

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Nuclear instrumentation – Constructional requirements and classification of
radiometric gauges**

**Instrumentation nucléaire – Exigences de construction et classification pour
les jauges radiométriques**





THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2011 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 Varembe
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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.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



IEC 62598

Edition 1.0 2011-03

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Nuclear instrumentation – Constructional requirements and classification of
radiometric gauges**

**Instrumentation nucléaire – Exigences de construction et classification pour
les jauges radiométriques**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

T

ICS 27.120

ISBN 978-2-88912-422-0

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope and object.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	8
4 Classification of radiometric gauge types.....	9
4.1 Category A: Radiometric gauges with restricted beam	9
4.2 Category B: Radiometric gauges with omnidirectional beam	11
4.3 Category C: Stand alone source housings for fixed radiometric gauges	11
4.4 Dose rate classes.....	12
4.5 Temperature class.....	12
5 General requirements.....	13
5.1 Measuring gap	13
5.2 Source holder.....	13
5.3 Source housing	13
5.4 Alignment of the useful beam	13
5.5 Other requirements	13
6 Protection against ionizing radiation	14
6.1 General requirements.....	14
6.2 Requirements for Category A gauges	14
6.3 Requirements for Category B gauges	14
6.4 Requirements for Category C stand alone source housings	14
6.5 Resistance of the source housing in case of fire	15
6.6 Detector housing	15
6.7 Measuring head.....	15
7 Other safety devices.....	15
7.1 General.....	15
7.2 Protection against non-authorized use.....	15
7.3 Indication of the shutter position.....	16
7.4 Additional warning device	16
8 Determination of the dose equivalent rate.....	16
8.1 General.....	16
8.2 Dose equivalent rate measurements in the case of closed shutters	18
8.3 Dose equivalent rate measurements in the case of open shutters.....	18
8.4 Procedure for dose equivalent rate measurements	18
8.5 Determining the relevant values of the dose equivalent rate	19
9 Test methods	19
9.1 General.....	19
9.2 Temperature cycle test on the shutters and the source holder	19
9.2.1 Requirements	19
9.2.2 Procedure.....	19
9.3 Test for checking the resistance of the shutter, the source holder and the source container in case of fire.....	20
9.3.1 Requirements	20
9.3.2 Procedure.....	20

9.4	Test for checking the mechanical resistance of the shutter and the source holder.....	20
9.4.1	Requirements	20
9.4.2	Procedure.....	21
10	System classification coding and labelling	21
10.1	Classification code	21
10.2	Labelling	22
11	Accompanying documents	22
	Annex A (informative) Guidelines for the installation of radiometric gauges.....	23
	Figure 1 – Schematic arrangement of Category A gauges	10
	Figure 2 – Schematic arrangement of Category B gauges	11
	Figure 3 – Category C stand alone source housing for fixed level or density gauges.....	11
	Figure 4 – Schematic representation of isodistance gauging faces in the case of thickness gauges	17
	Figure 5 – Schematic representation of isodistance gauging faces in the case of level and density gauges and back-scatter gauges.....	17
	Figure 6 – Schematic representation of isodistance gauging faces in the case of stand alone source housings	18
	Figure A.1 – Examples of protection methods and principles.....	24
	Table 1 – Dose rate classes.....	12
	Table 2 – Temperature classes	12
	Table 3 – Fire resistance classes.....	15

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

NUCLEAR INSTRUMENTATION – CONSTRUCTIONAL REQUIREMENTS AND CLASSIFICATION OF RADIOMETRIC GAUGES

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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 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 62598 has been prepared by IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

This standard cancels and replaces the second edition of IEC 60405, issued in 2003. It constitutes a technical revision (see Introduction).

This bilingual version, published in 2011-05, corresponds to the English version.

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

FDIS	Report on voting
45/718/FDIS	45/721/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.

The French version of this standard has not been voted upon.

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability 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.

INTRODUCTION

This International Standard is based on the second edition of IEC 60405 which was published in 2003. It modifies or supplements it with additional provisions, where required by current needs.

Compared to the second edition of IEC 60405, the following major changes have been made:

- Introduction of Category C for stand alone source housings intended for fixed radiometric gauges and associated test procedures.
- The system classification code has been amended by one digit indicating the applied revision of IEC 62598 and by a second digit indicating the fire test conditions.
- The term dose rate class shall be used instead of radiation protection class. Class 7, or alternatively E, represents the current ICRP regulations.
- Introduction of fire resistance classes.
- Revision of the procedure for dose equivalent measurements.
- Addition of Annex A (informative) "Guidelines for the installation of radiometric gauges".

NUCLEAR INSTRUMENTATION – CONSTRUCTIONAL REQUIREMENTS AND CLASSIFICATION OF RADIOMETRIC GAUGES

1 Scope and object

This International Standard applies to the manufacture and installation of electrical measuring systems and instruments utilizing radioactive sources (radiometric gauges, hereinafter called gauges). It also applies to source housings intended for use in the aforementioned measuring systems. This standard applies to equipment, which is not related to power production or to the fuel cycle.

It does not apply to portable gauges which, because of their construction and purposes for use, are intended to be operated as mobile equipment and it does not apply to gauges operated with X-ray tubes, but it can be analogously applicable to these gauges.

The object of this standard is to specify constructional requirements for the design of instruments utilizing radioactive sources in regard of radiation protection. This standard does not take into account mechanical or electrical hazards.

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

IEC 60476:1993, *Nuclear instrumentation – Electrical measuring systems and instruments utilizing ionizing radiation sources – General aspects*

IEC 60692:1999, *Nuclear instrumentation – Density gauges utilizing ionizing radiation – Definitions and test methods*

IEC 60846-1:2009, *Radiation protection instrumentation – Ambient and/or directional dose equivalent (rate) meters and/or monitors for beta, X and gamma radiation – Part 1: Portable workplace and environmental meters and monitors*

IEC 60846-2:2007, *Radiation protection instrumentation – Ambient and/or directional dose equivalent (rate) meters and/or monitors for beta, X and gamma radiation – Part 2: High range beta and photon dose and dose rate portable instruments for emergency radiation protection purposes*

IEC 60982:1989, *Level measuring systems utilizing ionizing radiation with continuous or switching output*

IEC 61005:2003, *Radiation protection instrumentation – Neutron ambient dose equivalent (rate) meters*

IEC 61010-1:2010, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use – Part 1: General requirements*

IEC 61326 (all parts), *Electrical equipment for measurement, control and laboratory use – EMC requirements*

IEC 61336:1996, *Nuclear instrumentation – Thickness measurement systems utilizing ionizing radiation – Definitions and test methods*

ISO 361:1975, *Basic ionizing radiation symbol*

ISO 921:1997, *Nuclear energy – Vocabulary*

ISO 2919:1999, *Radiation protection – Sealed radioactive sources – General requirements and classification*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions as specified in ISO 921, IEC 60050-394 and IEC 60476, as well as the following apply.

3.1

collimation device

device for restricting the radiation in one or more directions

3.2

detector housing

that portion of the measuring head that includes the detector

NOTE This assembly may be incorporated with the source housing, especially in the case of a back-scatter measurement system.

3.3

measuring head

subassembly comprising one or several radioactive sources and detectors along with compensation sensors, if necessary, and devices that can be used to measure and correct the effects of undesirable influences

NOTE The measuring head may consist of separate source-housing and detector-housing subassemblies and it may include electronic devices for signal processing.

3.4

permanently installed radiometric gauge

radiometric gauge that is permanently installed at the measuring location

NOTE The measuring location may also be situated on mobile equipment (e.g., on a ship or a vehicle). The detector housing and the source housing may be installed both rigidly fixed and movable. The mobility of the system is limited and determined by the purpose for which it was designed.

3.5

radiometric gauge

control and measuring assembly consisting of at least one radioactive source, at least one detector and the mechanical devices required for non-destructive measurement of a process quantity

3.6

sealed source

radioactive source that is sealed in a solid and inert capsule or is permanently incorporated in solid and inert materials so that dispersion of radioactive substances under normal conditions of use is substantially prevented; at least one dimension shall be $\geq 0,2$ cm

3.7**source holder**

device used to support and fix the radioactive source

NOTE In the context of this standard the term source holder means the part of the device which supports or holds the source, e.g., the shutter or a part of the housing.

3.8**source housing**

that portion of the measuring head which includes the radioactive source, its holder and primary shielding device and shutter mechanism, if any

NOTE If the source housing is not part of a measuring head the term stand alone source housing is used (see 3.9).

3.9**stand alone source housing**

device which includes the radioactive source, its holder, primary shielding, collimator and optional shutter mechanism

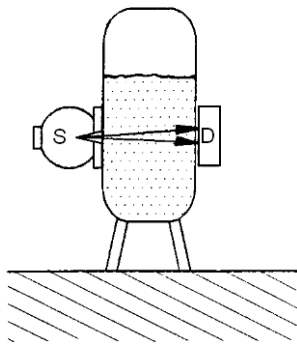
3.10**useful radiation; useful beam**

portion of radiation that is emitted by the radioactive source and used for measurement

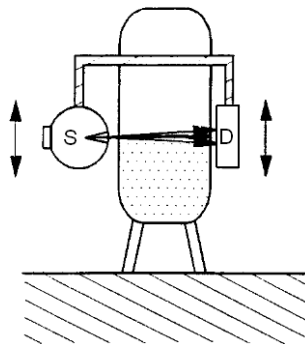
4 Classification of radiometric gauge types**4.1 Category A: Radiometric gauges with restricted beam**

Category A comprises gauges equipped with a device for collimation of the radiation, thereby restricting the useful beam.

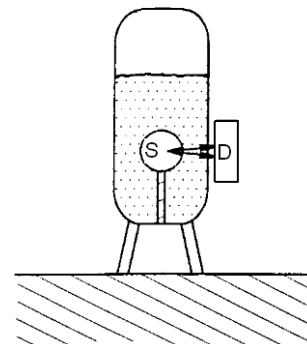
The gauge shall be designed in such a way that the radiation, except for the useful beam, is attenuated in conformity with the requirements of this standard (see Figure 1).



