement de la limite de sécurité du niveau de radioactivité de l'effluent. Ce détecteur est utilisé seulement pour donner une indication d'un niveau supérieur et ne mesure qu'une activité totale.

7. Emplacement du point de mesure

Le niveau d'activité d'un effluent, mesuré par n'importe quel équipement de mesure, dépend de l'emplacement du détecteur.

En principe, il convient de placer l'emplacement du point de mesure immédiatement avant le rejet dans l'environnement. Cependant, lorsque l'activité à mesurer provient d'une source bien définie, on obtient une meilleure sensibilité exprimée en termes d'activité émise, en cas de surveillance locale de l'effluent, avant dilution du rejet.

La surveillance locale de l'effluent avant sa dilution, bien qu'elle puisse fournir une meilleure sensibilité de détection en termes d'activité rejetée, peut conduire à une incertitude dans l'estimation des rejets d'effluents en raison des pertes d'activité dues aux dépôts dans les canalisations de rejet, ou à une défaillance dans la mesure de l'activité du rejet.

Dans chaque cas, la mesure peut être effectuée soit directement sur le débit d'effluent, soit sur un échantillon d'effluent prélevé dans un réservoir avant rejet.

Une possibilité supplémentaire permet soit de mesurer l'activité réelle du rejet, ou de prélever un plus petit échantillon mesuré à distance. Le positionnement du détecteur dans le rejet ou en dérivation peut, dans certains cas, fournir une meilleure sensibilité à l'activité du rejet. Par exemple, dans le cas du moniteur gamma global, le détecteur peut être plongé dans un milieu considéré comme « presque infini ». Dans ce cas, il peut être difficile de déterminer la configuration réelle de l'ensemble source-détecteur ou de garantir sa constance mais on évite ainsi les difficultés d'obtention d'un échantillon représentatif du rejet d'effluent. Le prélèvement dérivé permet, par ailleurs, l'installation de l'ensemble de détection dans un milieu moins perturbé. Outre une amélioration générale de l'ambiance, les effets liés à la radioactivité ambiante peuvent être réduits en plaçant l'équipement dans une zone à faible niveau de rayonnement. Dans ces conditions, on peut en outre appliquer des techniques de surveillance plus adaptées.

En cas d'utilisation de la technique de prélèvement, un soin tout particulier doit être apporté pour obtenir un échantillon pleinement représentatif de l'effluent principal pour les équipements destinés à la surveillance de l'activité réelle rejetée. Si la répartition de la radioactivité n'est pas uniforme dans le rejet d'effluent, des précautions particulières doivent être prises. A titre d'exemple, on peut citer la présence de particules radioactives en suspension dans l'effluent liquide et susceptibles de se déposer.

Les prélèvements d'échantillons d'effluents seront parfois effectués à des températures et des pressions élevées. Il peut donc être envisagé de faire fonctionner l'ensemble de détection de l'équipement de mesure dans ces conditions et ce fait devra être pris en compte lors de la conception de l'équipement. Cependant, plus couramment, il est préférable de ramener

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

Note. — Quasi-continuous measurements may be a very desirable method when direct measurement of the effluent is not practical or when an increase in sensitivity (by pre-concentration) is required. However, during the time that the sampling detector is off-line it may be desirable to have a high-level detector in operation on a continuous basis. This would provide warning if a level of radioactivity in the effluent exceeded some maximum safe limit. The high-level detector need only give an indication of an upper level and measure gross activity.

7. Position of measurement

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

Ideally, the measurement location should be immediately prior to discharge to the environment. However, 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.

Monitoring of the effluent locally prior to dilution by the effluent stream, although it may provide better detection sensitivity in terms of activity discharge, may lead to uncertainty in estimation of effluent releases because of losses of activity due to deposition in the effluent discharge system or failure to measure some of the discharge activity.

In either case, the measurement may be made directly on the effluent stream or on a batch of the effluent collected in a tank prior to discharge.

A further option to be considered is whether to measure the actual discharge for activity or to remove a smaller sample to a remote monitoring position. Locating the detector in or adjacent to the effluent may, in some cases, have the advantage of slightly better sensitivity in terms of activity discharge. For example, for a gross gamma activity monitor, the detector can be immersed in an "almost infinite" medium. In this case, it may be difficult to define the actual geometry of the source and detector combination or ensure this does not change, but the complication of obtaining a representative sample from the effluent is avoided. On the other hand, drawing a fractional sample from the discharge 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 a low background radiation area. In addition, more comprehensive 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 for the actual monitoring equipment. If the distribution of radioactivity is not uniform in the effluent stream, special precautions shall be taken. An example may be radioactive particles suspended in liquid effluent and liable to form a sediment.

In some cases, the effluent 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 will have to 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

l'échantillon, dans le cadre du traitement de celui-ci, à une température et une pression telles que l'ensemble de détection fonctionne à la pression atmosphérique et à des températures moins élevées. La description d'un tel système n'entre pas dans cette norme, mais le constructeur et l'utilisateur doivent tenir compte des conditions de fonctionnement de l'installation pour le choix de l'équipement nécessaire, afin que le prélèvement ne soit pas modifié avant son passage dans l'ensemble de détection, en particulier par une perte d'activité avant la mesure.

Si la mesure est effectuée directement par des détecteurs placés dans l'effluent ou en dérivation, seuls le détecteur et l'ensemble électronique minimal nécessaire sont montés en ce point ou à proximité. Cet ensemble de détection doit être conçu de façon à fonctionner dans les conditions d'environnement adaptées à l'installation, et, sauf circonstances particulières, ce type d'équipement ne doit ni comporter de détecteurs particulièrement sensibles aux variations des conditions du milieu, ni nécessiter une attention ou des réglages fréquents.

Chaque fois que cela est réalisable, l'ensemble de surveillance et de mesure doit être monté dans un environnement surveillé de façon à réduire les effets de celui-ci sur les performances et à permettre un accès facile pour le contrôle et la maintenance.

8. Caractéristiques de mesure et d'indication

8.1 *Etendue de mesure*

L'étendue de mesure doit être déterminée pour chaque point de mesure en prenant l'activité minimale détectable requise correspondant aux conditions normales de rejet de l'installation et la valeur maximale de l'activité des rejets pour les conditions de fonctionnement prévues.

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

Pour les ensembles à échelle logarithmique, l'étendue de mesure effective doit rester 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 effective doit rester entre le début de la seconde décade significative (c'est-à-dire avec deux chiffres indiqués) et le maximum de l'indication disponible.

8.2 *Echelle de lecture*

8.2.1 L'échelle de lecture doit être graduée en unités appropriées à la technique de mesure et doit être approuvée par le constructeur et l'utilisateur. Bien qu'il soit préférable que l'indication mentionne l'activité volumique mesurée, par exemple en becquerels par mètre cube ($\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$), sauf s'il existe un étalonnage précis et invariable, par rapport à une unité dérivée, il convient d'éviter les unités d'activité au profit de grandeurs directement mesurables, par exemple coups par seconde.

8.2.2 Le choix entre l'échelle linéaire, logarithmique ou numérique doit être approuvé par le constructeur et l'utilisateur. En général, un minimum de trois décades de mesure est nécessaire.

Pour les ensembles à échelle linéaire analogique, l'étendue de mesure doit pouvoir être changée de façon que le facteur d'échelle ne dépasse pas 10. Une valeur voisine de trois est préférable.

Lorsque l'application est susceptible de produire d'importantes variations de lecture, la commutation manuelle des échelles de mesure ne doit pas être permise, sauf si elle est expressément demandée.

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

procedure, so that the detection assembly operates at normal ambient pressure and less elevated temperatures. The description of such conditioning equipment is not covered by this standard, but the manufacturer and the user 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.

If the measurement is made directly by detectors in or adjacent to the effluent, only the detector and the minimum necessary electronic assembly shall be mounted at that point or nearby. This detection assembly shall be designed to operate in the appropriate plant environmental conditions and, unless there are special circumstances, this type of equipment shall not incorporate detectors which are particularly sensitive to variations in environmental conditions or require frequent attention or adjustment.

The appropriate control and measurement assembly shall be mounted, wherever practicable, in a controlled environment, so as to minimize the effect on performance and allow ready access for operation and maintenance.

8. Measurement and indication characteristics

8.1 Range of measurement

The range of measurement shall be established for each measuring point by establishing the required minimum detectable activity consistent with the expected normal plant release conditions and the maximum releases during anticipated operational occurrences.

