

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC  
1311**

Première édition  
First edition  
1995-10

---

---

**Instrumentation pour la radioprotection –  
Équipement de surveillance en continu des  
radionucléides émetteurs bêta et gamma  
dans les effluents liquides ou dans  
les eaux douces de surface**

**Radiation protection instrumentation –  
Equipment for continuously monitoring  
beta and gamma emitting radionuclides  
in liquid effluents or in surface waters**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 1311: 1995

## 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  
1311**

Première édition  
First edition  
1995-10

---

---

**Instrumentation pour la radioprotection –  
Équipement de surveillance en continu des  
radionucléides émetteurs bêta et gamma  
dans les effluents liquides ou dans  
les eaux douces de surface**

**Radiation protection instrumentation –  
Equipment for continuously monitoring  
beta and gamma emitting radionuclides  
in liquid effluents or in surface waters**

© CEI 1995 Droits de reproduction réservés — Copyright – all rights reserved

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

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

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

---

---



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

**R**

*For price, voir catalogue en vigueur  
For price, see current catalogue*

## SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS.....	4
Articles	
1 Généralités.....	6
1.1 Domaine d'application et objet.....	6
1.2 Références normatives.....	6
1.3 Terminologie et unités.....	6
2 Procédures d'essais.....	8
2.1 Définition des conditions d'essais.....	8
2.2 Homogénéité de l'écran de protection du détecteur bêta.....	10
2.3 Sensibilité à l'activité des descendants du radon 222 dissous dans l'eau.....	12
2.4 Influence des matières en suspension dans l'effluent sur la mesure d'activité.....	14
2.5 Influence des matières déposées sur la mesure d'activité.....	16
2.6 Influence de la contamination des parois du bac de mesure et de l'écran de protection.....	16
3 Documentation.....	20
Tableaux	
1 Conditions de référence et conditions normales d'essais.....	20
2 Essais effectués dans les conditions normales d'essais.....	22
3 Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence.....	22
Annexes	
A Caractérisation d'un effluent liquide.....	24
B Réalisation d'un effluent artificiel recommandé pour les essais.....	34
C Bibliographie.....	36

## CONTENTS

	Pages
FOREWORD.....	5
Clause	
1 General.....	7
1.1 Scope and object .....	7
1.2 Normative references .....	7
1.3 Terminology and units.....	7
2 Test procedures .....	9
2.1 Definition of test conditions.....	9
2.2 Homogeneity of the protection screen for the beta detector.....	11
2.3 Radon 222 daughters' response dissolved in water .....	13
2.4 Influence of materials in suspension in effluent on activity measurement.....	15
2.5 Influence of solid deposits on activity measurement .....	17
2.6 Influence of the contamination of walls of sample cell and protection screen .....	17
3 Documentation .....	21
Tables	
1 Reference conditions and standard test conditions .....	21
2 Tests performed under standard test conditions.....	23
3 Tests performed with variation of influence quantities .....	23
Annexes	
A Characterization of a liquid effluent .....	25
B Realization of an artificial effluent for testing.....	35
C Bibliography.....	37

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### **INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION – ÉQUIPEMENT DE SURVEILLANCE EN CONTINU DES RADIONUCLÉIDES ÉMETTEURS BÊTA ET GAMMA DANS LES EFFLUENTS LIQUIDES OU DANS LES EAUX DOUCES DE SURFACE**

#### AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure du possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La Norme internationale CEI 1311 a été établie par le sous-comité 45B: Instrumentation pour la radioprotection, du comité d'études 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

La présente norme sert de complément à l'information déjà fournie dans la CEI 861.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
45B/142/DIS	45B/156/RVD

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

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

Les annexes B et C sont données uniquement à titre d'information.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION –  
EQUIPMENT FOR CONTINUOUSLY MONITORING  
BETA AND GAMMA EMITTING RADIONUCLIDES  
IN LIQUID EFFLUENTS OR IN SURFACE WATERS**

## FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) 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.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

International Standard IEC 1311 has been prepared by sub-committee 45B: Radiation protection instrumentation, of IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

This standard serves to complement information already provided in IEC 861.

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

DIS	Report on voting
45B/142/DIS	45B/156/RVD

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

Annex A forms an integral part of this standard.

Annexes B and C are for information only.

# INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION – ÉQUIPEMENT DE SURVEILLANCE EN CONTINU DES RADIONUCLÉIDES ÉMETTEURS BÊTA ET GAMMA DANS LES EFFLUENTS LIQUIDES OU DANS LES EAUX DOUCES DE SURFACE

## 1 Généralités

### 1.1 *Domaine d'application et objet*

La présente Norme internationale est applicable aux équipements de surveillance en continu de la radioactivité dans les effluents liquides ou dans les eaux douces de surface dans les conditions normales de fonctionnement. Ces équipements peuvent néanmoins fonctionner dans des conditions d'accident.

La présente norme établit des prescriptions et des méthodes d'essais, non traitées dans la CEI 861, qui s'avèrent nécessaires pour caractériser plus complètement les performances des équipements décrits dans le domaine d'application de la CEI 861. De plus, elle élargit le domaine d'application de la CEI 861 aux équipements de surveillance des radionucléides émetteurs bêta et gamma dans les eaux de surface.

Les caractéristiques et les méthodes d'essais spécifiées dans la CEI 861 continuent à s'appliquer pour les équipements définis dans le présent domaine d'application.

La présente norme ne s'applique pas aux équipements spécifiquement destinés à être utilisés dans des conditions d'accident et pouvant exiger des performances supplémentaires. 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 ou des eaux douces de surface.

La présente norme sert de complément à l'information déjà fournie dans la CEI 861.

### 1.2 *Références normatives*

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 861: 1987, *Équipement de surveillance en continu des radionucléides bêta et gamma dans les effluents liquides*

AFNOR T 90-105: 1978, *Détermination des matières en suspension*

### 1.3 *Terminologie et unités*

Puisque la radioactivité des effluents liquides ou des eaux de surface est surveillée à l'aide des mêmes techniques, le terme «effluents liquides» sera utilisé tout au long de cette norme et désignera aussi les eaux de surface.

# **RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION – EQUIPMENT FOR CONTINUOUSLY MONITORING BETA AND GAMMA EMITTING RADIONUCLIDES IN LIQUID EFFLUENTS OR IN SURFACE WATERS**

## **1 General**

### *1.1 Scope and object*

This International Standard is applicable to equipment for continuous monitoring of radioactivity in liquid effluents or in surface waters under normal operating conditions. Such equipment may nevertheless be expected to operate during accident conditions.

This standard lays down requirements and test methods, which are not specified in IEC 861 and which are useful for characterizing more completely the performances of equipment described in the scope of IEC 861. Moreover, it extends the scope of IEC 861 to equipment for monitoring beta and gamma emitting radionuclides in surface waters.

The characteristics and test methods specified in IEC 861 continue to apply to equipment defined in this scope.

This standard does not apply to equipment specifically for use in accident conditions and which may require additional capabilities. Neither does it deal with alpha monitoring nor with sample extraction and laboratory analysis, which may be essential for a complete programme of effluent or surface waters monitoring.

This standard serves to complement information already provided in IEC 861.

### *1.2 Normative references*

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 861: 1987, *Equipment for continuously monitoring for Beta and Gamma emitting radionuclides in liquid effluents*

AFNOR T 90-105: 1978, *Determination of materials in suspension*

### *1.3 Terminology and units*

As the radioactivity of liquid effluents or surface waters is monitored through the same techniques, the term "liquid effluents" will be used throughout this standard to convey both meanings.

