# IEC 62303

Edition 1.0 2008-12

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

## Radiation protection instrumentation – Equipment for monitoring airborne tritium

## Instrumentation pour la radioprotection – Matériel pour la surveillance du tritium atmosphérique

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

**THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED**

**Copyright © 2008 IEC, Geneva, Switzerland**

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.
If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.
Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembé
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

## About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

## About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,…). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:
Email: csc@iec.ch
Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

---

## A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

## A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,…). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:
Email: csc@iec.ch
Tél.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

# IEC 62303

Edition 1.0 2008-12

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

## Radiation protection instrumentation – Equipment for monitoring airborne tritium

## Instrumentation pour la radioprotection – Matériel pour la surveillance du tritium atmosphérique

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

X

ICS 13.280

ISBN 2-8318-1020-9

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

CONTENTS

FOREWORD ..... 4
1 Scope and object ..... 6
2 Normative references ..... 6
3 Terms and definitions ..... 7
4 Classification of tritium monitoring equipment ..... 11
4.1 General design considerations ..... 12
4.2 Methods of detection ..... 12
4.3 Ease of decontamination ..... 12
4.4 Considerations for explosive mixtures ..... 12
4.5 Corrosion resistance ..... 12
4.6 Reliability ..... 12
4.7 Capability of operational testing ..... 12
4.8 Adjustment and maintenance facilities ..... 13
4.9 Acoustic noise level of the assembly ..... 13
4.10 Electromagnetic interference ..... 13
4.11 Mechanical shock ..... 13
4.12 Measurement characteristics ..... 13
4.13 Measurement range ..... 13
5 Equipment components ..... 14
5.1 General ..... 14
5.2 Sampling assembly ..... 14
5.3 Detection assembly ..... 16
5.4 Control assembly ..... 16
5.5 Indication facilities ..... 17
5.6 Alarm assembly ..... 17
5.7 Check source ..... 18
5.8 Ambient background shielding or compensation devices ..... 18
5.9 Batteries ..... 18
6 Test conditions ..... 18
6.1 General test procedures ..... 18
6.2 Tests performed under standard test conditions for normal operation condition ..... 19
6.3 Tests performed with variation of influence quantities ..... 19
6.4 Tests performed under test conditions for emergency conditions ..... 19
6.5 Types of sources ..... 19
6.6 Metrological confirmation system during tests ..... 20
7 Radiation detection tests ..... 20
7.1 General ..... 20
7.2 Reference response ..... 20
7.3 Linearity ..... 21
7.4 Response to other chemical forms of tritium ..... 21
7.5 Response to radioactive gases other than tritium ..... 22
7.6 Response time ..... 22
7.7 Response to ambient gamma radiation ..... 22
7.8 Response to neutron radiation ..... 23
7.9 Overload test ..... 23

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

7.10 Repeatability ..... 24
7.11 Stability of background indication ..... 24
7.12 Reproducibility of the indication ..... 24
8 Electrical and mechanical tests ..... 25
8.1 Alarm trip range ..... 25
8.2 Alarm trip stability ..... 25
8.3 Equipment fault alarms ..... 25
8.4 Warm-up time — detection and measurement assembly ..... 25
8.5 Power supply variations ..... 26
8.6 Battery test ..... 26
8.7 Power supply transient effects ..... 27
9 Air circuit performance test ..... 27
9.1 General ..... 27
9.2 Susceptibility to gaseous retention ..... 28
9.3 Accuracy of the volume and flow rate measurement ..... 28
9.4 Flow rate stability ..... 29
9.5 Effect of filter pressure drop ..... 29
9.6 Effect of power supply voltage on the flow rate ..... 30
9.7 Effect of power supply frequency on flow rate ..... 30
10 Environmental performance tests ..... 30
10.1 Ambient temperature ..... 30
10.2 Temperature shock ..... 31
10.3 Relative humidity ..... 31
10.4 Atmospheric pressure ..... 32
10.5 Sealing ..... 32
10.6 Mechanical shock ..... 32
10.7 External electromagnetic immunity and electrostatic discharge ..... 33
10.8 Electromagnetic emission ..... 33
11 Type test report and certificate ..... 33
12 Operation and maintenance manual ..... 34
Annex A (informative) General information on conditions of operation ..... 40
Annex B (informative) Preparation of tritiated radioactive reference sources ..... 43

Figure B.1 – Calibration loop ..... 44
Figure B.2 – Calibration loop with tritiated water vapours ..... 45

Table 1 – Reference conditions and standard test conditions for normal operation condition ..... 35
Table 2 – Tests performed under standard test conditions for normal operation condition ..... 36
Table 3 – Tests performed with variation of influence quantities for normal operation condition ..... 37
Table 4 – Tests of air circuit ..... 39

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

# RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION – EQUIPMENT FOR MONITORING AIRBORNE TRITIUM

## FOREWORD

1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of 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, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). 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. 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 IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62303 has been prepared by subcommittee 45B: Radiation protection instrumentation, of IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

This standard cancels and replaces the first edition of IEC 60710, published in 1981.

This standard directly complements IEC 60761-1 (2002) and IEC 60761-5 (2002).

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

| FDIS | Report on voting |
|---|---|
| 45B/593/FDIS | 45B/599/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.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "http://webstore.iec.ch" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

# RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION – EQUIPMENT FOR MONITORING AIRBORNE TRITIUM

## 1 Scope and object

This International Standard is applicable to equipment used for sampling and continuous measurement of tritium in the workplace, in gaseous effluents discharged into the environment as well as in the environment itself and it is applicable to installed, portable and transportable equipment.

The object of this International Standard is to establish mandatory general requirements and to present examples of acceptable methods and equipment for continuously monitoring and/or sampling airborne tritium. The current standard IEC 60761-5 which is complemented by this standard, is applicable to equipment for sampling and monitoring tritium only in gaseous effluents, while this standard expands coverage to include monitoring all possible locations where tritium could present a radiological hazard. The equipment is designed to be in operation during normal operation conditions as well as under emergency conditions, both during and following an accident. Depending of the emergency conditions, it might be necessary to install specially designed equipment for normal operation conditions and other equipment for emergency conditions.

This International Standard is applicable to tritium samplers and tritium monitors intended to provide the following functions:

– the measurement of the volumetric activity of tritium and its variation with time in the workplace, in gaseous effluents at the discharge point and in the environment;
– the actuation of an alarm when a predetermined volumetric tritium activity or tritium concentration or a predetermined total activity of released tritium is exceeded;
– the determination of the total tritium activity discharged over a given time;
– the sampling and analysis of air or gas containing tritium.

This standard specifies the general characteristics, general testing procedures, mechanical, electrical and electronic, radiological, safety and environmental characteristics, and the proper identification and certification of the equipment. If this equipment is part of a centralized system for continuous radiation monitoring in a nuclear facility, there may be additional requirements from other standards related to those systems.

## 2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050-393:2003, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 393: Nuclear instrumentation – Physical phenomena and basic concepts*

IEC 60050-394:2007, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 394: Nuclear instrumentation – Instruments, systems, equipment and detectors*

IEC 60068 (all parts), *Environmental testing*

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

IEC 60068-2-27, *Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock* (*Basic safety publication*)

IEC 60068-2-38, *Environmental testing – Part 2-38: Tests – Test Z/AD:Composite temperature/humidity cyclic test*

IEC 60761-1, *Equipment for continuous monitoring of radioactivity in gaseous effluents – Part 1: General requirements*

IEC 60761-5, *Equipment for continuous monitoring of radioactivity in gaseous effluents – Part 5: Specific requirements for tritium monitors*

IEC 61000 (all parts), *Electromagnetic compatibility (EMC)*

IEC 61000-4-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*

IEC 61000-4-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

IEC 61000-4-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*

IEC 61000-4-5, *Electromagnetic compatibility (EMC – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61000-4-11, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-11: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests*

IEC 61000-4-12, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-12: Testing and measurement techniques – Ring wave immunity test*

IEC 61000-6-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-4: Generic standards – Emission standard for industrial environments*

IEC 61000-6-6, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-6: Generic standards – HEMP immunity for indoor equipment*

IEC 61187:1993,*Electrical and electronic measuring equipment – Documentation*

ISO 2889 *General principles for sampling airborne radioactive materials*

ISO 10012:2003, *Measurement management systems – Requirements for measurement processes and measuring equipment*

*Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM),* ISO, 1995

## 3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions concerning detection and measurement of ionizing radiation and nuclear instrumentation given in IEC 60050-393, IEC 60050-394, as well as the following, apply.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

**3.1**
**accident conditions**
substantial deviations from operational states that are expected to be infrequent and which could lead to release of unacceptable quantities of radioactive materials if the relevant engineered safety features did not function as per design intent

**3.2**
**alarm assembly**
assembly or a combination of assemblies that provides audible or visual alarm output in the event of an alarm threshold being exceeded or a malfunction being detected

**3.3**
**anticipated operational occurrence**
all operational processes deviating from normal operation which are expected to occur once or several times during the operating life of the plant and which, in view of appropriate design provisions, do not cause any significant damage to items important to nuclear safety nor lead to accident conditions

**3.4**
**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:

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

**3.5**
**control assembly**
the assembly used to process the output of the detection assembly and provide indication and power supply for the whole system

**3.6**
**conventionally true activity**
the best estimate of the activity of a radioactive source

NOTE Conventionally true activities are, in general, regarded as sufficiently close to the true value for the difference to be insignificant for the given purpose. For example, a value and its uncertainty determined from a primary or a secondary standard, or by a reference instrument which has been calibrated against a primary or secondary standard, may be taken as the conventionally true value.

**3.7**
**coverage factor**
numerical factor ($k$) used as a multiplier of the combined standard uncertainty in order to obtain an expanded uncertainty (GUM)

**3.8**
**decision quantity**
random variable for the decision whether the physical effect to be measured is present or not

**3.9**
**decision threshold**
fixed value of the decision quantity by which, when exceeded by the result of an actual measurement of an measurand quantifying a physical effect, one decides that the physical effect is present

NOTE The statistical test should be designed such that the probability of wrongly rejecting the hypothesis (error of the first kind) is equal to a given value $\alpha$. For this standard, $\alpha$ equals 5 %.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

**3.10**
**design basis accident**
set of accident conditions against which a facility is designed according to established design criteria, and for which the damage to the nuclear fuel and the release of radioactive material are kept within authorized limits

**3.11**
**detection limit**
smallest true value of the measurand which is detectable by the measuring method

NOTE The detection limit is the smallest true value of the measurand which is associated with the statistical test and hypotheses (see decision threshold) by the following characteristics: if in reality the true value is equal or exceeds the detection limit, the probability of wrongly not rejecting the hypothesis (error of the second kind) will be at most equal to a given value $\beta$. For this standard, $\beta$ equals 5 %.

**3.12**
**dynamic range**
quotient of the signal from the maximum measurable indication of a quantity by the signal from the decision threshold of that quantity

**3.13**
**effective range of measurement**
range of the values of the activity to be measured over which the performance of a piece of equipment or an assembly meets the requirements of its specifications

**3.14**
**error of indication**
difference between the indicated value $v$ of a quantity and the conventionally true value $v_c$ of that quantity at the point of measurement

$$\Delta v = v - v_c$$

where

$v$ is the value of the quantity indicated by the equipment or assembly under test;

$v_c$ is the conventionally true value of the quantity

**3.15**
**manufacturer**
the term "manufacturer" includes the designer and the seller of the equipment

**3.16**
**measurement assembly**
this assembly includes functional units designed to measure quantities related to ionizing radiation (activity, volumetric activity, etc.)

**3.17**
**measurement uncertainty**
parameter, associated with the result of a measurement, that characterises the dispersion of the values that could reasonably be attributed to the measurand. Any result of a measurement should be given with the associated uncertainty calculated following the method recommended in the GUM

**3.18**
**normal operation**
operation of a nuclear facility within specified operational limits and conditions

**3.19**
**purchaser**
the term "purchaser" includes the user

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

**3.20**
**radiation detection assembly**
assembly designed to produce a signal in response to incident ionising radiation

NOTE 1 This signal carries information about physical properties of the radiation.

NOTE 2 One or more sub-assemblies may be included in the same unit.

**3.21**
**reference response**
response of the assembly under reference conditions to a reference volumetric activity. This reference response is expressed as:

$$R_{\text{ref}} = \frac{V}{V_{\text{c}}}$$

where

$v$ is the value measured by the the equipment or assembly under test; and

$v_{\text{c}}$ is the conventionally true value of the reference source.

NOTE The background value may be automatically taken in account by an algorithm included in the measuring system.

**3.22**
**relative error**
error of the measurement divided by a true value of the measurand

NOTE Since a true value cannot be determined, in practise a conventionally true value is used.

**3.23**
**response time (of a measuring assembly)**
duration between the instant of a step change in the measured quantity and the instant when the output signal reaches for the first time as specified percentage of its final value, that percentage being usually taken as 90 %

NOTE For this standard, 90 % is used.

**3.24**
**retention capacity**
the maximum quantity of a defined substance which can be retained at equilibrium in the medium considered

**3.25**
**sampling assembly**
set of connected devices used to collect a representative sample

**3.26**
**sampling collection efficiency**
for a given quantity of radioactive material, ratio of the collected activity to the supplied activity, for a specified time interval

**3.27**
**sensitivity**
for a given value of the measured quantity, ratio of the variation of the observed variable to the corresponding variation of the measured quantity

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

**3.28**
**severe accident**
set of accident conditions more severe than those of a design basis accident and involving significant core degradation

**3.29**
**tritium**
unless otherwise stated, ”tritium”, in this standard, covers tritium in gaseous or vapour forms, whether chemically combined or not

**3.30**
**tritium monitor**
equipment designed for the monitoring of airborne tritium in gaseous effluent discharged to the environment, in the environment and in the atmosphere of a workplace.

**3.31**
**tritium sampler**
equipment designed to collect a sample of tritium in any form for subsequent analysis.

**3.32**
**volumetric activity**
quotient of the activity by the total volume of the sample

NOTE 1 For a gas, it is necessary to indicate the temperature and pressure conditions for which the volumetric activity, expressed in becquerels per cubic metre, is measured, for example standard temperature and pressure (STP).

NOTE 2 This quantity is expressed in becquerels per cubic metre ($Bq/m^3$).

## 4 Classification of tritium monitoring equipment

Various tritium monitor designs are available to meet the specific needs of the user. This standard classifies tritium monitors based on the following operational and usage requirements:

- Selectivity for the chemical form of tritium:
  - *gross* tritium monitors respond to all gaseous or vapour forms of tritium;
  - *selective* tritium monitors are designed to detect a specific chemical form of airborne tritium, for example tritiated water vapour.
- Method of sampling and analysis:
  - *flow-through* methods in which air is drawn through a measuring device with simultaneous detection;
  - *batch (sequential)* methods in which tritium is collected on an adsorber or trap to allow detection.
- Measurement range:
  - *low range* tritium monitors include those monitors that can be used to measure volumetric activity up to 10 $MBq/m^3$;
  - *high range* monitors are those monitors that can be used to measure volumetric activity in excess of 10 $MBq/m^3$.
- Working condition:
  - normal operation conditions;
  - emergency conditions.
- System interface:
  - local readout and alarm only;

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

  - *interfaced* with a centralized system to initiate alarms or indicate operating faults in addition to the local readout and alarm indications.

- Type of installation and/or power source:
  - *installed* or *transportable* tritium monitors primarily operate using mains power, and may have battery backup. Installed monitors typically have outputs that interface the monitor with a centralized radiation monitoring system;
  - *portable* monitors primarily use battery power and are typically carried from location to location for use. They can also use line power through an internal or external converter, and can also have the ability to interface with a centralized system.

### 4.1 General design considerations

### 4.2 Methods of detection

This standard does not specify what type or types of radiation detectors may be used to accomplish the performance required.

### 4.3 Ease of decontamination

Surfaces that are designed to come in contact with radioactivity (e.g., the sampling and detection assemblies) shall be constructed in such a manner that the build-up of contamination is minimized and shall be designed to facilitate decontamination or to make components easily replaceable.

### 4.4 Considerations for explosive mixtures

In some circumstances, the measured sample may contain an explosive mixture of gases. Where an explosive mixture may exist, the assembly shall be designed to prevent the ignition of the sample.

### 4.5 Corrosion resistance

Special system designs shall be required to protect sampling and measuring systems from noxious and/or corrosive substances.

### 4.6 Reliability

All equipment shall be designed to provide reliable performance with unexplained failures kept to a practical minimum.

The manufacturer should provide documentation on the expected operational lifetime of critical components such as, the air pump, the detector, the flow rate measuring device, the batteries etc.

The manufacturer shall specify the frequency of routine maintenance, and fully describe each maintenance procedure. These maintenance requirements should be kept to a practical minimum.

### 4.7 Capability of operational testing

The purchaser should be provided with the capability to carry out periodic checks for satisfactory operations of the assembly, including calibration and verification of the measurement linearity. These testing components should normally be installed so as to allow the checks to be carried out with the control and measurement assembly.

It shall be possible to check the calibration of the assembly at two representative points on the measurement range.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

This check shall be carried out using one or more suitable radioactive sources, as necessary. The measurement linearity may be checked electronically.

### 4.8 Adjustment and maintenance facilities

All electronic equipment shall have a sufficient number of easily accessible identified test points to facilitate adjustments and fault location. Any special maintenance tools, together with an appropriate maintenance manual shall be supplied.

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

Self-diagnostic features should be available with a display.

### 4.9 Acoustic noise level of the assembly

Acoustic noise level of the assembly mainly arises from the sampling assembly and more particularly from the operation of the fluid duct system and the resultant vibration.

The manufacturer shall select the components and shall design the assembly so that the acoustic noise level is minimized and consistent with the type of environment for which the assembly is intended.

### 4.10 Electromagnetic interference

All necessary precautions shall be taken to protect the equipment from the effects of electromagnetic interference either received or emitted by the equipment.

The severity level 3 shall be applied for immunity (IEC 61000 series).

The manufacturer shall specify the electromagnetic emission of the equipment. The emission limits for apparatus covered by this standard are given in Table 1 of the IEC 61000-6-6.

### 4.11 Mechanical shock

The monitor should be designed to minimize the effects of mechanical shock.

### 4.12 Measurement characteristics

The electronic assembly should indicate the measured activity in $Bq/m^3$. Other methods of indication shall be used by agreement between the manufacturer and the purchaser

The manufacturer shall indicate the decision threshold and the effective range of measurement of the equipment. These characteristics shall be described taking into account the reference background level (0,2 µGy/h) and volumetric activity of radon.

### 4.13 Measurement range

The effective range of the measurement shall be appropriate to the particular application. The lowest detectable concentration for emergency condition tritium monitors shall at least overlap the highest decade of a tritium monitor designed for normal operation conditions.

The highest detectable concentration shall be at least 0,5 decade above the concentration expected during emergency conditions.

The values of the lowest and highest concentration to be monitored shall be agreed upon between the purchaser and the manufacturer.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

# 5 Equipment components

## 5.1 General

The equipment comprises several components. The main components and their functions are mentioned and described in the following subclauses.

## 5.2 Sampling assembly

### 5.2.1 General

The sampling assembly includes essentially one or more of the following assemblies and functional units:

– sampling and exhaust pipes;
– facility for drawing samples for laboratory analysis and for calibration tests with tritium;
– air/counting gas mixing device (for proportional counters);
– air/liquid scintillation mixing device (for liquid scintillation counters);
– measuring chamber and/or sample cell;
– ambient gamma radiation protection device and/or compensation device or adequate shielding;
– airborne particulate retention device, where appropriate;
– individual air pump or centralized pumping station;
– air flow rate monitoring and/or control devices, where appropriate;
– pressure monitoring and/or control device, where appropriate;
– humidity monitoring and/or control device, where appropriate;
– temperature measuring device, where appropriate;
– batteries, where appropriate.

### 5.2.2 Sampling and exhaust pipes

The following characteristics shall be considered and shall be agreed upon between the manufacturer and the purchaser:

– the material being used, with particular attention being given to chemical corrosion, surface adsorption, memory effects, etc.;
– the minimum distance between inlet and outlet to avoid recirculation;
– the prevention of condensation in the pipe by control of temperature and/or pressure;
– the impacts of flow rate and pressure drop on the measurement;
– the delay time to detector (flow rate, pipe diameter, length of the sampling pipes);
– the ease of decontamination.

### 5.2.3 Inlet filter

A filter shall be placed in a filter-holder at the sampling circuit inlet to remove any dust and aerosols from the air. In order to maintain the specified performance of the equipment, such a filter shall not trap, or even temporarily retain tritium. To ensure that the inlet filter does not retain tritium or to observe the retained tritium by the calculation of the tritium activity the filter-holder shall be removable without loss of radioactive material sticking to the filter.

All necessary arrangements shall be made to control the pressure drop in the filter. The system should be designed with an alarm facility indicating a significant pressure change which may have resulted from a faulty filter. It shall be possible to change the filter easily.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

#### 5.2.4 Collection medium

If the detection assembly includes a collection medium intended to collect a specific chemical form of tritium or to concentrate the activity, its characteristics efficiency, retention capacity and delay time constant - shall be known for the appropriate form of tritium.

The manufacturer shall specify how the collection efficiency and the collection capability are influenced by the chemical form of tritium, the sampling flow rate, the tritium concentration, atmospheric conditions and the presence of chemical products and other gases in air sampled. The manufacturer shall indicate how a purchaser can recognise that the collection efficiency or the collection capacity have deteriorated to become unacceptable. The manufacturer shall specify the conditions of storage of the collection medium.

#### 5.2.5 Air pump

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

– the pump shall be placed downstream of the detection assembly. An exception is when the measurement is made by collecting the tritium in a pressurised chamber;

– the design shall provide for ease of access to the pump and its replaceable parts;

– the nominal flow rate shall be stated by the manufacturer;

– the model of pump and its replaceable parts shall be specified;

– the pump and its replaceable parts shall be easily replaceable;

– the pump shall provide an air flow at a rate that is adequate for the measurement method;

– where the measurement technique of volumetric activity is sensitive to pressure, care should be taken to ensure that the pressure in the measuring volume is only slightly affected by the variation of pressure drop across the inlet filter;

– care shall be taken to prevent radioactive gases from leaking into the breathing zone of workers;

– the pumps of a monitoring system and the sampling units designed to be operational during and after an accident shall be gas tight. The acceptable leak rate depends on the accident conditions. The manufacturer and the purchaser shall agree upon the leak rate of a pump of a measuring device to be in operation during and after a design basis accident or a severe accident and upon the conditions to be used whilst the monitors are in operation;

– the pump shall be capable of continuous operation between scheduled maintenance operations. The frequency of maintenance operations shall be agreed upon between the manufacturer and the purchaser, but generally shall not be more frequent than once every 6 months. The design shall facilitate easy access to the pump and its replaceable parts.

#### 5.2.6 Flow-related control and measurement

##### 5.2.6.1 Flow rate control

If the measurement technique is influenced by flow rate, a flow rate control device shall be provided to allow for variation in the intrinsic characteristics of the air pump and any filters used.

##### 5.2.6.2 Flow rate measurement

If the measurement is influenced by flow rate, a flow rate measuring device shall be provided. The sampling flow rate shall be expressed in SI units. The pressure and the temperature at which the flow rate meter is calibrated shall be provided. Appropriate corrections should be made for the actual ambient air conditions.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

#### 5.2.6.3 Pressure control

If the measurement technique is influenced by pressure (e.g. ionisation chamber) a pressure control device with alarms shall be provided for warning of any excessive variation of pressure.

#### 5.2.6.4 Pressure measurement

If the measurement technique is influenced by pressure, a pressure-measuring device with alarms shall be provided for warning of any excessive variation of the pressure. The pressure shall be expressed in SI units. The pressure-measuring device shall be calibrated under standard conditions. Appropriate corrections shall be made for the actual ambient air conditions.