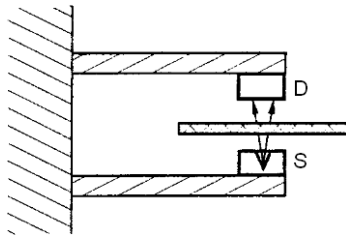
Fixed level or density gauge



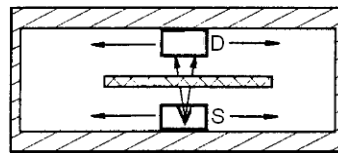
Tracking level gauge



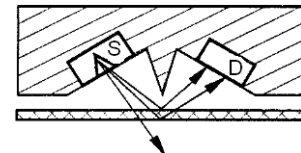
Level or density gauge
with the radioactive source
inside the material container



Fixed thickness gauge



Moveable thickness gauge



Back-scatter measuring system

IEC 533/11

Key

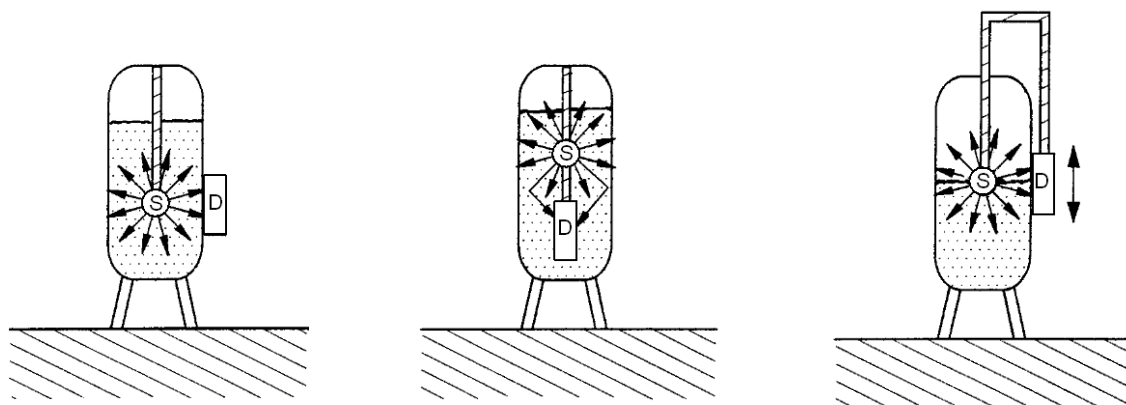
D detector housing

S source housing

Figure 1 – Schematic arrangement of Category A gauges

4.2 Category B: Radiometric gauges with omnidirectional beam

Category B comprises gauges without a device for collimation of the radiation in one or more directions of the useful beam or where the alignment does not comply with the requirements of Category A gauges (see Figure 2).



Gauge with the radioactive source inside the material container

Gauge with the radioactive source and the detector inside the material container

Tracking level gauge with the radioactive source inside the material container

IEC 534/11

Key

D detector housing

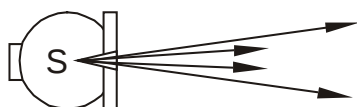
S source housing

Figure 2 – Schematic arrangement of Category B gauges

4.3 Category C: Stand alone source housings for fixed radiometric gauges

Category C comprises stand alone source housings for radiometric gauges equipped with shielding and properties for collimation of the useful beam. The source housing shall be designed in such a way that the radiation, except for the useful beam, is attenuated in conformity with the requirements of this standard (see Figure 3).

NOTE Such source housings are used in fixed level or density gauging systems in which the source housing and the detector are independent units and the useful beam is not restricted by the detector but by additional radiation protection measures.



IEC 535/11

Figure 3 – Category C stand alone source housing for fixed level or density gauges

4.4 Dose rate classes

The gauges shall be classified into the dose rate classes as specified in Table 1, when the dose equivalent rate is measured according to Clause 8.

NOTE The classification of the gauges into dose rate classes simplifies the approval procedure and facilitates the use in practice.

Table 1 – Dose rate classes

	Dose rate class						
	1	2	3	4	5	6	7 or E
Maximum dose equivalent rate at a distance of 5 cm	Not in compliance	> 1 mSv/h ≤ 5 mSv/h	> 0,5 mSv/h ≤ 1 mSv/h	> 0,05 mSv/h ≤ 0,5 mSv/h	> 7,5 μSv/h ≤ 0,05 mSv/h	> 3,0 μSv/h ≤ 7,5 μSv/h	≤ 3,0 μSv/h
Maximum dose equivalent rate at a distance of 100 cm	Not in compliance	> 0,1 mSv/h ≤ 0,5 mSv/h	> 25 μSv/h ≤ 0,1 mSv/h	> 7,5 μSv/h ≤ 25 μSv/h	> 2,5 μSv/h ≤ 7,5 μSv/h	> 1,0 μSv/h ≤ 2,5 μSv/h	≤ 1,0 μSv/h

NOTE 1 The numbering of the classes starts from 2 for reasons of backward compatibility with IEC 60405 Edition 2, now withdrawn. Class 1 of the first and second editions of IEC 60405 are no longer applicable.

NOTE 2 Class 7 or E : This class relates to current ICRP regulations. Classes 7 and E are equivalent.

NOTE 3 Referring to 10.1 to each gauge four shielding classes are assigned. Two for "shutter closed" at 5 cm and 100 cm respectively and two for "shutter open" at 5 cm and 100 cm respectively.

NOTE 4 The dose equivalent rate can be measured in terms of $\dot{H}^*(10)$ and/or $\dot{H}'(0,07)$, see 8.4.

4.5 Temperature class

In conformity with the maximum and minimum operating temperature values on which the design is based the gauges shall be classified into temperature classes as specified in Table 2.

NOTE The gauges are classified into separate temperature classes for both the maximum operating temperature and the minimum operating temperature (see 10.1).

Table 2 – Temperature classes

	Temperature class						
	1	2	3	4	5	6	7
Maximum operating temperature	No test conducted	50 °C	70 °C	100 °C	200 °C	400 °C	Other value
Minimum operating temperature	No test conducted	10 °C	0 °C	– 10 °C	– 20 °C	– 40 °C	Other value

If the temperature class corresponding to the testing range of an incorporated source (e.g., according to ISO 2919) is lower than that of the source housing the temperature class of the source only shall be used.

5 General requirements

5.1 Measuring gap

In order to prevent persons placing their hands or any other part of their body in the useful beam, the gauges shall be constructed in such a way that the measuring gap is kept to a practical minimum. This also includes any other points where access to the useful beam is likely to occur. Where there is potential to expose body parts the user shall install additional protective devices.

5.2 Source holder

The source holder shall be designed and constructed in such a way that:

- a) an easy installation and de-installation of the radioactive source is feasible under radiologically safe conditions;
- b) a reliable positioning of the source is feasible under radiologically safe conditions.

5.3 Source housing

The source housing shall be designed and constructed in such a way that:

- a) the radioactive source is protected under normal operating conditions against impacts which could damage it if no other means are provided in the gauge for such protection;
- b) dismantling of the radioactive source by non-authorized persons is prevented (e.g., by providing a safety lock, special tools which are necessary to open the housing, or by security sealing procedures);
- c) it withstands the adverse physical and chemical influences expected in accordance with the user's information (e.g., by means of installing an additional protective hood or any other installation-related measures);
- d) the radioactive source is secured in a manner to prevent the radioactive source from falling out even in the event of mechanical damage to the housing or in case of fire;
- e) it is possible to carry out source leakage tests under radiologically safe conditions.

5.4 Alignment of the useful beam

The source and detector heads shall be aligned so that the collimating properties of Category A gauges restrict the useful beam so that it does not extend beyond the detector or its shields with no measured material in the measuring gap, provided this is necessary to conform to permissible limit values in accordance with 6.1. For Category B and C gauges, the stand alone source housing or the source housing should reduce the dose equivalent rate outside the useful beam to levels as low as practical.

5.5 Other requirements

In addition to the specified constructional requirements, the gauges shall comply with the provisions as laid down in the respective valid version of the appropriate national regulations currently in force.

Additional non-safety relevant information on instruments and systems for which this standard is applicable is given in IEC 60692, IEC 60982 and IEC 61336. General constructional requirements for electrical measuring, control and laboratory instruments are given in IEC 61010-1. Electromagnetic compatibility (EMC) requirements are given e.g., in the IEC 61326 series. Safety requirements and tests for classification of the sealed sources used in the gauges are given in ISO 2919.

6 Protection against ionizing radiation

6.1 General requirements

The shielding of the gauge shall be so designed, or the gauge shall be installed, in such a way that the dose equivalent rate at the points which are accessible for non-occupationally exposed persons does not exceed the values specified in appropriate national regulations pertaining to continuously occupied working places.

The accompanying documents shall include information that it is the responsibility of the user to observe the radiation labelling and shielding or barriers and to ensure that the actual limit values, specified in appropriate national regulations, are not exceeded.

The dose rates with the "shutter closed" should be as low as reasonably achievable, e.g., Class 7.

Radiation profiles of gauges could be influenced by the individual application on site and shall require additional measurement after installation (see Annex A).

6.2 Requirements for Category A gauges

The source housing shall ensure that the dose equivalent rate for the respective dose rate class is adhered to in accordance with 4.4.

The source housing shall be equipped with shutters for interrupting the useful beam.

If the shutter of the device is remote-controlled or servo-controlled the shutter shall automatically close if any failure of the control circuits occurs (e.g., failure of power supply). After elimination of the fault, the shutter shall not automatically open until the system is intentionally returned to its normal operating mode.

6.3 Requirements for Category B gauges

For Category B gauges, an additional shielded housing shall be provided for storing the source holder/radioactive source when not in use, unless the radioactive source is incorporated in a source housing with a shutter.

The shielding housing shall ensure that the dose equivalent rate for the respective dose rate class is adhered to in accordance with 4.4 and this class shall be used for "shutter closed" indication in the classification according to 10.1.

The shielding housing shall form a rigid assembly with the gauge if the dose equivalent rate exceeds national regulatory limits for a non-shielded source.

The shielding housing shall include a safety lock in order to prevent unauthorized access to the source holder/source.

6.4 Requirements for Category C stand alone source housings

The stand alone source housing shall ensure that the dose equivalent rate for the respective dose rate class is adhered to in accordance with 4.4.

The source housing shall be equipped with a shutter for interrupting the useful beam.

If the shutter of the device is remote-controlled or servo-controlled the shutter shall automatically close if any failure of the control circuits occurs (e.g., failure of power supply).

After elimination of the fault, the shutter shall not open until the system is intentionally returned to its normal operating mode.

The shielding housing shall include a safety lock in order to prevent unauthorized access to the source.

6.5 Resistance of the source housing in case of fire

A source housing and its shielding device, if any, intended to withstand a case of fire shall be constructed in such a way that the dose equivalent rate does not exceed the values of national regulatory limits or 10 mSv/h at a distance of 1 m, whichever is lower, for a fire of a specified time-temperature condition according to Table 3. The radioactive source shall remain shielded.

If the requirements of 9.3 are met, the gauge shall be classified into a fire resistance class according to Table 3. The fire resistance class shall be indicated within the classification code of 10.1.

If the fire test conditions are not met or no test is performed, "N" shall be stated for the fire test condition.

Table 3 – Fire resistance classes

Time (min)	Temperature (°C)	Fire resistance class
No test conducted		N
5	538	K
30	800	F
60	945	D
120	1 050	A

6.6 Detector housing

The detector housing shall be designed in conformity with the dose rate class to which the gauge is assigned so that the dose equivalent rate that applies to the relevant class is adhered to in accordance with 4.4.

6.7 Measuring head

In the case of integrated instruments in which the source and the detector are accommodated in one housing, the housing shall comply with the requirements for both the source housing and the detector housing.

7 Other safety devices

7.1 General

In addition to the requirements of Clauses 5 and 6, the gauges shall be fitted with safety devices as specified in 7.2 to 7.4.