**1.3.1 coefficient de partage  $K_d$ :** Dans un effluent liquide, rapport entre l'activité massique des matières en suspension (MS) et l'activité volumique de la phase liquide:

$$K_d = \frac{\text{activité massique des MS} \quad (\text{Bq/kg})}{\text{activité volumique de la solution} \quad (\text{Bq/m}^3)}$$

**1.3.2 fraction décantable  $F$ :** Dans un effluent liquide chargé, rapport entre le volume de matières décantées au bout de 1 h et le volume décanté après 24 h, exprimé en pour-cent.

**1.3.3 débit nominal:** Débit volumique ou massique utilisé dans les conditions normales tel que spécifié par le constructeur.

**1.3.4 susceptibilité à la contamination:** Variation relative de l'indication pour une mesure effectuée avec un effluent radioactif circulant dans la cellule de prélèvement au débit nominal:

$$V\% = \frac{L_t - L_0}{L_0} \times 100$$

où

$L_0$  est l'indication de la mesure au début de l'essai;

$L_t$  est l'indication de la mesure au temps  $t$ .

**1.3.5 temps de mise en équilibre:** Temps nécessaire pour obtenir un coefficient de partage constant.

## 2 Procédures d'essais

Sauf spécification contraire, ces 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.

### 2.1 Définition des conditions d'essais

#### 2.1.1 Conditions normales d'essais

Les conditions normales d'essais sont indiquées dans le tableau 1. Elles représentent les valeurs et les tolérances des diverses grandeurs d'influence pour les essais effectués sans variation de ces valeurs.

Les essais réalisés dans les conditions normales d'essais sont énumérés dans le tableau 2.

#### 2.1.2 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 contrôler l'effet de chacune des grandeurs d'influence données dans le tableau 3, toutes les autres grandeurs d'influence doivent être maintenues dans les limites des conditions normales d'essais données dans le tableau 1, sauf indication contraire dans la procédure d'essai.

**1.3.1 exchange coefficient  $K_d$ :** In a liquid effluent, ratio between the mass activity of materials in suspension (MS) and the volume activity of the liquid phase:

$$K_d = \frac{\text{mass activity of MS} \quad (\text{Bq/kg})}{\text{volume activity of the solution} \quad (\text{Bq/m}^3)}$$

**1.3.2 decantable fraction  $F$ :** In a loaded liquid effluent, ratio between the volume of decanted materials after 1 h and the decanted volume after 24 h, expressed in percent.

**1.3.3 nominal flow-rate:** The manufacturer will specify volume or mass flow rate used in normal conditions.

**1.3.4 susceptibility to contamination:** Relative variation of the indication for a measurement performed on a radioactive effluent circulating in the sample cell at nominal flow rate:

$$V\% = \frac{L_t - L_0}{L_0} \times 100$$

where

$L_0$  is the indication of the measurement at the start of the test;

$L_t$  is the indication of the measurement at instant  $t$ .

**1.3.5 equilibrium time:** The time needed to achieve a constant exchange coefficient.

## 2 Test procedures

Except where otherwise specified, tests shall be considered as "type tests" although any or all may be considered as "acceptance tests" by agreement between manufacturer and user.

### 2.1 Definition of test conditions

#### 2.1.1 Standard test conditions

The standard test conditions are shown in table 1. These represent the values and tolerances of the various influence quantities for tests carried out with no variations of these values.

The tests carried out under standard test conditions are listed in table 2.

#### 2.1.2 Tests performed with variation of influence quantities

The target of these tests is to determine the effects of variations of influence quantities.

In order to check the effects of the variation of each influence quantity given in table 3, all the other influence quantities shall be maintained within the limits of the standard test conditions given in table 1, unless otherwise stated in the test procedure.

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 pour des niveaux d'activité donnant une indication au moins égale à 70 % de la seconde gamme de mesure ou décade la moins significative.

### 2.1.3 *Fluctuations statistiques*

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

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

## 2.2 *Homogénéité de l'écran de protection du détecteur bêta*

### 2.2.1 *Prescriptions*

Si, par suite d'une contamination l'écran de protection du détecteur bêta est remplacé, la mise en place d'un nouvel écran ne doit pas perturber le résultat de mesure.

Les caractéristiques des écrans doivent être suffisamment constantes pour que l'écart maximal d'un résultat de mesure par rapport à la moyenne des valeurs obtenues avec une série d'écrans soit inférieur à 10 %.

### 2.2.2 *Méthode d'essais*

L'essai doit être effectué avec un radionucléide dont l'énergie bêta maximale soit aussi faible que possible, mais compatible avec l'épaisseur de l'écran.

La source de référence utilisée doit être sous forme solide (source secondaire).

Il faut:

- que la surface active de la source soit au moins égale à 10 % de la surface utile du détecteur, ou dans le cas de l'utilisation d'une source de petit diamètre, que celle-ci soit éloignée du détecteur;
- pouvoir positionner avec précision la source par rapport au détecteur aussi souvent que le demande l'essai.

La procédure doit être la suivante:

- a) l'écran protecteur étant en place, positionner la source solide en regard du détecteur;
- b) noter l'indication de l'ensemble de mesure;
- c) répéter la mesure avec d'autres échantillons d'écrans prélevés sur un même lot – au moins 10 mesures sont exigées;
- d) déduire la valeur moyenne de l'indication.

### 2.2.3 *Expression des résultats*

Les prescriptions de 2.2.1 doivent être considérées comme étant respectées si l'écart maximal d'un résultat de mesure par rapport à la valeur moyenne est inférieur à 10 %.

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 giving an indication at least equal to 70 % of the second least significant range or decade.

### 2.1.3 *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.

## 2.2 *Homogeneity of the protection screen for the beta detector*

### 2.2.1 *Requirements*

When the protection screen for the beta detector is replaced in case of contamination, setting up the new screen shall not disturb the measurement result.

The screen characteristics shall be constant enough in order that the maximum deviation of a measurement result compared to the mean of obtained values with a series of screens is lower than 10 %.

### 2.2.2 *Test method*

The test shall be performed with a radionuclide whose maximum energy of the beta particle is as low as possible with respect to the screen thickness.

The reference source used shall be of solid form (secondary source).

The following shall apply:

- use a source with a radioactive area at least equal to 10 % of the useful surface of the detector or put a small source far from the detector;
- be able to precisely position the source against the detector as often as the test requires it.

The procedure shall be the following:

- a) position the solid source in front of the detector, with the protective screen in place;
- b) note the indication given by the measurement assembly;
- c) repeat the measurement with other screen samples coming from the same batch – at least 10 measurements are required;
- d) deduce from that the mean value of the indication.

### 2.2.3 *Expression of results*

The requirements of 2.2.1 shall be considered as being fulfilled if the maximum deviation of a measurement result against the mean value is lower than 10 %.

### 2.3 Sensibilité à l'activité des descendants du radon 222 dissous dans l'eau

#### 2.3.1 Prescriptions

Le radon 222 et ses descendants sont présents dans les eaux de surface, aussi convient-il de connaître la réponse des matériels de surveillance de la radioactivité des effluents liquides vis-à-vis de cette radioactivité naturelle.

