

**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

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

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.
- 50 (391) (1975): Chapter 391: Detection and measurement of ionizing radiation by electric means.
- 50 (392) (1976): Chapter 392: Nuclear instrumentation — supplement to Chapter 391.
- 68 (—): Basic environmental testing procedures.
- 181 (1964): Index of electrical measuring apparatus used in connection with ionizing radiation.
- 278 (1968): Documentation to be supplied with electronic measuring apparatus.
- 293 (1968): Supply voltages for transistorized nuclear instruments.
- 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.