7.2 Protection against non-authorized use

The gauges shall include a safety function (lock-out) in order to prevent use by non-authorized persons (e.g., opening the shutter or moving of the source).

7.3 Indication of the shutter position

A special indicating device shall be provided on, or in the immediate vicinity of source housings equipped with shutters. It shall clearly indicate whether the shutters are in the open position or completely closed. The indication shall be done by providing unambiguous information on the condition of the shutter.

Colour may be additionally used in combination with the aforementioned marking. A not closed shutter shall be indicated by red or orange and a closed shutter shall be indicated by green or white colour.

The gauge shall be designed so that upon a technical or mechanical failure the shutter indicator does not provide a false indication of "safe condition" if the failure of the indicator cannot be otherwise identified.

An additional shielding housing of a Category B gauge shall provide a means which indicates whether the source is in the shielded or in the unshielded position.

7.4 Additional warning device

Radiometric gauges with remote-controlled shutters, where routine activities are required to be manually performed in the immediate vicinity of the gauge (e.g., insertion of the material to be measured), shall also be fitted with warning lights providing fail safe operation of the shutter position.

A red or orange warning light shall be used for the shutter position "not closed" and a green or white warning light for the position "fully closed", unless national regulations specify other system-related requirements.

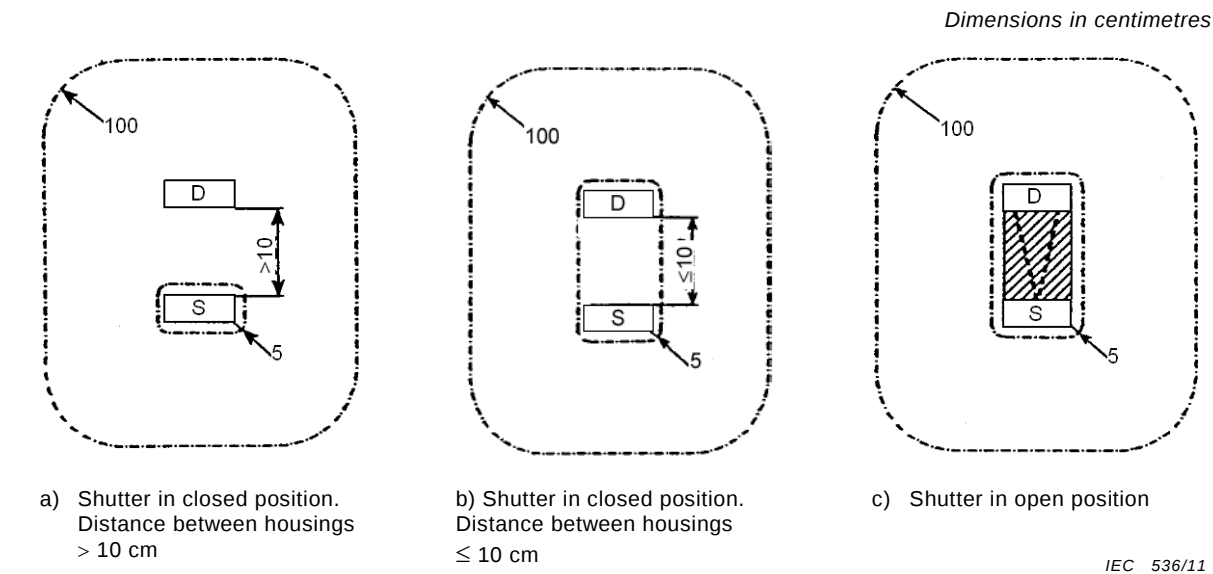
These additional warning lamps shall be mounted next to the gauge so that they are easily visible.

8 Determination of the dose equivalent rate

8.1 General

Dose equivalent rates in the vicinity of the radiometric gauge shall be measured at the distances as specified below or extrapolated from values that are measured at other distances.

The maximum dose equivalent rate shall be determined for each service condition mentioned below at distances of 5 cm and 100 cm from the nearest accessible surface of the combined source/detector housing (see Figures 4 and 5) or of the stand alone source housing (see Figure 6). In addition, the maximum distances from the gauge shall be given for any dose equivalent rates specified in appropriate national regulations. The average values may be typically determined over an area of 100 cm².



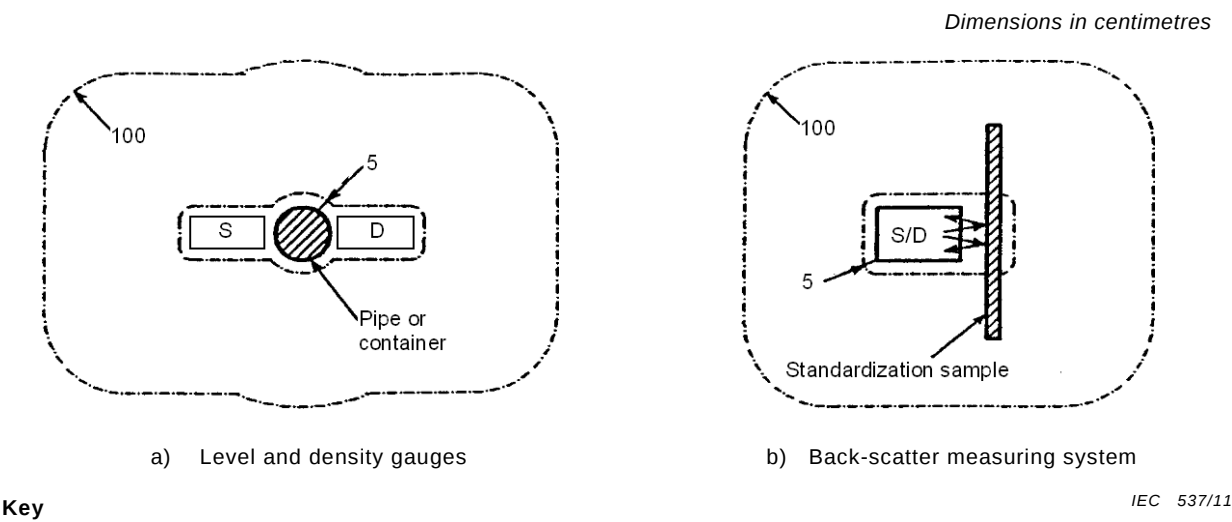
Key

D detector housing

S source housing

NOTE No measurements are made within the shaded area.

Figure 4 – Schematic representation of isodistance gauging faces in the case of thickness gauges



Key

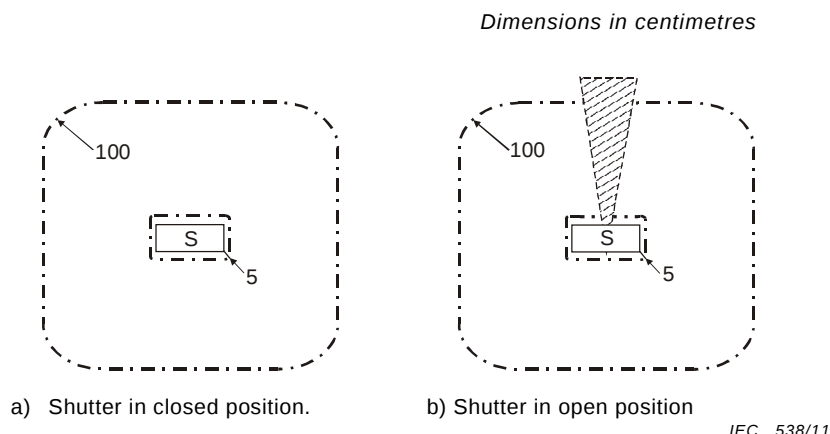
D detector housing

S source housing

S/D combined source/detector housing

NOTE The container depicted in Figure 5 a) may also be another appliance for storing or carrying medium, for example a conveyor belt in case of a bulk flow measurement.

Figure 5 – Schematic representation of isodistance gauging faces in the case of level and density gauges and back-scatter gauges



Key

S source housing

NOTE The dimensions of the shaded area should be taken from the data sheet or other technical specification of the gauge. No measurements are made within this area.

Figure 6 – Schematic representation of isodistance gauging faces in the case of stand alone source housings

The local dose equivalent rates shall be determined under the following operating conditions:

- shutter (if any) in closed position, gauge out of operation (working beam shielded, source in the protected position);
- shutter (if any) in the open position, gauge in operation – for a transmission gauge: without the material to be measured, for a back-scatter gauge: in the simulator position.

8.2 Dose equivalent rate measurements in the case of closed shutters

Where the distance between the source housing and the detector housing is ≤ 10 cm, radiation measurements shall be performed as indicated in Figure 4b).

8.3 Dose equivalent rate measurements in the case of open shutters

The dose equivalent rate shall be measured as shown in Figure 4c) and Figure 6.

Radiation measurement may be made in the useful beam for information.

8.4 Procedure for dose equivalent rate measurements

Appropriate measuring instruments according to IEC 60846-1 and IEC 60846-2 (photon and beta radiation) or IEC 61005 (neutron radiation) shall be used for measuring the dose equivalent rate.

- In every case the measuring quantity shall be the ambient dose equivalent $\dot{H}^*(10)$.
- In the case of sources having a photon energy below 20 keV, additional measurement with the measuring quantity directional dose equivalent $\dot{H}'(0,07)$ shall be undertaken.

For neutron dose rate measurements at a distance of 5 cm, calculation from measurements at 1 m is permitted.

8.5 Determining the relevant values of the dose equivalent rate

For calculation of the dose equivalent rates for dose rate classification according to Table 1, values in terms of $\dot{H}^*(10)$ for penetrating radiation are to be used. Values in terms of $\dot{H}'(0,07)$ shall be divided by ten before applying Table 1 for classification.

Where both $\dot{H}^*(10)$ and $\dot{H}'(0,07)$ are relevant, the lowest class of the different measuring quantities shall be used for classification of the entire gauge.

9 Test methods

9.1 General

Where proof of the properties required cannot be verified by the prototype tests specified in 9.2 through 9.4 this proof shall be determined by other means (e.g., calculations and evaluation of the material characteristics).

The reasons that test results cannot be obtained shall be given in the type test report as well as the calculation and evaluation results.

Certified properties are to be regarded as verified in accordance with the certificate.

Unless otherwise stated, these tests shall be carried out by the manufacturer on prototypes or on parts with comparable constructional characteristics and the results shall be recorded in a test report.

9.2 Temperature cycle test on the shutters and the source holder

9.2.1 Requirements

It shall be verified by these tests that the proper functioning of the safety devices (shutter, source holder) is ensured within the operating temperature range specified. In particular cases, the temperature cycle test may be confined to certain functions of the safety related gauge parts.

The temperature cycle test shall be carried out in a climatic chamber at maximum and minimum temperatures in accordance with Table 2.

The proper functioning of the safety device of the source housing shall be verified during the test.

9.2.2 Procedure

The time required for the source housing to reach the temperature of the climatic chamber shall be determined by test or by calculation (in this subclause the time required for stabilizing the temperature is called “stabilizing time”).