Pour cet essai:

- le radon 222 doit provenir de l'émanation d'une source de radium 226 placée dans un conteneur étanche équipé de deux robinets pour permettre son balayage par de l'air extérieur;
- l'activité de la source doit être telle que l'on puisse prélever une activité suffisante de radon 222 dans le conteneur pour faire une mesure significative;
- le radon doit être dissous dans une solution aqueuse, par exemple par barbotage;
- la solution pourra être placée dans un flacon laveur équipé d'un verre fritté; le prélèvement sera effectué en faisant préalablement le vide d'air dans le flacon laveur afin de mettre le conteneur de la source de radium 226 en dépression et d'éviter ainsi une émanation de radon dans le laboratoire.

#### 2.3.2 Méthode d'essais

La procédure suivante doit être utilisée:

a) Préparer une solution aqueuse d'éléments entraîneurs:

- acide nitrique 0,1 N;
- nitrate de plomb 50 mg.l<sup>-1</sup>;
- nitrate de bismuth 50 mg.l<sup>-1</sup>.

b) Remplir le bac de mesure avec cette solution.

c) Dissoudre le radon, contenu dans l'air de balayage de la source de radium 226, dans la solution aqueuse.

Le radon peut être dissous préalablement par un barbotage doux dans une partie de la solution aqueuse placée dans un flacon laveur; diluer alors cette solution dans le bac de mesure puis mélanger doucement pour éviter le dégazage du radon.

d) Suivre l'indication des voies de mesure bêta et gamma jusqu'à ce que la réponse soit stable. Prélever alors un échantillon pour effectuer une mesure simultanée de son activité par spectrométrie gamma.

#### 2.3.3 Expression des résultats

La réponse ( $R_d$ ) aux descendants du radon dissous dans l'eau doit être donnée par la relation suivante:

$$R_d = \frac{I - I_b}{A_d}$$

où

$I$  est l'indication du moniteur correspondant à l'activité volumique  $A_d$  (impulsions par unité de temps ou Bq.m<sup>-3</sup>);

$I_b$  est l'indication correspondant à l'eau de référence (impulsions par unité de temps ou Bq.m<sup>-3</sup>);

$A_d$  est l'activité volumique de la solution aqueuse d'éléments entraîneurs (Bq.m<sup>-3</sup>).

## 2.3 Radon 222 daughters' response dissolved in water

### 2.3.1 Requirements

Radon 222 and its daughters are present in surface water so the response of radioactivity monitoring equipment for liquid effluents shall be known in regard to this natural radioactivity.

For this test:

- radon 222 shall come from an emanation of radium 226 source, placed in a sealed container fitted with two valves in order to allow its sweeping by external air;
- source activity shall be such that a sufficient activity of radon 222 can be sampled in the container in order to provide a significant measurement;
- the radon shall be dissolved in an aqueous solution, for example by bubbling;
- the solution may be placed in a washing bottle fitted with fritted glass; to perform the sampling, the air of the washing bottle being previously evacuated in order to put the container of radium 226 source under depression and so to avoid an emanation of radon in the laboratory.

### 2.3.2 Test method

The following test method shall apply:

a) Prepare an aqueous carrier solution:

- nitric acid           0,1 N;
- lead nitrate        50 mg.l<sup>-1</sup>;
- bismuth nitrate    50 mg.l<sup>-1</sup>.

b) Fill the sample cell with this solution.

c) Dissolve the radon, following the sweeping air of the radium 226 source, in the aqueous solution.

The radon can be dissolved beforehand by slow bubbling in a part of the aqueous solution contained in a washing bottle, then pour in the sample cell and stir slowly to prevent any degasing of radon.

d) Monitor the indication of the beta or gamma channel until the response becomes stable. Then take a control sample and measure simultaneously its activity by gamma spectrometry.

### 2.3.3 Expression of results

The response ( $R_d$ ) to the radon daughters dissolved in water shall be expressed by the following relationship:

$$R_d = \frac{I - I_b}{A_d}$$

where

- $I$  is the indication of the monitor corresponding to the activity concentration  $A_d$  (pulses per unit time or Bq.m<sup>-3</sup>);
- $I_b$  is the indication corresponding to the reference water (pulses per unit time or Bq.m<sup>-3</sup>);
- $A_d$  is the activity concentration of the aqueous carrier solution (Bq.m<sup>-3</sup>).

Quand l'équilibre des descendants à vie courte est atteint, l'activité totale volumique des descendants du radon dissous est égale à quatre fois l'activité volumique du bismuth 214.

## 2.4 Influence des matières en suspension dans l'effluent sur la mesure d'activité

### 2.4.1 Prescriptions

Compte tenu de la fixation importante des produits radioactifs sur les matières en suspension et du faible parcours des électrons dans l'eau, on doit vérifier l'effet des matières en suspension dans le bac de mesure.

Au débit nominal, l'homogénéité de l'effluent dans le bac de mesure doit être suffisante pour que la réponse de l'appareil de mesure ne diffère pas de plus de 10 % par rapport à la valeur nominale obtenue en l'absence de matières en suspension.

### 2.4.2 Méthode d'essai

Il est recommandé de faire cet essai avec un effluent artificiel afin d'obtenir des résultats reproductibles.

L'annexe B donne, à titre d'exemple, la composition d'un effluent artificiel.

Si l'essai est effectué avec un effluent réel, cet effluent doit être caractérisé en indiquant:

- la teneur en matières en suspension;
- la fraction décantable;
- le coefficient de partage.

La fraction décantable et le coefficient de partage doivent être les plus grands possibles, afin d'avoir un test statistiquement significatif.

Des méthodes utilisables pour mesurer ces paramètres sont décrites dans l'annexe A.

Les caractéristiques de l'effluent utilisé pour effectuer cet essai font l'objet d'un accord avec le constructeur.

La procédure suivante doit être appliquée:

- préparer un effluent artificiel comme indiqué dans l'annexe B et le marquer, par exemple, au césium 137;
- lorsque l'équilibre entre la phase solide et la phase liquide est atteint, faire circuler l'effluent, en circuit fermé, au débit nominal de l'instrument. La pompe utilisée pour faire circuler l'effluent doit respecter la granulométrie des matières en suspension;
- noter l'indication donnée par le moniteur et calculer la réponse  $R_{\theta}$ .

### 2.4.3 Expression des résultats

Les prescriptions 2.4.1 sont considérées comme étant respectées si l'erreur relative  $E$  est inférieure ou égale à 10 %:

$$E\% = \frac{I - I_{RS}}{I_{RS}} \times 100$$

où

$I$  est l'indication du moniteur pour la solution contenant des matières en suspension;

$I_{RS}$  est l'indication pour la solution de référence.

When the equilibrium (short-lived radon daughters) is reached, the total activity concentration of dissolved radon daughters is equal to four times the volumetric activity of bismuth 214.

## 2.4 Influence of materials in suspension in effluent on activity measurement

### 2.4.1 Requirements

Taking into account the important fixing of radioactive products upon the materials in suspension and the low electron path in water, the effects of materials in suspension within the sample cell shall be checked.

At nominal flow rate, the effluent homogeneity in the sample cell shall be sufficient, so that the response of the measuring assembly does not vary by more than 10 % of the nominal value obtained in the absence of materials in suspension.

### 2.4.2 Test method

It is recommended to perform this test with an artificial effluent in order to obtain reproducible results.

Annex B gives an example of an artificial effluent.

If the test is performed with a real effluent, this effluent shall be characterized by indicating:

- the amount of materials in suspension;
- the decantable fraction;
- the exchange coefficient.