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

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

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

8.2 Reading scale

8.2.1 The reading scale shall be graduated in units appropriate to the measurement technique and shall be agreed upon between manufacturer and user. While it is desirable that the indication should be of measured activity per unit volume, for example in becquerels per cubic metre ($\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$), unless unambiguous and unvarying calibration exists to a derived unit, such units should be avoided in preference to directly measured quantities, for example counts per second.

8.2.2 The choice between logarithmic, linear and digital display shall be agreed upon between manufacturer and user. In general, at least three decades of measurement are necessary.

For assemblies having linear analogue scale, it shall be possible to change the range of measurement in such a way that the scaling factor does not exceed 10; a factor of approximately three would be preferable.

Where the application is such as to give rise to large variations in reading, manual switching between ranges shall not be permitted except by special agreement.

If automatic change of range is provided, an indication of the range in use shall be provided.

9. Fiabilité

Tous les équipements doivent être conçus de façon à être très fiables. La valeur du temps moyen de bon fonctionnement (TMBF) doit être définie par le fabricant. Si la valeur du TMBF est obtenue 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 donner une description complète de chaque procédure de maintenance. Ces prescriptions de maintenance doivent être réduites au minimum acceptable.

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

SECTION DEUX — CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

10. Sous-ensemble de détection ou ensemble de détection et de prélèvement

10.1 *Canalisations de prélèvement et d'évacuation*

Dans la conception du dispositif de prélèvement, il faut tenir compte des caractéristiques suivantes:

- diamètre intérieur et longueur des canalisations, nombre et rayons des coudes;
- fini des surfaces internes;
- raccords. Éviter les pièges à particules;
- nature des matériaux de construction. Réduire la corrosion et l'érosion.

Si l'effluent est susceptible de contenir des particules en suspension, il convient que, par sa conception, le dispositif de prélèvement puisse réduire l'importance des dépôts.

10.2 *Filtre d'admission ou dispositif de rétention de l'activité*

Lorsque cela est nécessaire, on peut placer un filtre ou tout autre matériau absorbant dans une monture au niveau de l'entrée du circuit d'échantillonnage afin d'éliminer certaines matières en suspension. Un filtre peut avoir pour simple fonction la protection de la cellule de mesure d'un moniteur d'activité en milieu liquide et, dans ce cas, l'opérateur doit être averti que la mesure n'est pas représentative de l'activité volumique de l'effluent. En variante, il peut faire partie des moyens de mesurage dans le cas d'un équipement conçu pour mesurer l'activité d'une substance insoluble.

Dans ce dernier cas, les paragraphes suivants s'appliquent à de tels dispositifs de rétention:

10.2.1 Le volume et la forme du milieu de prélèvement doivent être appropriés à la méthode de fonctionnement de l'ensemble.

10.2.2 L'équipement doit être conçu de façon que la décontamination des milieux de concentration réutilisables soit facilitée.

L'accès au milieu de rétention doit être conçu de façon à permettre une élimination facile et rapide de celui-ci.

10.2.3 La conception de la monture du milieu de concentration doit tenir compte de la résistance mécanique du milieu utilisé et des caractéristiques du débit.

9. Reliability

All equipment shall be designed to a high standard of reliability. The value of mean time between failures (MTBF) shall be stated by the manufacturer. Where the basis of the MTBF figure is a theoretical assessment, the basic data used shall be agreed upon between the manufacturer and user.

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

As far as 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.

SECTION TWO — TECHNICAL CHARACTERISTICS

10. Detection sub-assembly or sampling and detection assembly

10.1 *Sampling and exhaust pipes*

The following characteristics shall be considered in the design of the sampling system:

- internal diameter of pipes, pipe length and number and radius of bends;
- finish of internal surfaces;
- connections. Avoid particle traps;
- nature of constructional material. To minimize corrosion or erosion.

If the effluent is likely to contain particles in suspension, the design should be such as to minimize plate out of particles.

10.2 *Inlet filter or activity retention device*

When appropriate, a filter or other absorbing medium may be placed in a holder at the sampling circuit inlet to remove certain materials in suspension from the liquid taken in. A filter may simply be to protect the measuring cell of a soluble activity monitor and, in this case, plant operators should be advised that the measurement of this monitor is not representative of the plant effluent. Alternatively, it may be part of the measurement facilities for equipment designed to measure non-soluble activity separately.

In this latter case, the following sub-clauses apply to such retention devices:

10.2.1 The volume and shape of the collecting medium shall be appropriate to the method of operation of the assembly.

10.2.2 The equipment shall be designed to facilitate decontamination of re-usable concentration media.

Access to the retention medium shall be designed in such a manner as to permit fast and easy removal.

10.2.3 The design of the holder of the concentration medium shall take account of the mechanical strength of the medium used and the characteristics of the flow rate.

10.2.4 Pour les ensembles dans lesquels la mesure est effectuée simultanément au prélèvement, cette mesure peut être perturbée par la présence d'activité non piégée par le milieu de rétention.

Cet effet doit être minimisé par une géométrie particulière de la conception du système d'écoulement au voisinage du milieu de rétention afin de réduire le volume mort.

10.2.5 Lors de la conception, il faut veiller à réduire les fuites par contournement du milieu de rétention.

10.2.6 La disposition et la forme du dispositif de rétention et de tout dispositif local de protection doivent être telles que la quantité d'activité dans le milieu de rétention ne modifie pas, de façon significative, les performances attendues de l'équipement.

10.3 *Cellule de prélèvement*

Lorsqu'on utilise une cellule de mesure en tant qu'élément d'un ensemble de détection et de prélèvement pour obtenir un certain volume de liquide devant être mesuré par un détecteur baignant dans le milieu ou adjacent, il faut appliquer les prescriptions suivantes.

10.3.1 La cellule de prélèvement doit être traversée par le débit liquide, et réalisée de façon telle que le volume liquide reste constant.

10.3.2 Le volume et la pression de service de la cellule de prélèvement doivent être spécifiés.

10.3.3 La cellule de prélèvement doit être construite de façon à réduire au minimum les risques de contamination. Il doit être possible d'avoir accès à toutes les surfaces de la cellule de prélèvement à des fins de décontamination.

10.3.4 Si la cellule de prélèvement est munie d'une «fenêtre» pour les mesures de rayonnements bêta ou de rayonnements gamma faiblement énergétiques, les dimensions et la masse par unité de surface ($\text{mg}\cdot\text{cm}^{-2}$) doivent être indiquées.

10.4 *Détecteur de rayonnements*

10.4.1 *Type de détecteur*

Tout type de détecteur adapté à la mesure désirée peut être utilisé après accord entre le constructeur et l'utilisateur. Le constructeur doit indiquer le type de détecteur et toutes ses caractéristiques utiles, en particulier la réponse pour la configuration adaptée aux activités à mesurer et aux activités parasites spécifiées.

10.4.2 *Détecteurs de rayonnements bêta*

Quel que soit le type de détecteur utilisé, le constructeur doit indiquer ses dimensions ainsi que les caractéristiques de transmission, notamment la surface effective, l'épaisseur, etc., de tout écran de protection. Il doit également préciser les variations du rendement de détection (réf. VEI 391-10-02) avec l'énergie de la particule ou le radionucléide.

10.4.3 *Détecteurs de rayonnements gamma*

Quel que soit le type de détecteur utilisé, le constructeur doit indiquer la réponse en fonction de l'énergie du rayonnement gamma et, dans le cas de détecteurs destinés à la spectrométrie, il doit indiquer la résolution du détecteur en fonction de l'énergie.

Note. Les mesures portant sur certains radionucléides font souvent intervenir un certain type de spectromètre gamma pour lequel il faut établir l'efficacité du comptage en termes de nombre de coups par seconde (s^{-1}) et par unité d'activité (Bq) pour la largeur des pics caractéristiques ainsi que l'importance des effets dus aux autres sources de rayonnements gamma.

- 10.2.4 For assemblies where measurement is simultaneous with sampling, this measurement may be disturbed by the presence of activities not collected on the retention medium.

This shall be minimized by the special geometry of the design of the flow system in the vicinity of the retention medium to reduce the dead volume.

- 10.2.5 The design shall be such as to minimize leak paths causing the flow to by-pass the retention medium.
- 10.2.6 The location and form of the retention device and any local shielding shall be such that the build-up of activity on the retention medium will not significantly affect the designed performance of the equipment.