Before starting the test, the dose equivalent rate shall be measured and recorded at distances of 5 cm and 100 cm from the source housing (useful beam shielded, radioactive source in protected position).

The relative air humidity of the heating chamber should be between 40 % and 70 % at the beginning of the test (at a room temperature of approximately 20 °C).

The heating chamber shall be allowed to cool down to the lowest temperature as specified for the temperature class of the gauge in Table 2, and this temperature shall be maintained during the stabilizing time and for an additional period of 1 h.

Following this temperature exposure, the proper functioning of the safety devices shall be checked.

After this test, the heating chamber shall be heated to room temperature (approximately 20 °C). Following the stabilizing time and an additional period of 1 h, the proper functioning of the safety devices shall be checked again.

The heating chamber shall be heated to the maximum temperature specified for the temperature class of the gauge in Table 2 and this temperature shall be maintained during the stabilizing time and for an additional period of 1 h.

Following this temperature exposure, the proper functioning of the safety devices shall be checked.

After this test, the heating chamber shall be allowed to cool down to room temperature (approximately 20 °C). Following the stabilizing time and an additional period of 1 h, the proper functioning of the safety devices shall be checked. After that the source housing shall be removed from the climatic chamber and shall be checked for any apparent damage.

The dose equivalent rate that emanates from the source housing with "closed shutters" shall be measured. The values shall be recorded and compared with those existing before the test was conducted. The values shall not be different from the original values by more than the expected from statistical variation.

9.3 Test for checking the resistance of the shutter, the source holder and the source container in case of fire

9.3.1 Requirements

The purpose of the test is to verify that the dose equivalent rate does not exceed national regulatory limits or 10 mSv/h at a distance of 1 m, whichever is lower, after a fire with specified time-temperature conditions according to Table 3 and that the radioactive source is retained by the source housing.

9.3.2 Procedure

This test should be carried out with a dummy source instead of a real source.

The source housing is introduced into a furnace preheated to at least the specified temperature and heated until equilibrium is achieved and then maintained at the specified time-temperature condition. Subsequently, the source housing is taken out of the furnace and allowed to attain ambient temperature (approximately 20 °C).

The source housing is then checked to determine that the radioactive source (source dummy) is retained by the source housing.

If the source has moved (e.g. due to the melting of the shielding material) the dose equivalent rates that would occur in the case of a real source shall be determined. The dose equivalent rates derived shall meet the requirements of 9.3.1.

9.4 Test for checking the mechanical resistance of the shutter and the source holder

9.4.1 Requirements

In this requirement, the test is additionally concerned with the mechanical resistance of the shutter and source holder to the stress associated with transportation as well as the stress that might occur in operation.

9.4.2 Procedure

This test should be carried out without the source being installed or with a dummy source instead of the real source.

The shutter is operated manually or by means of an automatic testing device in the following order starting from closed position:

Full cycle of operation: “Shutter open – Shutter closed”

In the case of remote-controlled or servo-controlled shutter devices, a minimum of 3 000 full test cycles shall be carried out; in the case of manually-actuated shutters 300 full test cycles shall be carried out.

After completion of the test runs, the shutter and the source holder shall be checked for damage or ageing.

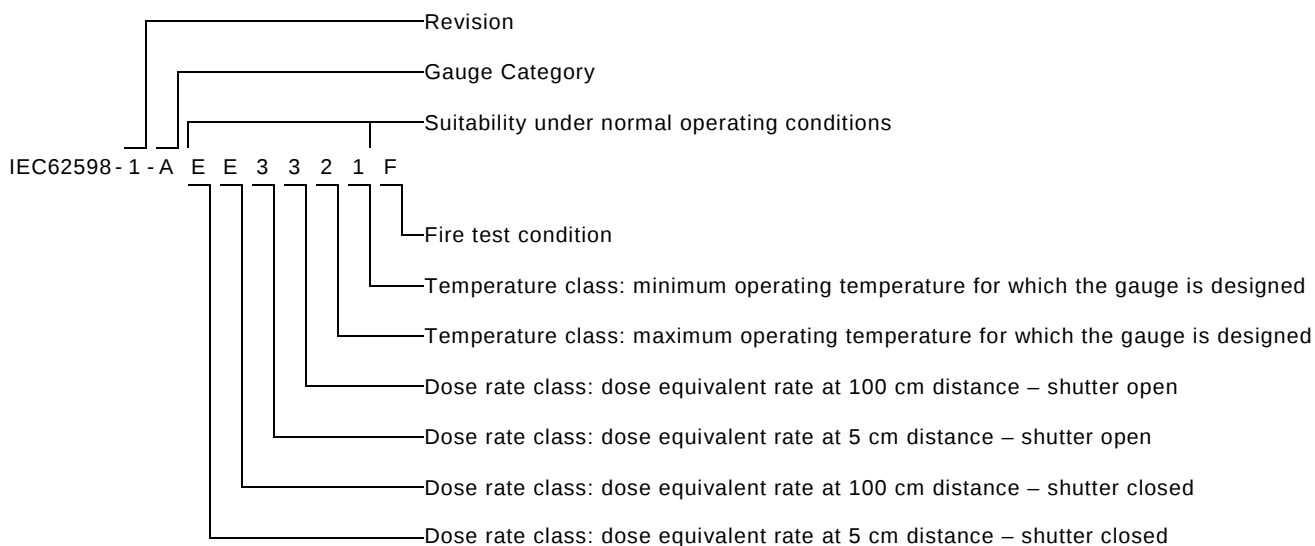
10 System classification coding and labelling

10.1 Classification code

The documentation for each radiometric gauge or source housing shall contain a classification code indicating the gauge category, the dose rate classes and temperature classes in accordance with Clause 4, and the standard designator IEC 62598-1. This code may also be placed on the source housing.

NOTE The classification may depend on the source characteristics (e.g., activity, temperature range, radionuclide, encapsulation, accident conditions).

The system classification code structure shall be as follows:



10.2 Labelling

The following information, as a minimum, shall be clearly marked on an appropriate place of the source housing so that the marking remains legible for the entire period of use of the gauge:

- a) the manufacturer's name and address;
- b) type and serial number of the gauge;
- c) radionuclide;
- d) activity of the source (including reference date).

In addition, the source housing shall be marked with the radiation symbol in accordance with ISO 361. When the source housing is incorporated into an additional outer housing, the marking of an easily visible radiation symbol shall also be placed on the outside of that housing.

11 Accompanying documents

The following information shall be given in the accompanying documents supplied to user:

- user responsibilities;
- the information on labelling given in Clause 10 and an application that the classification is in accordance with the provisions given in IEC 62598;
- gauge description, operating principle, design drawings, technical features, classification code and the associated radionuclide and activity, type and activity of the radionuclides actually used;
- functional description of the source shutter;
- installation and service conditions to be observed insofar as they may have influence on the dose equivalent rate in the vicinity surrounding the gauge;
- dose equivalent rate information in accordance with Clause 8;
- leak test certificate of the source;
- information on how periodic leakage tests of the source are to be performed;
- guideline for inventory control and end of use source disposal management;
- in the case of dose rate class 1 (see Table 1) specification of the respective dose rate value(s);
- in the case of temperature class 7 (see Table 2): specification of the respective temperature(s);
- instructions for appropriate radiation protection measures.

Annex A (informative)

Guidelines for the installation of radiometric gauges

These guidelines are intended to give examples of aspects which may be considered in design, operation or servicing of gauging systems.

A radiation protection risk analysis before installation to verify the protective measures by measurements before operational use.

- a) Due to the purpose of shielding penetrating radiation (e.g., gamma radiation) the source housing or auxiliary screening measures may have a considerable weight that can easily exceed several 100 kg. This should be taken into consideration when planning
 - mounting brackets or consoles,
 - installation with e.g., cranes,
 - access to the source housing for service purposes.
- b) For reduction of the possible dose exposure, the useful beam should not be directed towards places of high foot traffic. Besides that, the dose equivalent rate at the detector side should be considered as well as the dose equivalent rate at the source housing. While reduction of the dose equivalent rate at the source housing is possible by increasing the distance (inverse square law), this is unlikely to apply to the detector side because the distance to the source is already considerable. Also the dose equivalent rate at the detector should be considered under worst conditions (e.g., empty vessel).
- c) Access to the useful beam between source housing and e.g., vessel at least in case of Category A or C gauges should be restricted.
- d) Figure A.1 gives examples of protection principles which may be considered in design or operation of gauging systems.

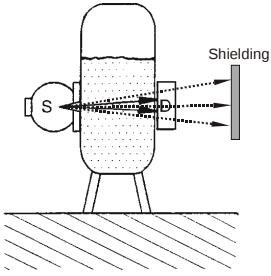
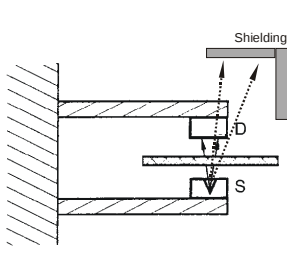
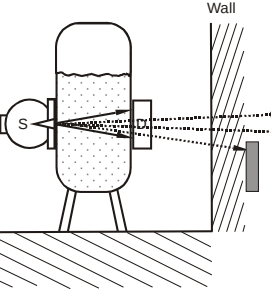
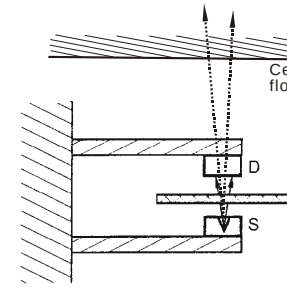
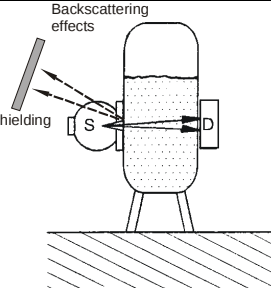
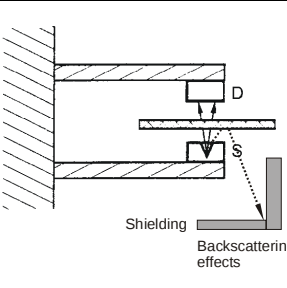
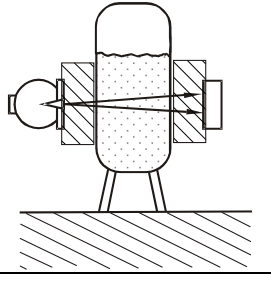
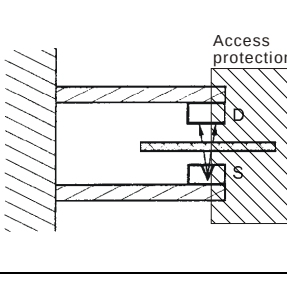
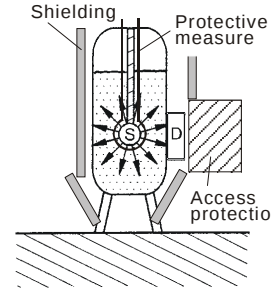
In direction of the useful beam increased dose rates are to be expected and may require additional shielding or area with restricted access. The dose rate values at a certain point may differ significantly depending on the kind and condition of medium or whether medium is present or not.		
Walls, floors and ceilings do not provide sufficient shielding in every case. Additional shielding or restricted areas may be required.		
Backscattering effects should be taken into consideration. Such effects may depend on the properties of the medium to be measured or on geometrical circumstances of the application. Subsequent fittings may change the backscattering conditions.		
Sufficient access protection should be provided. Protective measures should be taken for maintenance / servicing activities where additional shielding have to be removed or the restricted area has to be accessed		
Appropriate protection against chemical and mechanical influences should be provided to keep the source under control in any event. If the vessel walls do not provide appropriate shielding additional shielding and/or restricted areas may be required around the vessel.		intentionally left blank
Locally increased dose rates should be taken in consideration between adjacent gauges.	intentionally left blank	intentionally left blank