The decantable fraction and the exchange coefficient shall be large enough in order to carry out a statistically significant test.

Usable methods to measure these parameters are described in annex A.

The characteristics of the effluent used to perform this test are the subject of an agreement with the manufacturer.

The following test method shall apply:

- prepare the artificial effluent as indicated in annex B and mark it, for example, with cesium 137;
- at activity equilibrium between the solid phase and liquid phase, make the effluent circulate in a closed loop, at the nominal flow rate of the instrument. The pump used to make the effluent circulate shall respect the granulometry of materials in suspension;
- note the indication given by the measurement assembly and calculate the response  $R_e$ .

### 2.4.3 Expression of results

The requirements of 2.4.1 are considered as being fulfilled when the relative error  $E$  is lower than or equal to 10 %:

$$E\% = \frac{I - I_{RS}}{I_{RS}} \times 100$$

where

$I$  is the indication of the monitor for the solution with materials in suspension;

$I_{RS}$  is the indication for the reference solution.

## 2.5 Influence des matières déposées sur la mesure d'activité

### 2.5.1 Prescriptions

Cet essai doit être effectué quand le détecteur est placé au fond du bac de mesure.

Cet essai doit être effectué avec un effluent chargé en matières décantables.

La limite de variation de l'indication, ainsi que les caractéristiques de l'effluent utilisé pour cet essai doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

La reproductibilité de ce test peut être obtenue en utilisant un effluent artificiel.

Si un effluent réel est utilisé, il doit être caractérisé par l'indication de:

- la teneur en matières en suspension;
- la fraction décantable;
- le coefficient de partage.

### 2.5.2 Méthode d'essai

La procédure suivante doit être utilisée:

- a) marquer l'effluent par exemple avec une source primaire de césium 137 d'activité appropriée pour donner une indication dont l'écart type relatif dû à la nature aléatoire du rayonnement soit au plus égal à  $1 \times 10^{-2}$ ;
- b) faire circuler l'effluent en circuit fermé et au débit nominal dans la cellule de prélèvement. On prendra soin d'utiliser une pompe qui n'altère pas la granulométrie des matières en suspension;
- c) noter l'indication  $L_0$  après 5 min;
- d) noter l'indication  $L_t$  après 30 min, 1 h, 2 h et 5 h.

### 2.5.3 Expression des résultats

Calculer les variations relatives  $V_d(t)$  de l'indication à l'instant  $t$  par rapport à l'indication initiale obtenue après 5 min.

$$V_d(t) = \frac{L_t - L_0}{L_0} \times 100$$

Les valeurs de  $V_d(t)$  doivent être dans la limite fixée par accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Si la limite est dépassée, le temps correspondant sera indiqué.

## 2.6 Influence de la contamination des parois du bac de mesure et de l'écran de protection

### 2.6.1 Prescriptions

Pour cet essai, une source liquide d'activité volumique la plus grande possible dans l'étendue de mesure doit être utilisée afin de pouvoir observer des variations de l'indication les plus petites possibles.

## 2.5 *Influence of solid deposits on activity measurement*

### 2.5.1 *Requirements*

This test shall be performed when the detector is placed at the bottom of the sample cell.

Effluent loaded with decantable materials shall be used for this test.

The limit of variation of the indication, as well as the characteristics of the effluent used for this test, shall be subject to agreement between the manufacturer and the purchaser.

The reproducibility of the test may be obtained using an artificial effluent.

Where a real effluent is used, it shall be characterized by indicating:

- the amount of materials in suspension;
- the decantable fraction;
- the exchange coefficient.

### 2.5.2 *Test method*

The following test method shall apply:

- a) label the effluent, for example with a primary source of cesium 137 of appropriate activity, in order to get an indication whose relative standard deviation, due to the random nature of radiation, is, at most, equal to  $1 \times 10^{-2}$ ;
- b) make the effluent circulate in a closed loop and at nominal flow rate in the sample cell. Take care to use a pump that does not deteriorate the granulometry of materials in suspension;
- c) note the indication  $L_0$  after 5 min;
- d) note the indication  $L_t$  after 30 min, 1 h, 2 h and 5 h.

### 2.5.3 *Expression of results*

Calculate the variations  $V_d(t)$  of the indication at instant,  $t$ , with regard to the initial indication obtained after 5 min.

$$V_d(t) = \frac{L_t - L_0}{L_0} \times 100$$

The  $V_d(t)$  values shall be within the limit determined by agreement between the manufacturer and the purchaser.

If it is over the limit, the corresponding time will be indicated.

## 2.6 *Influence of the contamination of walls of sample cell and protection screen*

### 2.6.1 *Requirements*

For this test, a liquid source of volumetric activity as high as possible in the measurement range shall be used in order to be able to observe the lowest possible variations of indication.

L'activité volumique dans la cellule de prélèvement étant constante:

- a) l'indication ne doit pas varier de plus de 10 % après 1 h quand on la compare à sa valeur initiale;
- b) l'indication due à la contamination résiduelle, résultant du passage de la source liquide pendant 1 h, ne doit pas entraîner une augmentation permanente du bruit de fond supérieure à 10 % de l'activité mesurée.

### 2.6.2 Méthode d'essai

La procédure suivante doit être utilisée:

- faire circuler de l'eau propre, par exemple de l'eau potable, dans le bac de mesure;
- noter l'indication du bruit de fond  $I_B$ ;
- faire circuler pendant 1 h, au débit nominal et en circuit fermé, une source primaire de référence, par exemple du césium 137 (premier essai);
- noter l'indication au début du premier essai puis après 10 min, 20 min, et 1 h;
- vider la source primaire de référence;
- faire circuler de l'eau propre (second essai);
- noter l'indication de la mesure au début de ce second essai après 10 min, 20 min, 1 h, 2 h et 5 h.

### 2.6.3 Expression des résultats

– Premier essai:

a) les variations  $V_c(t)$  seront calculées par la relation:

$$V_c(t) = \frac{I_t - I_0}{I_0} \times 100$$

où

$I_t$  est l'indication au temps  $t$ ;

$I_0$  est l'indication au début de l'essai.

La valeur de  $V_c(t)$  au bout de 1 h ne doit pas dépasser 10 %.

Si cette limite est dépassée, le temps correspondant doit être indiqué.

– Second essai:

b) la contamination relative résiduelle  $C$  doit être donnée par la relation suivante:

$$C = \frac{I_r - I_B}{I_0 - I_B} \times 100$$

où

$I_B$  est le bruit de fond obtenu avec l'eau propre avant le passage de la source primaire;

$I_r$  est l'indication résiduelle obtenue avec l'eau propre après le passage de la source primaire;

$I_0$  est l'indication obtenue avec la source primaire.

Indiquer le temps au bout duquel  $C$  atteint la valeur 10 %.

Les prescriptions décrites en 2.6.1 sont considérées comme respectées si  $C$  est inférieur à 10 % moins de 5 h après la fin du passage de la solution radioactive.

The volumetric activity in the sample cell being constant:

- a) the indication shall not vary by more than 10 % after 1 h when compared to its initial value;
- b) the indication due to the residual contamination, resulting from the flow of liquid source during 1 h, shall not produce a permanent increase of the background higher than 10 % of the measured activity.