10.3 *Sample cell*

Where, as part of a sampling and detection assembly, a measuring cell is used to provide a volume of liquid for measurement with an immersed or adjacent detector, the following requirements shall apply:

- 10.3.1 The sample cell shall be of the flow-through type, constructed in such a manner that the liquid volume remains constant.
- 10.3.2 The sample cell volume and operating pressure shall be specified.
- 10.3.3 The sample cell shall be constructed so that the possibility of contamination is reduced to a minimum. It shall be possible to gain access to all surfaces of the sample cell for decontamination.
- 10.3.4 If the sample cell is supplied with a "window" for beta or low energy gamma measurements, the dimensions and the mass per unit area ($\text{mg}\cdot\text{cm}^{-2}$) shall be given.

10.4 *Radiation detector*

10.4.1 *Detector type*

Any type of detector appropriate to the desired measurement may be used by agreement between manufacturer and user. The manufacturer shall specify the detector type and all relevant characteristics, particularly the response in the operating geometry to activities to be measured and to interfering activities of interest.

10.4.2 *Beta detectors*

Regardless of the type of detector used, the manufacturer shall specify the detector dimensions and the dimensions and transmission characteristics, e.g. effective area, thickness, etc., of any protective screen. He shall also specify the variation of detection efficiency (ref. IEC 391-10-02) with particle energy or radionuclide.

10.4.3 *Gamma-ray detectors*

Regardless of the type of detector used, the manufacturer shall specify the detector response as a function of gamma energy and, in the case of detectors intended for spectrometry, the detector resolution as a function of energy.

Note. — Measurements of quantities of particular radionuclides will probably involve a form of gamma spectrometer with the need to establish counting efficiencies in terms of counts per second (s^{-1}) per unit activity (Bq) for specific peak widths together with the degree of interference from other gamma energy sources.

10.4.4 *Aptitude à la décontamination*

Chaque fois que cela est possible, le détecteur doit être séparé du liquide en cours de mesure par une fenêtre ou un écran protecteur approprié.

Chaque fois que cela est possible, le détecteur doit pouvoir être retiré rapidement pour des raisons de service ou de remplacement. Il faut veiller dans tous les cas à une bonne disposition du détecteur afin de garantir sa mise en place et son maintien en position correcte dans la géométrie convenable. L'ensemble détecteur doit être conçu et réalisé de manière à réduire l'accumulation de la contamination et à faciliter sa décontamination.

L'ensemble détecteur doit être conçu de façon que les sources de vérification et d'étalonnage puissent être placées facilement dans une position définie au voisinage du détecteur.

Lorsque le détecteur est monté à distance de l'ensemble de surveillance et de mesure, il faut prévoir une télécommande du positionnement de ces sources.

11. Ensemble de commande et de mesure

L'ensemble de commande et de mesure comprend essentiellement les parties suivantes:

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

L'ensemble peut être relié à un tableau central d'affichage des valeurs des rayonnements. Dans ce cas, il doit pouvoir être installé dans des châssis pour électronique de dimensions normalisées (Publication 297 de la C E I: Dimensions des structures mécaniques de la série de 482,6 mm (19 in)).

11.1 *Activité minimale détectable*

L'activité minimale détectable requise dépend des applications particulières et relève des réglementations locales et de la conception de l'installation. Elle doit donc faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur. Quelle que soit la valeur retenue, le constructeur doit indiquer, pour les radionucléides présentant un intérêt, l'activité minimale détectable (AMD) en fonction du bruit de fond de rayonnement gamma ambiant au niveau de l'ensemble de détection.

11.2 *Etendue de mesure*

L'étendue de mesure effective doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur et doit comporter au moins trois décades (quatre ou cinq décades peuvent être nécessaires).

12. Alarmes

Les dispositions générales concernant les alarmes et les dispositifs d'indication doivent être appropriées 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, et actionner en outre au moins une série de contacts inverseurs (qui peuvent être communs à toutes les alarmes de panne) utilisables pour des systèmes d'alarme externes. On peut aussi prévoir des alarmes acoustiques. La charge commutée par le ou les contacts doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

10.4.4 *Ease of decontamination*

Whenever practicable, the detector shall be separated from the liquid being measured by a protective window or screen of adequate strength.

Whenever practicable, the detector shall be readily removable for service or replacement. A positive detector location shall be provided in all cases to ensure that the detector can be returned to and will remain in the appropriate geometrical location. The detector assembly shall be designed and constructed so as to minimize the build-up of contamination and so as to facilitate decontamination.

The detector assembly shall be designed so that check and calibration sources can be easily placed at defined positions near the detector.

Where the detector is mounted remote from the control and measurement assembly, provision shall be made for remotely positioning such sources.

11. **Control and measurement assembly**

The control and measurement assembly includes essentially the following parts:

- electrical control and power supply subassemblies;
- electronic measuring subassemblies;
- 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 racks of standard dimensions (I E C Publication 297: Dimensions of mechanical structures of the 482.6 mm (19 in) series).

11.1 *Minimum detectable activity*

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

11.2 *Range of measurement*

The effective range of measurement shall be agreed upon between manufacturer and user and shall be at least three decades (four or five decades may be required).

12. **Alarms**

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

All alarm circuits shall give separate visual indication on the monitor and also operate at least one set of changeover contacts (which may be common to all fault alarms) for use with external alarms. Audible alarms may be provided in addition. The load switched by the contact(s) shall be agreed upon between manufacturer and user.

Toutes les fonctions d'alarme doivent être accompagnées de dispositifs de contrôle permettant de vérifier la fonction d'alarme. En cas d'alarmes réglables, il doit être possible d'effectuer le contrôle sur toute l'étendue de réglage, avec indication du point de consigne exact de l'alarme.

Les circuits d'alarme doivent pouvoir être commandés de façon que le signal d'alarme soit maintenu, soit jusqu'à son acquittement manuel par un dispositif de remise à zéro, soit jusqu'à une annulation automatique lorsque l'état d'alarme disparaît. Les deux modes de fonctionnement doivent pouvoir être utilisés par simple modification sur chaque équipement.

Les dispositifs suivants doivent être normalement prévus.

12.1 *Signaux d'alarme de dépassement (niveau haut)*

Deux points d'alarme réglables au minimum entre 10% et 90% de l'échelle de lecture (échelles linéaires) et entre 50% de la décade la plus basse et 90% de la décade la plus haute (échelles logarithmiques).

Pour les systèmes numériques, les alarmes doivent être réglables sur toute l'étendue de mesure.

12.2 *Signal 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 de l'étendue de mesure spécifiée (échelles logarithmiques ou numériques). Elle peut faire partie d'un système d'alarme de panne indiquant une perte de comptage du bruit de fond.

12.3 *Signaux d'alarme de défaut*

12.3.1 Alarmes signalant le plus grand nombre possible de défauts dans les circuits électroniques ou dans les systèmes mécaniques. Chaque fois que cela est possible, l'origine du défaut doit être indiquée séparément.

12.3.2 Alarmes signalant la perte des fonctions principales (par exemple circulation du fluide de refroidissement du détecteur ou niveau bas d'un des principaux réservoirs de fluide de refroidissement).

13. **Dispositifs d'indication de fonctionnement**

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

- mise sous tension générale;
- mise sous tension de la pompe, si nécessaire;
- mise sous tension du détecteur;
- bon fonctionnement. Pas d'alarme de défaut.

L'équipement doit être muni d'une sortie permettant la transmission du signal à distance et pouvant permettre d'utiliser un ou plusieurs des dispositifs suivants:

- galvanomètre;
- enregistreur potentiométrique;
- enregistreur magnétique;
- ordinateur;
- imprimante ou perforatrice.

Dans le cas où l'équipement comporte l'écoulement d'un liquide, un compteur adapté doit être prévu.

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.

12.1 *High-level alarms*

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

For digital systems, the alarms shall be adjustable over the entire range of measurement.

12.2 *Low-level alarm*

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

12.3 *Fault alarms*

12.3.1 If possible, all electronic circuit or mechanical system faults should be indicated by an alarm. Wherever reasonably practicable, separate indication of the source of the fault shall be given.

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

13. **Indication facilities**

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

- power on;
- pump on, if appropriate;
- detector voltage supply on;
- equipment in fault free condition. No fault alarm operated.