Figure A.1 – Examples of protection methods and principles

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	28
INTRODUCTION.....	30
1 Domaine d'application et objet.....	31
2 Références normatives.....	31
3 Termes et définitions	32
4 Classification des types de jauges radiométriques.....	33
4.1 Catégorie A: Jauges radiométriques avec faisceau collimaté.....	33
4.2 Catégorie B: Jauges radiométriques avec faisceau omnidirectionnel	34
4.3 Catégorie C: Boîtiers des sources autonomes pour jauges radiométriques fixes	35
4.4 Classes de débit de dose	35
4.5 Classes de température	36
5 Exigences générales	36
5.1 Espace de mesure.....	36
5.2 Support de source	37
5.3 Boîtier de la source	37
5.4 Alignement du faisceau utile.....	37
5.5 Autres exigences.....	37
6 Protection contre les rayonnements ionisants.....	38
6.1 Exigences générales	38
6.2 Exigences pour les jauges de Catégorie A.....	38
6.3 Exigences pour les jauges de Catégorie B.....	38
6.4 Exigences pour les boîtiers de sources autonomes de Catégorie C	38
6.5 Résistance au feu du boîtier de la source.....	39
6.6 Boîtier du détecteur	39
6.7 Tête de mesure	39
7 Autres dispositifs de sécurité.....	39
7.1 Généralités.....	39
7.2 Protection contre une utilisation non autorisée	39
7.3 Indication sur la position de l'obturateur	40
7.4 Dispositif d'avertissement additionnel.....	40
8 Détermination du débit d'équivalent de dose	40
8.1 Généralités.....	40
8.2 Mesure du débit d'équivalent de dose dans le cas d'obturateurs fermés	42
8.3 Mesure du débit d'équivalent de dose dans le cas d'obturateurs ouverts	42
8.4 Procédure pour les mesures du débit d'équivalent de dose	42
8.5 Détermination des valeurs pertinentes du débit d'équivalent de dose	43
9 Méthodes d'essai.....	43
9.1 Généralités.....	43
9.2 Essai de cycles de température sur les obturateurs et le support de source	43
9.2.1 Exigences.....	43
9.2.2 Procédure.....	43
9.3 Essai de résistance au feu de l'obturateur, du support de source et du récipient contenant la source.....	44
9.3.1 Exigences.....	44
9.3.2 Procédure.....	44

9.4	Essai de résistance mécanique de l'obturateur et du support de source	45
9.4.1	Exigences.....	45
9.4.2	Procédure.....	45
10	Code de classification et étiquetage	45
10.1	Code de classification	45
10.2	Étiquetage.....	46
11	Documents d'accompagnement	46
Annexe A (informative) Lignes directrices relatives à l'installation des jauges radiométriques.....		47
Figure 1 – Disposition schématique des jauges de Catégorie A		34
Figure 2 – Disposition schématique des jauges de Catégorie B		35
Figure 3 – Catégorie C - Boîtier de source autonome pour jauges à niveau fixe ou pour jauges de densité (densimètres)		35
Figure 4 – Représentation schématique des faces de mesure à iso-distance dans le cas de jauges de mesure d'épaisseur		41
Figure 5 – Représentation schématique des faces de mesure à iso-distance dans le cas de jauges de mesure de niveau et de densité et de jauges à rétrodiffusion.....		41
Figure 6 – Représentation schématique des faces de mesure à iso-distance dans le cas des boîtiers de sources autonomes		42
Figure A.1 – Exemples de méthodes et de principes de protection.....		48
Tableau 1 – Classes de débit de dose		36
Tableau 2 – Classes de température.....		36
Tableau 3 – Classes de résistance au feu.....		39

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTRUMENTATION NUCLÉAIRE – EXIGENCES DE CONSTRUCTION ET CLASSIFICATION POUR LES JAUGES RADIOMÉTRIQUES

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 elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 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 brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 62598 a été établie par le comité d'études 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

La présente norme annule et remplace la seconde édition de la CEI 60405, parue en 2003. Elle constitue une révision technique.

La présente version bilingue, publiée en 2011-05, correspond à la version anglaise.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 45/718/FDIS et 45/721/RVD.

Le rapport de vote 45/721/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

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 stabilité 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.

INTRODUCTION

Cette Norme internationale est basée sur la seconde édition de la CEI 60405, publiée en 2003. Elle y apporte des modifications ou des compléments avec des dispositions supplémentaires, lorsque cela a été rendu nécessaire du fait des besoins actuels.

Par rapport à la seconde édition de la CEI 60405, les principales modifications suivantes ont été faites:

- Introduction de la Catégorie C pour les boîtiers des sources autonomes prévus pour les jauges radiométriques fixes et les procédures d'essai associées.
- Le codage du système de classification a été amendé d'un chiffre indiquant la révision appliquée de la CEI 62598, et d'un deuxième chiffre indiquant les conditions d'essai au feu.
- Le terme "classe de débit de dose" doit être utilisé au lieu du terme "classe de protection contre les rayonnements".
- La Classe 7, ou alternativement E, est le reflet des recommandations actuelles de la CIPR.
- Introduction des classes de résistance au feu.
- Révision de la procédure des mesures d'équivalent de dose.
- Ajout de l'Annexe A (informative) "Lignes directrices relatives à l'installation des jauges radiométriques".

INSTRUMENTATION NUCLÉAIRE – EXIGENCES DE CONSTRUCTION ET CLASSIFICATION POUR LES JAUGES RADIOMÉTRIQUES

1 Domaine d'application et objet

Cette Norme internationale s'applique à la fabrication et à l'installation des systèmes et appareils de mesure électriques utilisant des sources radioactives (jauges radiométriques, ci-après désignées par jauges, en abrégé). Elle s'applique également aux boîtiers des sources destinées à être utilisées dans les systèmes de mesure mentionnés ci-dessus. Cette Norme s'applique à un équipement, qui n'est pas relié à la production d'électricité nucléaire ou au cycle du combustible nucléaire.

Elle ne s'applique pas aux jauges portables qui, en raison de leur construction et de leur utilisation, sont censées être utilisées comme des matériels mobiles, ni aux jauges fonctionnant avec des tubes à rayons X, mais elle peut être appliquée par analogie à ces jauges.

Le but de cette Norme est de spécifier les exigences de construction concernant la conception des instruments utilisant des sources radioactives, eu égard à la protection contre le rayonnement. Cette Norme ne prend pas en compte les risques mécaniques et électriques.

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

CEI 60476:1993, *Instrumentation nucléaire – Appareils et systèmes électriques de mesure utilisant des rayonnements ionisants – Aspects généraux*

CEI 60692:1999, *Instrumentation nucléaire – Densimètres à rayonnements ionisants – Définitions et méthodes d'essai*

CEI 60846-1:2009, *Instrumentation pour la radioprotection – Instruments pour la mesure et/ou la surveillance de l'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) ambiant et/ou directionnel pour les rayonnements bêta, X et gamma – Partie 1: Instruments de mesure et de surveillance portables pour les postes de travail et l'environnement*

CEI 60846-2:2007, *Instrumentation pour la radioprotection – Instruments pour la mesure et/ou la surveillance de l'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) ambiant et/ou directionnel pour les rayonnements bêta, X et gamma – Partie 2: Instruments portables de grande étendue, pour la mesure de la dose et du débit de dose des rayonnements photoniques et bêta dans des situations d'urgence de radioprotection*

CEI 60982:1989, *Systèmes de mesure de niveau utilisant les rayonnements ionisants avec signal de sortie continu ou en mode tout-ou-rien*

CEI 61005:2003, *Instrumentation pour la radioprotection – Appareils de mesure de l'équivalent de dose ambiant neutron (ou de son débit d'équivalent de dose)*

CEI 61010-1:2010, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 1: Prescriptions générales*

CEI 61326 (toutes les parties), *Matériel électrique de mesure, de commande et de laboratoire – Exigences relatives à la CEM*

CEI 61336:1996, *Instrumentation nucléaire – Systèmes de mesure d'épaisseur par rayonnements ionisants – Définitions et méthodes d'essai*

ISO 361:1975, *Symbole de base pour les rayonnements ionisants*

ISO 921:1997, *Énergie nucléaire – Vocabulaire*

ISO 2919:1999, *Radioprotection – Sources radioactives scellées – Prescriptions générales et classification*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'ISO 921, de la CEI 60050-394 et de la CEI 60476, ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1

collimateur

dispositif de collimation

dispositif permettant d'orienter le rayonnement dans une ou plusieurs directions

3.2

boîtier du détecteur

partie de la tête de mesure incluant le détecteur

NOTE Cet ensemble peut être incorporé dans le boîtier de la source, spécialement dans le cas d'un système de mesure par rétro diffusion.

3.3

tête de mesure

sous-ensemble comprenant une ou plusieurs sources radioactives et des détecteurs, y compris des capteurs de compensation si nécessaire, et des dispositifs pouvant être utilisés pour mesurer et corriger les effets des influences indésirables

NOTE La tête de mesure peut être constituée de sous-ensembles distincts pour le boîtier de la source et le boîtier du détecteur et elle peut inclure des dispositifs électroniques pour le traitement des signaux.

3.4

jauge radiométrique installée de façon permanente

jauge radiométrique installée de façon permanente sur le lieu de la mesure

NOTE Le lieu de la mesure peut être mobile (par exemple, sur un bateau ou un véhicule). Le boîtier du détecteur et le boîtier de la source peuvent être installés aussi bien de façon fixe que mobile. La mobilité du système est limitée et déterminée par le but pour lequel il a été conçu.

3.5

jauge radiométrique

ensemble de contrôle et de mesure, constitué d'au moins une source radioactive, d'un détecteur et des dispositifs mécaniques nécessaires, pour la mesure non destructive d'une grandeur de processus

3.6

source scellée

source radioactive scellée dans une capsule solide et inerte ou incorporée de façon permanente dans des matériaux solides et inertes de sorte que la dispersion de substances

radioactives dans des conditions normales d'utilisation soit impossible; au moins l'une des dimensions doit être $\geq 0,2$ cm

3.7

support de source

dispositif destiné à soutenir et à fixer la source radioactive

NOTE Dans le contexte de la présente Norme, le terme "support de source" représente la partie de l'appareil qui soutient ou maintient la source, par exemple, l'obturateur ou une partie du boîtier.