### 2.6.2 Test method

The following procedure shall apply:

- make clean water, for example drinking water, flow in the sample cell;
- note the background indication  $I_B$ ;
- circulate for 1 h, at nominal flow rate and in a closed loop, a primary reference source, for example cesium 137 (first test);
- note the indication at the start of the first test and after 10 min, 20 min and 1 h;
- remove the primary reference source;
- make clean water flow (second test);
- note the indication at the start of the second test and after 10 min, 20 min, 1 h, 2 h and 5 h.

### 2.6.3 Expression of results

- First test:
  - a) calculate the variations  $V_c(t)$ :

$$V_c(t) = \frac{I_t - I_0}{I_0} \times 100$$

where

$I_t$  is the indication at time  $t$ ;

$I_0$  is the indication at the test start.

The  $V_c(t)$  value, after 1 h, shall stay within 10 %.

When it is over the limit, the corresponding time shall be indicated.

- Second test:
  - b) the relative residual contamination,  $C$ , shall be expressed by the following relationship:

$$C = \frac{I_r - I_B}{I_0 - I_B} \times 100$$

where

$I_B$  is the background obtained with clean water before flowing of the primary source;

$I_r$  is the residual indication obtained with clean water after flowing of the primary source;

$I_0$  is the indication obtained with the primary source.

Indicate the time after which  $C$  reaches the 10 % value.

The requirements described in 2.6.1 are considered as being fulfilled if  $C$  is lower than 10 % less than 5 h after the end of the radioactive source flowing.

### 3 Documentation

Le rapport sur les essais de type, le certificat et la notice d'emploi et de maintenance doivent être présentés selon la CEI 861.

Dans le certificat, les résultats des essais supplémentaires décrits dans la présente norme doivent porter sur:

- l'homogénéité de l'écran de protection du détecteur bêta;
- l'influence des matières en suspension dans l'effluent sur la mesure de l'activité;
- l'influence du dépôt solide sur la mesure de l'activité;
- l'influence de la contamination des parois du bac de mesure et de l'écran de protection.

**Tableau 1 – Conditions de référence et conditions normales d'essais**

Grandeurs d'influence	Conditions de référence (sauf indications contraires du constructeur)	Conditions normales d'essais (sauf indications contraires du constructeur)
Temps de préchauffage (Dispositifs électroniques)	15 min	≥ 15 min
Température ambiante	20 °C	18 °C à 22 °C
Humidité relative	65 %	50 % à 75 %
Pression atmosphérique	101,3 kPa	86 kPa à 106 kPa
Tension d'alimentation électrique	Tension nominale d'alimentation $U_n$	Tension nominale d'alimentation $U_n \pm 1 \%$
Fréquence de la tension d'alimentation électrique	Fréquence nominale	Fréquence nominale $\pm 1 \%$
Forme d'onde de la tension d'alimentation électrique en tension alternative	Sinusoïdale	Sinusoïdale avec une distorsion harmonique totale inférieure à 5 %
Rayonnement gamma ambiant	Débit de dose absorbée dans l'air de $0,2 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ( $20 \mu\text{rad}\cdot\text{h}^{-1}$ )	Débit de dose absorbée dans l'air inférieure à $0,25 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ( $25 \mu\text{rad}\cdot\text{h}^{-1}$ )
Champ électromagnétique d'origine externe	Négligeable	Inférieur à la valeur la plus basse créant une interférence
Induction magnétique d'origine externe	Négligeable	Inférieure au double de la valeur de l'induction due au champ magnétique terrestre
Dispositifs de commande de l'ensemble	Réglés pour le fonctionnement normal	Réglés pour le fonctionnement normal
Contamination par des éléments radioactifs	Négligeable	Négligeable

### 3 Documentation

The report on type tests, the certificate and the operation and maintenance manuals shall be presented according to IEC 861.

In the certificate, the results of additional tests described in this standard shall be presented:

- the homogeneity of the protection screen for the beta detector;
- the influence of the materials in suspension in the effluent on activity measurement;
- the influence of solid deposits on activity measurement;
- the influence of the contamination of walls of sample cell and protection screen.

**Table 1 – Reference conditions and standard test conditions**

Influence quantities	Reference conditions (unless otherwise specified by the manufacturer)	Standard test conditions (unless otherwise specified by the manufacturer)
Warm-up time (Electronic devices)	15 min	≥ 15 min
Ambient temperature	20 °C	18 °C to 22 °C
Relative humidity	65 %	50 % to 75 %
Atmospheric pressure	101,3 kPa	86 kPa to 106 kPa
Power supply voltage	Nominal supply voltage $U_n$	Nominal supply voltage $U_n \pm 1 \%$
Power supply frequency	Nominal frequency	Nominal frequency $\pm 1 \%$
AC power supply waveform	Sinusoidal	Sinusoidal with total harmonic distortion lower than 5 %
Ambient gamma radiation	Absorbed dose rate in air of $0,2 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ( $20 \mu\text{rad}\cdot\text{h}^{-1}$ )	Absorbed dose rate in air lower than $0,25 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ( $25 \mu\text{rad}\cdot\text{h}^{-1}$ )
Electromagnetic field of external origin	Negligible	Less than the lowest value that causes interference
Magnetic induction of external origin	Negligible	Less than twice the value of the induction due to the earth's magnetic field
Assembly controls	Set for normal operation	Set for normal operation
Contamination by radioactive elements	Negligible	Negligible

**Tableau 2 – Essais effectués dans les conditions normales d'essais**

Caractéristiques en essai	Prescriptions	Référence (article)
Homogénéité de l'écran de protection	Ecart maximal d'une indication par rapport à la moyenne $\leq 10 \%$	2.2
Réponse aux descendants du radon 222	Conforme à 2.3.1	2.3

**Tableau 3 – Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence**

Grandeurs d'influence	Domaine de variation des grandeurs d'influence	Limites de variation de l'indication	Référence (article)
Homogénéité des matières en suspension dans le bac de mesure	Accord entre le constructeur et l'utilisateur	$\pm 10 \%$	2.4
Contamination par dépôts solides	Accord entre le constructeur et l'utilisateur	Accord entre le constructeur et l'utilisateur	2.5
Influence de la contamination des parois du bac de mesure et de l'écran de protection	Activité volumique la plus grande possible dans l'étendue de mesure	- Pendant la mesure: $\pm 10 \%$ de l'indication initiale après 1 h; - Après la mesure: indication résiduelle permanente $\leq 10 \%$ de la mesure	2.6

**Table 2 – Tests performed under standard test conditions**

Characteristics under test	Requirements	Reference (clause)
Homogeneity of protection screen	Maximum deviation of an indication relative to the mean $\leq 10\%$	2.2
Radon 222 daughters' response	To conform with 2.3.1	2.3

**Table 3 – Tests performed with variation of influence quantities**

Influence quantity	Range of variation of influence quantity	Limits of variation of indication	Reference (clause)
Homogeneity of materials in suspension in the sampling cell	Agreement between manufacturer and purchaser	$\pm 10\%$	2.4
Contamination by solid deposits	Agreement between manufacturer and purchaser	Agreement between manufacturer and purchaser	2.5
Influence of contamination of walls of the sampling cell and protective screen	Highest possible volumetric activity in the measuring range	- During the measurement: $\pm 10\%$ of initial indication after 1 h; - After the measurement: permanent residual indication $\leq 10\%$ of the measurement	2.6

## **Annexe A** (normative)

### **Caractérisation d'un effluent liquide**

#### **A.1 Introduction**

Si les essais sont effectués avec un effluent réel, les caractéristiques suivantes doivent être indiquées:

- les matières en suspension;
- la fraction décantable;
- le coefficient de partage.