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

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

Where liquid flows through the equipment, a suitable flow metering indicator shall be provided.

14. 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 l'étalonnage et la vérification de la linéarité des échelles. Ces dispositifs de contrôle doivent normalement être installés à demeure sur l'ensemble de façon à permettre l'exécution des essais à partir de l'ensemble de commande et de mesure.

La vérification de l'étalonnage de l'ensemble doit être possible en deux points représentatifs de l'étendue de mesure, par exemple, dans le cas d'une échelle logarithmique, à environ 25% et 75% de la déviation angulaire de l'échelle.

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

15. Dispositifs de réglage et de maintenance

Tous les équipements électroniques doivent avoir un nombre suffisant de points d'essai facilement accessibles pour faciliter la mise au point et localiser l'endroit du défaut avec, si nécessaire, des moyens de maintenance tels que cartes imprimées d'extension et câbles d'accouplement. Un outillage spécifique de maintenance ainsi qu'un manuel de maintenance satisfaisant doivent être prévus.

La conception de tous les équipements doit être telle que les réparations et la maintenance soient facilitées.

16. 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 de protection peuvent être inclus dans la conception générale de l'ensemble, selon le cas.

Le blindage, constitué de matériaux denses (généralement en plomb), de numéro atomique élevé, doit donner une atténuation globale du rayonnement gamma virtuellement identique dans toutes les directions vues du volume sensible du détecteur, compte tenu des matériaux de structure de l'ensemble de détection et de la réponse angulaire du détecteur. L'épaisseur du blindage doit être calculée en fonction de la sensibilité du détecteur au rayonnement gamma et conformément aux spécifications du tableau II.

Si l'équipement ne peut pas être facilement retiré de son blindage, celui-ci doit être facilement démontable et être construit en plusieurs éléments, de masse unitaire inférieure ou égale à 15 kg, sauf accord contraire entre le constructeur et l'utilisateur.

Lorsqu'on a recours à un dispositif électronique comprenant des détecteurs complémentaires pour réduire l'effet du 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.

14. Facilities for operational testing

Suitable facilities shall be provided to allow the user to carry out a periodic check of the satisfactory operation of the assembly, including calibrations and 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.

15. 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.

16. Ambient gamma radiation protection devices

These are provided in order to reduce the interference effects 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 made with dense materials having a high atomic number (usually lead) shall give a virtually identical gamma 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 and according to the specifications given in Table II.

If the equipment cannot easily be removed from any shielding, the shields shall be easily removable, and shall be constructed of several elements having a mass of 15 kg or less, unless otherwise agreed upon 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 irradiation.

CHAPITRE III: PROCÉDURES DES ESSAIS

Sauf spécification contraire, les essais doivent être considérés comme des «essais de type», bien que certains ou tous puissent être considérés comme des «essais d'acceptation» après accord entre le constructeur et l'utilisateur.

17. Définition des conditions d'essais

17.1 Conditions normales d'essais

Les conditions normales d'essais sont indiquées dans le tableau I. Elles représentent les valeurs et les tolérances des diverses grandeurs d'influence pour les essais effectués sans variation de celles-ci.

Les essais réalisés dans les conditions normales d'essais sont énumérés dans le tableau II.

17.2 Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence

Le but de ces essais est de déterminer les effets de variations des grandeurs d'influence. Afin de faciliter l'exécution de ces essais, ceux-ci sont groupés en deux catégories comprenant, d'une part, les essais relatifs au circuit du liquide et, d'autre part, les essais relatifs à la mesure et aux dispositifs d'alarme et de signalisation.

Ces deux catégories d'essais sont effectuées indépendamment les uns des autres.

Afin de contrôler l'effet de chacune des grandeurs d'influence données dans les tableaux III et IV, toutes les autres grandeurs d'influence doivent être maintenues dans les limites des conditions normales d'essais données dans le tableau I, sauf indication contraire dans la procédure d'essai.

Afin de simplifier ces essais, un seul essai de type suffit pour chacune des principales grandeurs d'influence. Cet essai doit mesurer l'effet d'une variation déterminée d'une grandeur d'influence sur le niveau de l'activité correspondant à environ 50% de l'échelle de lecture sur chaque gamme ou décade, sauf pour la gamme ou la décade la plus sensible.

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

17.2.2 Les essais du circuit du liquide sont indiqués dans le tableau IV avec la gamme de variations de chaque grandeur d'influence et les limites correspondantes des variations des paramètres d'essais.

17.3 Fluctuations statistiques

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

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

CHAPTER III: TEST PROCEDURES

Except where otherwise specified, tests are to be considered as “type tests”, although any or all may be considered as “acceptance tests” by agreement between manufacturer and user.

17. Definition of test conditions

17.1 *Standard test conditions*

The standard test conditions are shown in Table I. These represent the values and tolerances of the various influence quantities for tests carried out with no variation of these values.

The tests carried out under standard test conditions are listed in Table II.

17.2 *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 including, on the one hand, the tests relating to the liquid circuit and, on the other hand, the tests relating to the measurement, alarm and indication units.

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 otherwise stated in the test procedure.

In order to simplify these tests, for each individual principal 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 the reading scale of any range or decade except the most sensitive range or decade.

17.2.1 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.

17.2.2 The tests of the liquid 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.

17.3 *Statistical fluctuations*

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

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

18. Sources de référence

Les sources radioactives de référence pour moniteurs d'effluents liquides peuvent se présenter sous deux types différents. Normalement des sources liquides (primaires) sont requises pour l'étalonnage. Des sources secondaires peuvent être plus utilisées pour les essais de série ou pour des essais de vérification ultérieurs. La réponse des ensembles aux sources secondaires devra généralement être établie par contre-étalonnage par rapport à des sources liquides. Des exemples de source de référence sont donnés dans le tableau V.

Afin de couvrir toute l'étendue de mesure, un certain nombre de sources de différentes activités seront probablement nécessaires.

L'activité conventionnellement vraie des sources doit être connue avec une incertitude n'excédant pas 10%.

18.1 Sources liquides primaires

Les sources liquides primaires doivent contenir le radionucléide pour lequel l'ensemble est conçu.

Afin de réduire les effets d'une éventuelle contamination des circuits du liquide, tous les essais effectués avec des sources liquides doivent commencer par les faibles valeurs de concentration d'activité pour s'achever avec les valeurs les plus élevées.

18.2 Sources secondaires

Pour les essais de série portant sur les sources, on peut utiliser d'autres sources de référence à la place des sources liquides. De telles sources doivent se présenter sous une forme physique adaptée à l'ensemble essayé; en particulier, il faut pouvoir positionner, avec précision, la source par rapport au détecteur et répéter l'opération aussi souvent que nécessaire. Le radionucléide utilisé doit être adapté à l'ensemble essayé. Dans le cas des moniteurs pour radionucléides particuliers, les énergies des rayonnements bêta ou gamma doivent présenter un degré suffisant de similitude avec les énergies des rayonnements bêta ou gamma du radionucléide pour lequel l'équipement a été conçu afin que l'on puisse obtenir une caractéristique effective de source équivalente.

Dans tous les cas, la réponse des ensembles à une telle source secondaire doit être établie, au cours des essais de type, par rapport à la source liquide primaire. Cet étalonnage de la réponse relative à la source peut alors être utilisé conjointement avec des essais avec sources secondaires lorsqu'on substitue ceux-ci aux essais d'activité des liquides.

19. Précision de la réponse à la source de référence

19.1 Spécifications

Dans les conditions normales d'essais, avec les commandes d'étalonnage réglées conformément aux instructions du constructeur, l'erreur intrinsèque relative ne doit pas dépasser les limites indiquées dans le tableau II sur l'ensemble de l'étendue de mesure effective.

19.2 Essais à effectuer

Un essai de type doit être effectué sur au moins un ensemble d'un lot de production, et un essai individuel de série doit être effectué sur chaque équipement/ensemble. Quand des sources secondaires sont utilisées pour les essais de série, la réponse de l'ensemble à de telles sources, en comparaison aux sources primaires liquides, doit être établie pendant les essais de type.

18. Reference sources

Radioactive reference sources for liquid effluent monitors may be of two types. Liquid (primary) sources will normally be required for basic calibration. Secondary sources may be used, in addition, for routine tests or subsequent check testing. The response of assemblies to secondary sources will generally have to be established by cross-calibration against liquid sources. Examples of suitable sources are given in Table V.