#### 5.2.6.5 Volumetric measurement

Sampling units shall be equipped with total-volume measuring devices. The volume measurement shall be indicated in SI units.

### 5.3 Detection assembly

#### 5.3.1 Protection against condensation

Detectors that may be affected by humidity (e.g. ionization chambers) shall be protected against condensation. This can be performed by:

– heating the gas stream and the detector itself, or;

– cooling the gas stream and then heating it to reduce the relative humidity. The condensate of the cooler shall be collected in a local reservoir. This should not require emptying more often than once every 8 days. A liquid level indicator equipped with an alarm unit shall be provided to indicate the maximum level in the reservoir. Since the condensate may contain tritium, the condensate shall be monitored to determine the tritium concentration of the monitored gas stream.

The influence of heating or cooling the gas stream on the volumetric measurement shall be strictly observed. The effects of passing the gas through a water trap shall be taken into account.

#### 5.3.2 Radiation detector

The manufacturer shall specify the characteristics of the detector including the type of detector, detector dimensions and the volumes of the chamber and the sampling lines.

#### 5.3.3 Compensation detectors

One additional detector may be used by the manufacturer to compensate for background gamma radiation and/or activity from radon or radon progeny in the gas sample. The manufacturer may also provide a detection system wherein radon progeny are electronically eliminated.

### 5.4 Control assembly

The control and measurement assemblies includes essentially the following parts:

– electrical control and power supply,

– electronic devices for measurement,

– measurement display unit,

– one or several radiation detectors.

The assembly may be associated with a central radiation monitoring display panel.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

### 5.5 Indication facilities

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

– system power on;
– air pump on, if appropriate;
– detector high voltage supply on;
– detector heating unit on, if appropriate;
– cooling device on, if appropriate; and
– medium reservoir level, if appropriate.

Units equipped with pressure measurement, pressure control, flow rate measurement, flow rate control and/or volume measurement shall have suitable indication units for the measured parameters.

An output may be provided to permit remote indication of measurements and alarms by agreement between manufacturer and purchaser.

### 5.6 Alarm assembly

#### 5.6.1 General

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

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

Alarm circuits shall be operable either to hold an alarm condition until specifically reset by a reset control or to auto-reset when the alarm state disappears.

#### 5.6.2 Types of alarm

##### 5.6.2.1 High- level alarm

An adjustable high level alarm covering the whole effective range of measurement shall be provided.

##### 5.6.2.2 Fault alarms

A fault alarm shall be provided. It should include:

- an alarm indicating loss of detector signal;
- an alarm indicating the loss of the sampling circuit;
- an alarm indicating failure of the electronic system;
- an alarm indicating high ambient radiation background;
- whenever possible the alarms should indicate the source of as many other faults as possible by having a self-diagnostic system.

A separate indication of each fault should be displayed.

Other alarms (e.g. pre alarms) shall be agreed upon between the manufacturer and the purchaser.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

#### 5.6.3 Alarm test facilities

Checking of all alarm functions shall be made with the provision of test facilities. For adjustable alarms checking shall be possible over the range of adjustment with indication of the actual alarm operation point.

#### 5.6.4 Alarm reset features

Alarm circuits shall be operable to hold an alarm condition until reset by a reset control.

#### 5.6.5 Alarm self-diagnosis

A self-diagnostic system should be provided.

#### 5.6.6 Alarm display

A separate indication of each fault should be displayed.

### 5.7 Check source

The monitor may be equipped with a photon-emitting check source such as $^{137}Cs$ to indicate that the instrument is working properly. The detection limit of the assembly shall be determined when the check source is in the shielded condition. If the check source in shielded condition is not sufficient or inappropriate, a keep alive radioactive source may also be provided. This source consists of a small amount of radioactive material mounted on or near the detector to signal that the detector is continuously operating.

### 5.8 Ambient background shielding or compensation devices

Appropriate radiation shielding, electronic compensation, or software correction techniques should be provided to reduce the effect of the ambient background on the measurement.

Shielding shall be designed to allow the equipment to be readily serviced.

### 5.9 Batteries

Some monitors may be equipped with batteries. The correct polarity shall be clearly indicated on the assembly. The manufacturer shall specify the type(s) of batteries.

Secondary batteries shall be rechargeable from line power within 16 h. The use of a device that turns off the charger when a complete charge is obtained should be provided. Facilities shall be provided to check the battery condition under maximum load. The minimum load indication shall be clearly displayed on the monitor before the function of the monitor is affected.

## 6 Test conditions

### 6.1 General test procedures

General test procedures applicable to each type of monitor and/or sampling units are covered in this standard. Except where otherwise specified, these are to be considered as type tests, although any or all may be considered as acceptance tests by agreement between the manufacturer and the purchaser. The stated requirements are minimum requirements and may be extended.

Detailed test procedures will vary in accordance with the particular characteristics of each type of monitor.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

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

### 6.2 Tests performed under standard test conditions for normal operation condition

Standard test conditions are defined in Table 1. Tests performed under standard test conditions are listed in Table 2, which indicates, for each characteristic under test, the requirements according to the subclause where the corresponding test method is described.

### 6.3 Tests performed with variation of influence quantities

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

– tests relating to the measurement, alarm and indication units; and
– tests relating to the air circuit.

These two categories of tests shall be carried out independently from each other.

In order to check the effects of the variation of each influence quantity listed in Table 3, all the other influence quantities shall be maintained within the limits of the standard test conditions given in Table 1, unless there are other requirements.

In order to simplify these tests, only a single test needs to be performed for each individual influence quantity. This test shall measure the effect of the specified change of influence quantity for activity levels of between 10 and 50 times the lowest value of the range of measurement.

The tests relating to the measurement, alarm and indication units are shown in Table 3 with the range of variation of each influence quantity and the limits of the corresponding variations of the indication of the assembly.

The tests of the air circuit are shown in Table 4 with the range of variation of each influence quantity and the limits of the corresponding variations of the parameters under test.

### 6.4 Tests performed under test conditions for emergency conditions

Measuring units designed to monitor during emergency conditions (during and after an accident) shall be tested in two steps. The first tests shall be performed as applicable in accordance with the standard test conditions described in 6.2. The second tests shall be performed under emergency conditions where the units shall be in operation. The conditions under an emergency case depend on the type of the facility and the type of accident. Therefore, the emergency conditions shall be agreed upon between the manufacturer and the purchaser.

### 6.5 Types of sources

#### 6.5.1 Reference source

For the determination of the reference response during type testing, the reference source shall be air, with a known volumetric activity of the particular form of tritium for which the equipment is designed. The reference sources should consist of bottles of pressurised air or gas containing the form of tritium for which the equipment is designed or any other calibrated device generating the appropriate form of tritium.

Some suitable means of producing sources are described in Annex B. The conventionally true activity of the gas sources shall be known with an uncertainty better than 10 % ($k$ = 2).

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

#### 6.5.2 Solid sources

Solid radioactive sources appropriate to the equipment concerned may be used to perform other tests. For example, $^{137}Cs$ shall be used if the instrument is capable of disabling the gamma compensation. In order to cover the range of measurement of the equipment, a number of sources are likely to be necessary, the activity of which shall be appropriate for the equipment.

### 6.6 Metrological confirmation system during tests

#### 6.6.1 Uncertainty of measurement

The uncertainty of the test result should be less than one third of the maximum permissible variation for the test being conducted (see Tables 2 and 3).

NOTE Due to the difficulty in obtaining gaseous sources with a low uncertainty on the volumetric activity, a factor one half between the uncertainty ($k$ = 2) of the volumetric activity for the reference source and the permissible error of the equipment is acceptable for tests of air contamination monitors.

#### 6.6.2 Statistical fluctuations

For any test involving the use of radiation, if the magnitude of the statistical fluctuation 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 specified test.

## 7 Radiation detection tests

### 7.1 General

These tests are carried out under standard test conditions. If an electronic method of compensation against natural activity is included, all tests as far as possible of the measurement assembly shall be performed with the compensation circuits in operation, after having been adjusted according to the manufacturer’s instructions.

### 7.2 Reference response

#### 7.2.1 Requirements

Under standard test conditions, with calibration controls adjusted according to the manufacturer's instructions, the reference response shall be less than ±15 %.

#### 7.2.2 Test method

Where solid sources are to be used for routine tests, the response of the assembly to such sources relative to the appropriate gaseous sources shall be established during type testing.

#### 7.2.3 Test with gaseous sources

Depending on the design of the monitor, either:

– air or gas labelled with a known volumetric activity shall be circulated through the assembly at a constant flow rate and at a known pressure for a sufficient time to reach measurement equilibrium and the equilibrium readings shall be noted (see Annex A);

or

– the detector shall be immersed into a sufficiently large volume of gas with known volumetric activity and the readings shall be noted under equilibrium conditions.

NOTE The user should be aware of the influence of radon and its decay products.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

#### 7.2.4 Test with solid sources

The appropriate solid source shall be located at the defined position relative to the detector, where the gaseous source test condition is unchanged, but the gaseous source is absent. The relative response to the solid source shall be established at equilibrium. For subsequent routine or operational tests, the solid source shall be located at the defined position relative to the detector and the appropriate factor shall be applied for the relative response to gaseous sources as established in the type test.

### 7.3 Linearity

#### 7.3.1 Test source

The test shall be carried out with tritium or with a set of solid sources.

The standard of preparation of the test sources used in the required tests shall be such that the uncertainty in the conventionally true activity of each source in absolute terms ($\varepsilon_{sa}$) is better than 10 % ($k$ = 2) and the uncertainty in the conventionally true activity between sources of the same test set ($\varepsilon_{sr}$) is better than 5 % ($k$ = 2). The test sources shall be traceable to recognized standards.

#### 7.3.2 Requirements

Under standard test conditions, the maximum value of the relative intrinsic error shall be less than ±15 % for the whole effective range of measurement. The uncertainty of the radioactive source is not included.

Where solid sources are used, $v$ and $v_c$ shall refer to the variation in response of the equipment to calculate the relative error.

#### 7.3.3 Test method

Tests may be performed with:

– radioactive gaseous or solid sources; or

– injection of an electronic signal.

The tests should be performed at least at 2,5 times the lowest value of the range of measurement and at three points including about 25 %, 50 % and 75 % of the effective range of measurement. The lowest and highest readings shall be taken with radioactive sources.

### 7.4 Response to other chemical forms of tritium

#### 7.4.1 Requirements

If the equipment is designed to measure the activity of a particular chemical form of tritium, its response to other chemical forms having an influence on the measurement shall be specified by the manufacturer and shall be less than ±15 % of the response to the form of tritium for which the equipment is designed.

#### 7.4.2 Test method

The test method is identical with that described in 7.2, but using other chemical forms of tritium.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

### 7.5 Response to radioactive gases other than tritium

#### 7.5.1 Requirements

Radioactive gases other than tritium may influence the reading. The designated radioactive gases to which this requirement applies and the response of the equipment to these gases shall be the subject of an agreement between the manufacturer and the purchaser.

#### 7.5.2 Test method

The test method is identical with that described in 7.2 but using the appropriate radioactive gas or gases.

### 7.6 Response time

#### 7.6.1 Requirements

The manufacturer shall specify the response time of the assembly. The response time includes the renewal time of the air in the detector.

#### 7.6.2 Test method

This test shall be done at the nominal flow rate. The volumetric activity inside the chamber has to be at least 10 times the lowest value of the range of measurement. A recorder or other similar device shall be connected to the assembly to determine the change in indication as a function of time.

The system shall continuously sample air that is free from tritium and the background value $R_{\mathrm{i}}$ shall be noted.

A known volumetric activity of tritium shall be continuously injected into the inlet of the monitor for the time needed to reach equilibrium. The equilibrium value $R_{\mathrm{f}}$ shall be noted.

The response time shall be calculated as the interval of time between the initial moment when the tritium is injected and the moment at which the reading reaches for the first time 0,90 $(R_{\mathrm{f}} - R_{\mathrm{i}}) + R_{\mathrm{i}}$.

### 7.7 Response to ambient gamma radiation

#### 7.7.1 General

There is a relationship between the response to ambient gamma radiation and the decision threshold. The manufacturer and the purchaser shall agree upon and state the values of these parameters that are needed for the particular application.

#### 7.7.2 Requirements

The manufacturer shall state the decision threshold and the maximum value of the reading when the detector, fitted with its ambient gamma radiation compensation devices, is exposed in an orientation specified by the manufacturer to a change in gamma air-kerma rate from the reference background air kerma rate to 10 μGy/h from $^{137}$Cs. The response to gamma radiation exposure in any orientation and of any gamma radiation energy up to 1,3 MeV ($^{60}$Co) shall not exceed twice that value.

#### 7.7.3 Test method

##### 7.7.3.1 Determination of the background indication

The equipment shall be operated under standard test conditions with no radioactive source present and the background indication shall be determined for at least 1 h.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

#### 7.7.3.2 Determination of the influence of the irradiation source

The $^{137}$Cs source shall be positioned relative to the detector so that the source is at least 2 m from the detector and the conventionally true gamma air kerma rate at the detector position, with the detector assembly absent, is equal to 10 μGy/h ±10 %. The orientation of the detector in relation to the source shall be as specified by the manufacturer.

The reading shall be recorded when stability is achieved. The decision threshold shall be calculated based on this reading. The decision threshold shall conform to the manufacturer's specification. The maximum reading of the measurement assembly shall not exceed the value specified by the manufacturer.

#### 7.7.3.3 Determination of the effect of orientation and photon energy

Where a gamma compensation detector is used, the detector shall also be exposed to a number of orientations, as agreed upon between the manufacturer and the purchaser. Where the measuring assembly may be programmed with a gamma compensation factor, this shall not be changed during these tests. The reading of the measurement assembly in each case shall not exceed twice the value specified by the manufacturer.

The test above shall be repeated using alternative gamma radiation sources, as agreed upon between the manufacturer and the purchaser. Where the measuring assembly may be programmed with a gamma compensation factor, this shall not be changed during these tests. The reading of the measurement assembly shall not exceed twice the value specified by the manufacturer.

### 7.8 Response to neutron radiation

#### 7.8.1 General

Neutron radiation may influence the readings. The purchaser shall specify the tolerable effect of neutrons on the reading. The extent to which this effect is acceptable shall be agreed upon between the manufacturer and the purchaser.

#### 7.8.2 Requirements

If the instrument is intended to be used in the presence of neutron radiation, then the response to neutrons shall be stated. A test for neutron response is not mandatory and need only to be carried out if this requirement is specified. In any case, instruments shall be designed to reduce the influence of neutron radiation.

#### 7.8.3 Test method

The method of test shall be subject to agreement between the manufacturer and the purchaser.

### 7.9 Overload test

#### 7.9.1 Requirements

Unless otherwise agreed upon between manufacturer and purchaser, the equipment shall maintain full-scale indication or an unambiguous indication when exposed to a radiation source of activity 2 times the activity necessary to give the maximum measurable indication, and perform properly when this overload exposure is removed. An "overload" indication may be provided.

#### 7.9.2 Test method

a) The detector assembly shall be subjected to a radiation source of appropriate activity to give a reading between 10 and 50 times the lowest value of the range of measurement. This reading shall be documented.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

b) The detector assembly shall be subjected to a radiation source of activity two times greater than that necessary to produce the maximum measurable indication. The exposure shall be maintained for at least 10 min and it shall be verified that the instrument maintains the maximum reading.

c) The source of activity shall be removed and the detector assembly shall be exposed under identical conditions to item a) above. After a period to be agreed upon between manufacturer and purchaser, but less than 1 h, the reading shall not differ by more than 10 % from the reading obtained in a).

### 7.10 Repeatability

#### 7.10.1 Requirements

The coefficient of variation of the indication due to statistical fluctuations shall be less than 15 % for any reading exceeding 2 times the lowest value of the effective range of measurement.

#### 7.10.2 Test method

A solid radioactive source shall be used to give an indication between 10 and 50 times the lowest value of the range of measurement.

At least 10 readings shall be taken at appropriate time intervals. In order to obtain independent values, the mean value and the coefficient of variation of all the readings taken shall be calculated. The coefficient of variation shall be within the limits required.

### 7.11 Stability of background indication

#### 7.11.1 Requirements

For background measurements without tritium, the manufacturer shall specify maximum acceptable values and coefficients of variation of the instrument's reading.

#### 7.11.2 Test method

The instrument shall be turned on to the most sensitive range. It shall be operated under standard test conditions with no radioactive source present. After a minimum period of 30 min acquisition of sufficient readings shall be started for at least 1 h. The mean of the readings and the coefficients of variation shall be within specified ranges.

### 7.12 Reproducibility of the indication

#### 7.12.1 Requirements

The indication from a given source of activity, after the assembly has been in operation for 30 min, shall not vary by more than 10 % over the following 100 h.

#### 7.12.2 Test method

A radioactive source shall be used to give an indication between 10 to 20 times the lowest value of the range of measurement.

Sufficient readings shall be taken after 30 min. Then additional readings shall be taken after 10 h and 100 h with no adjustment made to the assembly and no change of conditions. The means of the readings taken at each time shall be within the limits indicated.

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

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

# 8 Electrical and mechanical tests

## 8.1 Alarm trip range

### 8.1.1 Requirement

This requirement excludes the detector. The range of alarm settings shall conform to the requirements of 5.6.

### 8.1.2 Test method

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

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

The indications of the equipment shall be noted at 50 times the lowest value of the range of measurement.

## 8.2 Alarm trip stability

### 8.2.1 General

This test is performed using an appropriate electronic signal.

### 8.2.2 Requirements

These requirements exclude the detector.

The operating point of any alarm circuit shall not deviate outside the range of 95 % $X$ to 105 % $X$, where $X$ is the nominal alarm set level in a period of 100 h of operation.

### 8.2.3 Test method

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

– apply a condition equivalent to 95 % $X$ to the assembly electronically. Test result is acceptable if no trip occurs within 100 h;

– apply a condition equivalent to 105 % $X$ to the assembly after 1 h and 100 h of operation. The test result is acceptable if the alarm operates within 1 min.

## 8.3 Equipment fault alarms

The detector fault alarm shall be tested in accordance with 8.1. Other tests of fault alarms for appropriate equipment malfunctions shall be carried out by agreement between the manufacturer and the purchaser.

## 8.4 Warm-up time — detection and measurement assembly

### 8.4.1 Requirements

When exposed to a radioactive source, the assembly shall give an indication that does not differ by more than ±10 % from the value obtained under standard conditions (see Table 3), within 30 min after being switched on.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

#### 8.4.2 Test method

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

A radioactive source shall be used to give approximately 10 to 50 times the lowest value of the range of measurement. The detection and control assemblies shall be turned on.

The values of indication of activity shall be noted every 5 min during 1 h. Ten hours after switching on, sufficient readings shall be taken and the mean value shall be used as the "final value" of indication.

A graph of activity indication versus time shall be developed correcting for decay in activity as necessary.

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

### 8.5 Power supply variations

#### 8.5.1 Requirements

The assemblies shall be capable of operating from the mains with a supply voltage tolerance of +10 % and –12 % and supply frequencies of 47 Hz to 51 Hz (57 Hz to 61 Hz in countries where the nominal frequency is 60 Hz) without the indication varying by more than 10 % from the indication under standard test conditions.

#### 8.5.2 Test method

A radioactive source shall be used to give a reading within 10 to 50 times of the lowest value of the measuring range. With the supply voltage and frequency at their nominal values, the mean of a sufficient number of readings shall be taken in accordance with paragraph 7.6.2.

- For alternating or direct current

The mean of two additional sets of consecutive readings shall be taken with the supply at the nominal frequency for alternative current at a voltage 10 % above the nominal value and then at a voltage 12 % below the nominal value.

These two mean values shall not differ from that obtained with the nominal supply voltage by more than ± 10 %.

- For alternating current

The mean of sufficient consecutive readings shall be taken with a nominal supply voltage and a frequency of 47 Hz (57 Hz in countries where the nominal frequency is 60 Hz) and the mean of sufficient consecutive readings shall be taken with a nominal supply voltage and a frequency of 51 Hz (61 Hz in countries where the nominal frequency is 60 Hz).

These two mean values shall not differ from that obtained with a nominal frequency by more than ± 10 % .

### 8.6 Battery test

#### 8.6.1 General

The battery capacity directly influences the operation time of the monitor. A depleted battery influences the quality of the measurement and it is therefore necessary to have an indication of the battery status.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

#### 8.6.2 Requirements

##### 8.6.2.1 General

The capacity of the battery shall be such that, after 8 h of continuous use, the indication of the assembly shall not differ from the initial indication by more than 10 %.

When power is supplied by secondary batteries, their capacity shall be such that, after 8 h of continuous use, the indication of the assembly does not differ by more than 10 % from the initial value.

##### 8.6.2.2 Test methods for primary battery

The monitor shall be exposed to an appropriate radioactive source to give an indication of approximately two-thirds of full-scale deflection on the least sensitive scale range. The initial indication shall be noted. The monitor shall be used continuously for 8 h. The actual indication shall be compared with the indication at the beginning of the tests. The difference in the indication shall be less than 10 % of the initial value.

##### 8.6.2.3 Test methods for secondary battery

The charging unit shall be turned off and the same test procedure performed as described in 8.6.2.2. The difference in the indication shall be also less than 10 % of the initial value.

### 8.7 Power supply transient effects

#### 8.7.1 Requirements

The monitor shall meet the requirements of the IEC 61000-4-4, severity level 3 (electrical fast transient/burst), and IEC 61000-4-11 (withstand half period interruptions in its power supply).

With no source present, the variation from the background indication shall not exceed three times the decision threshold of measurement.

With the source present, the indication shall not vary by more than 10 % of the mean indication and no alarm shall be actuated during the transient.

#### 8.7.2 Test method

Two different tests shall be necessary: one without the source, and one with a source giving an indication within the lowest range of measurement. The alarm set value shall be at three times the decision threshold of the measurement.

Sufficient readings shall be made in order to avoid statistical uncertainties. One set of readings shall be performed without any power transients, one with fast transients (test method according to IEC 61000-4-4), and one with short interruptions (test method according to IEC 61000-4-11, frequency of the interruptions: 10 Hz).

## 9 Air circuit performance test

### 9.1 General

These tests shall be applied to all monitors where the response is dependent upon a known flow rate through sampling and detection assemblies.

Where the equipment is not affected by flow rate, but requires a sampling flow rate in order to function, a simple test of the flow rate circuit and any flow rate alarms shall be agreed upon between the manufacturer and the purchaser.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

When the equipment is affected by flow rate, and the flow rate varies in conjunction with the effluent flow rate, appropriate tests shall be agreed upon between the manufacturer and the purchaser.

When the equipment is affected by flow rate, and the flow rate is corrected for electronically, appropriate tests shall be agreed upon between the manufacturer and the purchaser.

The requirements of these tests are summarized in Table 4.

### 9.2 Susceptibility to gaseous retention

#### 9.2.1 Requirements

For a period of at least 10 times the response time of the equipment, tritium with a volumetric activity approximately equal to 1 000 times the decision threshold, and of a chemical form for which the equipment was designed, shall be introduced into the monitor. The test for susceptibility to gaseous retention shall indicate less than 1 % of the maximum resulting reading after air is introduced into the monitor.

For testing instruments designed to be in operation during and after an accident, the applied concentration of activity shall be agreed upon between the manufacturer and the purchaser. After cleaning with air, the acceptable gaseous retention shall be ≤ 10 %.

#### 9.2.2 Test method

For a period of at least 10 times the response time of the equipment, tritium of volumetric activity approximately equal to 1 000 times the decision threshold and of a chemical form for which the monitor was designed, shall be introduced into the detection assembly.