La présente annexe décrit les méthodes utilisées pour obtenir ces caractéristiques.

#### **A.2 Détermination des matières en suspension**

##### *A.2.1 Échantillon*

La détermination doit être effectuée le plus tôt possible après le prélèvement de l'échantillon.

L'échantillon soumis à l'essai doit, si nécessaire, avoir été débarrassé des matières grossières par passage sur un tamis.

Par ailleurs, il est nécessaire que la totalité de l'échantillon soit soumise à l'essai de manière à pouvoir rincer le récipient qui l'a contenue et récupérer ainsi la totalité des particules de matière. A cet effet, le volume de l'échantillon doit être choisi en fonction de la qualité présumée des matières en suspension et de la méthode de détermination choisie.

##### *A.2.2 Méthode par filtration sur disque filtrant en fibres de verre*

###### *A.2.2.1 Principe*

Séparation des matières en suspension par filtration sur disque filtrant en fibres de verre. Séchage à 105 °C et pesée.

###### *A.2.2.2 Appareillage*

Matériel courant de laboratoire et notamment:

- équipement de filtration sous vide ou sous pression ( $10^5$  Pa à  $2 \times 10^5$  Pa);
- disques filtrants en fibre de verre.

Utiliser les disques filtrants que les fournisseurs recommandent pour cette détermination.

###### *A.2.2.3 Mode opératoire*

Laver un disque filtrant, placé sur l'équipement de filtration, à l'aide d'eau distillée.

## **Annex A** (normative)

### **Characterization of a liquid effluent**

#### **A.1 Introduction**

If the tests are performed with a real effluent, the following characteristics shall be indicated:

- materials in suspension;
- decantable fraction;
- exchange coefficient.

This annex describes the methods used to obtain these characteristics.

#### **A.2 Determination of materials in suspension**

##### *A.2.1 Sample*

The determination shall be carried out as soon as possible after sampling.

The sample submitted to the test, if necessary, shall have the coarse materials removed by sifting.

Moreover, it is necessary that the whole sample is submitted to the test in order to rinse the container that has contained it and thus recover all the material's particulates. For this purpose, the sample volume shall be chosen as a function of the assumed quality of materials in suspension and of the chosen method of determination.

##### *A.2.2 Method by filtration on a glass fibre filtering disk*

###### *A.2.2.1 Principle*

Separation of materials in suspension by filtration on a glass fibre filtering disk. Drying at 105 °C and weighing.

###### *A.2.2.2 Equipment*

Usual laboratory equipment and in particular:

- equipment for filtering under vacuum or under pressure ( $10^5$  Pa to  $2 \times 10^5$  Pa);
- filtering disks in glass fibre.

Use filtering disks usually recommended by the supplier for this determination.

###### *A.2.2.3 Operating mode*

Wash a filtering disk, located on filtration equipment, with distilled water.

Le sécher à 105 °C ± 2 °C jusqu'à masse constante, laisser refroidir en dessiccateur et peser à 0,1 mg près.

Placer le filtre dans l'équipement de filtration et mettre en marche le dispositif d'aspiration ou de pression. Verser progressivement l'échantillon sur le filtre jusqu'à ce que le récipient soit vidé.

NOTE – Afin de filtrer plus aisément, laisser décanter l'échantillon, verser la phase liquide sur le filtre et terminer par le dépôt.

Le volume filtré doit:

- être d'au moins 100 ml,
- permettre d'obtenir une masse de matières retenue sur la surface filtrante au moins égale à 1 mg.cm<sup>-2</sup>. Toutefois, dans le cas d'eaux contenant peu de matières en suspension, cette deuxième condition peut ne pas être satisfaite, à condition que le volume filtré soit alors d'au moins 500 ml.

Rincer le récipient ayant contenu l'échantillon avec 10 ml environ d'eau distillée et faire passer les eaux de lavage sur le filtre.

Laisser essorer et sécher le filtre à 105 °C ± 2 °C, laisser refroidir en dessiccateur et peser à 0,1 mg près si le résidu est inférieur à 20 mg, ou à 0,5 mg près si le résidu est supérieur à 20 mg. Recommencer les opérations de séchage, de refroidissement et de pesée jusqu'à ce que la différence entre les pesées successives n'excède pas 0,1 mg ou 0,5 mg.

#### A.2.2.4 Expression des résultats

Le taux de matières en suspension, exprimé en milligrammes par litre, doit être donné par l'expression suivante:

$$\frac{M_1 - M_0}{V} \times 1\,000$$

où

$V$  est le volume, en millilitres, de l'échantillon traité (ce volume peut être déterminé soit à l'aide d'un récipient jaugé, soit par pesée);

$M_0$  est la masse, en milligrammes, du disque filtrant avant utilisation;

$M_1$  est la masse, en milligrammes, du disque filtrant après utilisation.

#### A.2.3 Méthode par centrifugation

##### A.2.3.1 Principe

Séparation des matières en suspension par centrifugation.

Séchage à 105 °C et pesée.

##### A.2.3.2 Appareillage

Matériel courant de laboratoire et notamment:

Centrifugeuse conduisant à une accélération moyenne de 28 000 m.s<sup>-2</sup> à 32 000 m.s<sup>-2</sup> à la surface du liquide, munie de pots d'au moins 200 ml, et de préférence de 500 ml.

Dry it at 105 °C ± 2 °C up to constant mass, let cool down in a dryer and weigh at ± 0,1 mg.

Place the filter in the filtering equipment and switch on the suction or pressure device. Pour the sample progressively on the filter until the container is emptied.

NOTE – In order to filter the effluent more easily, let the sample decant first, then pour the overflow on the filter and, last of all, the precipitate.

The filtered volume shall:

- be at least 100 ml;
- permit a mass of material to be held on the filtering surface at least equal to 1 mg.cm<sup>-2</sup>. However, in case of water containing little suspended material, this second condition can be unsatisfied, if the filtered volume is then at least 500 ml.

Rinse the container having contained the sample with about 10 ml of distilled water and pass the washing water through the filter.

Let wipe and dry the filter at 105 °C ± 2 °C, let cool down in a dryer and weigh at ± 0,1 mg if the residue is lower than 20 mg, or at ± 0,5 mg if the residue is higher than 20 mg. Repeat the operations of drying, cooling and weighing until the difference between successive weighings does not exceed 0,1 mg or 0,5 mg.

#### A.2.2.4 *Expression of results*

The rate of materials in suspension shall be expressed in milligrams per litre, by the following relationship:

$$\frac{M_1 - M_0}{V} \times 1\,000$$

where

$V$  is the volume, in millilitres, of the test sample (this volume can be determined either with a gauged container or by weighing);

$M_0$  is the mass, in milligrams, of the filtering disk before use;

$M_1$  is the mass, in milligrams, of the filtering disk after use.

#### A.2.3 *Method by centrifugation*

##### A.2.3.1 *Principle*

Separation of materials in suspension by centrifugation.

Drying at 105 °C and weighing.

##### A.2.3.2 *Equipment*

Usual laboratory equipment and in particular:

Centrifuge machine having at a mean acceleration of 28 000 m.s<sup>-2</sup> to 32 000 m.s<sup>-2</sup> at the liquid surface, fitted with cans of at least 200 ml, and preferably of 500 ml.