In order to cover the range of measurement, a number of sources of different strengths are likely to be necessary.

The conventionally true activity of the sources shall be known with an uncertainty not exceeding 10%.

18.1 *Liquid primary sources*

Liquid primary sources shall contain a radionuclide for which the assembly is designed.

In order to minimize the effects of possible contamination of the liquid circuits, all tests with liquid sources shall proceed from low to high values of activity concentration.

18.2 *Secondary sources*

Other reference sources may be used in lieu of liquid sources for routine source tests. Such sources shall be of a physical form appropriate to the assembly under test, in particular to allow location of the source relative to the detector to be accurately fixed and repeated whenever necessary. The radionuclide used shall be appropriate to the assembly under test. In the case of specific radionuclide monitors, the beta or gamma energy shall be sufficiently similar to the beta or gamma energy of the radionuclide for which the equipment is designed for it to provide an effective equivalent source characteristic.

In every case, the response of assemblies to such secondary sources shall be established, during type testing, relative to primary liquid sources. This relative source response calibration may then be used, in conjunction with secondary source tests, when these are substituted for liquid activity tests.

19. Accuracy of response to the reference source

19.1 *Requirements*

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

19.2 *Tests to be carried out*

A type test shall be carried out on at least one equipment of the series and one routine test shall be performed on each equipment/assembly. Where secondary sources are to be used for routine tests, the response of the assembly to such sources, relative to the appropriate liquid primary sources, shall be established during type testing.

Un certain nombre de sources d'essai est nécessaire pour les essais de type et les essais individuels de série. Ces essais sont spécifiés ci-après. Le reste des prescriptions d'essai peut être effectué 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, à l'entrée normale de l'ensemble, de signaux électroniques appropriés. La valeur des signaux injectés doit être connue avec la même précision que pour les sources d'essai.

19.2.1 *Essais de type*

Pour les ensembles à échelle pratiquement linéaire, un essai à l'aide d'une source primaire 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 linéaires, 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. La réponse relative de toutes les sources secondaires par rapport aux sources primaires doit être établie.

19.2.2 *Essais individuels de série*

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

Pour les ensembles à échelles non linéaires, 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 les essais avec signaux électroniques équivalents doivent être effectués en un point sur toutes les décades intermédiaires.

19.3 *Méthode d'essai*

19.3.1 *Essais avec source liquide*

Les essais réalisés avec des sources radioactives liquides dépendent de la conception du moniteur. Deux possibilités sont offertes:

- soit faire circuler le liquide contenant le radionucléide approprié (à une concentration connue) à travers l'ensemble, à débit constant pendant un temps suffisant pour atteindre l'équilibre de la mesure,
- soit positionner le détecteur dans un volume suffisamment grand de liquide pour qu'il soit équivalent aux conditions de fonctionnement réel du moniteur.

De plus:

- pour les essais de type où des sources secondaires sont utilisées pour des essais ultérieurs, placer la source convenable dans une position définie par rapport au détecteur (les conditions d'essais de la source liquide étant inchangées mais cette dernière étant remplacée par un liquide ne présentant pas d'activité) et établir la réponse relative par rapport au liquide primaire et aux sources secondaires.

A number of source tests are required for both type tests and routine tests. 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.

19.2.1 *Type tests*

For assemblies with essentially linear scales, a primary source test shall be performed on at least one point on each range: at about 25% of the lowest range, 75% of the highest range and about 50% of other ranges.

Source or electronic tests shall be carried out at about 25%, 50% and 75% of each range.

For assemblies with non linear scale, the source test shall be performed on at least one point at approximately the mid-point of each decade, except the highest where the test shall be at about 75%. Source or electronic tests shall be carried out at 25%, 50% and 75% of each decade. The relative response of all secondary sources to relevant primary sources shall be established.

19.2.2 *Routine tests*

For assemblies with linear scales, source tests 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 electronic 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 electronic tests shall be performed on one point on all the intermediate decades.

19.3 *Test method*

19.3.1 *Liquid source tests*

Tests carried out with liquid radioactive sources depend on the design of the monitor. Either

- circulate liquid containing the appropriate radionuclide (at known concentration) through the assembly at a constant flow rate for a sufficient time to reach measurement equilibrium, or
- locate the detector relative to a sufficiently large volume of liquid to be equivalent to the actual operating conditions of the monitor.

In addition:

- during type testing, where secondary sources are to be used for subsequent tests, locate the appropriate secondary sources at their defined position relative to the detector (the liquid source test conditions being unchanged but the liquid source being replaced by a liquid without activity) and establish the relative response of primary liquid and secondary sources.

19.3.2 Essais avec source secondaire

Placer les sources secondaires dans une position définie par rapport au détecteur en présence d'un liquide non actif dans les mêmes conditions que pour l'essai établissant la réponse relative entre les sources primaires et secondaires. Ajuster la lecture de l'activité à partir de la réponse relative acquise.

19.3.3 Essais effectués avec un générateur électronique de signaux

L'ensemble de mesure seul peut être essayé par injection d'un signal électronique convenable à l'entrée prévue pour le détecteur.

19.3.4 Expression des résultats

Les prescriptions du paragraphe 19.1 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 dans le tableau II
 ε_{SA} = incertitude absolue de l'activité conventionnellement vraie de la source d'essai (%)
 ε_{SR} = incertitude relative de l'activité de la source d'essai par rapport aux autres sources de l'essai (%)

20. Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence

20.1 Réponse aux autres radionucléides (moniteurs de radionucléides non spécifiques)

20.1.1 Prescriptions

La réponse de l'ensemble aux radionucléides autres que ceux de référence (mentionnés dans le tableau V) doit être indiquée par le constructeur. Le nombre des radionucléides présentant un intérêt doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

20.1.2 Méthode d'essai

La méthode d'essai est identique à celle du paragraphe 19.3 en utilisant les radionucléides appropriés.

20.2 Réponse aux autres radionucléides (moniteurs de radionucléides spécifiques)

20.2.1 Prescriptions

La réponse de l'ensemble aux radionucléides, présentant un intérêt, mais autres que ceux de référence (mentionnés dans le tableau V) doit être indiquée par le constructeur; mais d'une façon générale elle doit être inférieure à 5% de la réponse à la même activité spécifique du radionucléide pour lequel l'ensemble a été conçu.

20.2.2 Méthode d'essai

La méthode d'essai est identique à celle du paragraphe 19.3 en utilisant les radionucléides appropriés.

20.3 Réponse au rayonnement gamma ambiant

20.3.1 Prescriptions

Puisqu'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 doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

19.3.2 Secondary source tests

Locate the secondary sources at their defined position relative to the detector with non-active liquid present to the same extent as during the test which established the relative response of the primary and secondary sources. Adjust the noted activity reading by the established relative response.

19.3.3 Tests with electronic signal generator

The measuring assembly alone may be tested by injection of an appropriate electronic signal at the normal detector input.

19.3.4 Expression of results

The requirements of Sub-clause 19.1 may be considered to be met if:

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

where:

- E_i = required accuracy of indication (%), given in Table II
 ϵ_{SA} = absolute uncertainty of conventionally true activity of the test source (%)
 ϵ_{SR} = relative uncertainty of activity of the test source to other sources in the test set (%)

20. Tests performed with variation of influence quantities

20.1 Response to other radionuclides (*non-specific radionuclide monitors*)

20.1.1 Requirements

The response of the assembly to radionuclides other than that of the reference (mentioned in Table V) shall be specified by the manufacturer. The range of radionuclides of interest shall be agreed upon between manufacturer and user.

20.1.2 Test method

The test method is identical to that described in Sub-clause 19.3 using appropriate radionuclides.

20.2 Response to other radionuclides (*specific radionuclide monitors*)

20.2.1 Requirements

The response of the assembly to radionuclides of interest other than the reference (mentioned in Table V) shall be specified by the manufacturer, but shall generally be less than 5% of the response to the same specific activity of the radionuclide for which the assembly is designed.

20.2.2 Test method

The test method is identical to that described in Sub-clause 19.3 using appropriate radionuclides.

20.3 Response to ambient gamma radiation

20.3.1 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 shall be agreed upon between manufacturer and user.