For assemblies not comprising a trapping system, the gas system shall be made into a closed loop and sufficient tritium shall be introduced into this system so that the volumetric activity will equal 1 000 times the decision threshold. This closed loop system shall be operated for 10 min.

The indication of the measurement assembly shall be verified that it stays at its maximum value for at least 10 times the response time of the equipment.

Air with temperature, pressure and humidity within standard test conditions shall then be circulated with the air circuit open at the nominal flow rate, for a time long enough to reach indicated equilibrium value. This value shall be less than 1 % of the maximum indicated value during the test with tritium activity.

For testing instruments designed to be in operation during and after an accident, the applied concentration of activity shall be agreed upon between the manufacturer and the purchaser. After cleaning with air the acceptable gaseous retention shall be ≤ 10 %.

### 9.3 Accuracy of the volume and flow rate measurement

#### 9.3.1 General

The accuracy of the measured values of tritium in air concentration is directly related to the accuracy of the measured values of flow rate or volume for those samplers which concentrate or absorb the tritium into the collection medium. An accurate volume and flow rate measurement of counting gas mixed with the tritium containing medium is also important for an accurate measurement of the tritium activity.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

#### 9.3.2 Requirement

The manufacturer shall specify the accuracy of the volume and flow rate measurement of the air containing tritium and the volume and flow rate measurement of the counting gas (for proportional counters). The measurements shall not deviate more ± 10 % of the true sampled volume.

#### 9.3.3 Test method

This test shall be done with dust free air. For this test, a volume and flow rate measuring device calibrated under the measuring conditions and having an uncertainty better than 2 %, shall be incorporated in the air circuit at the inlet to the equipment. The equipment shall be switched on and the flow rate measured after 30 min of operation. The readings shall comply with the requirement.

### 9.4 Flow rate stability

#### 9.4.1 General

The purpose of this test is to determine the nominal sampling flow rate and the sampling stability under standard test conditions, with the pressure drop exclusively due to the air circuit and any inlet or sampling filter. This test is not required for monitors and sampling units the functions of which are demonstrably independent on flow rates, for example, monitors with sampling units having total-volume measurements.

#### 9.4.2 Requirements

The manufacturer shall specify the nominal flow rate for the type of filter that is used. After the normal warm-up time of the sampling assembly (30 min), the indicated value of the sampling flow rate shall not vary by more than 10 % for the next 100 h.

#### 9.4.3 Test method

This test shall be done with dust free air in order to avoid any variation of the pressure drop of the collection device during the test. So a HEPA filter with low pressure drop shall therefore be put in the upstream of the air circuit. For this test, a flow meter calibrated under the measuring conditions and having an uncertainty better than 3 % ($k$ = 2), shall be incorporated in the air circuit at the inlet to the equipment. The equipment shall be switched on and the flow rate measured after 30 min , 5 h, 20 h and 100 h of operation. The readings shall comply with the requirement.

The flow rate indicated by the monitor for this pressure drop shall not vary by more than ±10 % from the conventionally true flow rate.

### 9.5 Effect of filter pressure drop

#### 9.5.1 General

Only measurements of overall pressure drop and flow rate shall be considered since the nature of the inlet filter and the degree of blockage may vary from one test to another.

#### 9.5.2 Requirements

The purpose of this test is to determine the increase in pressure drop across the filter causing a 10 % decrease from the nominal air flow rate under standard test conditions. This test is not required for monitors and sampling units the functions of which are demonstrably independent from the flow rate (e.g. sampling units with total-volume measurement).

The minimum acceptable pressure drop that can cause a 10 % decrease from the nominal flow rate shall be agreed upon between the manufacturer and the purchaser.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

#### 9.5.3 Test method

For this test, the monitor shall be fitted with a clean inlet filter. A flowmeter shall be inserted upstream of the monitor with a variable restrictor such as a valve between the flow meter and the monitor inlet. A calibrated pressure sensor such as a U-tube, or differential manometer shall be fitted downstream of the inlet filter, at a point selected by the manufacturer, in order to measure the pressure drop across the monitor due to air flow.

The nominal flow rate shall be measured at the nominal pressure drop through the filter. The variable restrictor shall then be adjusted to obtain a mean flow rate 10 % below the nominal flow rate under standard test conditions. The conventionally true sampling flow rate shall be measured under standard conditions.

Under these conditions, the measured pressure drop that causes a 10 % decrease in the flow rate shall comply with the requirements.

### 9.6 Effect of power supply voltage on the flow rate

#### 9.6.1 Requirement for mains supplied equipment

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

#### 9.6.2 Test method

For this test, the sampling and detection assembly is connected to a voltage, which varies in a range defined in Table 4.

The measurement of the flow rate shall be carried out as specified in 9.3.

### 9.7 Effect of power supply frequency on flow rate

#### 9.7.1 Requirement for mains supplied equipment

The nominal flow rate shall not vary by more than 10 % when frequency is varied from 47 Hz to 51 Hz (57 Hz to 61 Hz in countries where the nominal frequency is 60 Hz).

#### 9.7.2 Test method

For this test, the sampling and detection assembly is connected to a power supply of the rated voltage and a frequency that may be varied between 47 Hz and 51 Hz (alternative values: 57 Hz and 61 Hz).

The flow rate shall be noted at nominal frequency and at the quoted frequency limits.

## 10 Environmental performance tests

### 10.1 Ambient temperature

#### 10.1.1 General

The performance of the assemblies may be affected by variations in ambient temperature. The permitted ambient temperature range shall be agreed upon between the manufacturer and the purchaser.

#### 10.1.2 Requirements

The indication shall remain within the limits specified in Table 3 for the temperature range agreed upon between the manufacturer and the purchaser.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

For this type of equipment, the detection and sampling assembly may have to operate under different environmental conditions from those intended for the measuring assembly. Part, or all components of the equipment may have to operate under higher temperature conditions than those quoted in Table 3. Where this is the case, appropriate tests shall be agreed upon between the manufacturer and the purchaser.

#### 10.1.3 Test method

The detection assembly shall be exposed to a suitable test source such that the nominal reading under standard test conditions is known. The level should be at the purchaser's lowest alarm level.

This test shall be carried out in an environmental chamber. It is, in general, not necessary to control the humidity level in the environmental chamber unless the equipment is sensitive to variation in humidity.

The temperature shall be maintained at each extreme value of the rated temperature range for at least 4 h. A reading shall be obtained during the last 30 min of this period.

In addition, a reading shall be obtained at the midpoint of the temperature range stated in Table 3. If the reading from the midpoint temperature is not within ±10 % of the reading of the monitor at the reference temperature, the manufacturer shall state the difference at that point.

### 10.2 Temperature shock

#### 10.2.1 General

Temperature shock may affect the assemblies by condensation inside the assemblies. Condensation can result in a short-circuit in electrical or electronic components.

#### 10.2.2 Requirement

Portable and transportable assemblies can be affected by temperature shock. Therefore, they shall be designed to withstand temperature shock.

#### 10.2.3 Test method

The monitor shall be exposed to a radiation source (e.g. a gamma source) of sufficient activity to produce an equivalent tritium indication approximately at mid-scale in the range being tested. The equipment shall be maintained at (20 ± 2) °C following equilibrium for a minimum period of 40 min. The temperature shall then be changed to 40 °C (35 °C for exclusive indoor use) in less than 5 min. The parameter under test will be noted at 5 min and then every 15 min for 2 h. The equipment shall then be allowed to return to (20 ± 2) °C for 4 h. The temperature shall than be changed to –10 °C ( +10 °C for exclusive indoor use) in less than 5 min. The parameter under test will be noted at 5 min and then every 15 min for 2 h.

### 10.3 Relative humidity

#### 10.3.1 General

Condensation resulting from temperature changes may adversely affect the internal components. Condensation can result in short-circuit in electrical or electronic components.

#### 10.3.2 Requirement

Portable and transportable assemblies may be badly affected by humidity shock. Therefore they shall be designed to withstand humidity shock. The ranges of temperatures and relative humidity for this type of shock test are defined in IEC 60068-2-38. The variation of the indication at 90 % relative humidity and 35 °C temperature shall be less than 10 %.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

#### 10.3.3 Test method

The detection assembly shall be exposed to a suitable test source, as described in 6.5.

The test may be performed at a single temperature of 35 °C and relative humidity of 90 %; the permitted variation of ±10 % in the indication as specified in Table 3 is in addition to the permitted variations due to temperature alone.

### 10.4 Atmospheric pressure

#### 10.4.1 General

The pressure of ambient atmosphere and/or the gas pressure inside the detector system may influence the monitor response.

#### 10.4.2 Ambient atmosphere

##### 10.4.2.1 Requirements

The influence of the atmospheric pressure on detector assemblies shall be tested. The test conditions (depending on the designed working conditions for the monitors) shall be agreed upon between manufacturer and purchaser.

##### 10.4.2.2 Test methods

The detection assembly shall be exposed to different ambient pressures. These pressures shall be recorded, and the effects on variations in detection assembly indications shall be recorded and shall be less than 10 %.

#### 10.4.3 Atmosphere inside the detector system

##### 10.4.3.1 Requirements

The influence of the pressures inside the detector system shall be tested. The test conditions (depending on the designed working conditions for the monitors) shall be agreed upon between the manufacturer and the purchaser.

##### 10.4.3.2 Test methods

The response at three different pressures shall be determined. The values at which these tests are performed shall be agreed upon between the manufacturer and the purchaser.

### 10.5 Sealing

Where the detector assembly is likely to be used in exceptionally damp or dusty conditions such as outdoors, the purchaser shall state the requirements regarding protection against dampness and dust. The assembly shall then satisfy the requirements of the IEC 60068 series, or otherwise be in agreement between the manufacturer and the purchaser. For example, the equipment shall be protected against ingress of particulates whose diameter is greater than 1 mm. It shall also be splash proof so that liquids cannot cause interference with satisfactory operation.

### 10.6 Mechanical shock

#### 10.6.1 General

Portable and transportable assemblies may be susceptible to mechanical shock.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

### 10.6.2 Requirements

The assemblies shall be designed to withstand mechanical shock. The manufacturer shall specify the resistance of the assemblies against mechanical shock.

### 10.6.3 Test methods

The test methods for the mechanical types of shock are defined in IEC 60068-2-27.

### 10.7 External electromagnetic immunity and electrostatic discharge

### 10.7.1 General

Special precautions should be taken in the design of the equipment to ensure that external electromagnetic fields and/or electrostatic discharges do not cause the equipment to be unusable or to give incorrect indications. The equipment shall meet the severity level-3 of IEC 61000-4-2 (Electrostatic discharge immunity test), IEC 61000-4-3 (Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test), IEC 61000-4-4 (Electrical fast transient/burst immunity test), IEC 61000-4-5 (Surge immunity test) and IEC 61000-4-12 (Oscillatory waves immunity test).

### 10.7.2 Requirements

A warning to this effect shall be given by the manufacturer and this shall be stated in the instruction manual if the indication of an assembly may be influenced by the presence of external electromagnetic fields. The manufacturer shall state the ranges of frequencies, intensity of electromagnetic fields and levels of electrostatic discharge in which the assembly is influenced , together with the resulting variation of indication.

The changes in the background indication and the indication with a source shall be agreed upon between the manufacturer and the purchaser.

### 10.7.3 Test method

The methods of test shall be based on the IEC 61000 series. Particular care should be taken to detect any change in response at a particular frequency. The test and acceptance criteria shall be specified by the manufacturer and by agreement with the purchaser.

### 10.8 Electromagnetic emission

### 10.8.1 Requirements

If the monitor emits electromagnetic radiation the allowable level and nature shall be subject to an agreement between the manufacturer and the purchaser.

The electromagnetic emission shall not exceed the value specified by the manufacturer.

### 10.8.2 Test method

The method of test shall be based on IEC 61000-6-4.

Particular care shall be taken to detect any change in the emission at a particular frequency. The test and acceptance criteria shall be specified by the manufacturer and by agreement with the purchaser.

## 11 Type test report and certificate

At the request of the purchaser, the manufacturer shall present a report on the type tests carried out in accordance with the requirements of this standard.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

A certificate shall be provided with each system, yielding as a minimum the following general information and additional information specified in the relevant parts of the standard:

– manufacturer's name or registered trade mark;
– type and serial number of the monitor and assemblies;
– type of detector(s);
– effective range of measurement;
– background indication under standard test conditions;
– limits for each measuring range;
– scale graduation;
– response to specified test sources;
– response to ambient gamma radiation;
– maximum permissible cable length between units;
– nominal air flow rate (where applicable);
– description of data display;
– chemical form of tritium for which the equipment is designed;
– response as a function of the activity per unit volume;
– response to other forms of tritium (if the measurement is selective);
– response to radioactive gases other than tritium;
– response to external gamma radiation;
– nature, dimensions and effective area of the aerosol trapping filter;
– response time;
– susceptibility to gaseous retention;
– declaration of conformity with this standard (IEC 62303).

## 12 Operation and maintenance manual

Each assembly shall be supplied with an appropriate instruction manual in accordance with IEC 61187.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

**Table 1 – Reference conditions and standard test conditions for normal operation condition**

(Unless otherwise indicated by the manufacturer)

| Influence quantity | Reference conditions | Standard test conditions |
|---|---|---|
| Reference radioactive source for low concentrations | Air or gas labelled with the appropriate form of tritium | Air or gas labelled with appropriate form of tritium |
| Warm-up time: (whole equipment) | 30 min | ≥ 30 min |
| Ambient temperature | 20 °C | 18 °C to 22 °C |
| Relative humidity | 65 % | 50 % to 75 % |
| Atmospheric pressure [a] | 101,3 kPa | 70 kPa to 106 kPa |
| Power supply voltage [b] | Nominal supply voltage $U_N$ | $U_N$ ± 1 % |
| AC power supply frequency [b] | Nominal frequency | Nominal frequency ±1 % |
| AC power supply waveform | Sinusoidal | Sinusoidal with a total harmonic distortion less than 5 % |
| Gamma radiation background | Air kerma rate less than 0,20 µGy/h | Air kerma rate less than 0,25 µGy/h |
| Radon concentration | < 10 Bq/m³ | < 10 Bq/m³ |
| 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 |
| Radio frequency | Negligible | Less than the lowest value that causes interference |
| Sampling flow rate | Adjusted to nominal flow rate (defined by the manufacturer) | Adjusted to nominal flow rate ±5 % |
| Assembly controls | Set for normal operation | Set for normal operation |
| Contamination by radioactive materials | Negligible | Negligible |
| Contamination by chemical products | Negligible | Negligible |

[a] Where the detection technique might be particularly affected by variations in atmospheric pressure, the conditions shall be limited to ± 5 % of the reference pressure.

[b] DC power supply may be used and in such a case, no frequency is specified.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

**Table 2 – Tests performed under standard test conditions for normal operation condition**

| Characteristics under test | Requirements | Reference (subclause) |
|---|---|---|
| Reference response | In accordance with the manufacturer's specifications less than ± 15 % | 7.2 |
| Linearity | Less than ± 15 % for the whole effective range of measurement | 7.3 |
| Response time | In accordance with the manufacturer's specifications | 7.6 |
| Overload | To remain at full scale indication when exposed to an activity two times that which would give full scale deflection | 7.9 |
| Susceptibility to gaseous retention | Less than 1 % of the maximum resulting reading after exposure to a volumetric activity greater than 1 000 times the decision threshold | 9.2 |
| Repeatability | Coefficient of variation less than 15 % | 7.10 |
| Stability of indication | Less than 10 % of the full scale angular deflection over a period of 100 h on all ranges or less than 10 % of indication for digital display | 7.12 and 7.11 |
| Alarm trip range | Over the entire range of measurement | 8.1 |
| Alarm trip stability | Less than 5 % of set point level over a period of 100 h | 8.2 |

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

**Table 3 – Tests performed with variation of influence quantities for normal operation condition**

| Influence quantity | Range of values of influence quantity | Limits of variation of indication | Reference (subclause) |
|---|---|---|---|
| Response to other chemical forms of tritium | As for the chemical form of tritium for which the equipment is designed | In accordance with manufacturer's specifications but normally less than 15 % of the reading due to the same specific activity of the chemical form of tritium for which the assembly is designed | 7.4 |
| Response to radioactive gases other than tritium | In accordance with manufacturer's specifications | In accordance with manufacturer's specifications | 7.5 |
| External gamma radiation from $^{137}$Cs source in defined source/detector geometry | Air kerma rate of 10 µGy/h | In accordance with the manufacturer's specifications | 7.7 |
| External gamma radiation from $^{137}$Cs source in other source/detector geometries | Air kerma rate of 10 µGy/h | In accordance with the manufacturer's specifications | 7.7 |
| External gamma radiation from other sources in the defined source/ detector geometry | Air kerma rate of 10 µGy/h | Twice the value specified by the manufacturer for $^{137}$Cs source | 7.7 |
| Warm-up time | 30 min | ± 10 % | 8.4 |
| AC power supply voltage | 88 % $U_N$ to 110 % $U_N$ ($U_N$ = nominal supply voltage) | ± 10 % | 9.6 |
| AC power supply variation | 47 Hz to 51 Hz (57 Hz to 61 Hz in countries where the nominal frequency is 60 Hz) | ± 10 % | 8.5 |

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

**Table 3** *(continued)*

| Influence quantity | Range of values of influence quantity | Limits of variation of indication | Reference (subclause) |
|---|---|---|---|
| Ambient temperature | +10 °C to +35 °C (mid point: +22 °C)<br>–10 °C to +40 °C (mid point: +15 °C)<br>–25 °C to +50 °C (mid point +12 °C) | ± 10 %<br>± 20 %<br>± 50 % | 10.1 |
| Temperature shock | +20 °C to +40 °C and return to +20 °C and than to –10 °C | ± 10 % | 10.2 |
| Relative humidity | Up to 90 % at 35 °C | ± 10 % | 10.3 |
| Atmospheric pressure | As specified by the manufacturer | As specified by the manufacturer | 10.4 |
| Sealing | Defined by the manufacturer | Defined by the manufacturer | 10.5 |
| Mechanical shocks | Defined by the manufacturer | Defined by the manufacturer | 10.6 |
| Electromagnetic field of external origin and electrostatic discharge | By agreement between manufacturer and purchaser | By agreement between manufacturer and purchaser | 10.7 |
| Electromagnetic emission | By agreement between manufacturer and purchaser | By agreement between manufacturer and purchaser | 10.8 |

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

**Table 4 – Tests of air circuit**

(These tests are applicable only to assemblies whose response is dependent on flow rate)

| Influence quantity | Range of variation | Limits of variation | Reference (subclause) |
|---|---|---|---|
| Time | 1 h to 100 h | ± 10 % | 9.4 |
| Filter pressure drop | In accordance with the manufacturer's specifications | +0 % to –10 % | 9.5 |
| Power supply voltage | From 88 % $U_N$ to 110 % $U_N$ | ± 10 % | 9.6 |
| AC power supply frequency | From 47 Hz to 51 Hz<br>From 57 Hz to 61 Hz in countries where the nominal frequency is 60 Hz. | ± 10 % | 9.7 |

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

# Annex A
(informative)

# General information on conditions of operation

## A.1 Effluent monitoring

### A.1.1 General

The task of monitoring the radioactive effluents is quite different between normal plant operation condition and emergency plant condition. During normal plant operation condition the measurements shall document the conformity with discharge limits. During emergency conditions the measurements are necessary for the protection of the environment.

### A.1.2 Conditions of operation

#### A.1.2.1 Normal operational conditions

The purpose of radioactive effluent monitoring equipment designed for normal operation condition is, generally, to provide assurance that the effluent discharged from each establishment conforms to the authorized discharge limits. The monitors may also give early warning of plant malfunction. The measured values and all alarm signals shall be recorded continuously. This can be performed by the control assembly of the monitors or can be performed by the central plant radiation computer. If the measured values are recorded by the control assembly of the monitors, an additional indication of alarms shall be given by the central plant radiation computer.

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

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

Irrespective of whether the proposed effluent monitoring is intended to meet the requirements of the responsible authority or is mainly intended to provide control information to the purchaser, the main requirement is the capability to measure a defined level of discharge, characterized by its volumetric activity and the total effluent flow rate.

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

#### A.1.2.2 Emergency conditions

During emergency conditions, the purpose of radioactive effluent monitoring equipment is to supply the staff with input basic data to calculate the expected impact of the released activity on the environment. These data are the basis for the prediction of the expected necessary protection procedures for the environment and the people living in the vicinity of the nuclear facility.

The measured values of tritium monitors that are used to monitor the released activity during and after emergency conditions are necessary to predict the expected impact on the environment. This prediction is based on the measured activity and is also based on several

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

data for example meteorological data, temperature of the released air. For a realistic prediction of the expected impacts, the measured values of the emergency monitors shall be processed by special interpretation programs. These programs may be implemented in computerized electronics of the tritium monitors or may be implemented in stand alone emergency computer connected with the tritium monitors.

#### A.1.3 Collection of a representative sample

The effluent to be measured shall be sampled at a representative point in the discharging pipe, in order to measure the actual release, downstream from points of radioactivity injection and retention.

Nevertheless, when the required sensitivity would be too low for reasonable measurement and where the activity arises from one or more well defined sources it is advantageous to measure the effluent locally before further dilution with non-radioactive effluent. In this case, effluent from all sources of radioactive contamination shall be monitored either collectively or individually. In the case where retention devices exist downstream of the effluent sampling points, the indicated activity from the monitor will not be that of the actual release and the retention shall be evaluated after release to assess actual releases. It should not be assumed that the retention devices are effective prior to or during release.

The principles involved in obtaining a representative sample are not part of this standard but are covered in ISO 2889.

### A.2 Environment monitoring

#### A.2.1 Conditions of operation

##### A.2.1.1 Normal operational conditions

The primary purpose of radioactive environment monitoring equipment in normal conditions is, generally, to provide assurance that the impact of the released activity effluent discharged from each establishment conforms to the authorized discharge limits. The measured values are the basis for necessary protection procedures for the environment and the people living in the vicinity of the nuclear facility.

The indication of tritium monitors used for environmental monitoring under normal operation is caused by the natural background. The released activity is in most cases too low to cause a significant measured value. The measured values and all alarm signals shall be recorded continuously. This can be performed by the control assembly of the monitors or can be performed by the central plant radiation computer. If the measured values are recorded by the control assembly of the monitors, an additional indication of alarms shall be performed by the central plant radiation computer.

##### A.2.1.2 Emergency condition

During and after an accident, the environment monitoring equipment is the most important equipment. They inform about the impact of the released tritium on the environment and provide the basis for protection procedures for the people living in the impacted area.

The measured values of tritium monitors which are used to monitor the activity in the environment during and after emergency conditions are necessary to indicate the real impacts. For a realistic interpretation of the impacts the measured values shall be processed by special interpretation programs similar to the programs used for the interpretation of the released activity. These programs shall be implemented in the same emergency computer used for the calculation of the impacts of the released activities. To be sure that the monitors are in operation, a continuous transmission of the measured values and alarms to the plant computer is necessary.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

### A.2.2 Collection of a representative sample

The collected samples shall be representative of the air of the environment. The requirements for collecting and conditioning samples are similar to the requirements of effluent monitoring.

## A.3 Working place monitoring

### A.3.1 Conditions of operation

#### A.3.1.1 Normal operational conditions

The purpose of working place monitoring equipment is to provide assurance that the concentration of airborne tritium in the atmosphere of a working place conforms to the authorized limits.

One of the most important purposes of the workplace monitoring equipment for normal operation condition is to protect the staff from high exposure. Therefore, the display and the alarm indication facility of the monitors shall be continuously visible without leaving the workplace.

The other purpose of the monitors is to provide assurance that the concentration of airborne tritium in the atmosphere of a working place conforms to the authorized limits.