### A.2.3.3 Mode opératoire

Introduire l'échantillon dans le pot de la centrifugeuse et centrifuger durant 20 min. Le volume de cet échantillon doit être tel qu'il conduise à la pesée d'au moins 30 mg de matières en suspension.

Si l'échantillon ne peut trouver place dans le pot, opérer en plusieurs fois, en décantant chaque fois, après 20 min de centrifugation, le liquide surmontant le culot au fond du pot jusqu'à ce que tout l'échantillon ait été centrifugé.

Décanter, remettre en suspension le culot dans de l'eau distillée (en remplissant le pot jusqu'au niveau initial) et centrifuger pendant 20 min.

Recueillir le culot déposé dans une capsule préalablement séchée à  $105\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  jusqu'à masse constante, refroidir en dessiccateur et peser à 0,1 mg près. Rincer le pot de la centrifugeuse deux fois, avec chaque fois 20 ml d'eau distillée et recueillir les eaux d'entraînement dans la capsule.

Sécher ensuite la capsule et son contenu à  $105\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ , laisser refroidir dans un dessiccateur et peser à 0,5 mg près. Recommencer les opérations de séchage, de refroidissement et de pesée jusqu'à ce que la différence entre les pesées successives n'excède pas 0,5 mg.

NOTE – Le mode opératoire décrit ci-dessus permet la détermination des matières en suspension, en opérant uniquement par centrifugation et pesée. Il est toutefois possible de combiner cette méthode avec la première méthode, la centrifugation constituant alors une phase préliminaire destinée à faciliter la filtration. Dans ce cas, lorsque la centrifugation de l'échantillon est achevée, verser le liquide surmontant le culot sur le filtre, puis faire passer le culot sur le filtre. Rincer le pot de centrifugation et poursuivre comme indiqué dans la première méthode.

### A.2.3.4 Expression des résultats

Le taux de matières en suspension, exprimé en milligrammes par litre, doit être donné par l'expression:

$$\frac{M_1 - M_0}{V} \times 1\,000$$

où

$V$  est le volume, en millilitres, de la prise d'essai;

$M_0$  est la masse, en milligrammes, de la capsule vide;

$M_1$  est la masse, en milligrammes, de la capsule et de son contenu après séchage à  $105\text{ °C}$ .

## A.3 Détermination de la fraction décantable

### A.3.1 Principe

Un certain volume d'eau est abandonné au repos pendant 24 h.

La quantité de matière décantée est déterminée par volumétrie.

### A.2.3.3 *Operating mode*

Introduce the sample in the centrifuge can, and centrifuge for 20 min. The volume of this sample shall weigh at least 30 mg of materials in suspension.

If the sample is too large for the can, perform the operation several times, remove each time, after 20 min of centrifugation, the liquid rising above the residue at the bottom of the can until the whole sample has been centrifuged.

Decant the residue in suspension back in distilled water (by filling the can up to initial level) and centrifuge for 20 min.

Collect the residue deposited in an evaporating dish previously dried at  $105\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  up to constant mass, cooled down in a dryer and weighed at  $\pm 0,1\text{ mg}$ . Rinse the centrifugation machine can twice, each time with 20 ml of distilled water, and collect the carrier water in the evaporating dish.

Then dry the evaporating dish and its content at  $105\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ , let cool down in a dryer and weigh at  $\pm 0,5\text{ mg}$ . Repeat the operations of drying, cooling down, and weighing until the difference between successive weighings does not exceed 0,5 mg.

NOTE – The above-described operation mode allows the determination of the materials in suspension, by operating only by centrifuge and weighing. However, it is possible to combine this method with the first method, the centrifuge thus constituting a preliminary phase intended to make the filtration easier. In this case, when the sample centrifugation is completed, pour the liquid rising above the residue on to the filter, then pass the residue on the filter. Rinse the centrifuge machine can and pursue as indicated in the first method.

### A.2.3.4 *Expression of results*

The rate of materials in suspension shall be expressed, in milligrams per litre, by the following relationship:

$$\frac{M_1 - M_0}{V} \times 1\,000$$

where

$V$  is the volume, in millilitres, of the sample;

$M_0$  is the mass, in milligrams, of the empty evaporating dish;

$M_1$  is the mass, in milligrams, of the evaporating dish and its contents after drying at  $105\text{ °C}$ .

## A.3 **Determination of the decantable fraction**

### A.3.1 *Principle*

A given water volume is allowed to stand for 24 h.

The quantity of decanted material is determined by volumetry.

### A.3.2 Matériel spécial

Le matériel spécial suivant doit être utilisé:

- tamis à mailles de 5 mm de côté;
- cône d'Imhoff en verre, de 1 l de capacité et gradué en millilitres, ou
- cône de Coin: éprouvette constituée d'une partie conique de 19 cm de hauteur, dont l'angle au sommet de la génératrice et de l'axe est de 9°. La partie conique est surmontée d'une partie cylindrique (longueur 30 cm, diamètre intérieur 6,5 cm).

### A.3.3 Mode opératoire

Passer l'eau sur le tamis à mailles carrées de 5 mm de côté. L'homogénéiser et en verser 1 l dans le cône maintenu vertical à l'abri de la lumière et des poussières. Au bout de 45 min, imprimer au cône deux ou trois mouvements brusques alternatifs autour de son axe, afin que les matières adhérant aux parois se détachent.

Effectuer une première lecture après 1 h de sédimentation.

Imprimer de nouveau au cône les mêmes mouvements de rotation après la lecture, puis toutes les heures jusqu'à ce que toutes les particules adhérant aux parois soient décantées.

Effectuer une deuxième lecture après 24 h; dès lors, les matières en suspension sont considérées comme ayant totalement décanté.

### A.3.4 Expression des résultats

La fraction décantable  $F$ , exprimée en pour-cent de matière totale décantable, est calculée à partir de la relation:

$$F = \frac{V_1}{V_{24}} \times 100$$

où

$V_1$  est le volume décanté au bout de 1 h (ml);

$V_{24}$  est le volume décanté après 24 h (ml).

## A.4 Détermination du coefficient de partage

### A.4.1 Principe

Dans un effluent radioactif chargé, l'activité des matières en suspension d'une part et l'activité du liquide d'autre part sont mesurées.

### A.4.2 Matériel

Un agitateur à palettes. La vitesse de rotation des palettes est de l'ordre de 30 tours par minute.

Un système de séparation des phases solide et liquide par centrifugation ou par filtration.

Un détecteur approprié à la mesure de l'activité, par exemple du césium 137, dans l'eau et dans les sédiments.

### A.3.2 *Special equipment*

The following special equipment shall be used:

- sieve meshes of 5 mm size;
- glass Imhoff cone, capacity 1 l, scaled in millilitre units, or
- Coin cone: test-tube formed by a 19 cm high conical part, whose angle at generatrix summit and axis is 9°. The conical part is surmounted by a cylindrical part (length 30 cm, internal diameter 6,5 cm).

### A.3.3 *Operation mode*

Pass the water through a sieve with 5 mm square mesh. Homogenize it and pour 1 l into the cone held in a vertical position out of light and dust. After 45 min, give it two or three brusque alternative movements around its axis, so that the materials adhering to the walls come apart.

Carry out a first reading after 1 h of sedimentation.

After the initial reading, repeat the brusque rotational movement described above every hour until all the particles adhering to the walls are decanted.

Carry out a second reading after 24 h, at which point the materials in suspension are then considered as having entirely decanted.