Le constructeur doit indiquer l'activité minimale détectable (définie au paragraphe 3.6) dans les conditions normales d'essais. Il doit aussi indiquer l'activité minimale détectable et la valeur maximale de l'indication (activité apparente) de l'ensemble de mesure lorsque le détecteur, équipé de sa protection contre le rayonnement gamma ambiant, est soumis dans la géométrie déterminée par le constructeur, à un débit de dose absorbée dans l'air externe de $10 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ($1 \text{ mrad}\cdot\text{h}^{-1}$) dû à une source de ^{137}Cs . Sauf accord contraire entre le constructeur et l'utilisateur, la réponse à tout rayonnement gamma d'énergie différente et provenant d'une autre direction ne doit pas dépasser deux fois la valeur ci-dessus.

20.3.2 Méthode d'essai

L'ensemble fonctionnant dans les conditions normales d'essais, sans aucune source radioactive, noter l'indication due au bruit de fond. L'activité minimale détectable doit être calculée conformément aux spécifications du constructeur.

Ensuite, à l'aide d'une source de ^{137}Cs , déterminer 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, soit égal à $10 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1} \pm 10\%$ ($1 \text{ mrad}\cdot\text{h}^{-1}$), en l'absence de l'ensemble. L'orientation de la source doit être celle indiquée par le constructeur. Dans ces conditions, l'indication de l'ensemble de mesure ne doit pas dépasser la valeur spécifiée.

Le détecteur doit aussi être 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.

Après accord entre le constructeur et l'utilisateur, l'essai avec la source de ^{137}Cs est répété avec d'autres sources de rayonnement gamma dans la direction de référence source-détecteur.

20.4 Essai de saturation

20.4.1 Prescriptions

En l'absence d'autres prescriptions particulières, après accord entre le constructeur et l'utilisateur, l'ensemble doit rester à l'indication maximale lorsqu'il est exposé à une activité appropriée égale à dix fois celle qui serait nécessaire pour donner l'indication maximale, et doit fonctionner normalement après disparition de cette activité de saturation.

20.4.2 Méthode d'essai

- a) Soumettre l'ensemble détecteur à une source d'activité appropriée pour donner une indication égale approximativement à 50% de la première échelle ou décade. Noter l'indication relevée.
- b) Soumettre l'ensemble détecteur à une forme appropriée d'activité égale à 10 fois celle qui serait 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 accord entre 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 est notée au point a).

20.5 Essai de susceptibilité à la contamination par dépôts solides

Si un essai de susceptibilité à la contamination par dépôts solides est nécessaire, celui-ci doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

The manufacturer shall state the minimum detectable activity (as defined in Sub-clause 3.6) under standard test conditions. He 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 in air of $10 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ($1 \text{ mrad}\cdot\text{h}^{-1}$) due to ^{137}Cs . Unless otherwise agreed upon between manufacturer and user, the response to gamma radiation of different energy and coming from a different direction shall not exceed twice the value stated above.

20.3.2 Test method

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

Next, using a ^{137}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 $10 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1} \pm 10\%$ ($1 \text{ mrad}\cdot\text{h}^{-1}$). The orientation of the source shall be as specified by the manufacturer. Under these conditions, the reading of the measuring assembly shall not exceed the values specified.

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

Using alternative gamma radiation sources, agreed upon between manufacturer and user, repeat the ^{137}Cs source test above with the reference source to detector orientation.

20.4 Overload test

20.4.1 Requirements

In the absence of any other requirement agreed upon between manufacturer and user, the equipment shall maintain full-scale indication when "exposed" to an appropriate activity up to ten times greater than that necessary to give the maximum scale reading and perform normally when this overload "exposure" is removed.

20.4.2 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 assembly maintains a maximum reading.
- c) Remove the source of activity and after a period to be agreed upon between manufacturer and user, but generally of less than 1 h, "expose" the detector assembly under identical conditions to Item a). The reading shall not differ by more than 10% from the value noted in Item a).

20.5 Test for susceptibility to solid deposit contamination

If a test for susceptibility to solid deposit contamination is necessary, this test shall be agreed upon between manufacturer and user.

21. Caractéristiques électriques et mécaniques

21.1 Fluctuations statistiques

21.1.1 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 n'importe quel dépassement du niveau d'activité qui correspond à un tiers de l'indication maximale de l'échelle la plus sensible;

b) pour les échelles logarithmiques et à affichage numérique:

10% pour n'importe quel dépassement du niveau d'activité qui correspond à l'indication maximale sur la décade la moins significative.

21.1.2 Méthode d'essai

Utiliser une source radioactive fournissant une indication située entre le tiers et la moitié de l'indication maximale de l'échelle la plus sensible (échelle linéaire), ou bien se situant à environ 20% du maximum de la deuxième décade la moins significative (échelles logarithmiques ou affichage numérique).

Conformément au paragraphe 17.3, relever un nombre suffisant de lectures à intervalles de temps convenables. Déterminer la valeur moyenne et le coefficient de variation de toutes les lectures relevées. Le coefficient de variation ainsi déterminé doit se situer dans les limites indiquées au paragraphe 21.1.1.

21.2 Temps de préchauffage de l'ensemble de détection et de mesure

21.2.1 Prescriptions

Lorsqu'il est exposé à une activité de référence, l'ensemble doit donner une indication qui ne diffère pas de plus de 10% de la valeur obtenue dans les conditions normales d'essais (voir tableau III) dans les 30 min qui suivent la mise en marche.

21.2.2 Méthode d'essai

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

Utiliser une source radioactive donnant approximativement une indication située entre le tiers et la moitié de l'indication maximale. Mettre en marche l'ensemble de détection et de mesure.

Noter les valeurs de l'activité toutes les 5 min pendant 1 h. Dix heures après la mise en marche, relever un nombre suffisant de lectures conformément aux instructions du paragraphe 17.3, et prendre la valeur moyenne comme «valeur finale» de l'indication.

Tracer la courbe de l'indication d'activité en fonction du temps en apportant, lorsque cela est nécessaire, les corrections aux valeurs de l'activité.

La différence entre la «valeur finale» et la valeur lue sur la courbe au temps $t = 30$ min doit se situer dans les limites prescrites.

21. Electrical and mechanical characteristics

21.1 Statistical fluctuations

21.1.1 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.

21.1.2 Test method

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

In accordance with Sub-clause 17.3, take sufficient readings of the indication of the assembly at suitable 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 21.1.1.

21.2 Warm-up – Detection and measurement assembly

21.2.1 Requirements

The assembly shall, when exposed to the reference activity, give an indication which does not differ by more than 10% from the value obtained under standard test conditions (see Table III) 30 min after being switched on.

21.2.2 Test method

Prior to this test, the equipment shall be disconnected from all power supplies for at 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 Sub-clause 17.3 and use the mean value as “final value” of indication.

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

The difference between “final value” and the value read from the curve for time $t = 30$ min shall lie within the limits specified.

21.3 *Alimentation électrique*

Les ensembles doivent être conçus de façon à pouvoir fonctionner grâce à une tension d'alimentation monophasée à courant alternatif appartenant à l'une des catégories suivantes et conformes à la Publication 293 de la C E I: Tensions d'alimentation pour appareils nucléaires à transistors:

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

Après accord entre le constructeur et l'utilisateur, une alimentation triphasée peut être utilisée pour les moteurs des pompes.

Aux Etats-Unis d'Amérique, la tension monophasée nominale est de 117 V et/ou de 234 V, 60 Hz. Au Royaume-Uni, la tension monophasée nominale de 110 V, 50 Hz est quelquefois utilisée.

A la suite d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur, l'équipement peut être pourvu de dispositifs permettant le fonctionnement à l'aide d'une alimentation de secours basse tension en cas de panne d'alimentation de longue durée. Dans ce cas, il est souhaitable que l'équipement ne déclenche pas une alarme ou ne soit pas mis en défaut lors du changement d'alimentation.

21.4 *Variations de l'alimentation électrique*

21.4.1 *Prescriptions*

Les ensembles doivent pouvoir fonctionner sur le réseau avec, d'une part, une tolérance pour les variations de tensions d'alimentation comprises dans un intervalle allant de -12% à 10% et, d'autre part, des fréquences comprises entre 47 Hz et 51 Hz (57 Hz à 61 Hz aux Etats-Unis d'Amérique), sans que pour autant l'indication varie de plus de 10% de l'indication obtenue dans les conditions normales d'essai.