3.8

boîtier de la source

partie de la tête de mesure incluant la source radioactive, son support, le dispositif d'écran primaire et le mécanisme d'obturation, s'il y en a un

NOTE Si le boîtier de la source ne fait pas partie d'une tête de mesure, le terme "boîtier de source autonome" est utilisé (voir 3.9).

3.9

boîtier de source autonome

dispositif incluant la source radioactive, son support, le dispositif d'écran primaire, le collimateur et le mécanisme d'obturation optionnel

3.10

rayonnement utile

faisceau utile

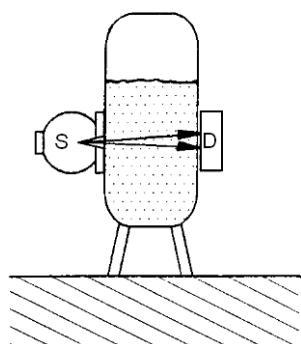
partie du rayonnement émis par la source radioactive et utilisé pour la mesure

4 Classification des types de jauges radiométriques

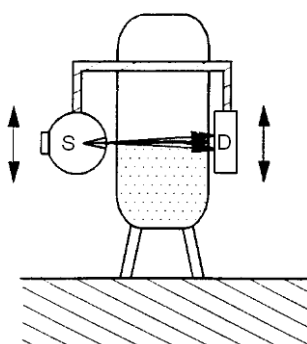
4.1 Catégorie A: Jauges radiométriques avec faisceau collimaté

La Catégorie A comprend les jauges équipées d'un dispositif de collimation du rayonnement, réduisant ainsi le faisceau utile.

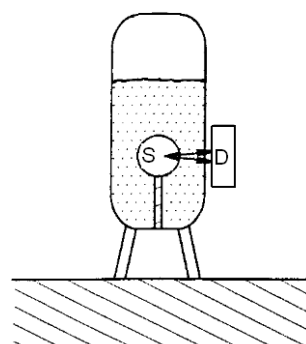
La jauge doit être conçue de telle façon que le rayonnement, excepté pour le faisceau utile, soit atténué en conformité avec les exigences de cette norme (voir Figure 1).



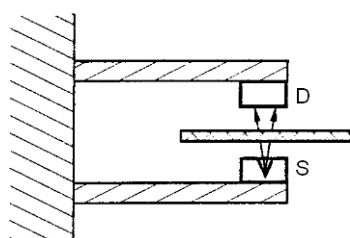
Jauge de niveau fixe ou de densité



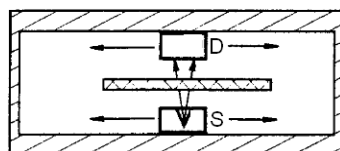
Jauge de suivi de niveau



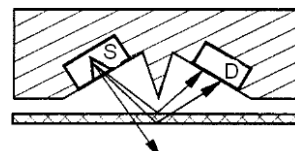
Jauge de niveau ou de densité,
avec la source radioactive
dans le récipient du matériau



Jauge fixe d'épaisseur



Jauge mobile d'épaisseur



Système de mesure par rétrodiffusion

Légende

D boîtier du détecteur

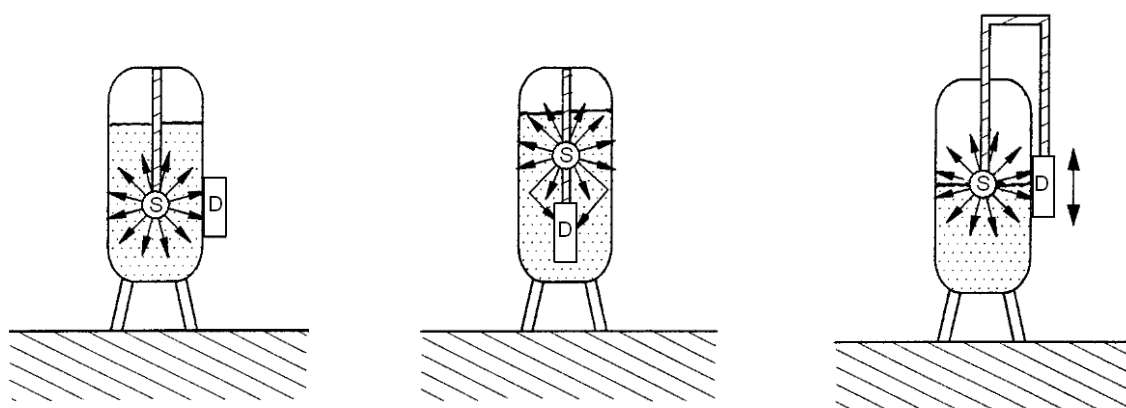
S boîtier de la source

IEC 533/11

Figure 1 – Disposition schématique des jauges de Catégorie A

4.2 Catégorie B: Jauges radiométriques avec faisceau omnidirectionnel

La Catégorie B comprend les jauges pour lesquelles le rayonnement n'est pas collimaté dans une ou plusieurs directions du faisceau utile, ou les jauges qui ne satisfont pas aux exigences de la Catégorie A (voir Figure 2).



Jauge dont la source radioactive se trouve à l'intérieur du récipient du matériau

Jauge dont la source radioactive et le détecteur se trouvent à l'intérieur du récipient du matériau

Jauge de suivi de niveau dont la source radioactive se trouve à l'intérieur du récipient du matériau

Légende

IEC 534/11

D boîtier du détecteur

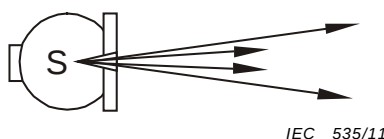
S boîtier de la source

Figure 2 – Disposition schématique des jauges de Catégorie B

4.3 Catégorie C: Boîtiers des sources autonomes pour jauges radiométriques fixes

La Catégorie C comprend les boîtiers des sources autonomes pour jauges radiométriques équipées d'écran et avec des propriétés de collimation du faisceau utile. Le boîtier de la source doit être conçu de telle façon que le rayonnement, excepté pour le faisceau utile, soit atténué en conformité avec les exigences de la présente Norme (voir Figure 3).

NOTE Ces boîtiers de sources sont utilisés dans des systèmes de jauges à niveau fixe ou de densité (densimètres) dans lesquels le boîtier de la source et le détecteur sont des unités indépendantes et le faisceau utile n'est pas restreint par le détecteur, mais par des mesures supplémentaires de protection contre le rayonnement.



IEC 535/11

Figure 3 – Catégorie C - Boîtier de source autonome pour jauges à niveau fixe ou pour jauges de densité (densimètres)

4.4 Classes de débit de dose

Les jauges doivent être classées en classes de débit de dose comme spécifié par le Tableau 1, lorsque le débit d'équivalent de dose est mesuré conformément à l'Article 8.

NOTE Le classement des jauges en fonction des classes de débit de dose simplifie la procédure d'acceptation et en facilite l'utilisation pratique.

Tableau 1 – Classes de débit de dose

	Classe de débit de dose						
	1	2	3	4	5	6	7 ou E
Débit d'équivalent de dose maximal à une distance de 5 cm	Non conforme	>1 mSv/h ≤ 5 mSv/h	>0,5 mSv/h ≤1 mSv/h	>0,05 mSv/h ≤0,5 mSv/h	>7,5 μSv/h ≤0,05 mSv/h	>3,0 μSv/h ≤7,5 μSv/h	≤3,0 μSv/h
Débit d'équivalent de dose maximal à une distance de 100 cm	Non conforme	>0,1 mSv/h ≤0,5 mSv/h	>25 μSv/h ≤0,1 mSv/h	>7,5 μSv/h ≤25 μSv/h	>2,5 μSv/h ≤7,5 μSv/h	>1,0 μSv/h ≤2,5 μSv/h	≤1,0 μSv/h

NOTE 1 La numérotation des classes commence à partir de 2 pour des raisons de rétrocompatibilité avec l'édition 2 de la CEI 60405, maintenant supprimée. La classe 1 de la première édition et de la deuxième édition de la CEI 60405 n'est plus applicable.

NOTE 2 Classe 7 ou E: Cette classe se rapporte aux recommandations actuelles de la CIPR. Les classes 7 et E sont équivalentes.

NOTE 3 En se référant au paragraphe 10.1, pour chaque jauge, quatre classes de protection sont assignées. Deux, respectivement, pour "obturateur fermé" à 5 cm et à 100 cm et deux, respectivement, pour "obturateur ouvert" à 5 cm et à 100 cm.

NOTE 4 Le débit d'équivalent de dose peut être mesuré en termes de $\dot{H}^*(10)$ et/ou de $\dot{H}'(0,07)$, voir 8.4.

4.5 Classes de température

Conformément aux valeurs maximales et minimales des températures en exploitation servant de base à la conception, les jauges doivent être classées en fonction de la classification des températures, telle que spécifiée au Tableau 2.

NOTE Les jauges sont classées en classes de température distinctes, en fonction de la température d'exploitation maximale et de la température d'exploitation minimale (voir 10.1).

Tableau 2 – Classes de température

	Classe de température						
	1	2	3	4	5	6	7
Température d'exploitation maximale	Pas d'essai	50 °C	70 °C	100 °C	200 °C	400 °C	Autre valeur
Température d'exploitation minimale	Pas d'essai	10 °C	0 °C	–10 °C	–20 °C	–40 °C	Autre valeur

Si la classe de température, correspondant au domaine d'essai d'une source incorporée dans un boîtier (par exemple, selon l'ISO 2919), est inférieure à celle du boîtier de la source, seule la classe de température de la source doit être utilisée.

5 Exigences générales

5.1 Espace de mesure

De façon à empêcher les personnes de mettre leurs mains ou toute autre partie du corps dans le faisceau utile, les jauges doivent être construites de telle sorte que l'espace de mesure soit réduit au minimum possible. Cette exigence s'applique également à tout autre point où l'accès au faisceau utile pourrait avoir lieu. L'utilisateur doit installer des dispositifs

de protection supplémentaires dans le cas où des parties du corps peuvent être potentiellement exposées.

5.2 Support de source

Le support de source doit être conçu et construit de telle sorte que:

- a) une installation et une désinstallation facile de la source radioactive soit réalisable dans des conditions radiologiques sûres;
- b) un positionnement fiable de la source soit réalisable dans des conditions radiologiques sûres.

5.3 Boîtier de la source

Le boîtier de la source doit être conçu et construit de telle sorte que:

- a) la source radioactive soit protégée dans des conditions normales d'utilisation contre des impacts qui pourraient l'endommager, si d'autres moyens pour une telle protection ne sont pas prévus dans la jauge;
- b) le démontage de la source soit impossible par des personnes non autorisées (par exemple en fournissant un verrouillage de sécurité, des outils spéciaux nécessaires pour ouvrir le boîtier, ou par des procédés de scellement de sécurité);
- c) il résiste aux influences physiques et chimiques néfastes prévisibles conformément aux informations fournies par l'utilisateur (par exemple en installant un capot de protection additionnel ou toutes autres mesures concernant l'installation);
- d) la source radioactive soit bien fixée de manière à l'empêcher de tomber, même dans le cas de dommages matériels à son boîtier et en cas d'incendie;
- e) il soit possible d'effectuer des contrôles de fuite de la source dans des conditions radiologiques sûres.