The measured values and all alarm signals shall be recorded continuously. This can be performed by the control assembly of the monitors or can be performed by a central plant radiation computer. In the case where the measured values are recorded by the control assembly of the monitors, an additional indication of alarms shall be given by the central plant radiation computer.

#### A.3.1.2 Emergency condition

Most monitors designed for equipment for normal operational conditions can also be used during and after emergency conditions. The design criteria are the same as described in 4.1. Where there are special conditions (e.g. special chemical condition or temperature) they shall be discussed and clarified between manufacturer and purchaser.

### A.3.2 Collection of a representative sample

The collected samples shall be representative of the air in the controlled workplace.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

# Annex B
(informative)

# Preparation of tritiated radioactive reference sources

## B.1 General

Numerous techniques are available for the preparation of the tritiated gaseous reference sources required for the performance of the tests in this standard.

This annex describes three practical techniques which, if correctly performed, will enable the tests to be carried out.

## B.2 Use of pressurized bottles of tritiated gas

### B.2.1 General

Where such calibrated pressurised gas cylinders are commercially available, direct use may be made of these for the tests described in 7.4.

These cylinders enable a known activity to be injected into the calibration loop to which the equipment under test is connected. The test arrangement is shown in Figure B.1.

### B.2.2 Method of operation

– Fill the known volume $V$ between the valves A and B, at a pressure $P$ above atmospheric pressure, with standardized tritiated gas from the cylinder.
– The gas volume $V$ is then injected into the calibration loop of total known volume $V_1 >> V$ comprising the equipment under test.
– These operations are repeated until the desired volumetric activity is obtained in the standardization loop under atmospheric pressure.

This technique is not applicable to assemblies comprising an absorbent medium intended for the trapping or selective concentration of the form of tritium used.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

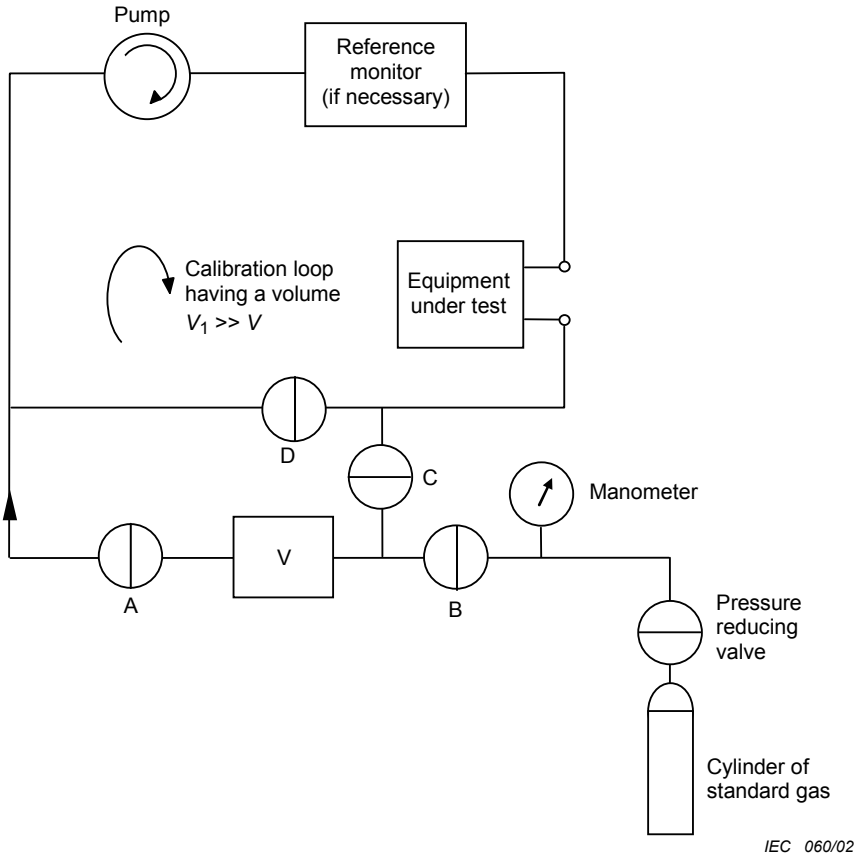



**Figure B.1 – Calibration loop**

## B.3 Use of tritium ampoules

### B.3.1 General

A known volumetric activity of tritiated air or gas may be obtained by breaking standard tritium ampoules in a known volume of air or gas.

### B.3.2 Method of operation

– Introduce the ampoule into the air circuit.

– Break the ampoule by rotating or shaking the cylinder.

Low-activity ampoules may be used to directly obtain the desired activities per unit of volume in different cylinders. Under these conditions, the tritiated air or gas in each cylinder is injected into the appliance under test at the rated flow rate, after reduction of the pressure.

To reduce consumption and the venting of tritium to the environment, the standardisation loop may, as far as possible, be fitted with a recirculation circuit. This precaution does not apply to assemblies comprising an absorbent medium intended for the trapping or selective concentration of tritium.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

## B.4 Production of tritiated water vapour by oxidation of tritium gas

### B.4.1 General

In order to test assemblies designed to measure tritiated water vapour, the appropriate form of tritium may be obtained by oxidation of tritium gas (HT) or tritiated methane ($CH_3T$) in a furnace.

### B.4.2 Method of operation

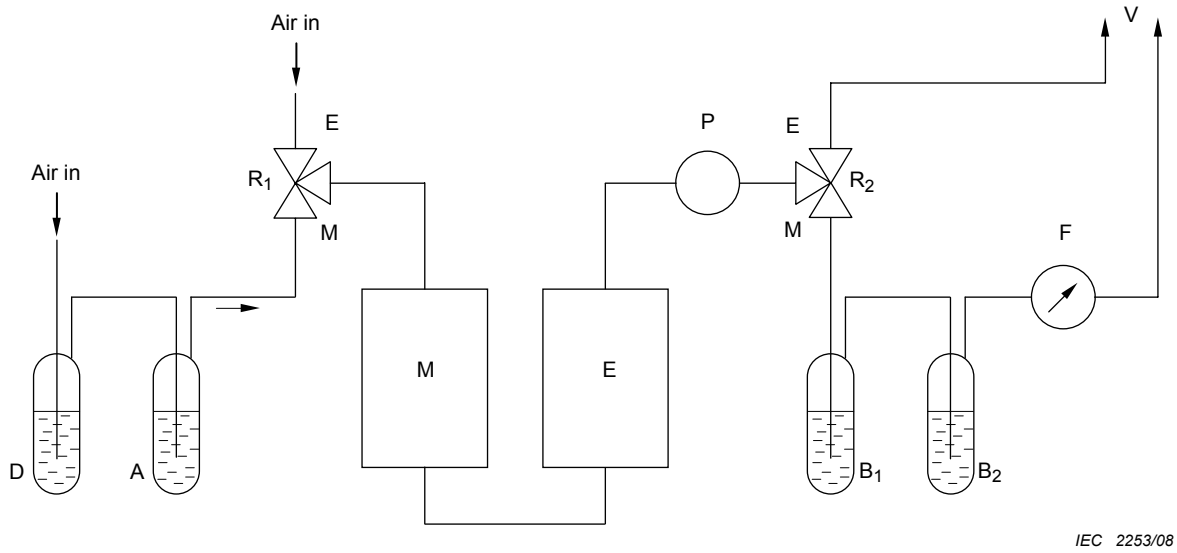
– Use a tritiated air or gas cylinder, obtained commercially or by the technique described in Clause B.2.

– Circulate the tritiated gas or air at the rated flow rate through a small electric furnace, heated to an appropriate temperature and containing an appropriate oxidising agent[1].

– The gas leaving the furnace may be brought to ambient temperature by using a sufficient length of non-absorbent piping between the furnace and the equipment under test.

## B.5 Production of tritiated water vapors by bubbling tritiated water

In order to test assemblies devoted to measure tritiated water vapours, it is properly to use a tritiated water in a calibration loop shown in Figure B.2.




**Key**

D desicator

A tritiated water bubbling ampoule

$R_1$,$R_2$ 3 way valves

M tritium control monitor

E equipment under test

P pump

F flowmeter

$B_1$,$B_2$ distillated water ampoules

V ventilation

**Figure B.2 – Calibration loop with tritiated water vapours**

1 Typical examples are: HT + CuO 400 °C;
HT + Hopcalite (CuO + MnO2) 200 °C;
HT + $O_2$ in air 110 °C Pd on alumina.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

The atmospheric air introduced through the desicator D and the tritiated water bubbling ampoule A (about 20 ml tritiated water, with a mass activity corresponding to the measured point) is circulated with the pump of the equipment under test or a sampling pump of the same or higher flow rate, as is shown in Figure B.2, with the valve $R_1$ in position M (measurement) and the valve $R_2$ in position E (evacuation) untill the initial air from the tritium control monitor and the equipment under test is fully replaced.

– By stopping the pump P, the valve $R_2$ passes into position M.

– By restarting the sampling pump P, simultaneously with the start of a chronometer, the tritiated air is circulated through the measuring circuit for a time interval $\Delta t$ (about 10 min). Then the valve $R_1$ and $R_2$ are both passed ($R_1$ first, then $R_2$) in position E for evacuation. If the next point of measurement is at a higher volumetric activity there is no need to clean the circuit with fresh air, only the tritiated water bubbling ampoule must be replaced.

– The activity retained in the distillate water ampoules $B_1$ and $B_2$ is measured with a Liquid Scintillation Counter (LSC) and the conventionally true volumetric activity value circulated through the equipment under test could be obtained from the formula :

$$A_{\mathrm{v}}^{t} = \frac{A_{\mathrm{LSC}}}{\frac{dV}{dt} \times \Delta t}$$

where

$A_{\mathrm{v}}^{t}$ conventionally true volumetric activity (Bq $m^{-3}$)

$\Delta t$ sampling time interval (min)

$\frac{dV}{dt}$ flow rate ($m^3\ min^{-1}$)

$A_{\mathrm{LSC}}$ total activity of both bubbling ampoules ($B_1$ and $B_2$)

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

# SOMMAIRE

AVANT-PROPOS ..... 50
1 Domaine d'application et objet ..... 52
2 Références normatives ..... 52
3 Termes et définitions ..... 54
4 Classement du matériel de surveillance du tritium ..... 57
4.1 Considérations générales de conception ..... 58
4.2 Méthodes de détection ..... 58
4.3 Facilité de décontamination ..... 58
4.4 Considérations pour les mélanges explosifs ..... 58
4.5 Résistance à la corrosion ..... 58
4.6 Fiabilité ..... 58
4.7 Capacités d'essais fonctionnels ..... 59
4.8 Equipements de réglage et de maintenance ..... 59
4.9 Niveau de bruit acoustique de l'ensemble ..... 59
4.10 Interférences électromagnétiques ..... 59
4.11 Chocs mécaniques ..... 59
4.12 Caractéristiques de mesure ..... 59
4.13 Etendue de mesure ..... 60
5 Composants du matériel ..... 60
5.1 Généralités ..... 60
5.2 Ensemble de prélèvement ..... 60
5.3 Ensemble de détection ..... 62
5.4 Ensemble de contrôle-commande ..... 63
5.5 Ensembles d'indication ..... 63
5.6 Ensemble d'alarme ..... 63
5.7 Source de contrôle ..... 64
5.8 Ensembles de blindage contre le rayonnement de l'environnement ou de compensation ..... 65
5.9 Batteries ..... 65
6 Conditions d'essai ..... 65
6.1 Procédures générales d'essai ..... 65
6.2 Essais réalisés dans des conditions normalisées d'essai pour des conditions normales de fonctionnement ..... 65
6.3 Essais effectués avec des variations de grandeurs d'influence ..... 65
6.4 Essais réalisés dans des conditions d'essai pour les conditions d'urgence ..... 66
6.5 Types de sources ..... 66
6.6 Système de confirmation métrologique pendant les essais ..... 66
7 Essais de détection de rayonnement ..... 67
7.1 Généralités ..... 67
7.2 Réponse de référence ..... 67
7.3 Linéarité ..... 67
7.4 Réponse aux autres formes chimiques du tritium ..... 68
7.5 Réponse aux gaz radioactifs autres que le tritium ..... 68
7.6 Temps de réponse ..... 68
7.7 Réponse au rayonnement gamma ambiant ..... 69
7.8 Réponse aux rayonnements neutron ..... 70

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

7.9 Essai de surcharge ..... 70
7.10 Reproductibilité ..... 71
7.11 Stabilité de l'indication du bruit de fond ..... 71
7.12 Reproductibilité de l'indication ..... 71
8 Essais électriques et mécaniques ..... 72
8.1 Etendue du déclenchement de l'alarme ..... 72
8.2 Stabilité du déclenchement de l'alarme ..... 72
8.3 Alarmes de défaut du matériel ..... 72
8.4 Temps de chauffage – Ensemble de détection et de mesure ..... 73
8.5 Variation de l'alimentation électrique ..... 73
8.6 Essai pour les batteries ..... 74
8.7 Effets des transitoires de la tension d'alimentation ..... 74
9 Essais de l'aptitude à la fonction du circuit d'air ..... 75
9.1 Généralités ..... 75
9.2 Susceptibilité à la rétention de gaz ..... 75
9.3 Précision de la mesure du volume et du débit ..... 76
9.4 Stabilité du débit ..... 76
9.5 Effet de la perte de charge du filtre ..... 77
9.6 Effet de la puissance d'alimentation sur le débit ..... 77
9.7 Effet de la fréquence de l'alimentation électrique sur le débit ..... 77
10 Essais d'aptitude environnementale ..... 78
10.1 Température ambiante ..... 78
10.2 Choc thermique ..... 78
10.3 Humidité relative ..... 79
10.4 Pression atmosphérique ..... 79
10.5 Etanchéité ..... 80
10.6 Chocs mécaniques ..... 80
10.7 Immunité électromagnétique externe et décharge électrostatique ..... 80
10.8 Emission électromagnétique ..... 81
11 Rapport d'essais de type et certificat ..... 81
12 Manuel d'utilisation et de maintenance ..... 82
Annexe A (informative) Informations générales sur les conditions de fonctionnement ..... 88
Annexe B (informative) Préparation des sources de référence radioactives tritiées ..... 91

Figure B.1 – Boucle d'étalonnage ..... 92
Figure B.2 – Boucle d'étalonnage avec des vapeurs d'eau tritiée ..... 93

Tableau 1 – Conditions de référence et conditions d'essai normalisées pour les conditions normale d'utilisation ..... 83
Tableau 2 – Essais réalisés dans des conditions normalisées d'essai pour des conditions normales de fonctionnement ..... 84
Tableau 3 – Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence pour des conditions normales d'utilisation ..... 85
Tableau 4 – Essais du circuit d'air ..... 87

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

# INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION – MATÉRIEL POUR LA SURVEILLANCE DU TRITIUM ATMOSPHÉRIQUE

## AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). 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 concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme Internationale CEI 62303 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 annule et remplace la première édition de la CEI 60710, parue en 1981.

La présente norme complète directement la CEI 60761-1 (2002) et la CEI 60761-5 (2002).

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| FDIS | Rapport de vote |
|---|---|
| 45B/593/FDIS | 45B/599/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.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "http://webstore.iec.ch" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

# INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION – MATÉRIEL POUR LA SURVEILLANCE DU TRITIUM ATMOSPHÉRIQUE

## 1 Domaine d'application et objet

La présente Norme Internationale est applicable au matériel utilisé pour les mesures par prélèvement ou en continu du tritium sur les lieux de travail, dans les effluents gazeux rejetés dans l'environnement et dans l'environnement lui-même, et elle est applicable aux matériels installés, portables et transportables.

L'objet de la présente Norme Internationale est d'établir des exigences générales impératives et de présenter des exemples de méthodes acceptables et de matériels de surveillance en continu ou par prélèvement du tritium atmosphérique. La norme actuelle CEI 60761-5 qui est complétée par la présente norme est applicable au matériel pour le prélèvement et la surveillance du tritium uniquement dans les effluents gazeux, tandis que la présente norme étend la couverture à la surveillance de tous les emplacements possibles où le tritium peut présenter un risque radiologique. Le matériel est conçu pour fonctionner dans des conditions normales de fonctionnement et dans des conditions d'urgence (pendant l'accident et après l'accident). Selon les conditions et la nature de l'urgence, il peut être nécessaire d'installer un matériel spécifiquement conçu pour des conditions normales de fonctionnement et un autre spécifiquement conçu pour les conditions d'urgence.

La présente Norme Internationale est applicable aux systèmes de prélèvement de tritium et aux moniteurs de tritium, conçus pour remplir les fonctions suivantes:

– la mesure de l'activité volumétrique du tritium et sa variation avec le temps sur un lieu de travail, dans des effluents gazeux au point de rejet et dans l'environnement;
– le déclenchement d'une alarme lorsqu'une activité volumétrique ou une concentration ou une activité totale rejetée de tritium préalablement fixée, est dépassée;
– la détermination de l'activité totale du tritium rejeté sur une durée donnée;
– le prélèvement et l'analyse de l'air ou du gaz contenant du tritium.

La présente norme spécifie les caractéristiques générales, les procédures générales d'essai, les caractéristiques mécaniques, électriques et électroniques, radiologiques, de sécurité et environnementales et les identifications et certifications propres aux matériels. Si ce matériel fait partie d'un système centralisé de surveillance en continu des rayonnements dans un site nucléaire, il peut y avoir des exigences complémentaires appartenant à d'autres normes en relation avec ces systèmes.

## 2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60050-393:2003, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 393: Instrumentation nucléaire – Phénomènes physiques et concepts de base*

CEI 60050-394:2007, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 394: Instrumentation nucléaire – Instruments, systèmes, équipements et détecteurs*

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

CEI 60068 (toutes les parties), *Essais d'environnement*

CEI 60068-2-27, *Essais d'environnement – Partie 2-27: Essais – Essai Ea et guide: Chocs (Publication fondamentale de sécurité)*

CEI 60068-2-38, *Essais d'environnement – Partie 2-38: Essais – Essai Z/AD: Essai cyclique composite de température et d'humidité*

CEI 60761-1, *Equipements de surveillance en continu de la radioactivité dans les effluents gazeux – Partie 1: Exigences générales*

CEI 60761-5, *Equipements de surveillance en continu de la radioactivité dans les effluents gazeux – Partie 5: Exigences particulières aux moniteurs de tritium*

CEI 61000 (toutes les parties), *Compatibilité électromagnétique (CEM)*

CEI 61000-4-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques*

CEI 61000-4-3, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*

CEI 61000-4-4, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves*

CEI 61000-4-5, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de choc*

CEI 61000-4-11, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-11: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension*

CEI 61000-4-12, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-12: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité à l'onde sinusoïdale amortie*

CEI 61000-6-4, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-4: Normes génériques – Norme sur l'émission pour les environnements industriels*

CEI 61000-6-6, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-6: Normes génériques – Immunité contre l'IEMN-HA pour les appareils situés à l'intérieur des bâtiments*

CEI 61187:1993, *Équipement de mesures électriques et électroniques – Documentation*

ISO 2889, *Principes généraux pour le prélèvement des matières radioactives contenues dans l'air*

ISO 10012:2003, *Systèmes de management de la mesure – Exigences pour les processus et les équipements de mesure*

*Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM),* ISO, 1995

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions relatifs à la détection et à la mesure des rayonnements ionisants et à l'instrumentation nucléaire donnés dans la CEI 60050-393 et la CEI 60050-394, ainsi que les suivants s'appliquent.

**3.1**
**conditions accidentelles**
conditions s'écartant significativement du fonctionnement normal, qui sont supposées peu fréquentes et qui peuvent conduire à un rejet de quantités inacceptables de matières radioactives si les dispositions d'ingénierie de sécurité pertinentes ne fonctionnent pas comme il est prévu par leur conception

**3.2**
**ensemble d'alarme**
dispositif ou combinaison de dispositifs dont la sortie délivre une alarme sonore ou visuelle quand un seuil d'alarme a été dépassé ou lorsqu'un dysfonctionnement a été détecté

**3.3**
**événement dont l'éventualité en fonctionnement est prévue**
tout processus fonctionnel s'écartant du fonctionnement normal et dont il est prévu qu'il se produise au moins une fois pendant la durée de l'exploitation fonctionnelle d'une centrale nucléaire, mais qui, du fait des dispositions appropriées prises lors de la conception, ne peut pas provoquer de dommages significatifs aux entités importantes pour la sécurité ni conduire à des conditions accidentelles

**3.4**
**coefficient de variation**
rapport $V$ de l'écart-type $s$ à la moyenne arithmétique $\bar{x}$ d'une série de $n$ mesures $x_i$, donné par la formule suivante:

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

**3.5**
**ensemble de contrôle-commande**
ensemble utilisé pour traiter la donnée de sortie de l'ensemble de détection et pour fournir des indications et l'alimentation électrique à tout le système

**3.6**
**activité conventionnellement vraie**
la meilleure estimation de l'activité d'une source radioactive

NOTE Les activités conventionnellement vraies sont, en général, considérées comme suffisamment proches de la valeur vraie pour que la différence soit négligeable pour une application donnée. Par exemple, une valeur et son incertitude déterminée à partir d'un étalon primaire ou secondaire, ou par un instrument de référence qui a été étalonné par rapport à un étalon primaire ou secondaire, peut être pris pour la valeur conventionnellement vraie.

**3.7**
**facteur d'élargissement**
facteur numérique ($k$) utilisé comme multiplicateur de l'incertitude-type composée pour obtenir l'incertitude élargie (GUM)

**3.8**
**grandeur de décision**
variable aléatoire utilisée pour déterminer si un effet physique à mesurer est présent ou non

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

**3.9**
**seuil de décision**
valeur fixe de la grandeur de décision qui permet pour chaque mesure de prendre une décision avec une probabilité d'erreur, sur le fait que la mesure enregistrée comporte ou non une contribution de l'effet physique

NOTE Il convient que l'essai statistique soit conçu de sorte que la probabilité de rejeter à tort l'hypothèse (erreur de premier type) est égale à une valeur $\alpha$ déterminée. Pour la présente norme, $\alpha$ est égal à 5 %.

**3.10**
**accident relevant de la conception**
conditions accidentelles pour lesquelles une centrale nucléaire est conçue conformément à des critères de conception établis, et pour lesquelles les dommages au combustible et le dégagement de matière radioactive sont maintenus dans les limites autorisées

**3.11**
**limite de détection**
valeur minimale du mesurande qui peut être détectée par la méthode de mesure

NOTE La limite de détection est la plus petite valeur vraie de la mesurande qui peut être associée à l'essai statistique et à ses hypothèses (voir seuil de décision) par les caractéristiques suivantes: si en réalité la valeur vraie est égale ou supérieure à la limite de détection, la probabilité de ne pas rejeter, à tort l'hypothèse (erreur de second type) sera au moins égale à une valeur donnée, $\beta$. Pour la présente norme, ß est égal à 5 %.

**3.12**
**domaine dynamique**
rapport du signal de l'indication maximale mesurable sur le signal du seuil de décision pour cette grandeur

**3.13**
**domaine de mesure**
domaine de mesure de la grandeur radioactive à mesurer dans lequel l'aptitude à la fonction d'un matériel ou d'un ensemble répond aux exigences de ses spécifications

**3.14**
**erreur sur l'indication**
différence entre la valeur indiquée $v$ d'une activité et la valeur conventionnellement vraie $v_c$ de l'activité étudiée au point de mesure

$$\Delta v = v - v_c$$

où

$v$ est la valeur de l'activité indiquée par le matériel ou l'ensemble en essai;

$v_c$ est la valeur conventionnellement vraie de cette grandeur.

**3.15**
**constructeur**
le terme « constructeur » inclut le concepteur et le vendeur du matériel

**3.16**
**matériel de mesure**
cet ensemble est constitué d'unités fonctionnelles conçues pour mesurer des grandeurs en liaison avec les rayonnements ionisants (activité, activité volumétrique, etc.)