21.4.2 *Méthode d'essai*

Utiliser une source radioactive donnant approximativement une indication des deux tiers de la valeur maximale de l'échelle la plus sensible (échelle linéaire) ou de 20% du maximum de la deuxième décade la moins significative (affichage numérique) ou des deux tiers du maximum de la décade la moins 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 au paragraphe 17.3.

Prendre la moyenne d'un nombre suffisant de lectures consécutives, l'alimentation ayant la fréquence nominale et la tension ayant une valeur de 10% supérieure à la tension nominale, puis celle d'une autre série de lectures consécutives en nombre suffisant, pour une alimentation à fréquence nominale et une tension inférieure de 12% par rapport à la valeur nominale.

Ces deux valeurs moyennes ne doivent pas différer de plus de 10% de celles ayant été obtenues à la tension nominale.

Refaire ces mêmes essais à la tension nominale pour les deux fréquences 47 Hz et 51 Hz (57 Hz et 61 Hz en Amérique du Nord). Ces deux valeurs moyennes ne doivent pas différer de plus de 10% de celle obtenue à la fréquence nominale.

21.3 *Power supply*

Assemblies shall be designed to operate from single phase a.c. supply voltage in one of the following categories in accordance with I E C 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 pump motors.

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

By agreement between manufacturer and user, the equipment may be provided with facilities for operation from a low voltage standby supply in the case of a longer term power failure. In such cases, it is desirable that there be no transient malfunction or alarm as a result of the supply change-over.

21.4 *Power supply variations*

21.4.1 *Requirements*

The assemblies shall be capable of operating from 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 United States of America) without the indication varying more than 10% from the indication under standard test conditions.

21.4.2 *Test method*

Use a radioactive source to give a reading of approximately two-thirds of full-scale deflection on the most sensitive range (linear scales) or at 20% of the maximum of the second least significant decade (digital display), or 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 sufficient readings in accordance with Sub-clause 17.3.

Take the mean of sufficient 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 mean values shall not differ from that obtained with the nominal supply voltage by more than 10%.

Take the mean of sufficient consecutive readings with nominal supply voltage and frequency of 47 Hz and 51 Hz (57 Hz and 61 Hz in North America). These mean values shall not differ from that obtained with nominal frequency by more than 10%.

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

21.5 *Surtensions transitoires de l'alimentation électrique*

21.5.1 *Prescriptions*

L'équipement doit pouvoir supporter une brève interruption de son alimentation électrique pendant une durée inférieure à 10 ms, sans que son fonctionnement normal soit interrompu, et sans provoquer le déclenchement des alarmes. Les effets d'une panne d'alimentation de plus longue durée doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

L'équipement doit être capable de supporter sans dommage des surtensions transitoires aléatoires de l'alimentation électrique dans chaque polarité sans que son fonctionnement s'écarte des prescriptions requises. Ces phénomènes transitoires peuvent être soit de mode commun, soit de mode série, et doivent être considérés comme se propageant dans une ligne d'impédance de 50 Ω . Les amplitudes de crête sont exprimées en pourcentage de la valeur efficace de la tension d'alimentation ou en tension continue, de la manière suivante:

- amplitude (pour-cent de la tension d'alimentation) 100 – Durée 10 ms;
- amplitude (pour-cent de la tension d'alimentation) 200 – Durée 1 ms;
- amplitude (pour-cent de la tension d'alimentation) 300 – Durée 0,02 ms;
- amplitude (pour-cent de la tension d'alimentation) 500 – Durée 0,005 ms.

(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.)

21.5.2 *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 affichage numérique doit être contrôlée pendant toute la durée des essais pour s'assurer qu'aucun défaut n'apparaît.

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

L'équipement doit être soumis au moins à dix impulsions positives, suivies de dix impulsions négatives, appliquées au hasard, et choisies conformément aux prescriptions de l'utilisateur parmi les valeurs indiquées au paragraphe 21.5.1.

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

La sortie des ensembles à affichage numérique doit être contrôlée pendant toute la durée des essais pour s'assurer qu'aucun défaut n'apparaît.

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.

21.5 *Power supply transient effects*

21.5.1 *Requirements*

The equipment shall withstand a short interruption in power supply of duration less than 10 ms without interruption of normal operation and without giving rise to any alarm indications. The effect of longer interruptions in supply shall be covered by an agreement between manufacturer and user.

The equipment shall be capable of withstanding randomly-phased transient overvoltages of either polarity on the power supply without damage and without deviation of the performance from specification. These transients may be either common-mode or series-mode and shall be assumed to reach the supply lines via an impedance of 50 Ω . Peak amplitudes are expressed as percentages of the supply r.m.s or d.c. voltage as follows:

- amplitude (percentage of supply voltage) 100 – Duration 10 ms;
- amplitude (percentage of supply voltage) 200 – Duration 1 ms;
- amplitude (percentage of supply voltage) 300 – Duration 0.02 ms;
- amplitude (percentage of supply voltage) 500 – Duration 0.005 ms.

(For the purpose of applying these values, the transients may be assumed to be half-sine wave or sine wave and that the duration is measured at 50% of peak amplitude.)

21.5.2 *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 normally 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 impulses 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 impulses, followed by ten negative-going impulses applied at random, and selected according to the requirements of the user from the values quoted in Sub-clause 21.5.1.

The equipment shall function normally 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.

21.6 *Stabilité de l'indication*

21.6.1 *Prescriptions*

Une heure après la mise en marche, l'indication fournie par une source d'activité déterminée ne doit pas varier de plus de 10% de la déviation angulaire maximale de l'échelle ou, pour les appareils à affichage numérique, de plus de 10% de l'indication pendant les 500 h suivantes. Pour les échelles logarithmiques, l'indication ne doit pas varier de plus de 10% de la valeur mesurée.

21.6.2 *Méthode d'essai*

Exposer l'ensemble de détection à une source radioactive donnant une indication comprise entre le tiers et la moitié de la valeur maximale de l'échelle la plus sensible pour les échelles linéaires, ou une indication située approximativement aux deux tiers de la décade la moins significative pour les échelles logarithmiques, ou à environ 20% du maximum de la deuxième décade la moins significative pour les échelles à affichage 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 de lectures relevées après chaque période doivent rester dans les limites indiquées.

Les lectures doivent être corrigées, si nécessaire, pour tenir compte de la décroissance de l'activité pour les sources à période radioactive brève.

21.7 *Stabilité du déclenchement de l'alarme*

21.7.1 *Prescriptions*

Ces prescriptions ne s'appliquent 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 de l'alarme, pendant une période de fonctionnement de 500 h.

21.7.2 *Méthode d'essai*

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

- Si l'on applique à l'ensemble l'équivalent de 79% X au moyen d'un dispositif électronique, aucun déclenchement d'alarme ne doit se produire pendant 500 h.
- Si l'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.

21.8 *Etendue du déclenchement de l'alarme*

21.8.1 *Prescriptions*

Ces prescriptions ne s'appliquent pas au détecteur. La gamme de réglages des alarmes doit être conforme aux prescriptions de l'article 12.

21.8.2 *Méthode d'essai*

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

21.6 *Stability of indication*

21.6.1 *Requirements*

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

21.6.2 *Test method*

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

Take sufficient readings after 1 h, then further readings at 10 h, 100 h, 200 h and 500 h without adjusting the assembly. The mean readings taken after each period of time shall lie within the range indicated.

Readings shall be corrected, if necessary, for decay of the source of activity for sources having short half-lives.

21.7 *Alarm trip stability*

21.7.1 *Requirements*

These requirements exclude 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.

21.7.2 *Test method*

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

- For a condition equivalent to 79% X applied electronically to the assembly, 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 in less than 1 min.

21.8 *Alarm trip range*

21.8.1 *Requirements*

These requirements exclude the detectors. The range of alarm settings shall conform to the requirements of Clause 12.

21.8.2 *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.

Pour une alarme destinée à se déclencher sur un signal croissant, celle-ci est d'abord réglée à son point de consigne le plus bas. Augmenter lentement le niveau du signal d'entrée jusqu'au déclenchement. Noter l'indication de l'appareil. L'alarme est ensuite ajustée à son point de consigne le plus haut. Augmenter lentement le niveau du signal d'entrée jusqu'au déclenchement. Noter de nouveau l'indication de l'appareil.