5.4 Alignement du faisceau utile

Dans le cas où cela est nécessaire pour se conformer aux valeurs limites autorisées stipulées en 6.1, la source et la tête du détecteur doivent être alignées, afin que les propriétés de collimation des jauges de Catégorie A orientent le faisceau utile de telle sorte qu'il ne se propage pas au-delà du détecteur ou de ses écrans, lorsqu'il n'y a pas de matériau à mesurer dans l'espace de mesure. Pour les jauges de la Catégorie B et de la Catégorie C, il convient que le boîtier de la source ou le boîtier de la source autonome réduise le débit d'équivalent de dose à l'extérieur du faisceau utile à des niveaux aussi bas que possible.

5.5 Autres exigences

En plus de ces exigences de construction spécifiées, les jauges doivent être conformes aux dispositions stipulées dans les versions réputées valides des réglementations nationales respectives appropriées et actuellement en vigueur.

Des informations supplémentaires, ne concernant pas la sécurité des appareils et des systèmes pour lesquels la présente Norme est applicable, sont données par les CEI 60692, CEI 60982 et CEI 61336. Les exigences générales de construction pour les appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire sont données par la CEI 61010-1. Des exigences de compatibilité électromagnétique (CEM) sont données, par exemple, par la série des CEI 61326. Des exigences de sécurité et des essais relatifs à la classification des sources scellées utilisées dans les jauges sont donnés par l'ISO 2919.

6 Protection contre les rayonnements ionisants

6.1 Exigences générales

L'écran de la jauge doit être conçu, ou la jauge doit être installée, de telle sorte que le débit d'équivalent de dose aux endroits accessibles aux personnes non professionnellement exposées ne dépasse pas les valeurs des réglementations nationales appropriées concernant les lieux de travail occupés continuellement.

Les documents d'accompagnement doivent inclure des informations stipulant qu'il est de la responsabilité de l'utilisateur de respecter la signalétique concernant les rayonnements, ainsi que les écrans ou barrières, et de s'assurer que les valeurs limites réelles spécifiées dans les réglementations nationales appropriées ne sont pas dépassées.

Il convient que les débits de dose avec l'obturateur fermé soient aussi faibles que cela est raisonnablement réalisable, par exemple, de classe 7.

Les profils de rayonnement des jauges pourraient être influencés par l'application individuelle sur site et doivent requérir un mesurage supplémentaire après installation (voir l'Annexe A).

6.2 Exigences pour les jauges de Catégorie A

Le boîtier de la source doit garantir que le débit d'équivalent de dose pour la classe de débit de dose est respecté, conformément au 4.4.

Le boîtier de la source doit être équipé d'obturateurs pour couper le faisceau utile.

Si l'obturateur du dispositif est télécommandé ou servocommandé, toute défaillance des circuits de commande doit fermer automatiquement l'obturateur (par exemple, défaillance de l'alimentation). Après réparation, l'obturateur ne doit pas s'ouvrir automatiquement avant que le système ne retrouve intentionnellement son mode normal d'exploitation.

6.3 Exigences pour les jauges de Catégorie B

Pour les jauges de la Catégorie B, un boîtier de protection additionnel doit être fourni pour stocker le support de source/la source radioactive quand ils ne sont pas utilisés, à moins que la source radioactive ne soit incorporée dans un boîtier muni d'un obturateur.

Le boîtier de protection doit garantir que le débit d'équivalent de dose pour la classe de débit de dose est respecté, conformément au 4.4 et cette classe doit correspondre à l'indication "obturateur fermé" dans la classification selon le paragraphe 10.1.

Le boîtier de protection doit former un ensemble rigide avec la jauge, si le débit d'équivalent de dose dépasse les limites réglementaires nationales, pour une source non protégée.

Le boîtier de protection doit posséder un verrouillage de sécurité de façon à empêcher l'accès non autorisé au support de source ou à la source.

6.4 Exigences pour les boîtiers de sources autonomes de Catégorie C

Le boîtier de la source autonome doit garantir que le débit d'équivalent de dose pour la classe de débit de dose est respecté, conformément au 4.4.

Le boîtier de la source doit être équipé d'un obturateur pour couper le faisceau utile.

Si l'obturateur du dispositif est télécommandé ou servocommandé, l'obturateur doit se fermer automatiquement si une défaillance des circuits de commande se produit (par exemple, défaillance de l'alimentation).

Après réparation l'obturateur ne doit pas s'ouvrir avant que le système ne retrouve intentionnellement son mode normal d'exploitation.

Le boîtier de protection doit posséder un verrouillage de sécurité de façon à empêcher l'accès non autorisé à la source.

6.5 Résistance au feu du boîtier de la source

Un boîtier de la source et éventuellement son dispositif de protection, prévus pour résister au feu, doivent être construits de telle manière que le débit d'équivalent de dose ne dépasse pas les valeurs des limites de la réglementation nationale ou 10 mSv/h à une distance de 1 m, (la valeur la plus faible étant considérée), en cas d'incendie, dont les conditions de temps et de température sont celles données par le Tableau 3. La source radioactive doit rester protégée.

Si les exigences du paragraphe 9.3 sont satisfaites, la jauge doit être classée dans une classe de résistance au feu, conformément au Tableau 3. La classe de résistance au feu doit être indiquée par le code de classification du paragraphe 10.1.

Si les conditions d'essai au feu ne sont pas satisfaites ou si aucun essai n'est effectué, la classe de résistance au feu doit être déclarée comme étant "N".

Tableau 3 – Classes de résistance au feu

Temps (min)	Température (°C)	Classe de résistance au feu
Pas d'essai		N
5	538	K
30	800	F
60	945	D
120	1 050	A

6.6 Boîtier du détecteur

Le boîtier du détecteur doit être conçu en conformité avec la classe de débit de dose attribuée à la jauge, de façon que le débit d'équivalent de dose s'appliquant à la classe appropriée soit respecté, conformément au 4.4.

6.7 Tête de mesure

Dans le cas d'instruments intégrés, dans lesquels la source et le détecteur sont dans un seul boîtier, le boîtier doit satisfaire aux exigences s'appliquant à la fois au boîtier de la source et au boîtier du détecteur.

7 Autres dispositifs de sécurité

7.1 Généralités

En plus des exigences des Articles 5 et 6, les jauges doivent être équipées de dispositifs de sécurité, comme spécifié aux paragraphes 7.2 à 7.4.

7.2 Protection contre une utilisation non autorisée

Les jauges doivent comporter un système de sécurité de façon à en empêcher l'utilisation par des personnes non autorisées (exemple, ouvrir l'obturateur ou déplacer la source).

7.3 Indication sur la position de l'obturateur

Un dispositif indicateur spécial doit être prévu sur, ou à proximité immédiate des boîtiers de sources équipés d'obturateurs. Il doit clairement indiquer si les obturateurs sont en position ouverte ou complètement fermée. L'indication doit être donnée en fournissant des informations non ambiguës sur l'état de l'obturateur.

De la couleur peut être de plus utilisée en combinaison avec le marquage mentionné ci-dessus. La non-fermeture d'un obturateur doit être indiquée par une couleur rouge ou orange et la fermeture doit être indiquée par une couleur verte ou blanche.

La jauge doit être conçue pour que lors d'une défaillance technique ou mécanique l'indicateur de l'obturateur ne fournisse pas d'indication fausse de "condition sûre", si la défaillance ne peut pas être identifiée par ailleurs.

Un boîtier de protection supplémentaire d'une jauge de Catégorie B doit fournir un moyen d'indiquer si la source est dans la position protégée ou non-protégée.

7.4 Dispositif d'avertissement additionnel

Les jauges radiométriques à obturateurs télécommandés, pour lesquelles des opérations fréquentes doivent être réalisées manuellement à proximité immédiate de la jauge (par exemple, insertion de matériau à mesurer) doivent aussi être équipées d'indicateurs lumineux à sécurité intrinsèque donnant le fonctionnement des obturateurs.

Un indicateur lumineux rouge ou orange doit être utilisé pour avertir qu'un obturateur est en position "ouvert" et un indicateur lumineux vert ou blanc doit être utilisé pour avertir qu'un obturateur est en position "complètement fermé", sauf si la réglementation nationale spécifie d'autres exigences relatives au système de sécurité.

Ces indicateurs lumineux doivent être montés à côté des jauges de façon à être bien visibles.

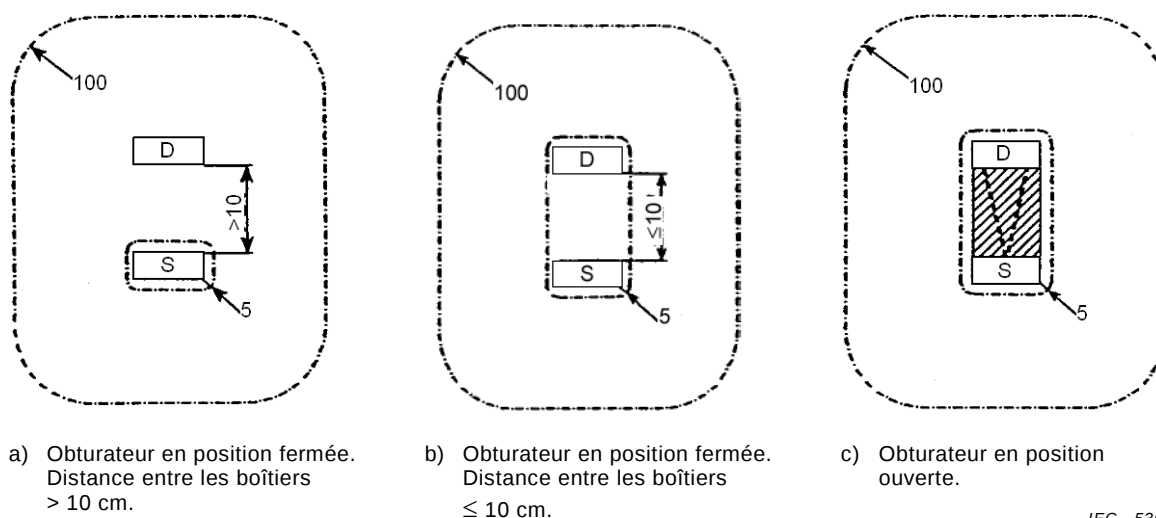
8 Détermination du débit d'équivalent de dose

8.1 Généralités

Les débits d'équivalent de dose à proximité de la jauge radiométrique doivent être mesurés aux distances spécifiées ci-dessous ou extrapolés des valeurs mesurées à d'autres distances.