**3.17**
**incertitude de mesure**
paramètre, associé au résultat de mesure, qui caractérise la dispersion des valeurs qui peuvent être raisonnablement attribuées au mesurande. Il convient que tout résultat de

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

mesure soit donné avec l'incertitude associée calculée en suivant une des méthodes recommandées par le GUM

**3.18**
**fonctionnement normal**
fonctionnement d'un site nucléaire dans les limites et conditions spécifiées

**3.19**
**client**
le terme « client » inclut l'utilisateur de l'équipement

**3.20**
**ensemble de détection de rayonnement**
dispositif ou ensemble de dispositif capable de réaliser des mesures de rayonnement

NOTE 1 Ce signal donne une information sur les propriétés physiques du rayonnement.

NOTE 2 Un ou plusieurs sous-ensembles peuvent être inclus dans la même unité.

**3.21**
**réponse de référence**
réponse du matériel, dans des conditions normales d'essai, à une activité volumétrique. Cette réponse de référence est exprimée par la relation:

$$R_{\text{ref}} = \frac{V}{V_{\text{c}}}$$

où

$\nu$ est la valeur de l'activité volumétrique indiquée par le matériel ou l'ensemble en essai; et

$\nu_{\text{c}}$ est la valeur conventionnellement vraie de l'activité volumétrique.

NOTE La valeur du bruit de fond peut être prise en compte automatiquement par un algorithme inclus dans le système de mesure.

**3.22**
**erreur relative**
erreur de la valeur mesurée divisée par la valeur vraie du mesurande

NOTE Une valeur vraie ne pouvant être mesurée, on utilise en pratique la valeur conventionnellement vraie.

**3.23**
**temps de réponse (d'un ensemble de mesure)**
temps nécessaire après une variation brusque de la grandeur à mesurer pour que la variation du signal de sortie atteigne pour la première fois un pourcentage donné, en général 90 %, de sa valeur finale

NOTE Dans la présente norme, on utilise 90 %.

**3.24**
**capacité de rétention**
quantité maximale d'une substance définie qui peut être retenue à l'équilibre dans le milieu considéré

**3.25**
**ensemble de prélèvement**
ensemble de composants utilisé pour collecter un échantillon représentatif

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

**3.26**
**efficacité de la collecte**
pour une grandeur donnée d'une matière radioactive, rapport de l'activité collectée sur l'activité, sur un intervalle de temps donné

**3.27**
**sensibilité**
pour une grandeur donnée de matière radioactive, rapport de la variation de la variable observée sur la variation correspondant de la grandeur mesurée

**3.28**
**accident grave**
conditions accidentelles plus graves que les accidents relevant de la conception, impliquant une dégradation significative du coeur

**3.29**
**tritium**
sauf avis contraire, « tritium » couvre dans la présente norme, le tritium sous les formes gazeuses ou de vapeurs, qu'elles soient combinées ou non

**3.30**
**moniteur de tritium**
matériel conçu pour la surveillance du tritium en suspension dans un effluent gazeux rejeté dans l'environnement, présent dans l'environnement et/ou dans l'atmosphère d'un lieu de travail

**3.31**
**ensemble de prélèvement de tritium**
matériel conçu pour collecter un prélèvement de tritium sous toute forme, pour des analyses

**3.32**
**activité volumétrique**
quotient de l'activité par le volume total du prélèvement

NOTE 1 Pour un gaz, il est nécessaire d'indiquer les conditions de température et de pression sous lesquelles l'activité volumétrique, exprimée en becquerels par mètre cube, est mesurée, par exemple température et pression normales.

NOTE 2 Cette grandeur est exprimée en becquerels par mètre cube ($Bq/m^3$).

## 4 Classement du matériel de surveillance du tritium

Il existe plusieurs conceptions possibles pour les moniteurs de tritium répondant aux besoins spécifiques de l'utilisateur. La présente norme classe les moniteurs de tritium à partir des exigences de fonctionnement et d'utilisation suivantes:

- Sélectivité pour les différentes formes chimiques du tritium:
  - les moniteurs de tritium *non sélectifs* répondent à toutes les formes gazeuses ou de vapeurs de tritium;
  - les moniteurs de tritium *sélectifs* sont conçus pour détecter une forme chimique spécifique du tritium atmosphérique, par exemple une vapeur d'eau tritiée.
- Méthode de prélèvement et d'analyse:
  - méthodes *en continu* pour lesquelles l'air est aspiré dans un dispositif de mesure avec une détection simultanée;
  - méthodes *discontinues (séquentielles)* pour lesquelles le tritium est collecté sur un absorbant ou piège pour permettre sa detection.
- Le domaine de mesure:

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

  - les moniteurs de tritium de *domaines bas* incluent ceux qui peuvent être utilisés pour mesurer une activité volumétrique inférieure à 10 MBq/$m^3$;
  - les moniteurs de tritium de *domaines hauts* incluent ceux qui peuvent être utilisés pour mesurer une activité volumétrique supérieure à 10 MBq/$m^3$.
- Les conditions de travail:
  - les conditions normales de fonctionnement;
  - les situations d'urgence.
- L'interface système:
  - lecture locale et alarme uniquement;
  - interfacé avec un système centralisé pour initier des alarmes ou indiquer des pannes de fonctionnement en plus des indications de lectures et d'alarmes locales.
- Type d'installation et/ou source d'alimentation
  - les moniteurs de tritium *installés* ou *transportables* fonctionnent le plus souvent en utilisant une alimentation du réseau électrique et peuvent aussi posséder une batterie de secours. Les moniteurs installés possèdent généralement des sorties qui interfacent le moniteur avec un système centralisé de surveillance des rayonnements;
  - les moniteurs *portables* utilisent en premier lieu des batteries et sont généralement portés pour être utilisés de place en place. Ils peuvent aussi utiliser l'alimentation du réseau électrique par l'intermédiaire d'un transformateur interne ou externe et ils peuvent aussi être interfacés avec un système centralisé.

### 4.1 Considérations générales de conception

### 4.2 Méthodes de détection

La présente norme ne spécifie pas quel(s) type(s) de détecteurs de rayonnement peuvent être utilisé(s) pour atteindre le but requis.

### 4.3 Facilité de décontamination

Les surfaces qui sont conçues pour être en contact avec la radioactivité, telles que les ensembles de prélèvement et de détection, doivent être conçues et construites de telle sorte que l'accumulation de contaminations est réduite et elles doivent être conçues pour faciliter la décontamination ou pour faciliter le remplacement de composants.

### 4.4 Considérations pour les mélanges explosifs

Dans certaines circonstances, l'échantillon de gaz mesuré peut contenir un mélange de gaz explosif. Quand un mélange explosif peut exister, l'ensemble doit être conçu pour empêcher l'inflammation de l'échantillon.

### 4.5 Résistance à la corrosion

Des conceptions spécifiques du système doivent être requises pour protéger les ensembles de prélèvement et de mesure des échantillons de gaz qui contiennent des substances nocives et/ou corrosives.

### 4.6 Fiabilité

Tout matériel doit être conçu pour fournir une aptitude à la fonction fiable en maintenant les défaillances non révélées à un niveau aussi faible que possible.

Il convient que le constructeur fournisse une documentation sur la durée de vie opérationnelle prévue pour les composants critiques, tels que les pompes à air, les détecteurs, les débitmètres, les batteries, etc.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Le constructeur doit spécifier la fréquence de la maintenance courante et décrire complètement chaque procédure de maintenance. Il convient que les exigences de maintenance soient maintenues à un niveau aussi faible que possible.

### 4.7 Capacités d'essais fonctionnels

Il convient que le client ait à sa disposition tous les moyens pour effectuer des contrôles périodiques du fonctionnement correct de l'ensemble, y compris l'étalonnage et la vérification de la linéarité de la réponse. Il est recommandé que ces équipements soient normalement installés de telle sorte qu'ils permettent les contrôles des ensembles de contrôle-commande et de mesure.

Il doit être possible de contrôler l'étalonnage de l'ensemble en deux points représentatifs du domaine de mesure.

Ce contrôle doit être effectué en utilisant une ou plusieurs sources radioactives appropriées, si nécessaire. La linéarité de la réponse du système peut être contrôlée électroniquement.

### 4.8 Equipements de réglage et de maintenance

Tout matériel électronique doit être fourni avec un nombre suffisant de points de test identifiés et aisément accessibles pour faciliter le réglage et la localisation des pannes. Tous les outils de maintenance spéciaux et un manuel de maintenance doivent être fournis.

La conception de tout matériel doit être telle qu'elle facilite la réparation et la maintenance.

Il convient que des fonctions d'autodiagnostic soient disponibles sur un écran.

### 4.9 Niveau de bruit acoustique de l'ensemble

Le niveau de bruit acoustique de l'ensemble provient principalement de l'ensemble de prélèvement et plus particulièrement du fonctionnement du système de tuyauterie des fluides et de ses vibrations.

Le constructeur doit sélectionner les composants et concevoir l'ensemble de telle sorte que le niveau de bruit soit réduit et adapté au type d'environnement auquel l'ensemble est destiné.

### 4.10 Interférences électromagnétiques

Toutes les précautions nécessaires doivent être prises contre les effets des interférences électromagnétiques reçues ou émises par le matériel.

Le niveau 3 de sévérité pour l'immunité doit être appliqué (série CEI 61000).

Le constructeur doit spécifier l'émission électromagnétique du matériel. Les limites d'émission pour les matériels couverts par la présente norme sont données au Tableau 1 de la CEI 61000-6-6.

### 4.11 Chocs mécaniques

Il convient que le moniteur soit conçu de sorte que les effets des chocs mécaniques soient réduits.

### 4.12 Caractéristiques de mesure

Il convient que le matériel électronique indique l'activité mesurée en $Bq/m^3$. D'autres méthodes d'indication peuvent être utilisées par accord entre le constructeur et le client.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Le constructeur doit indiquer le seuil de décision et le domaine effectif de mesure du matériel. Ces caractéristiques doivent être données en tenant compte du niveau de référence de l'environnement (0,2 μGy/h) et de l'activité volumétrique de référence du radon.

### 4.13 Etendue de mesure

Le domaine effectif de mesure doit être approprié à l'application particulière. La concentration détectable la plus faible par le moniteur de tritium pour les situations d'urgence doit recouvrir au moins la décade supérieure du moniteur de tritium conçu pour les conditions normales de fonctionnement.

La concentration détectable la plus élevée doit être au moins 0,5 décade au-dessus de la concentration prévue dans les situations d'urgence.

Les valeurs de concentration la plus faible et la plus élevée à surveiller doivent faire l'objet d'un accord entre le client et le constructeur.

## 5 Composants du matériel

### 5.1 Généralités

Le matériel comprend plusieurs composants. Les principaux composants et leurs fonctions sont listés et décrits dans les paragraphes suivants.

### 5.2 Ensemble de prélèvement

#### 5.2.1 Généralités

L'ensemble de prélèvement inclut essentiellement un ou plusieurs des ensembles et unités fonctionnelles suivants:

– conduits de prélèvement et d'échappement;
– installation pour réaliser des prélèvements pour des analyses en laboratoire et pour les essais d'étalonnage avec le tritium;
– ensemble mélangeant le gaz étudié et l'air (pour les compteurs proportionnels);
– ensemble mélangeant le liquide étudié et l'air (pour les compteurs de liquide à scintillation);
– la chambre de mesure et/ou la cellule de prélèvement;
– l'ensemble de protection contre le rayonnement gamma ambiant, l'ensemble de compensation ou le blindage adéquat;
– dispositif de rétention de particules volantes, si approprié;
– pompe à air individuelle ou système de pompage centralisé;
– ensemble de contrôle-commande et/ou de surveillance du débit d'air, si approprié;
– ensemble de contrôle-commande et/ou de surveillance de la pression, si approprié;
– ensemble de contrôle-commande et/ou de surveillance de l'humidité, si approprié;
– ensemble de contrôle-commande et/ou de surveillance de la température, si approprié et
– batteries, si approprié.

#### 5.2.2 Conduits de prélèvement et d'échappement

Les caractéristiques suivantes doivent être considérées et agréées entre le constructeur et le client:

– la nature des matériaux de construction, en portant l'attention sur la corrosion chimique, l'adsorption surfacique, les effets de mémoire, etc.;

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

– la distance minimale entre l'entrée et la sortie pour éviter les recirculations;
– la prévention de la condensation dans le conduit de prélèvement par le contrôle de la température et/ou de la pression;
– l'impact du débit ou de la perte de pression sur la mesure;
– le temps de retard du détecteur (débit, diamètre du conduit, longueur des conduits de prélèvement);
– la facilité de décontamination.

### 5.2.3 Filtre d'entrée

Un filtre doit être placé dans le porte-filtre à l'entrée du circuit de prélèvement pour retirer toutes les poussières et aérosol de l'air. Afin de préserver les fonctions spécifiées pour le matériel, ce filtre ne doit ni piéger ni retenir même provisoirement le tritium. Pour assurer que l'entrée du filtre ne retient pas de tritium ou pour observer la rétention du tritium par le calcul de l'activité du tritium, le support de filtre doit être amovible sans qu'il puisse y avoir perte de matériau radioactif adhérant au filtre.

Tous les ensembles nécessaires doivent être tels que la perte de pression dans le filtre reste sous contrôle. Il convient que le système soit conçu avec un dispositif d'alarme indiquant une perte de pression significative pouvant résulter d'un filtre défectueux. Le changement d'un filtre doit être aisément possible.

### 5.2.4 Milieu de collecte

Si l'ensemble de détection comporte un milieu de collecte destiné à collecter une forme chimique spécifique du tritium ou pour concentrer la radioactivité, ses caractéristiques - efficacité, capacité de rétention et constante de temps de retard – doivent être connues pour le tritium.

Le constructeur doit spécifier comment l'efficacité de la collecte et l'aptitude à la collecte sont influencées par la forme chimique du tritium, le débit de prélèvement, la concentration de tritium, les conditions atmosphériques et la présence de produits chimiques et autres gaz dans l'air prélevé. Le constructeur doit indiquer comment un client peut reconnaître que l'efficacité de la collecte ou l'aptitude à la collecte sont altérées au point de devenir inacceptables. Le constructeur doit spécifier les conditions de stockage du milieu de collecte.

### 5.2.5 Pompe à air

Quand une pompe fait partie intégrante d'un ensemble quel qu'il soit, les exigences suivantes doivent être tenues:

– la pompe doit être placée sous l'ensemble de détection, sauf si la mesure est faite par collecte du tritium dans une chambre sous pression;
– la conception doit rendre aisé l'accès à la pompe et aux pièces remplaçables;
– le débit nominal doit être établi par le constructeur;
– le modèle de pompe et ses pièces de rechange doivent être spécifiés;
– la pompe et ces pièces remplaçables doivent être aisément remplaçables;
– la pompe doit permettre un débit total d'air adapté à la méthode de mesure;
– quand la technique de mesure de l'activité volumétrique est sensible à la pression, des précautions doivent être prises pour assurer que la pression dans le volume mesuré est affectée le moins possible par la variation de la perte de charge dans le filtre d'entrée;
– des précautions doivent être prises pour empêcher des fuites de gaz radioactifs vers les zones où il y a du personnel;
– les pompes d'un système de surveillance et les unités de prélèvement conçues pour fonctionner pendant et après un accident doivent être particulièrement serrées. Le taux de fuite acceptable dépend des conditions accidentelles. Le taux de fuite d'une pompe d'un

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

ensemble de mesure conçu pour fonctionner pendant et après un accident relevant de la conception ou un accident grave et les conditions de fonctionnement des moniteurs doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et le client;

– la pompe doit être capable de fonctionner en continu entre les opérations de maintenance programmées. La fréquence des opérations de maintenance doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et le client, mais elle ne doit pas être inférieure à six mois. La conception doit rendre aisé l'accès à la pompe et à ses pièces remplaçables.

#### 5.2.6 Contrôle-commande et mesure des débits

##### 5.2.6.1 Contrôle-commande de débit

Si la technique de mesure est influencée par le débit, un ensemble de contrôle-commande de débit doit être fourni pour permettre une étendue de réglage de débit suffisante pour s'accommoder des variations des caractéristiques intrinsèques de la pompe à air et de tout filtre utilisé.

##### 5.2.6.2 Mesure de débit

Si la mesure est influencée par le débit, un dispositif de mesure du débit doit être fourni. Le débit du prélèvement doit être exprimé en unités SI. La pression et la température auxquelles le débitmètre est étalonné et pour lesquelles le débit est exprimé doivent être données. Les corrections appropriées doivent faites pour les conditions réelles de l'air ambiant.

##### 5.2.6.3 Contrôle-commande de pression

Si la technique de mesure est sensible à la pression (par exemple une chambre à ionisation), un ensemble de contrôle-commande de pression avec alarmes doit être fourni pour avertir de toute variation excessive de pression.

##### 5.2.6.4 Mesure de pression

Si la technique de mesure est sensible à la pression, un ensemble de mesure de pression avec alarmes doit être fourni pour avertir de toute variation excessive de pression. La pression doit être exprimée en unités SI. L'ensemble de mesure de pression doit être étalonné dans des conditions normalisées. Les corrections appropriées doivent être faites pour les conditions réelles de l'air ambiant.

##### 5.2.6.5 Mesure volumétrique

Les unités de prélèvement doivent être équipées de dispositifs de mesure du volume total. La mesure de volume doit être exprimée en unités SI.

### 5.3 Ensemble de détection

#### 5.3.1 Protection contre la condensation

Les détecteurs qui peuvent être influencés par l'humidité (par exemple les chambres à ionisation) doivent être protégés contre la condensation. Cette protection peut être apportée par:

– le chauffage du flux gazeux et du détecteur lui-même, ou

– le refroidissement du flux gazeux suivi de son réchauffage pour réduire l'humidité relative. Le condensat dans le refroidisseur doit être collecté dans un réservoir local. Ceci n'exigera pas de recharge plus fréquente qu'une fois tous les 8 jours. Un indicateur de niveau de liquide doit être fourni et être équipé d'une alarme pour le niveau maximal du réservoir. Le condensat pouvant contenir du tritium, il doit être surveillé pour déterminer la concentration de tritium du flux de gaz surveillé.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

L'influence du chauffage ou du refroidissement du flux gazeux sur la mesure volumétrique doit être strictement observée. Les effets du passage du gaz dans un piège à eau doivent être pris en compte.

#### 5.3.2 Détecteur de rayonnement

Le constructeur doit spécifier les caractéristiques du détecteur, y compris le type de détecteurs, les dimensions du détecteur et les volumes de la chambre de prélèvement et des lignes de prélèvement.

#### 5.3.3 Détection de compensation

Un détecteur supplémentaire peut être utilisé par le constructeur pour compenser le rayonnement gamma de l'environnement et/ou l'activité du radon ou de ses descendants dans l'échantillon de gaz. Le constructeur peut aussi fournir un système de détection dans lequel les descendants du radon sont éliminés.

### 5.4 Ensemble de contrôle-commande

Les ensembles de contrôle-commande et de mesure comportent essentiellement les parties suivantes:

– commande électrique et alimentation,
– ensembles électroniques de mesure,
– unité d'affichage des mesures,
– le ou les détecteurs de rayonnement.

L'ensemble peut être associé à un panneau d'affichage d'un système centralisé de surveillance de rayonnement.

### 5.5 Ensembles d'indication

En plus de l'affichage visuel de la valeur mesurée, il convient que des indications fonctionnelles soient fournies comme ci-dessous:

– système en position « marche »;
– pompe à air en marche, si approprié;
– alimentation haute tension du détecteur en position « marche »;
– unité de chauffage du détecteur en position « marche », si appropriée;
– ensemble de refroidissement en position « marche » si approprié; et
– niveau dans le réservoir de milieu de collecte, si approprié.

Les unités de contrôle-commande de pression, de mesure de pression, de contrôle-commande de débit, de mesure de débit et/ou de mesure de volume doivent exprimer les indications dans des unités adaptées aux paramètres mesurés.

Une sortie peut être disponible pour permettre l'indication des mesures et des alarmes à distance selon accord entre le constructeur et le client.

### 5.6 Ensemble d'alarme

#### 5.6.1 Généralité

Les installations d'alarme et d'indication doivent être adaptées à l'objet du matériel et doivent être agréées entre le constructeur et le client.

Toutes les fonctions d'alarmes doivent être fournies avec des moyens d'essai qui permettent le contrôle de leur fonctionnement. Dans le cas des alarmes réglables, le contrôle doit être

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

possible sur la totalité du domaine de réglage avec indication du point d'assignation réel de l'alarme.

Les circuits d'alarme doivent fonctionner soit pour maintenir une condition d'alarme jusqu'à une réinitialisation spécifique par la commande de réinitialisation, soit par une auto réinitialisation quand la condition d'alarme disparaît.

### 5.6.2 Types d'alarmes

#### 5.6.2.1 Alarme de haut niveau

Une alarme de haut niveau réglable couvrant la totalité du domaine de mesure doit être fournie.

#### 5.6.2.2 Alarmes de panne

Une alarme de panne doit être fournie. Il convient qu'elle inclue:

- une alarme indiquant la perte du signal de détection;
- une alarme indiquant la perte du circuit de prélèvement;
- une alarme indiquant la défaillance du système électronique;
- une alarme indiquant un rayonnement ambiant élevé provenant de l'environnement;
- chaque fois que cela est possible, il convient que les alarmes indiquent la source de combien d'autres pannes ayant un système d'autodiagnostic sont possibles.

Il convient qu'une indication séparée de chaque panne soit affichée.

D'autres alarmes (par exemple pré-alarme) peuvent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et le client.

### 5.6.3 Installations d'essai d'alarme

Toutes les fonctions d'alarmes doivent être fournies avec des moyens d'essai qui permettent le contrôle du fonctionnement de l'alarme. Pour les alarmes réglables, le contrôle doit être possible sur la totalité du domaine de réglage avec indication du point d'assignation réel de l'alarme.

### 5.6.4 Caractéristiques de réinitialisation de l'alarme

Les circuits d'alarme doivent fonctionner pour maintenir une condition d'alarme jusqu'à une réinitialisation.

### 5.6.5 Autodiagnostic de l'alarme

Il convient qu'un système d'autodiagnostic soit fourni.

### 5.6.6 Affichage de l'alarme

Il convient qu'une indication séparée de chaque panne soit affichée.

## 5.7 Source de contrôle

Le moniteur peut être équipé d'une source d'émission de photon de contrôle, comme $^{137}$Cs pour indiquer que l'instrument fonctionne correctement. La limite de détection de l'ensemble doit être déterminée quand la source de contrôle est sous blindage. Si la source de contrôle sous blindage n'est pas suffisante ou appropriée, une source radioactive « maintenue active » peut aussi être fournie. Cette source consiste en une petite quantité de matière radioactive montée sur ou à proximité du détecteur pour signaler que le détecteur fonctionne en continu.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

### 5.8 Ensembles de blindage contre le rayonnement de l'environnement ou de compensation

Un blindage contre le rayonnement, une compensation électronique ou des techniques logicielles de compensation peuvent être fournis pour réduire l'effet du rayonnement ambiant de l'environnement sur la mesure.

Le blindage doit être conçu pour permettre au matériel d'être prêt à l'utilisation.

### 5.9 Batteries

Certains moniteurs peuvent être équipés de batteries. La polarité correcte doit être clairement indiquée sur l'ensemble. Le constructeur doit spécifier le ou les types des batteries.

Les batteries d'accumulateurs doivent être rechargeables à partir du réseau électrique en moins de 16 h. Il convient que soit fourni un dispositif éteignant le chargeur quand la charge est complète. L'appareil doit comporter un dispositif permettant de contrôler les piles ou batteries à leur charge maximale. L'indication de charge faible doit être clairement affichée sur le moniteur avant que la fonction de celui-ci soit affectée.