Pour les alarmes destinées à se déclencher sur un signal décroissant, l'alarme doit être réglée initialement au point de consigne maximal, et le signal d'entrée doit être réduit progressivement à partir d'une valeur suffisamment élevée jusqu'au déclenchement de l'alarme. Noter alors l'indication fournie par l'appareil. Régler ensuite l'alarme au point de consigne le plus bas et réduire le signal d'entrée jusqu'à ce que l'alarme se déclenche de nouveau. Noter de nouveau l'indication de l'appareil.

21.9 *Alarmes de défaut de l'ensemble*

L'alarme «de bon fonctionnement» doit être normalement soumise à des essais conformément au paragraphe 21.8.

D'autres essais des alarmes de défaut doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

21.10 *Temps de réponse*

21.10.1 *Prescription*

Le constructeur doit indiquer le temps de réponse de l'ensemble qui doit être adapté à l'application particulière.

21.10.2 *Méthode d'essai*

L'essai approprié doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

22. **Caractéristiques d'environnement**

22.1 *Température ambiante*

22.1.1 *Prescriptions*

L'indication doit rester dans les limites indiquées dans le 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 ou partie de l'ensemble de détection peut être amené à fonctionner à des températures plus élevées que celles indiquées dans le tableau III. Dans ce cas, des essais appropriés doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

22.1.2 *Méthode d'essai*

De même que pour l'essai individuel de série indiqué dans l'article 19, l'ensemble de détection est exposé à une source radioactive appropriée pour connaître l'indication nominale dans les conditions normales d'essais.

Cet essai sera normalement 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.

For an alarm intended to operate on increasing signals, it 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, the alarm shall initially be set to the highest setting and the input signal reduced slowly from a sufficiently high value until the alarm operates. The indication of the equipment shall then be noted. The alarm shall then be reset to its lowest setting and the input signal reduced further until the alarm again operates. The indication of the equipment shall again be noted.

21.9 *Equipment failure alarms*

The low-level indication alarm shall normally be tested in accordance with Sub-clause 21.8.

Other testing of failure alarms shall be carried out by agreement between manufacturer and user.

21.10 *Response time*

21.10.1 *Requirement*

The manufacturer shall specify the response time of the assembly which shall be appropriate to the particular application.

21.10.2 *Test method*

The appropriate test shall be agreed upon between manufacturer and user.

22. **Environmental performance characteristics**

22.1 *Ambient temperature*

22.1.1 *Requirements*

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

22.1.2 *Test method*

The detection assembly shall be exposed to suitable test sources as in the routine test of Clause 19 so that the nominal reading under standard test conditions is known.

This test will normally be carried out in a climatic box. It is not in general necessary to control the humidity of the air in the box, unless the equipment is particularly sensitive to changes of humidity.

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 nominale obtenue dans les conditions normales d'essai.

22.2 *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 spécifiée, et les effets produits par les variations de pression atmosphérique doivent être indiqués par le constructeur.

Des essais représentatifs pour différentes pressions atmosphériques doivent être exécutés à la demande.

22.3 *Humidité relative et étanchéité*

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

22.3.1 *Prescriptions*

La variation de l'indication due à l'effet de l'humidité relative doit rester dans les limites indiquées dans le tableau III.

22.3.2 *Méthode d'essai*

L'ensemble de détection est exposé à une source d'essai appropriée. L'essai peut être effectué à la seule température de 30°C et à une humidité de 90%. La variation de l'indication admissible de 10%, spécifiée dans le tableau III, s'ajoute aux variations admissibles dues uniquement à la température.

23. **Essais du circuit du liquide**

Ces essais sont destinés à être appliqués, après accord entre le constructeur et l'utilisateur, à tous les équipements pour lesquels la réponse dépend du débit constant à travers l'ensemble de prélèvement et de détection.

Lorsque l'équipement est insensible au débit, mais nécessite néanmoins pour fonctionner un certain débit, un essai simple du circuit du liquide et des alarmes de débit doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Lorsque l'équipement est sensible au débit, mais lorsque celui-ci doit varier en fonction du débit de l'effluent, des essais appropriés doivent alors faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Les prescriptions concernant ces essais sont résumées dans le tableau IV.

23.1 *Stabilité du débit*

Cet essai est destiné à déterminer le débit nominal de prélèvement dans des conditions normales d'essais avec une perte de charge due uniquement au circuit et à tout dispositif de rétention éventuel.

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, shall be compared with the nominal reading under standard conditions.

22.2 *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 and the effects of variations in atmospheric pressure shall be stated by the manufacturer.

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

22.3 *Relative humidity and sealing*

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

22.3.1 *Requirements*

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

22.3.2 *Test method*

The detection assembly shall be exposed to a suitable test source. The test may be performed at a single temperature of 30°C and humidity 90%; permitted variation of 10% in the indication as specified in Table III is in addition to the permitted variation due to temperature alone.

23. **Tests of the liquid 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.

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

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

The requirements of these tests are summarized in Table IV.

23.1 *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 circuit and any retention device.

23.1.1 Prescriptions

Le constructeur doit préciser le débit nominal pour le type de dispositif de rétention 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 10% du débit nominal.

23.1.2 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 supérieure à 3% est incorporé dans le circuit à l'entrée de l'équipement. Mettre alors en marche l'équipement et mesurer le débit après 1 h, 5 h, 10 h et 100 h. Les valeurs lues ne doivent pas s'écarter de plus de 10% du débit assigné.

23.2 Effet de la chute de pression dans le dispositif de rétention

Etant donné que la nature du dispositif de rétention et le degré de colmatage peuvent varier d'un essai à l'autre, on ne tiendra compte que des mesures globales de la chute de pression et de débit.

23.2.1 Prescriptions

L'essai doit déterminer l'augmentation de la chute de pression correspondant à une réduction de 10% du débit nominal dans les conditions normales d'essais.

La chute de pression minimale admissible, correspondant à une réduction du débit nominal de 10%, doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

23.2.2 Méthode d'essai

Pour cet essai, un capteur différentiel de pression doit être placé en aval du dispositif de rétention, en un point prévu par le constructeur, pour mesurer la chute de pression due au passage du liquide. Cette instrumentation doit donner directement la valeur de la chute de pression 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 23.1 et le diaphragme variable doit être réglé de façon à donner un débit moyen de 10% au-dessous du débit nominal dans les conditions normales d'essais.

La chute de pression mesurée dans ces conditions ne doit pas être inférieure à la valeur spécifiée.

23.3 Influence de la tension d'alimentation du réseau

23.3.1 Prescriptions

Le débit nominal ne doit pas varier de plus de 5% lorsque la tension d'alimentation varie entre 10% et -12% de la tension nominale d'alimentation.

23.3.2 Méthode d'essai

Pour cet essai, il faut raccorder l'ensemble de détection et de prélèvement à une alimentation électrique dont la tension varie dans l'intervalle défini dans le tableau IV. Il convient que la mesure du débit soit effectuée conformément au paragraphe 23.1.2.

23.1.1 Requirements

The manufacturer shall specify the nominal flow rate for the type of retention device 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 10% from the nominal flow rate.

23.1.2 Test method

For this test, a measuring device or flowmeter, standardized under the measuring conditions and having a precision better than 3%, is incorporated in the 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. The readings shall not deviate by more than 10% from the rated flow.

23.2 Effect of pressure drop in the retention device

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

23.2.1 Requirements

The test shall establish the increase in pressure drop associated with a 10% decrease from the nominal flow under standard conditions.

The minimum pressure drop, associated with a 10% decrease from the nominal flow, shall be agreed upon between manufacturer and user.

23.2.2 Test method

For this test, a calibrated gauge shall be fitted across the retention device at the points intended by the manufacturer, in order to measure the pressure drop due to the flow. This instrumentation shall provide a direct indication of the pressure drop obtained by inserting a variable restrictor (e.g. a valve) between the flowmeter and the assembly.

The flow measurements shall be carried out as specified in Sub-clause 23.1, the variable restrictor being adjusted to give a mean flow 10% below the nominal flow under standard test conditions.

The measured pressure drop under these conditions shall be not less than the specified value.

23.3 Effect of power supply voltage

23.3.1 Requirements

The nominal flow rate shall not vary by more than 5% when the power supply voltage varies between 10% and –12% of the nominal supply voltage.

23.3.2 Test method

For this test, the sampling and detection assembly is connected to a power supply whose voltage varies over the range defined in Table IV. The measurement of the flow rate should be carried out as specified in Sub-clause 23.1.2.