### A.3.4 *Expression of results*

The decantable fraction  $F$ , expressed in per cent of all decantable materials, is calculated from the relation:

$$F = \frac{V_1}{V_{24}} \times 100$$

where

$V_1$  is the decanted volume after 1 h (ml);

$V_{24}$  is the decanted volume after 24 h (ml).

## A.4 **Determination of the exchange coefficient**

### A.4.1 *Principle*

In a loaded radioactive effluent, the activity of materials in suspension on the one hand, and the activity of liquid on the other hand, are measured.

### A.4.2 *Equipment*

A blade stirrer. The rotation speed of blades is about 30 revolutions per minute.

A system of solid and liquid phase separation through centrifugation or filtration.

A detector suited to the measurement of the activity, for example cesium 137, in water and in sediments.

#### A.4.3 Mode opératoire

La procédure suivante doit être utilisée:

- prendre un échantillon de 500 ml d'effluent;
- ajouter à l'effluent à tester une quantité de solution de césium 137 compatible avec les caractéristiques du détecteur utilisé ultérieurement pour mesurer les activités de chacune des phases liquide et solide;
- agiter pendant 1 h;
- au bout de ce temps, séparer rapidement la phase solide de la phase liquide en prenant soin de rincer le bécher pour recueillir la totalité des matières en suspension (voir A.2);
- déterminer le taux de matières en suspension (voir A.2);
- mesurer la radioactivité de chacune des phases.

#### A.4.4 Expression des résultats

Le coefficient de partage ( $K_d$ ) est calculé à partir de la relation:

$$K_d = \frac{A_m}{M_m} \times \frac{V}{A_e}$$

où

$A_m$  est l'activité des matières en suspension (Bq);

$M_m$  est la masse de matières recueillies (g);

$V$  est le volume d'eau recueillie (l);

$A_e$  est l'activité de l'eau (Bq).

#### A.4.3 Operation mode

The following procedure shall apply:

- take a 500 ml sample of effluent;
- add to the effluent to be tested an amount of cesium 137 solution compatible with the characteristics of subsequently used detector to measure the activities of both liquid and solid phases;
- stir for 1 h;
- at the end of this period, quickly separate the solid phase from the liquid one, taking care to rinse the container to collect all the materials in suspension (see A.2);
- determine the rate of materials in suspension (see A.2);
- measure the radioactivity of both phases.

#### A.4.4 Expression of results

The exchange coefficient ( $K_d$ ) is calculated from the relation:

$$K_d = \frac{A_m}{M_m} \times \frac{V}{A_e}$$

where

$A_m$  is the activity of materials in suspension (Bq);

$M_m$  is the mass of collected materials (g);

$V$  is the water collected volume (l);

$A_e$  is the water activity (Bq).

## Annexe B (informative)

### Réalisation d'un effluent artificiel recommandé pour les essais

#### B.1 Introduction

Il est recommandé d'effectuer les essais décrits en 2.4 et 2.5 avec un effluent artificiel, afin d'obtenir des résultats reproductibles.

Cette annexe donne la composition d'un effluent artificiel à utiliser pour les essais.

#### B.2 Composition

- Eau de mer diluée au centième;
- bentonite;
- source primaire de référence: césium 137 par exemple;
- sel entraîneur de la source primaire selon l'indication du certificat d'étalonnage.

La teneur en bentonite fait l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur. Une teneur d'au moins 100 mg/l est toutefois recommandée pour obtenir des résultats significatifs.

Il est recommandé de laisser «vieillir» cet effluent pendant 1 h en maintenant l'agitation avant de l'utiliser.

##### B.2.1 Composition de l'eau de mer diluée

Extrait de la norme ASTM D1141-75 [1]\*.

Teneur des principaux sels dissous exprimée en milligrammes par litre (mg/l):

NaCl	245
MgCl <sub>2</sub> + 6H <sub>2</sub> O	52
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	41
CaCl <sub>2</sub>	11,6
KCl	7
NaHCO <sub>3</sub>	2
KBr	1

##### B.2.2 Composition de la bentonite

Perte par calcination	8,5 %
SiO <sub>2</sub>	59,2 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,6 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,5 %
MgO	4,6 %
CaO	1,3 %
Alcalins et divers	5,3 %

#### B.3 Caractéristiques de l'effluent

- Fraction décantable pour une teneur de 100 mg/l:

$$F = 2,2 \%$$

- Coefficient de partage à l'équilibre:  $K_d$ , calculé pour le césium 137 sous forme de chlorure:

$$K_d = 0,6 \text{ Bq.g}^{-1}/\text{Bq.l}^{-1}$$

\* Les chiffres entre crochets se rapportent à l'annexe C, Bibliographie.

## Annex B (informative)

### Realization of an artificial effluent for testing

#### B.1 Introduction

It is recommended that tests described in 2.4 and 2.5 be performed with an artificial effluent in order to obtain reproducible results.

This annex gives the artificial effluent composition to be used for these tests.

#### B.2 Composition

- Sea water diluted at one hundredth;
- bentonite;
- primary reference source: cesium 137 for example;
- salt carrier of the primary source according to the indication of calibration certificate.

The amount of bentonite to be added is subject to agreement between the manufacturer and the purchaser. An amount of at least 100 mg/l is however recommended in order to obtain significant results.

This effluent should be aged for 1 h with agitation maintained before use.

##### B.2.1 Composition of diluted sea water

Taken from ASTM Standard D1141-75 [1]\*.

Amount of main dissolved salts expressed in milligrams per litre (mg/l):

NaCl	245
MgCl <sub>2</sub> + 6H <sub>2</sub> O	52
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	41
CaCl <sub>2</sub>	11,6
KCl	7
NaHCO <sub>3</sub>	2
KBr	1

##### B.2.2 Composition of the bentonite

Loss by calcination	8,5 %
SiO <sub>2</sub>	59,2 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,6 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,5 %
MgO	4,6 %
CaO	1,3 %
Alkalines and miscellaneous	5,3 %

#### B.3 Characteristics of the effluent

- Decantable fraction for an amount of 100 mg/l:

$$F = 2,2 \%$$

- Exchange coefficient at equilibrium;  $K_d$  determined for the cesium 137 in chloride form:

$$K_d = 0,6 \text{ Bq.g}^{-1} / \text{Bq.l}^{-1}$$

\* Figures in square brackets refer to annex C, Bibliography.

**Annexe C**  
(informative)

**Bibliographie**

- [1] ASTM Standard D1141-75, reapproved 1980,  
«Standard specification for substitute ocean water».
  - [2] «L'analyse chimique et physicochimique de l'eau», Eaux naturelles – eaux usées,  
J. RODIER, édition DUNOD Paris
  - [3] Norme AFNOR NFX 11-508, sept 83, tableau de correspondance des tissus  
métalliques dans les tamis de contrôle.
-

**Annex C**  
(informative)

**Bibliography**

- [1] ASTM Standard D1141-75, reapproved 1980,  
"Standard specification for substitute ocean water".
  - [2] "L'analyse chimique et physicochimique de l'eau", Eaux naturelles – eaux usées,  
J. RODIER, édition DUNOD Paris
  - [3] Norme AFNOR NFX 11-508, sept 83, tableau de correspondance des tissus  
métalliques dans les tamis de contrôle.
-





---

**ICS 13.280**

---

Typeset and printed by the IEC Central Office  
GENEVA, SWITZERLAND