## 6 Conditions d'essai

### 6.1 Procédures générales d'essai

Les procédures générales d'essai applicables à chaque type de moniteur et/ou d'unités de prélèvement sont couvertes par la présente norme. Sauf spécification contraire, les essais doivent être considérés comme des essais de type, mais certains ou tous peuvent être considérés comme des essais d'acceptation par accord entre le constructeur et le client. Les exigences énoncées sont des exigences minimales et peuvent être étendues pour des équipements et des fonctions particuliers.

Les procédures d'essai détaillées varieront en fonction des caractéristiques particulières de chaque type de moniteur.

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

### 6.2 Essais réalisés dans des conditions normalisées d'essai pour des conditions normales de fonctionnement

Les conditions d'essai normalisées sont définies dans le Tableau 1. Les essais effectués dans des conditions d'essai normalisées sont listés dans le Tableau 2 qui indique, pour chaque caractéristique en essai, les exigences conformes au paragraphe où la méthode d'essai correspondante est décrite.

### 6.3 Essais effectués avec des variations de grandeurs d'influence

L'objet de ces essais est de déterminer les effets des variations des grandeurs d'influence. Afin de faciliter la réalisation de ces essais, ceux-ci sont groupés en deux catégories:

– essais en relation avec les unités de mesure, d'alarme et d'indication; et

– essais en relation avec le circuit d'air.

Ces deux catégories d'essai doivent être effectuées indépendamment l'une de l'autre.

Afin de contrôler les effets de la variation de chaque grandeur d'influence listée dans le Tableau 3, toutes les autres grandeurs d'influence doivent être maintenues dans les limites des conditions d'essai normalisées données dans le Tableau 1, sauf si d'autres exigences sont définies.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Afin de simplifier ces essais, seul un essai unique est nécessaire pour chaque grandeur d'influence. Cet essai doit mesurer l'effet de la variation de la grandeur d'influence pour les niveaux de radioactivité entre 10 et 50 fois la valeur la plus basse du domaine de mesure.

Les essais en relation avec les unités de mesure, d'alarme et d'indication sont donnés dans le Tableau 3 avec l'étendue de la variation de chaque grandeur d'influence et les limites des variations correspondantes de l'indication de l'ensemble.

Les essais pour les circuits d'air sont donnés dans le Tableau 4 avec l'étendue de la variation de chaque grandeur d'influence et les limites correspondantes des paramètres en essai.

### 6.4 Essais réalisés dans des conditions d'essai pour les conditions d'urgence

Les unités de mesure conçues pour surveiller dans des conditions d'urgence, pendant et après un accident doivent être éprouvées en deux étapes. Les premiers essais doivent être effectués conformément aux conditions d'essai normalisées applicables décrites en 6.2. Les seconds essais doivent être réalisés dans les conditions d'urgence dans lesquelles les unités doivent fonctionner. Les conditions de cas d'urgence dépendent du type d'installation et du type d'accident. Les conditions d'urgence doivent donc être agréées entre le constructeur et le client.

### 6.5 Types de sources

#### 6.5.1 Source de référence

Pour la détermination de la réponse de référence pendant les essais de type, la source de référence doit être l'air avec une activité volumétrique connue pour une forme particulière de tritium pour lequel le matériel est conçu. Il convient que les sources de référence soient composées par des bouteilles sous pression contenant l'air ou du gaz contenant une forme de tritium pour lequel le matériel est conçu ou tout autre dispositif étalonné générant la forme appropriée de tritium.

Certains moyens adéquats pour produire des sources sont décrits dans l'Annexe B. L'activité volumique conventionnellement vraie de la source doit être connue avec une incertitude meilleure que 10 % ($k$ = 2).

#### 6.5.2 Sources solides

Des sources solides radioactives appropriées pour le matériel concerné peuvent être utilisées pour effectuer d'autres essais. Par exemple, $^{137}$Cs doit être utilisé si l'instrument a la capacité d'invalider la compensation gamma. Afin de couvrir le domaine de mesure du matériel, plusieurs sources sont probablement nécessaires et pour chacune d'elles, l'activité doit être appropriée au matériel.

### 6.6 Système de confirmation métrologique pendant les essais

#### 6.6.1 Incertitude de mesure

Il convient que l'incertitude des résultats d'essai soit inférieure au tiers de la variation maximale permise pour l'essai en cours (voir Tableaux 2 et 3).

NOTE Du fait de la difficulté à obtenir des sources gazeuses ayant une faible incertitude pour l'activité volumétrique, un facteur moitié entre l'incertitude ($k$ = 2) de l'activité volumétrique pour la source de référence et les erreurs permises sur le matériel est acceptable pour les essais de surveillance de la contamination dans l'air.

#### 6.6.2 Fluctuations statistiques

Pour tout essai mettant en oeuvre des rayonnements, si l'amplitude des fluctuations statistiques de l'indication provenant uniquement du rayonnement est une fraction significative de l'écart de l'indication tolérée dans l'essai, alors un nombre de lectures

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

suffisant doit être effectué pour assurer que la valeur moyenne de ces lectures peut être estimée avec suffisamment de précision pour démontrer la conformité à l'essai spécifié.

## 7 Essais de détection de rayonnement

### 7.1 Généralités

Ces essais sont réalisés dans des conditions d'essai normalisées. Si une méthode électronique de compensation de la radioactivité naturelle existe, tous les essais, autant que faire se peut, de l'ensemble de mesure doivent être effectués avec les circuits de compensation en service, réglés conformément aux instructions du constructeur.

### 7.2 Réponse de référence

#### 7.2.1 Exigences

Dans les conditions normales d'essai, avec les paramètres d'étalonnage réglés conformément aux instructions du constructeur, la réponse relative intrinsèque doit être inférieure à ±15 %.

#### 7.2.2 Méthode d'essai

Lorsque des sources solides sont utilisées pour des essais individuels de série, la réponse de l'ensemble à de telles sources gazeuses appropriées doit être établie pendant l'essai de type.

#### 7.2.3 Essais avec des sources gazeuses

Selon la conception du moniteur, soit:

– air ou gaz « étiqueté » avec une activité volumétrique connue, doit circuler dans l'ensemble avec un débit constant et une pression connue pendant une durée suffisante pour atteindre la mesure à l'équilibre et les lectures à l'équilibre doivent être notées (Annexe A);

ou

– le détecteur doit être immergé dans un volume suffisamment grand de gaz d'activité volumique connue, équivalent au volume utilisé en situation réelle de fonctionnement du détecteur, et les valeurs lues à l'équilibre doivent être notées.

NOTE Il convient que le client soit conscient de l'influence du radon et de ses produits dégradés.

#### 7.2.4 Etalonnage avec des sources solides

La source solide appropriée doit être placée dans la position définie par rapport au détecteur, les conditions d'essai restant inchangées, mais la source gazeuse étant absente. La réponse relative à la source solide doit être établie à l'équilibre. Pour les essais individuels de série ou de fonctionnement ultérieurs, positionner la source solide à l'emplacement défini par rapport au détecteur et appliquer le facteur approprié, déterminé au cours des essais de type, à la réponse relative aux sources gazeuses.

### 7.3 Linéarité

#### 7.3.1 Source d'essai

L'essai doit être réalisé avec le tritium ou avec un jeu de sources solides.

La procédure de préparation des sources utilisées dans les essais requis doit être telle que l'incertitude de la valeur conventionnellement vraie de l'activité de chaque source en termes absolus ($\varepsilon_{sa}$) est meilleure que 10 % ($k$ = 2) et que l'incertitude de la valeur

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

conventionnellement vraie entre les sources d'un même jeu d'essai ($\varepsilon_{sr}$) est meilleure que 5 % ($k$ = 2). Les sources d'essai doivent avoir une traçabilité aux normes reconnues.

#### 7.3.2 Exigences

Dans les conditions d'essai normalisées, la valeur maximale de l'erreur relative intrinsèque doit être inférieure à ±15 % pour la totalité du domaine de mesure. L'incertitude des sources radioactives n'est pas incluse.

Quand des sources solides sont utilisées, $v$ et $v_c$ doivent faire référence à la variation dans la réponse du matériel pour le calcul de l'erreur relative.

#### 7.3.3 Méthode d'essai

Ces essais peuvent être réalisés:

– avec des sources radioactives gazeuses ou solides, ou

– avec injection d'un signal électronique.

Il convient que les essais soient réalisés à au moins 2,5 fois la valeur la plus basse du domaine de mesure et en trois points qui sont approximativement 25 %, 50 % et 75 % du domaine effectif de mesure. La valeur la plus élevée et la valeur la plus faible doivent être obtenues avec des sources radioactives.

### 7.4 Réponse aux autres formes chimiques du tritium

#### 7.4.1 Exigences

Si le matériel est conçu pour mesurer l'activité d'une forme chimique particulière de tritium, sa réponse aux autres formes chimiques ayant une influence sur la mesure doit être spécifiée par le constructeur et doit être inférieure à ±15 % de la réponse à la forme de tritium pour laquelle le matériel est conçu.

#### 7.4.2 Méthode d'essai

La méthode d'essai est identique à celle décrite en 7.2, mais en utilisant d'autres formes chimiques du tritium.

### 7.5 Réponse aux gaz radioactifs autres que le tritium

#### 7.5.1 Exigences

Des gaz radioactifs autres que le tritium peuvent influencer la lecture. Les gaz radioactifs désignés pour lesquels cette exigence s'applique et la réponse du matériel à ces gaz doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et le client.

#### 7.5.2 Méthode d'essai

La méthode d'essai est identique à celle décrite en 7.2 mais avec le ou les gaz radioactifs appropriés.

### 7.6 Temps de réponse

#### 7.6.1 Exigences

Le constructeur doit spécifier le temps de réponse du matériel. Le temps de réponse inclut le temps de renouvellement de l'air dans le détecteur.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

### 7.6.2 Méthode d'essai

Cet essai doit être réalisé avec le débit normal. L'activité volumétrique dans la chambre doit être au moins 10 fois la valeur la plus basse du domaine de mesure. Le matériel doit être raccordé à un enregistreur ou un matériel similaire pour pouvoir déterminer les variations des indications en fonction du temps.

Le système doit prélever en continu de l'air ne contenant pas de tritium et la valeur $R_i$ de l'environnement doit être notée.

Une activité volumétrique connue de tritium doit être injectée en permanence dans l'entrée du moniteur pour la durée nécessaire pour atteindre l'équilibre. La valeur d'équilibre $R_f$ doit être notée.

Le temps de réponse doit être calculé aux intervalles de temps entre l'instant initial quand le tritium est injecté et l'instant auquel la lecture atteint 0,90 $(R_f - R_i) + R_i$. pour la première fois.

## 7.7 Réponse au rayonnement gamma ambiant

### 7.7.1 Généralités

La réponse au rayonnement gamma ambiant et le seuil de décision sont directement liés. Ces deux paramètres doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et le client, et les valeurs des deux paramètres nécessaires pour l'application particulière du système doivent être documentées.

### 7.7.2 Exigences

Le constructeur doit établir le seuil de décision et la valeur maximale de la lecture quand le détecteur, équipé de son ensemble de compensation du rayonnement gamma ambiant, est exposé dans une orientation spécifiée par le constructeur, à une modification du débit du kerma gamma dans l'air par rapport au débit du kerma dans l'air de référence pour l'environnement à 10 μGy/h de $^{137}$Cs. La réponse à l'exposition au rayonnement gamma dans toute orientation et pour toute énergie de rayonnement gamma jusqu'à 1,3 MeV ($^{60}$Co) ne doit pas dépasser deux fois cette valeur.

### 7.7.3 Méthode d'essai

#### 7.7.3.1 Détermination de l'indication pour le rayonnement de l'environnement

Le matériel doit fonctionner dans des conditions d'essai normalisées hors de la présence d'une source radioactive et l'indication pour le rayonnement de l'environnement doit être déterminée sur une durée d'au moins 1 h.

#### 7.7.3.2 Détermination de l'influence de la source de rayonnement

La source de $^{137}$Cs doit être positionnée par rapport au détecteur de telle sorte qu'elle soit à au moins 2 m de ce dernier et que la valeur conventionnellement vraie du débit de karma gamma dans l'air à la position du détecteur, le montage du détecteur étant retiré, soit égale à 10 μGy/h ±10 %. L'orientation du détecteur par rapport à la source doit être comme il est spécifié par le constructeur.

La lecture doit être enregistrée quand la stabilité est atteinte. Le seuil de décision doit être calculé sur la base de cette lecture. Le seuil de décision doit être conforme à la spécification du constructeur. La lecture maximale de l'ensemble de mesure ne doit pas dépasser la valeur spécifiée par le constructeur.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

#### 7.7.3.3 Détermination de l'effet de l'orientation et de l'énergie photonique

Quand la compensation gamma du détecteur est utilisée, le détecteur doit aussi être exposé pour plusieurs orientations agréées entre le constructeur et le client. Quand l'ensemble de mesure peut être programmé avec un facteur de compensation gamma, ce facteur ne doit pas changer pendant les essais. La lecture maximale de l'ensemble de mesure, dans chaque cas, ne doit pas dépasser deux fois la valeur spécifiée par le constructeur.

L'essai ci-dessus doit être répété avec la source de référence dans l'orientation du détecteur en utilisant des sources alternatives de rayonnement gamma, comme agréé entre le constructeur et le client. Quand l'ensemble de mesure peut être programmé avec un facteur de compensation gamma, ce facteur ne doit pas changer pendant les essais. La lecture de l'ensemble de mesure ne doit pas dépasser deux fois la valeur spécifiée par le constructeur.

### 7.8 Réponse aux rayonnements neutron

#### 7.8.1 Généralités

Le rayonnement neutron peut influencer les lectures. Le client doit spécifier l'effet tolérable des neutrons sur la lecture. L'étendue sur laquelle cet effet est tolérable doit être agréée entre le constructeur et le client.

#### 7.8.2 Exigences

Si l'instrument est destiné à une utilisation en présence d'un rayonnement neutron, alors la réponse aux neutrons doit être établie. Un essai pour la réponse aux neutrons n'est pas obligatoire et il ne sera effectué que si les exigences le spécifient. Dans tous les cas, les instruments doivent être conçus pour réduire l'influence du rayonnement neutron.

#### 7.8.3 Méthode d'essai

La méthode d'essai doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et le client.

### 7.9 Essai de surcharge

#### 7.9.1 Exigences

En l'absence d'autre accord entre le constructeur et le client, le matériel doit maintenir l'indication de pleine échelle ou une indication non ambiguë quand il est exposé à une source de rayonnement d'activité égale à deux fois celle nécessaire pour obtenir l'indication de mesure maximale, et il doit fonctionner normalement quand cette surcharge est retirée. Une indication de surcharge peut être fournie.

#### 7.9.2 Méthode d'essai

a) L'ensemble de détection doit être soumis à une source de rayonnement d'activité appropriée donnant une lecture entre 10 et 50 fois la valeur la plus faible du domaine de mesure. Cette lecture doit être documentée.

b) L'ensemble de détection doit être soumis à une source de rayonnement d'activité deux fois plus élevée que celle nécessaire pour produire l'indication de mesure maximale. L'exposition doit être maintenue au moins 10 min et il doit être vérifié que l'instrument maintient la lecture maximale.

c) La source de l'activité doit être retirée et l'ensemble de détection doit être exposé dans des conditions identiques au point a) ci-dessus. Après une durée agréée entre le constructeur et le client mais inférieure à 1 h, la lecture ne doit pas s'écarter de plus de 10 % de la valeur notée en a).

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

### 7.10 Reproductibilité

#### 7.10.1 Exigences

Le coefficient de variation de l'indication provoquée par les fluctuations statistiques doit être inférieur à 15 % pour toute lecture dépassant deux fois la valeur la plus basse du domaine effectif de mesure.

#### 7.10.2 Méthode d'essai

Une source radioactive solide doit être utilisée pour donner une indication entre 10 et 50 fois la valeur la plus basse du domaine de mesure.

Au moins 10 lectures doivent être effectuées à des intervalles de temps appropriés. Afin d'obtenir des valeurs indépendantes, la valeur moyenne et le coefficient de variation de toutes les lectures prises doivent être calculés. Le coefficient de variation doit être dans les limites requises.

### 7.11 Stabilité de l'indication du bruit de fond

#### 7.11.1 Exigences

Pour les mesures du niveau du bruit de fond sans tritium, le constructeur doit spécifier les valeurs maximales acceptables et les coefficients de variation de l'indication de l'instrument.

#### 7.11.2 Méthode d'essai

L'instrument doit être mis en marche sur l'échelle de mesure la plus sensible. Il doit fonctionner dans les conditions normales d'essai et hors de la présence de source radioactive. Après une durée d'au moins 30 min, les acquisitions suffisantes de données débutent pour une durée minimale de 1 h. La moyenne des indications et les coefficients de variations doivent être conformes aux étendues spécifiées.

### 7.12 Reproductibilité de l'indication

#### 7.12.1 Exigences

Après que l'ensemble a fonctionné pendant 30 min, la réponse à une source radioactive donnée ne doit pas varier de plus de 10 % sur les 100 h suivantes.

#### 7.12.2 Méthode d'essai

Une source radioactive solide doit être utilisée pour donner une indication entre 10 et 20 fois la valeur la plus basse du domaine de mesure.

Un nombre de lectures suffisants doit être pris après 30 min. Des lectures supplémentaires doivent alors être prises après 10 h et 100 h, sans faire aucun réglage de l'ensemble ni aucune modification des conditions. Les moyennes des lectures prises à chaque moment doivent être dans les limites indiquées.

Si nécessaire, les lectures doivent être corrigées pour tenir compte des descendants radioactifs de la source.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

# 8 Essais électriques et mécaniques

## 8.1 Etendue du déclenchement de l'alarme

### 8.1.1 Exigences

Cette exigence ne concerne pas le détecteur. L'étendue de réglage de l'alarme doit être conforme aux exigences de 5.6.

### 8.1.2 Méthode d'essai

Cet essai doit être effectué pour chaque alarme réglable. L'étendue de réponse du matériel pour lequel l'alarme fonctionne doit être déterminée en utilisant un générateur de signal électronique approprié comme spécifié par le constructeur.

Pour les alarmes destinées à fonctionner sur des signaux croissants, l'alarme doit être réglée à son point d'assignation le plus bas et le signal d'entrée doit être augmenté lentement jusqu'à ce que l'alarme soit déclenchée. L'indication donnée par le matériel doit être notée. L'alarme doit alors être réglée à nouveau à son point d'assignation le plus élevé et le signal d'entrée doit être diminué lentement jusqu'à ce que l'alarme soit à nouveau déclenchée.

Les indications données par le matériel doivent être notées à 50 fois la valeur la plus basse du domaine de mesure.

## 8.2 Stabilité du déclenchement de l'alarme

### 8.2.1 Généralités

Cet essai est effectué en utilisant un signal électronique approprié.

### 8.2.2 Exigences

Ces exigences ne concernent pas le détecteur.

Sur une durée de 100 h de fonctionnement, le point de fonctionnement de tout circuit d'alarme ne doit pas s'écarter hors de l'étendue de 95 % de $X$ à 105 % de $X$, $X$ étant le point de consigne de l'alarme.

### 8.2.3 Méthode d'essai

Pour tout circuit d'alarme dont le déclenchement nominal a été déterminé comme étant $X$:

– appliquer, électroniquement, une condition équivalente à 95 % de $X$ à l'ensemble. Le résultat d'essai est acceptable si aucun déclenchement ne se produit dans la limite de 100 h;

– appliquer une condition équivalente à 105 % de $X$ à l'ensemble après 1 h et 100 h de fonctionnement. Le résultat d'essai est acceptable si l'alarme se déclenche dans la limite de 1 min.

## 8.3 Alarmes de défaut du matériel

L'alarme de défaut du matériel doit être éprouvée conformément à 8.1. D'autres essais d'alarme de défaut dédiés à des dysfonctionnements de matériel doivent être réalisés selon accord entre le constructeur et le client.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

### 8.4 Temps de chauffage – Ensemble de détection et de mesure

#### 8.4.1 Exigences

Lorsqu'il est exposé à une source radioactive, l'ensemble doit fournir dans les 30 min qui suivent sa mise en marche, une indication qui ne s'écarte pas de plus de ±10 % de la valeur obtenue dans des conditions normalisées (voir Tableau 3).

#### 8.4.2 Méthode d'essai

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

Une source radioactive solide doit être utilisée pour donner une indication approximativement entre 10 et 50 fois la valeur la plus basse du domaine de mesure. L'ensemble de détection et de commande doit être alors mis en marche.

Les valeurs de réponse à l'activité doivent être notées toutes les 5 min sur une durée de 1 h. Dix heures après le temps de chauffage, un nombre suffisant de lecture doit être pris et les valeurs moyennes doivent être utilisées comme valeurs finales de l'indication.

Un graphe de l'indication de la radioactivité en fonction du temps doit être crée, la correction pour la radioactivité des descendants étant faite si nécessaire.

La différence entre la valeur finale et la valeur observée sur la courbe à 30 min doit être dans les limites spécifiées.

### 8.5 Variation de l'alimentation électrique

#### 8.5.1 Exigences

Les ensembles doivent être capables de fonctionner à partir des réseaux d'alimentation électrique avec une tolérance de la tension d'alimentation de +10 % et –12 % et des fréquences d'alimentation de 47 Hz à 51 Hz (57 Hz à 61 Hz dans les pays où la fréquence nominale est 60 Hz), sans que l'indication varie de plus de 10 % de l'indication dans des conditions d'essai normalisées.

#### 8.5.2 Méthode d'essai

Une source radioactive solide doit être utilisée pour donner une lecture entre 10 et 50 fois la valeur la plus basse du domaine de mesure. La tension et la fréquence de l'alimentation étant à leur valeur nominale, la moyenne d'un nombre suffisant de lectures doit être prise conformément à 7.6.2.

- Pour un courant alternatif ou continu

La moyenne de deux ensembles supplémentaires et consécutifs de lectures doit être prise, l'alimentation étant à la fréquence nominale pour le courant alternatif et la tension étant 10 % au-dessus de la valeur nominale, et ensuite à la tension 12 % au-dessus de la valeur nominale.

Ces deux valeurs moyennes ne doivent pas s'écarter de plus de ±10 % de celle obtenue pour la valeur nominale de la tension d'alimentation.

- Pour un courant alternatif

La moyenne d'un nombre suffisant de lectures doit être prise, la tension d'alimentation étant à sa valeur nominale et la fréquence étant 47 Hz (57 Hz dans les pays où la fréquence nominale est 60 Hz) et la moyenne d'un nombre suffisant de lectures consécutives doit être

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

prise, la tension d'alimentation étant à sa valeur nominale et la fréquence étant 51 Hz (61 Hz dans les pays où la fréquence nominale est 60 Hz).

Ces deux valeurs moyennes ne doivent pas s'écarter de plus de ±10 % de celle obtenue pour la valeur nominale de la fréquence.

### 8.6 Essai pour les batteries

#### 8.6.1 Généralités

La capacité de la batterie a une influence directe sur la durée de fonctionnement des moniteurs. Une batterie épuisée a une influence directe sur la qualité des mesures et il est donc nécessaire d'avoir une indication sur l'état de la batterie.

#### 8.6.2 Exigences

##### 8.6.2.1 Généralités

La capacité de la batterie doit être telle qu'après 8 h d'utilisation continue, l'indication de l'ensemble ne doit pas s'écarter de plus de 10 % de l'indication initiale.

Quand l'alimentation est fournie par des batteries d'accumulateurs, leur capacité doit permettre 8 h d'utilisation continue sans que l'indication de l'appareil ne varie de plus de 10 % par rapport à la valeur indiquée initiale.

##### 8.6.2.2 Méthodes d'essai pour les batteries

Le moniteur doit être exposé à une source radioactive appropriée pour produire une indication approximativement des deux tiers de la déflection de pleine échelle de l'échelle de mesure la moins sensible. La réponse initiale doit être notée. Le moniteur doit être utilisé en continu pendant 8 h. La réponse réelle doit être comparée à la réponse du début de l'essai. La différence entre les réponses doit être inférieure à 10 % de la valeur initiale.

##### 8.6.2.3 Méthodes d'essai pour les batteries d'accumulateurs

Le dispositif de charge doit être mis à l'arrêt et la même procédure d'essai doit être effectuée comme décrite en 8.6.2.2. La différence entre les réponses doit aussi être inférieure à 10 % de la valeur initiale.

### 8.7 Effets des transitoires de la tension d'alimentation

#### 8.7.1 Exigences

Le moniteur doit être conforme aux exigences de la CEI 61000-4-4, niveau de sévérité 3 (transitoires rapides/salves) et de la CEI 61000-4-11 (tenue aux interruptions de demi-périodes dans la source d'alimentation).

Hors de la présence de toute source radioactive, la variation de l'indication de l'environnement ne doit pas dépasser trois fois le seuil de décision de mesure.

La source étant présente, la réponse ne doit pas varier de plus de 10 % de la moyenne des réponses et aucune alarme ne doit déclencher pendant la transition.

#### 8.7.2 Méthode d'essai

Deux essais différents sont nécessaires: l'un sans source et l'autre avec une source donnant une réponse dans les valeurs les plus basses du domaine de mesure. La valeur d'alarme établie doit être trois fois le seuil de décision de mesure.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Un nombre suffisant de lectures doit être fait afin de réduire l'incertitude statistique. Un ensemble de mesures doit être effectué sans transitoire d'alimentation, un autre avec des transitoires rapides (méthode d'essai conforme à la CEI 61000-4-4), et un autre avec des coupures brèves (méthode d'essai conforme à la CEI 61000-4-11), la fréquence des coupures étant: 10 Hz).

## 9 Essais de l'aptitude à la fonction du circuit d'air

### 9.1 Généralités

Ces essais doivent être appliqués à tous les moniteurs dont la réponse dépend du débit dans les ensembles de prélèvement et de détection.

Lorsque le matériel n'est pas sensible au débit, mais exige un débit pour le prélèvement pour fonctionner, un simple essai du circuit de débit et des alarmes de débits doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et le client.

Lorsque le matériel est sensible au débit et que ce dernier varie avec le débit des effluents, des essais appropriés doivent être agréés entre le constructeur et le client.

Lorsque le matériel est sensible au débit et que ce dernier est corrigé électroniquement, des essais appropriés doivent être agréés entre le constructeur et le client.

Les exigences de ces essais sont résumées dans le Tableau 4.

### 9.2 Susceptibilité à la rétention de gaz

#### 9.2.1 Exigences

Du tritium ayant une activité volumique approximativement égale à 1 000 fois le seuil de décision et étant d'une forme chimique pour laquelle le système est conçu, doit être introduit dans le moniteur pendant une durée égale à au moins 10 fois le temps de réponse du matériel. L'essai pour la susceptibilité à la rétention de gaz doit indiquer moins de 1 % de la lecture maximale résultant de l'introduction d'air propre dans le moniteur.

Pour les instruments d'essai conçus pour fonctionner pendant et après un accident, la concentration d'activité appliquée doit être agréée entre le constructeur et le client. Après nettoyage avec de l'air, la rétention de gaz acceptable doit être $\leq$ 10 %.

#### 9.2.2 Méthode d'essai

Du tritium ayant une activité volumétrique supérieure à 1 000 fois le seuil de décision et de la forme chimique pour laquelle le moniteur est conçu, doit être introduit dans l'ensemble de détection pendant une durée égale à au moins 10 fois le temps de réponse du matériel.

Pour les ensembles ne possédant pas de système de piège, le système de gaz doit être construit en boucle fermée et une quantité suffisante de tritium doit être introduite dans ce système pour que l'activité volumétrique soit égale à 1 000 fois le seuil de décision. Ce système en boucle fermée doit fonctionner pendant 10 min.

Le maintien de l'indication de l'ensemble de mesure à sa valeur maximale pendant au moins 10 fois le temps de réponse doit être vérifié.

De l'air à température, pression et humidité comprises dans les conditions normales d'essai doit alors circuler, le circuit d'air étant ouvert à son débit nominal, pour une durée suffisante pour atteindre une valeur indiqué à l'équilibre. Cette valeur doit être inférieure à 1 % de la valeur maximale indiquée pendant l'essai avec l'activité du tritium.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Pour les instruments d'essai conçus pour fonctionner pendant et après un accident, la concentration d'activité appliquée doit être agréée entre le constructeur et le client. Après nettoyage avec de l'air, la rétention de gaz acceptable doit être ≤ 10 %.

### 9.3 Précision de la mesure du volume et du débit

#### 9.3.1 Généralités

La précision des valeurs des concentrations mesurées de tritium dans l'air est directement liée à la précision des valeurs de débit ou de volume mesurées pour les volumes de prélèvement qui concentrent le tritium dans la chambre (ou volume) de collecte. Une mesure précise du volume et du débit du gaz de comptage mélangé au milieu contenant le tritium est aussi importante pour une mesure précise de l'activité du tritium.

#### 9.3.2 Exigence

Le constructeur doit spécifier la précision de mesure du volume et du débit de l'air contenant le tritium et de la mesure du volume et du débit du gaz de comptage (pour les compteurs proportionnels). Les mesures ne doivent pas s'écarter de ± 10 % de la valeur vraie du volume prélevé.

#### 9.3.3 Méthode d'essai

L'essai doit être réalisé avec de l'air filtré exempt de poussière. Pour cet essai, un ensemble de mesure du volume et du débit, étalonné dans les conditions de mesure et ayant une incertitude meilleure que 2 % doit être incorporé dans le circuit d'air à l'entrée du matériel. Le matériel doit être mis en marche et le débit doit être mesuré après 30 min de fonctionnement. Les lectures doivent être conformes à l'exigence.

### 9.4 Stabilité du débit

#### 9.4.1 Généralités

L'objet de cet essai est de déterminer le débit nominal de prélèvement et la stabilité du prélèvement dans des conditions d'essai normalisées, avec une perte de charge due exclusivement au circuit d'air et au filtre d'entrée ou de prélèvement. Cet essai n'est pas exigé pour les moniteurs dont il a été démontré que les fonctions sont indépendantes du débit, par exemple avec des unités de prélèvement possédant des mesures de volume total.

#### 9.4.2 Exigences

Le constructeur doit spécifier le débit nominal du type de filtre utilisé. Après le temps de chauffage normal de l'ensemble de prélèvement (30 min), la valeur indiquée du débit de prélèvement ne doit pas varier de plus de 10 % pendant les 100 h qui suivent.

#### 9.4.3 Méthode d'essai

Cet essai doit être effectué avec de l'air exempt de poussières afin d'éviter toute variation de la perte de charge dans l'ensemble de collecte pendant l'essai. Ainsi, un filtre HEPA à faible perte de charge doit être placé en amont du circuit d'air. Pour cet essai, un ensemble de mesure du débit, étalonné dans les conditions de mesure et ayant une incertitude meilleure que 3 % ($k$ = 2), doit être incorporé dans le circuit d'air à l'entrée du matériel. Le matériel doit être mis en marche et le débit doit être mesuré après 30 min, 5 h, 20 h et 100 h de fonctionnement. Les lectures doivent être conformes à l'exigence.

Le débit indiqué par le moniteur pour cette perte de charge ne doit pas s'écarter de plus de ±10 % de la valeur conventionnellement vraie du débit.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

### 9.5 Effet de la perte de charge du filtre

#### 9.5.1 Généralités

Seules les mesures de la perte de charge globale et le débit doivent être considérées puisque la nature du filtre d'entrée et le degré de blocage peuvent varier d'un essai à l'autre.

#### 9.5.2 Exigences

L'objet de cet essai est de déterminer l'accroissement de la perte de charge dans le filtre provoquant une diminution de 10 % du débit nominal d'air dans des conditions d'essai normalisées. Cet essai n'est pas exigé pour les moniteurs ayant des unités de prélèvement dont il a été démontré que les fonctions sont indépendantes du débit (par exemple des moniteurs ayant des unités de prélèvement mesurant le volume total).

La perte de charge minimale acceptable qui peut provoquer une diminution de 10 % du débit nominal doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et le client.

#### 9.5.3 Méthode d'essai

Pour cet essai, le moniteur doit être équipé d'un filtre d'entrée propre. Un débitmètre doit être inséré en amont du moniteur avec un réducteur variable tel qu'une vanne entre le débitmètre et l'entrée du moniteur. Un capteur de pression étalonné, tel qu'un tube en U ou un manomètre différentiel doit être monté en aval de l'entrée du filtre, en un point sélectionné par le constructeur, afin de mesurer la perte de charge dans le moniteur, due au débit d'air.

Le débit nominal doit être mesuré à la perte de charge nominale dans le filtre. Le réducteur variable doit être réglé pour obtenir un débit moyen 10 % au dessous du débit nominal dans des conditions d'essai normalisées. La valeur conventionnellement vraie du débit de prélèvement doit être mesurée dans des conditions normalisées.

Dans ces conditions, la perte de charge mesurée qui provoque une diminution de 10 % du débit doit être conforme aux exigences.

### 9.6 Effet de la puissance d'alimentation sur le débit

#### 9.6.1 Exigences pour l'équipement fournissant l'alimentation du réseau électrique

Le débit nominal ne doit pas varier de plus de 10 % quand la tension de l'alimentation varie entre +10 % et –12 % de la tension nominale d'alimentation.

#### 9.6.2 Méthode d'essai

Pour cet essai, l'ensemble de prélèvement et de détection est connecté à une source de tension qui varie dans une étendue définie par le Tableau 4.

La mesure du débit doit être effectuée comme spécifié en 9.3.

### 9.7 Effet de la fréquence de l'alimentation électrique sur le débit

#### 9.7.1 Exigences pour l'équipement fournissant l'alimentation du réseau électrique

Le débit nominal ne doit pas varier de plus de 10 % quand la fréquence de l'alimentation varie de 47 Hz à 51 Hz (57 Hz à 61 Hz dans les pays où la fréquence nominale est 60 Hz).

#### 9.7.2 Méthode d'essai

Pour cet essai, l'ensemble de prélèvement et de détection est connecté à une alimentation électrique à la tension assignée et de fréquence qui peut varier entre 47 Hz et 51 Hz (ou 57 Hz et 61 Hz).

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Le débit à la fréquence nominale et aux fréquences limites doit être noté.

## 10 Essais d'aptitude environnementale

### 10.1 Température ambiante

#### 10.1.1 Généralités

L'aptitude à la fonction des ensembles de détection peut être affectée par des variations de la température ambiante. Le domaine de température ambiante permis doit être agréé entre le constructeur et le client.

#### 10.1.2 Exigences

L'indication doit rester dans les limites spécifiées dans le Tableau 3 pour le domaine de température agréé entre le constructeur et le client.

Pour ce type de matériel, les ensembles de détection et de prélèvement peuvent devoir fonctionner dans des conditions environnementales différentes de celles de l'ensemble de mesure. Une partie de tous les composants du matériel peut devoir fonctionner dans des conditions de température plus élevées que celles indiquées dans le Tableau 3. Lorsque c'est le cas, des essais appropriés doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et le client.

#### 10.1.3 Méthode d'essai

L'ensemble de détection doit être exposé à une source d'essai appropriée pour que la lecture nominale dans des conditions d'essai normalisées, soit connue.

Cet essai doit être réalisé dans une enceinte climatique. En général, il n'est pas nécessaire de contrôler l'humidité de l'air dans l'enceinte, sauf si l'instrument est particulièrement sensible aux variations d'humidité.

La température doit être maintenue à chacune des valeurs limites de température définies en commun, pendant au moins 4 h. L'indication de l'appareil doit être notée pendant les 30 dernières minutes de cette période.

De plus, une lecture doit être obtenue au point-milieu du domaine de température établi au Tableau 3. Si la lecture au point-milieu de température n'est pas dans les limites de ±10 % de la lecture du moniteur à la température de référence, le constructeur doit établir la différence en ce point.

### 10.2 Choc thermique

#### 10.2.1 Généralités

Les chocs thermiques peuvent affecter les ensembles du fait de la condensation de l'humidité dans les ensembles. La conséquence de la condensation peut être un court-circuit dans les composants électriques ou électroniques.

#### 10.2.2 Exigence

Les ensembles portables et transportables peuvent être affectés par le choc thermique. Aussi, ils doivent être conçus pour supporter les chocs thermiques, sans dommage.

#### 10.2.3 Méthode d'essai

Le moniteur doit être exposé à une source de rayonnement (par exemple source gamma) d'activité suffisante pour produire une indication équivalente à l'activité ou à la concentration

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

de tritium qui est située approximativement au milieu de l'échelle de la gamme en essai. Le matériel doit être placé à une température de (20 ± 2) °C et il doit être laissé pour se stabiliser, pendant au moins 40 min. La température doit alors être montée à 40 °C (35 °C quand l'utilisation est uniquement en intérieur) en moins de 5 min. Le paramètre en essai sera noté après 5 min, ainsi que toutes les 15 min suivantes pendant une durée de 2 h. Le matériel doit alors retourner à (20 ± 2) °C pour une durée de 4 h. La température doit alors être portée à –10 °C (+10 °C pour une utilisation exclusive en intérieur) en moins de 5 min. Le paramètre en essai doit être noté après 5 min, ainsi que toutes les 15 min suivantes pendant une durée de 2 h.

### 10.3 Humidité relative

#### 10.3.1 Généralités

Les composants internes du matériel peuvent être affectés par la condensation à l'intérieur des ensembles. La conséquence de la condensation peut être un court-circuit dans les composants électriques ou électroniques.

#### 10.3.2 Exigence

Les ensembles portables et transportables peuvent être négativement affectés par les brusques variations d'humidité. Ils doivent donc être conçus pour supporter les brusques variations d'humidité,. Les variations prescrites pour les chocs thermiques et les variations brusques d'humidité sont définies dans la CEI 60068-2-38. La variation de la réponse due aux effets de l'humidité relative jusqu'à 90 % à 35 °C doit être inférieure à 10 %.

#### 10.3.3 Méthode d'essai

L'ensemble de détection doit être exposé à une source d'essai appropriée telle que décrite en 6.5.

Cet essai peut être effectué en se limitant à une température de 35 °C et 90 % d'humidité relative. La variation autorisée de ±10 % de l'indication, comme spécifiée dans le Tableau 3, s'ajoute aux variations autorisées dues à la température seule.

### 10.4 Pression atmosphérique

#### 10.4.1 Généralités

La pression de l'atmosphère ambiante et/ou de l'atmosphère dans le système de détection peut avoir une influence sur la réponse du moniteur.

#### 10.4.2 Atmosphère ambiante

##### 10.4.2.1 Exigences

L'effet de la pression atmosphérique sur les ensembles de détection doit être éprouvé. Selon les conditions opératoires du moniteur, les conditions d'essai doivent être agréées entre le constructeur et le client.

##### 10.4.2.2 Méthode d'essai

L'ensemble de détection doit être exposé à différentes pressions ambiantes. Ces pressions doivent être enregistrées et les effets sur les variations des indications de l'ensemble de détection doivent être également enregistrées et être inférieurs à 10 %.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

#### 10.4.3 Atmosphère dans le système de détection

##### 10.4.3.1 Exigences

L'effet des pressions dans le système de détection doit être éprouvé. Les conditions d'essai (selon les conditions opératoires du moniteur) doivent être agréées entre le constructeur et le client.

##### 10.4.3.2 Méthode d'essai

La réponse à trois pressions différentes doit être déterminée. Les valeurs auxquelles ces essais sont réalisés doivent être agréées entre le constructeur et le client.

### 10.5 Etanchéité

S'il est probable que l'ensemble de détection sera utilisé dans des conditions exceptionnelles de vapeur ou de poussières, telles qu'en extérieurs, le client doit établir les exigences pour la protection contre les vapeurs et poussières. L'ensemble doit alors satisfaire aux exigences de la série CEI 60068, ou bien faire l'objet d'un accord entre le constructeur et le client. Par exemple, un matériel peut être protégé contre la pénétration de particules dont le diamètre est supérieur à 1 mm. Il doit aussi être protégé contre les projections de sorte que les liquides ne puissent pas affecter le fonctionnement.

### 10.6 Chocs mécaniques

#### 10.6.1 Généralités

Les ensembles portables et transportables peuvent être affectés par les chocs mécaniques.

#### 10.6.2 Exigences

Les ensembles doivent être conçus pour résister aux chocs mécaniques. Le constructeur doit spécifier l'aptitude à la fonction des ensembles par rapport aux chocs mécaniques.

#### 10.6.3 Méthode d'essai

Les méthodes d'essai pour les chocs mécaniques sont définies dans la CEI 60068-2-27.

### 10.7 Immunité électromagnétique externe et décharge électrostatique

#### 10.7.1 Généralités

Il convient de prendre des précautions particulières lors de la conception du matériel pour s'assurer que les champs électromagnétiques externes et/ou les décharges électrostatiques ne rendent pas le matériel inutilisable ou provoquent des indications incorrectes. Le matériel doit être conforme au niveau de sévérité 3 de la CEI 61000-4-2 (Essai d'immunité aux décharges électrostatiques), à la CEI 61000-4-3 (Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés, de radiofréquence), à la CEI 61000-4-4 (Essai d'immunité aux transitoires rapides électriques/salves), à la CEI 61000-4-5 (Essai d'immunité aux surtensions transitoires) et à la CEI 61000-4-12 (Essai d'immunité aux ondes oscillatoires).

#### 10.7.2 Exigences

Un avertissement à cet effet doit être fourni par le constructeur et établi dans le manuel d'utilisation si la réponse de l'ensemble peut être affectée par la présence de champs électromagnétiques externes. Le constructeur doit établir l'étendue des fréquences, l'intensité des champs électromagnétiques et le niveau de décharge électrostatique qui peuvent influer sur l'ensemble ainsi que la variation en résultant dans la réponse.

La variation dans l'indication du bruit de fond et la réponse à la source doivent être agréées entre le constructeur et le client.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

#### 10.7.3 Méthode d'essai

Les méthodes d'essai doivent être basées sur la série CEI 61000. Il convient de prendre des précautions particulières pour détecter tout changement dans la réponse à des fréquences particulières. L'essai et les critères d'acceptation doivent être spécifiés par le constructeur et être acceptés par le client.

### 10.8 Emission électromagnétique

#### 10.8.1 Exigences

Si le moniteur émet un rayonnement électromagnétique, sa nature et son niveau doivent être agréés entre le constructeur et le client.

L'émission électromagnétique ne doit pas dépasser la valeur spécifiée par le constructeur.

#### 10.8.2 Méthode d'essai

La méthode d'essai doit être basée sur la CEI 61000-6-4.

Des précautions particulières doivent être prises pour détecter tout changement dans l'émission à une fréquence particulière. Les critères d'essai et d'acceptation doivent être spécifiés par le constructeur et être acceptés par le client.

## 11 Rapport d'essais de type et certificat

Sur demande du client, le constructeur doit présenter un rapport sur les essais de type effectués conformément aux exigences de la présente norme.

Un certificat doit être fourni avec chaque système, présentant au minimum les informations générales suivantes et les informations supplémentaires spécifiées dans les parties pertinentes de la présente norme:

– nom du fabricant ou marque déposée;
– type et numéro de série du moniteur et des ensembles;
– type de détecteur(s);
– domaine de mesure;
– réponse à l'environnement dans des conditions d'essai normalisées;
– limites d'échelle pour chaque domaine de mesure;
– graduation des échelles;
– réponse aux sources d'essai spécifiées;
– réponse au rayonnement gamma ambiant;
– longueur maximale de câble entre les ensembles;
– débit d'air nominal (le cas échéant);
– description de l'affichage;
– forme chimique du tritium auquel le matériel est destiné;
– réponse du système en fonction de l'activité par unité de volume;
– réponse aux autres formes de tritium (si la mesure est sélective);
– réponse du système aux gaz radioactifs autres que le tritium;
– réponse au rayonnement gamma externe;
– type, dimensions et surface effective de tout filtre (piège) aérosol;

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

– temps de réponse;
– fraction de rétention de gaz, et
– déclaration de conformité du matériel par rapport à la présente norme (CEI 62303).

## 12 Manuel d'utilisation et de maintenance

Chaque ensemble doit être fourni avec un manuel d'instruction approprié conforme à la CEI 61187.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

**Tableau 1 – Conditions de référence et conditions d'essai normalisées pour les conditions normales d'utilisation**

(Sauf indication contraire du constructeur)

| Grandeurs d'influence | Conditions de référence | Conditions normales d'essais |
|---|---|---|
| Source radioactive de référence pour les faibles concentrations | Air ou gaz étiqueté avec la forme appropriée de tritium | Air ou gaz étiqueté avec la forme appropriée de tritium |
| Temps de chauffage: (tout le matériel ensemble) | 30 min | ≥30 min |
| Température ambiante | 20 °C | 18 °C à 22 °C |
| Humidité relative | 65 % | 50 % à 75 % |
| Pression atmosphérique [a] | 101,3 kPa | 70 kPa à 106 kPa |
| Tension d'alimentation électrique [b] | Tension d'alimentation nominale $U_N$ | $U_N$ ± 1 % |
| Fréquence de l'alimentation CA [b] | Fréquence nominale | Fréquence nominale ±1 % |
| Forme d'onde de l'alimentation CA | Sinusoïdale | Sinusoïdale avec un taux de distorsion harmonique totale inférieur à 5 % |
| Rayonnement gamma ambiant | Débit de kerma dans l'air inférieur à 0,20 μGy/h | Débit de kerma dans l'air inférieur à 0,25 μGy/h |
| Concentration de radon | < 10 Bq/m³ | < 10 Bq/m³ |
| Champ électromagnétique d'origine externe | Négligeable | Inférieur à la plus faible valeur provoquant des perturbations |
| Induction magnétique d'origine externe | Négligeable | Inférieure au double de la valeur de l'induction du champ magnétique terrestre |
| Radiofréquences | Négligeable | Inférieur à la plus faible valeur provoquant des perturbations |
| Débit de prélèvement | Réglé au débit nominal (défini par le constructeur) | Réglé au débit nominal ±5 % |
| Ensembles de contrôle-commande de l'ensemble | Réglés pour le fonctionnement normal | Réglés pour le fonctionnement normal |
| Contamination par des éléments radioactifs | Négligeable | Négligeable |
| Contamination par des éléments chimiques | Négligeable | Négligeable |

[a] Lorsque la technique de détection est particulièrement sensible aux variations de la pression atmosphérique, les conditions doivent être limitées à ±5 % de la pression de référence.

[b] Une alimentation en courant continu peut être utilisée; dans ce cas, aucune fréquence n'est spécifiée.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

**Tableau 2 – Essais réalisés dans des conditions normalisées d'essai pour des conditions normales de fonctionnement**

| Caractéristiques en essai | Exigences | Référence (paragraphe) |
|---|---|---|
| Réponse de référence | Conformément aux spécifications du constructeur, inférieur à ± 15 % | 7.2 |
| Linéarité | Inférieur à ± 15 % de tout le domaine effectif de mesure | 7.3 |
| Temps de réponse | Conformément aux spécifications du constructeur | 7.6 |
| Surcharge | Maintien de l'indication à pleine échelle lors de l'exposition à une activité deux fois celle qui produit la déflection de pleine échelle | 7.9 |
| Rétention de gaz | Inférieure à 1 % de la lecture maximale résultant d'une exposition à une activité volumétrique supérieure à 1 000 fois le seuil de décision | 9.2 |
| Reproductibilité | Coefficient de variation inférieur à 15 % | 7.10 |
| Stabilité de l'indication | Inférieur à 10 % de la déflection angulaire de pleine échelle sur une durée de 100 h sur toutes les gammes, ou inférieur à 10 % de l'indication pour les affichages numériques | 7.11 et 7.12 |
| Etendue du déclenchement de l'alarme | Sur la totalité du domaine de mesure | 8.1 |
| Stabilité du déclenchement de l'alarme | inférieur à 5 % du point d'assignation sur une durée de 100 h | 8.2 |

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

**Tableau 3 – Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence pour des conditions normales d'utilisation**

| Grandeurs d'influence | Intervalle de variation des grandeurs d'influence | Limites de variation de l'indication | Référence (paragraphe) |
|---|---|---|---|
| Réponse aux autres formes chimiques du tritium | Comme pour la forme chimique du tritium pour laquelle le matériel est conçu | Conformément aux spécifications du constructeur, mais normalement inférieure à 15 % de la lecture du fait de l'activité identique de la forme chimique du tritium pour laquelle le matériel est conçu | 7.4 |
| Réponse aux gaz radioactifs autres que le tritium | Conformément aux spécifications du constructeur | Conformément aux spécifications du constructeur | 7.5 |
| Rayonnement gamma externe émis par une source de $^{137}$Cs dans des conditions géométriques source-détecteur définies | Débit de kerma dans l'air de 10 µGy/h | Conformément aux spécifications du constructeur | 7.7 |
| Rayonnement gamma externe émis par une source de $^{137}$Cs dans d'autres conditions géométriques | Débit de kerma dans l'air de 10 µGy/h | Conformément aux spécifications du constructeur | 7.7 |
| Rayonnement gamma externe émis par d'autres sources dans des conditions géométriques source-détecteur définies | Débit de kerma dans l'air de 10 µGy/h | Deux fois la valeur définie par le constructeur pour la source $^{137}$Cs | 7.7 |
| Temps de chauffage | 30 min | ± 10 % | 8.4 |
| Tension d'alimentation en courant alternatif | 88 % $U_N$ à 110 % $U_N$ ($U_N$ = tension d'alimentation nominale) | ± 10 % | 9.6 |
| Variation de la tension d'alimentation en courant alternatif | 47 Hz à 51 Hz (57 Hz à 61 Hz quand la fréquence nominale est 60 Hz) | ± 10 % | 8.5 |

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

**Tableau 3** *(suite)*

| Grandeurs d'influence | Intervalle de variation des grandeurs d'influence | Limites de variation de l'indication | Référence (paragraphe) |
|---|---|---|---|
| Température ambiante | +10 °C à +35 °C (point-milieu +22 °C)<br>–10 °C à +40 °C (point-milieu +15 °C)<br>–25 °C à +50 °C (point-milieu +12 °C) | ± 10 %<br>± 20 %<br>± 50 % | 10.1 |
| Chocs thermiques | +20 °C à +40 °C et retour à +20 °C puis à –10 °C | ± 10 % | 10.2 |
| Humidité relative | Jusqu'à 90 % à 35 °C | ± 10 % | 10.3 |
| Pression atmosphérique | Comme spécifié par le constructeur | Comme spécifié par le constructeur | 10.4 |
| Etanchéité | Définie par le constructeur | Définie par le constructeur | 10.5 |
| Chocs mécaniques | Définis par le constructeur | Définis par le constructeur | 10.6 |
| Champ électromagnétique d'origine externe et décharge électrostatique | Par agrément entre le constructeur et le client | Par agrément entre le constructeur et le client | 10.7 |
| Emission électromagnétique | Par agrément entre le constructeur et le client | Par agrément entre le constructeur et le client | 10.8 |

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

**Tableau 4 – Essais du circuit d'air**

(Ces essais sont applicables uniquement aux ensembles dont la réponse est fonction du débit)

| Grandeurs d'influence | Etendue de la variation | Limites de la variation | Références (paragraphes) |
|---|---|---|---|
| Temps | 1 h à 100 h | ± 10 % | 9.4 |
| Perte de charge due au filtre | Conformément aux spécifications du constructeur | +0 % à –10 % | 9.5 |
| Tension d'alimentation électrique | De 88 % $U_N$ à 110 % $U_N$ | ± 10 % | 9.6 |
| Fréquence de l'alimentation en courant alternatif | De 47 Hz à 51 Hz<br>De 57 Hz à 61 Hz pour les pays où 60 Hz est la fréquence nominale | ± 10 % | 9.7 |

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

# Annexe A
(informative)

# Informations générales sur les conditions de fonctionnement

## A.1 Surveillance des effluents

### A.1.1 Généralités

La tâche de surveillance des effluents radioactifs est assez différente selon qu'il s'agit de conditions normales de fonctionnement d'une centrale ou qu'il s'agit de situations d'urgence. Lors des conditions normales de fonctionnement d'une centrale, les mesures doivent documenter la conformité par rapport aux limites de rejets. En situation d'urgence, les mesures sont nécessaires à la protection de l'environnement.

### A.1.2 Conditions de fonctionnement

#### A.1.2.1 Conditions normales de fonctionnement

Le rôle d'un matériel de surveillance d'effluents radioactifs, conçu pour des conditions normales de fonctionnement est, généralement, d'apporter l'assurance que les effluents rejetés pour chaque établissement sont conformes aux limites de rejets autorisées. Les moniteurs peuvent aussi fournir une alarme anticipée avertissant d'un dysfonctionnement de la centrale. Les valeurs mesurées et tous les signaux d'alarme sont enregistrés en continu. Ceci peut être réalisé par l'ensemble de contrôle-commande des moniteurs ou par le système informatique du site. Si les valeurs mesurées sont enregistrées par l'ensemble de contrôle-commande des moniteurs, une indication supplémentaire des alarmes doit être donnée par l'ensemble de contrôle-commande des moniteurs ou par le système informatique de la centrale.

L'objectif premier d'un matériel de surveillance d'effluents radioactifs est généralement d'apporter l'assurance que les effluents rejetés pour chaque établissement sont conformes aux limites de rejets autorisées

Le matériel de surveillance d'effluents radioactif peut aussi fournir à l'utilisateur des données pertinentes pour la commande de tout processus en cours. Bien que cela soit habituellement un objectif secondaire, dans certaines circonstances des situations peuvent être envisagées pour lesquelles la détection d'activités significativement en dessous les limites de rejet autorisées peuvent apporter un avertissement précoce d'un dysfonctionnement de la centrale.

Quelque soit la manière selon laquelle la surveillance des effluents proposée sera conforme aux exigences de l'autorité responsable ou selon laquelle elle fournira des informations de contrôle-commande à l'utilisateur, la principale exigence est l'aptitude à mesurer un niveau défini de rejet, caractérisé par son activité volumétrique et le débit total d'effluents.

Cette aptitude est affectée par de nombreux facteurs incluant le type de détecteur et sa performance, le mode de fonctionnement du moniteur, la dilution de l'activité dans le flux global d'effluents et l'efficacité du système de prélèvement (ou une partie seulement du flux d'effluents est réellement mesuré).

#### A.1.2.2 Situation d'urgence

Lors d'une situation d'urgence, l'objectif du matériel de surveillance des effluents radioactifs est de fournir au personnel des données d'entrée de base pour calculer l'impact attendu de l'activité rejetée sur l'environnement. Ces données sont la base de la prédiction des procédures de protection nécessaires prévues pour l'environnement et les personnes vivant à proximité du site nucléaire.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Les valeurs mesurées des moniteurs de tritium qui sont utilisées pour surveiller l'activité rejetée pendant et après les situations d'urgence sont nécessaires pour prédire l'impact attendu sur l'environnement. Cette prédiction est fondée sur l'activité mesurée et aussi sur plusieurs données, par exemple des données météorologiques, la température de l'air rejeté. Pour une prédiction réaliste des impacts attendus, les valeurs mesurées des moniteurs d'urgence doivent être traitées par des programmes spéciaux d'interprétation. Ces programmes peuvent être mis en oeuvre dans le système informatique du moniteur de tritium ou ils peuvent être mis en oeuvre dans un ordinateur autonome connecté aux moniteurs de tritium.

### A.1.3 Collecte d'un prélèvement représentatif

L'effluent à mesurer doit être prélevé en un point représentatif du conduit de rejet, afin de mesurer le rejet réel, en aval des points d'injection et de rétention de radioactivité.

De toute façon, quand la sensibilité requise devient trop faible pour une mesure raisonnable et quand l'activité provient d'une ou de plusieurs sources bien définies, il est avantageux de mesurer l'effluent localement avant dilution dans un effluent non radioactif. Dans ce cas, l'effluent de toute source de contamination radioactive doit être surveillé collectivement ou individuellement. Dans le cas où des dispositifs de rétention existent en aval des points de prélèvement des effluents, l'activité indiquée par le moniteur ne sera pas l'activité réelle et la rétention devra être évaluée après le rejet pour estimer l'activité réelle. Il convient de ne pas supposer que les dispositifs de rétention sont effectifs avant et pendant le rejet.

Les principes impliqués pour obtenir un prélèvement représentatif ne sont pas du domaine de la présente norme mais sont couverts par l'ISO 2889.

## A.2 Surveillance de l'environnement

### A.2.1 Conditions de fonctionnement

#### A.2.1.1 Conditions normales de fonctionnement

L'objectif premier d'un matériel de surveillance d'effluents radioactifs en conditions normales est généralement d'apporter l'assurance que l'impact de l'activité des effluents rejetés pour chaque établissement soit conformes aux limites de rejets autorisées. Les valeurs mesurées constituent la base des procédures de protection nécessaire pour l'environnement et les personnes résidant à proximité du site nucléaire.

L'indication des moniteurs de tritium utilisés pour la surveillance de l'environnement en conditions normales est provoquée par le bruit de fond naturel. L'activité rejetée est dans la plupart des cas trop faible pour être à l'origine d'une valeur mesurée. Les valeurs mesurées et tous les signaux d'alarme doivent être enregistrés en continu. Ceci peut être réalisé par l'ensemble de contrôle-commande des moniteurs ou par le système informatique du site. Si les valeurs mesurées sont enregistrées par l'ensemble de contrôle-commande des moniteurs, une indication supplémentaire des alarmes doit être donnée par l'ensemble de contrôle-commande des moniteurs ou par le système informatique du site.

#### A.2.1.2 Situation d'urgence

Lors d'un accident et après, les matériels de surveillance de l'environnement sont les matériels les plus importants. Ils informent sur l'impact du tritium rejeté sur l'environnement et fournissent la base pour les procédures de protection des personnes résidant dans la zone concernée.

Les valeurs mesurées fournies par les moniteurs de tritium utilisés pour surveiller l'activité dans l'environnement pendant et après les situations d'urgence sont nécessaires pour indiquer les impacts réels. Pour une interprétation réaliste des impacts, les valeurs mesurées doivent être traitées par des programmes spéciaux d'interprétation similaires aux programmes

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

d'interprétation de l'activité rejetée. Ces programmes doivent être mis en oeuvre dans le même ordinateur d'urgence utilisé pour le calcul des impacts des activités rejetées. Pour être sûr du fonctionnement des moniteurs, une transmission continue des valeurs mesurées et des alarmes à l'ordinateur du site est nécessaire.

### A.2.2 Collecte d'un prélèvement représentatif

Les prélèvements collectés doivent être représentatifs de l'air dans l'environnement. Les exigences pour la collecte et le conditionnement des prélèvements sont similaires aux exigences pour la surveillance des effluents.

## A.3 Surveillance des lieux de travail

### A.3.1 Conditions de fonctionnement

#### A.3.1.1 Conditions normales de fonctionnement

L'objectif d'un matériel de surveillance sur un lieu de travail est d'apporter l'assurance que la concentration de tritium en suspension dans l'atmosphère sur ce lieu de travail est conforme aux limites autorisées.

L'un des objectifs majeurs du matériel de surveillance du lieu de travail dans des conditions normales de fonctionnement est de protéger le personnel contre une exposition élevée. Ainsi les installations d'affichage et d'alarme des moniteurs doivent être visibles en permanence sans nécessiter de quitter le lieu de travail.

L'autre objectif des moniteurs est d'apporter l'assurance que la concentration du tritium dans l'atmosphère du lieu de travail est conforme aux limites autorisées.

Les valeurs mesurées et les signaux d'alarmes doivent être enregistrés en permanence. Ceci peut être réalisé par l'ensemble de contrôle-commande des moniteurs ou par le système informatique de la centrale. Au cas où les valeurs mesurées sont enregistrées par l'ensemble de contrôle-commande des moniteurs, une indication supplémentaire des alarmes doit être fournie par le système informatique du site.

#### A.3.1.2 Situation d'urgence

La plupart des moniteurs conçus pour les matériels pour conditions normales de fonctionnement peuvent être aussi utilisés pendant et après les situations d'urgence. Les critères de conception sont les mêmes que ceux décrits en 4.1. Quand il y a des conditions spéciales (par exemple chimiques ou de température), elles doivent être analysées et clarifiées entre le constructeur et le client.

### A.3.2 Collecte d'un prélèvement représentatif

Les prélèvements collectés doivent être représentatifs de l'air dans le lieu de travail contrôlé.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

# Annexe B
(informative)

# Préparation des sources de référence radioactives tritiées

## B.1 Généralités

Plusieurs techniques sont disponibles pour la préparation des sources de référence gazeuses tritiées requises pour la réalisation des essais de la présente norme.

Cette annexe décrit trois techniques qui, si elles sont pratiquées correctement, permettent de mener les essais.

## B.2 Utilisation d'une bouteille contenant du gaz tritié sous pression

### B.2.1 Généralités

L'utilisation peut être directe pour les essais décrits en 7.4, des bouteilles sous pression étalonnés étant disponibles dans le commerce.

Ces bouteilles permettent d'injecter une activité volumique connue dans la boucle d'étalonnage à laquelle est relié au matériel. Le montage de l'essai est représenté à la Figure B.1.

### B.2.2 Mode opératoire

– Remplir le volume connu, $V$, entre les vannes A et B à une pression $P$ au-dessus de la pression atmosphérique avec le gaz tritié normalisé de la bouteille.

– Le volume de gaz $V$ est alors injecté dans la boucle d'étalonnage de volume total connu $V_1 >> V$ du matériel en essai.

– Répéter ces opérations jusqu'à obtenir l'activité volumique désirée dans la boucle d'étalonnage à la pression atmosphérique.

Cette technique n'est pas applicable aux assemblages comprenant un milieu absorbant destiné à piéger ou à sélectionner la concentration de la forme de tritium utilisée.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

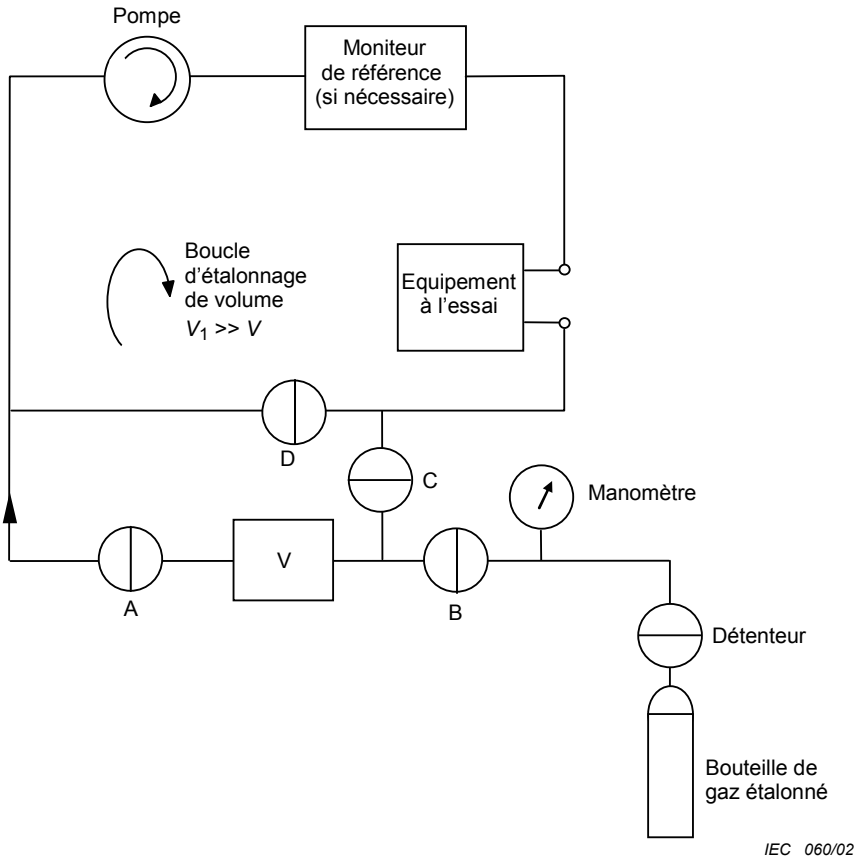



**Figure B.1 – Boucle d'étalonnage**

## B.3 Utilisation d'ampoules de tritium

### B.3.1 Généralités

Une activité volumétrique connue d'air ou de gaz tritié peut être obtenue en cassant une ampoule normalisée de tritium dans un volume connu d'air ou de gaz.

### B.3.2 Mode opératoire

– Introduire l'ampoule dans le circuit d'air.

– Casser l'ampoule en tournant ou secouant le cylindre.

Les ampoules de faible activité peuvent être utilisées pour obtenir directement les activités désirées par unité de volume dans différents cylindres. Dans ces conditions, l'air ou le gaz tritié dans chaque cylindre est injecté dans l'appareil en essai au débit assigné, après réduction de la pression.

Afin de réduire la consommation et la dispersion de tritium dans l'environnement, la boucle d'étalonnage peut autant que possible, être fixée au circuit de recirculation. Cette précaution ne peut être appliquée aux assemblages comprenant un milieu absorbant destiné à piéger ou à sélectionner la concentration de tritium.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

## B.4 Production de vapeur d'eau tritiée par oxydation de gaz tritium

### B.4.1 Généralités

Afin d'éprouver des ensembles conçus pour mesurer la vapeur d'eau tritiée, la forme appropriée de tritium peut être obtenue par oxydation du gaz tritium (HT) ou du méthane tritié ($CH_3T$) dans un four.

### B.4.2 Mode opératoire

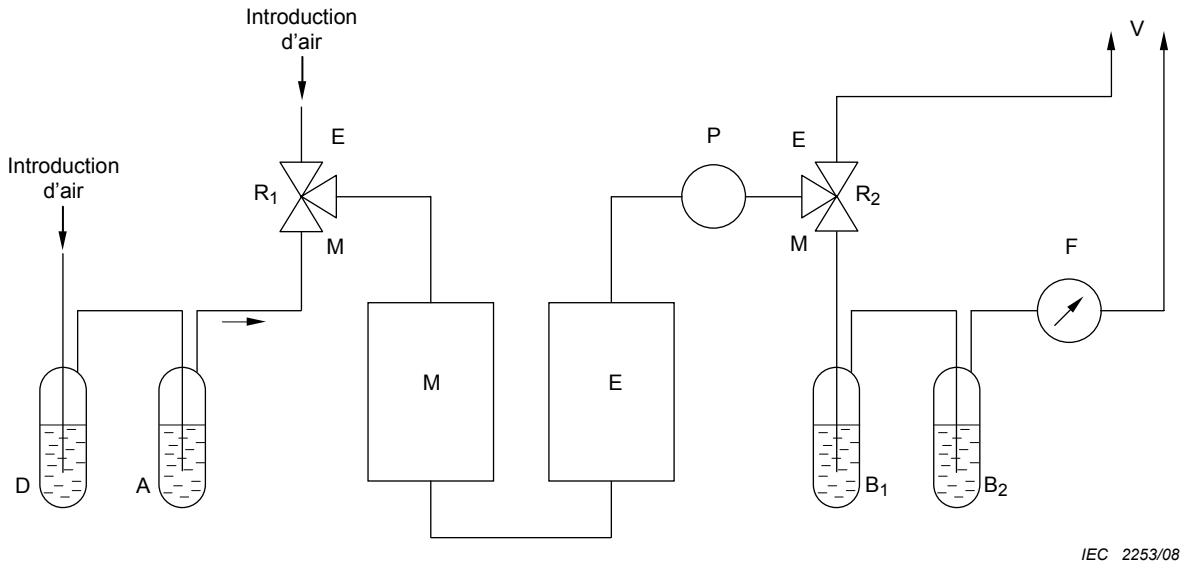
– Utiliser un cylindre d'air ou de gaz tritié obtenu commercialement ou par la technique décrite dans l'Article B.2.

– Faire circuler le gaz ou l'air tritié au débit assigné dans un petit four électrique chauffé à la température appropriée et contenant un agent oxydant approprié[1].

– Le gaz sortant du four peut être porté à température ambiante en utilisant une longueur suffisante de conduit non absorbant entre le four et le matériel en essai.

## B.5 Production de vapeurs d'eau tritiées par barbotage d'eau tritiée

Afin d'éprouver les assemblages dédiés à la mesure des vapeurs d'eau tritiées, il est approprié d'utiliser une eau tritiée dans la boucle d'étalonnage illustrée à la Figure B.2.




**Légende**

D dessicateur

A ampoule de bullage d'eau tritiée

$R_1$,$R_2$ vannes 3 voies

M moniteur de contrôle du tritium

E matériel en essai

P pompe

F débitmètre

$B_1$,$B_2$ ampoules d'eau distillée

V ventilation

**Figure B.2 – Boucle d'étalonnage avec des vapeurs d'eau tritiée**

---

1 Exemples typiques: HT + CuO 400 °C;
HT + Hopcalite (CuO + MnO2) 200 °C;
HT + $O_2$ à l'air 110 °C Pd sur alumine.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

L'air atmosphérique introduit en passant par le dessicateur D et l'ampoule A de bullage d'eau tritiée (environ 20 ml d'eau tritiée, avec une activité massique correspondant au point de mesure) circule avec la pompe du matériel en essai ou une pompe de prélèvement de débit identique ou supérieur, comme montré à la Figure B.2, avec la vanne $R_1$ en position M (mesure) et la vanne $R_2$ en position E (évacuation) jusqu'au remplacement complet de l'air initial du moniteur de contrôle de tritium et du matériel en essai:

– en arrêtant la pompe P, la vanne $R_2$ is placée en position M,

– en redémarrant la pompe de prélèvement P, et en déclenchant simultanément un chronomètre, l'air tritié circule dans le circuit de mesure pour une durée $\Delta t$ (environ 10 min). Les vannes $R_1$ et $R_2$ sont alors placées ($R_1$ puis $R_2$) en position E pour évacuation. Si le prochain point de mesure est à une activité volumétrique plus élevée, il n'est pas nécessaire de nettoyer le circuit avec de l'air propre et seule l'ampoule de bullage d'eau tritiée doit être remplacée.

– L'activité retenue dans les ampoules d'eau distillées $B_1$ et $B_2$ est mesurée avec un compteur à scintillation de liquide (LSC pour *Liquid Scintillation Counter*) et la valeur de l'activité volumique conventionnellement vraie qui a circulée dans le matériel en essai peut être obtenue par l'équation:

$$A_{\mathrm{v}}^{t} = \frac{A_{\mathrm{LSC}}}{\frac{dV}{dt} \times \Delta t}$$

où

$A_{\mathrm{v}}^{t}$ activité volumétrique conventionnellement vraie (Bq $m^{-3}$)

$\Delta t$ durée de prélèvement (min)

$\frac{dV}{dt}$ débit ($m^3\ min^{-1}$)

$A_{\mathrm{LSC}}$ activité totale des deux ampoules de bullage ($B_1$ et $B_2$)

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.