Le débit d'équivalent de dose maximal doit être déterminé pour chaque condition de service mentionnée ci-dessous à des distances de 5 cm et 100 cm de la surface accessible la plus proche de l'ensemble source/boîtier du détecteur (voir les Figures 4 et 5) ou du boîtier de source autonome (voir la Figure 6). De plus, les distances maximales à partir de la jauge doivent être données pour chaque débit d'équivalent de dose spécifié dans la réglementation nationale appropriée. Habituellement, les valeurs moyennes peuvent être déterminées sur une aire de 100 cm².

Dimensions en cm



IEC 536/11

Légende

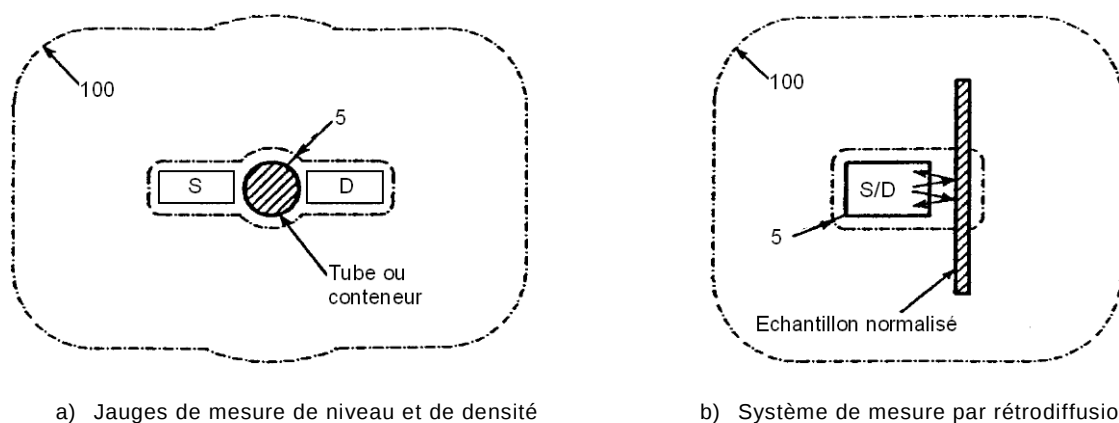
D boîtier du détecteur

S boîtier de la source

NOTE Aucune mesure n'est effectuée dans la zone hachurée.

Figure 4 – Représentation schématique des faces de mesure à iso-distance dans le cas de jauges de mesure d'épaisseur

Dimensions en cm

**Légende**

D boîtier du détecteur

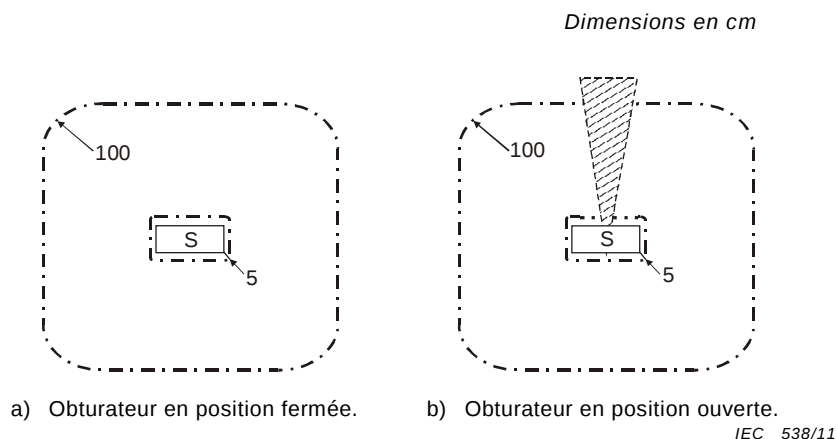
S boîtier de la source

S/D boîtier commun à la source et au détecteur

IEC 537/11

NOTE Le conteneur (récipient) représenté à la Figure 5 a) peut également être un autre moyen de stockage ou de transport de matériaux, par exemple, une bande transporteuse, en cas de mesure en continu de matériaux en vrac.

Figure 5 – Représentation schématique des faces de mesure à iso-distance dans le cas de jauges de mesure de niveau et de densité et de jauges à rétrodiffusion



Légende

S boîtier de la source

NOTE Il convient que les dimensions de la zone hachurée soient définies à partir de la fiche technique ou à partir d'une autre spécification technique de la jauge. Aucune mesure n'est effectuée dans la zone hachurée.

Figure 6 – Représentation schématique des faces de mesure à iso-distance dans le cas des boîtiers de sources autonomes

Les débits d'équivalent de dose locaux doivent être déterminés dans les conditions d'exploitation suivantes:

- a) obturateur (s'il y en a un) en position fermée, jauge hors condition d'utilisation (faisceau actif protégé, source en position protégée);
- b) obturateur (s'il y en a un) en position ouverte, jauge en condition d'utilisation – pour une jauge à transmission: sans matériau à mesurer, pour une jauge à rétro diffusion: dans la position de simulation.

8.2 Mesure du débit d'équivalent de dose dans le cas d'obturateurs fermés

Lorsque la distance entre le boîtier de la source et le boîtier du détecteur est inférieure ou égale à 10 cm, les mesures du rayonnement doivent être effectuées comme indiqué à la Figure 4 b).

8.3 Mesure du débit d'équivalent de dose dans le cas d'obturateurs ouverts

Le débit d'équivalent de dose doit être mesuré comme indiqué par la Figure 4 c) et par la Figure 6.

Pour information, des mesures du rayonnement peuvent être faites dans le faisceau utile.

8.4 Procédure pour les mesures du débit d'équivalent de dose

Des instruments de mesure appropriés conformes aux CEI 60846-1 et CEI 60846-2 (rayonnements photonique et bêta) ou conformes à la CEI 61005 (rayonnement neutronique) doivent être utilisés pour mesurer le débit d'équivalent de dose.

- a) Dans tous les cas, la grandeur à mesurer doit être l'équivalent de dose ambiant $\dot{H}^*(10)$.
- b) Dans le cas des sources ayant une énergie photonique inférieure à 20 keV, une mesure supplémentaire de la grandeur à mesurer relative à l'équivalent de dose directionnel $\dot{H}'(0,07)$ doit être effectuée.

Pour des mesures du débit de dose neutronique à une distance de 5 cm, le calcul fait à partir des mesures à 1 m est autorisé.

8.5 Détermination des valeurs pertinentes du débit d'équivalent de dose

Pour calculer les valeurs pertinentes du débit d'équivalent de dose utilisées pour la classification en débit de dose, conformément au Tableau 1, les valeurs, en termes de $\dot{H}^*(10)$ pour le rayonnement en profondeur, doivent être utilisées. Les valeurs, en termes de $\dot{H}'(0,07)$, doivent être divisées par dix avant d'appliquer le Tableau 1 pour la classification.

Dans le cas où $\dot{H}^*(10)$ et $\dot{H}'(0,07)$ sont tous deux pertinents, la plus basse classe des différentes grandeurs à mesurer doit être utilisée pour la classification de l'ensemble de la jauge.

9 Méthodes d'essai

9.1 Généralités

Lorsque les preuves des propriétés exigées n'ont pas pu être vérifiées par les essais prototypes spécifiés de 9.2 à 9.4, elles doivent être déterminées par d'autres moyens (par exemple, le calcul et l'évaluation des caractéristiques du matériau).

Les raisons pour lesquelles les résultats d'essai ne peuvent pas être obtenus doivent être données dans le rapport des essais de type, ainsi que les résultats des calculs et d'évaluation.

Les propriétés certifiées doivent être considérées comme vérifiées selon le certificat.

Sauf spécification contraire, ces essais doivent être effectués par le constructeur sur des prototypes ou sur des composants ayant des caractéristiques de construction comparables et les résultats doivent être consignés dans un rapport d'essai.

9.2 Essai de cycles de température sur les obturateurs et le support de source

9.2.1 Exigences

Ces essais doivent permettre de vérifier que le bon fonctionnement des dispositifs de sécurité (obturateur, support de source) est assuré dans la gamme de températures spécifiée en exploitation. Dans des cas particuliers, l'essai de cycles de température peut être limité aux parties de la jauge nécessaires aux fonctions de sécurité.

Les essais de cycles de température doivent être effectués dans une enceinte climatique aux températures minimales et maximales selon le Tableau 2.

Le bon fonctionnement du dispositif de sécurité du boîtier de la source doit être vérifié pendant l'essai.

9.2.2 Procédure

La durée requise pour que le boîtier de la source atteigne la température de l'enceinte climatique doit être déterminée par essai ou par calcul (dans ce paragraphe la durée nécessaire pour stabiliser la température est appelée "durée de stabilisation").

Avant de commencer l'essai, le débit d'équivalent de dose doit être mesuré et enregistré à des distances de 5 cm et 100 cm à partir du boîtier de la source (le faisceau utile étant obturé, la source radioactive en position protégée).

Il convient que l'humidité relative de l'air de l'enceinte climatique soit entre 40 % et 70 % au début de l'essai (pour une pièce à une température d'environ 20 °C).

L'enceinte climatique doit être réglée pour se refroidir et atteindre les températures les plus basses telles que spécifiées dans la classification de température des jauges au Tableau 2, et ces températures doivent être maintenues pendant la durée de stabilisation augmentée d'une période supplémentaire de 1 h.

Après l'exposition à cette température, le bon fonctionnement des dispositifs de sécurité doit être contrôlé.

Après cet essai, l'enceinte climatique doit être portée à température ambiante (environ 20 °C). Après la durée de stabilisation augmentée d'une période supplémentaire de 1 h, le bon fonctionnement des dispositifs de sécurité doit être à nouveau contrôlé.

L'enceinte climatique (l'étuve) doit pouvoir atteindre la température maximale telle que spécifiée au Tableau 2 dans la classification des températures de la jauge et cette température doit être maintenue pendant la durée de stabilisation augmentée d'une période supplémentaire de 1 h.

Après l'exposition à cette température, le bon fonctionnement des dispositifs de sécurité doit être contrôlé.

Après cet essai l'enceinte climatique doit être réglée pour se refroidir et atteindre la température ambiante (environ 20 °C). Après la durée de stabilisation augmentée d'une période additionnelle de 1 h, le bon fonctionnement des dispositifs de sécurité doit être contrôlé. Ensuite, le boîtier de la source doit être retiré de l'enceinte climatique et vérifié afin de constater d'éventuels dommages apparents.

Le débit d'équivalent de dose émanant du boîtier de la source "obturateurs fermés" doit être mesuré. Les valeurs doivent être enregistrées et comparées avec celles existant avant l'essai. Les valeurs ne doivent pas différer des valeurs d'origine de plus de la variation statistique attendue.

9.3 Essai de résistance au feu de l'obturateur, du support de source et du récipient contenant la source

9.3.1 Exigences

Le but de cet essai est de vérifier que le débit d'équivalent de dose ne dépasse pas les limites de la réglementation nationale ou 10 mSv/h à une distance de 1 m, (la valeur la plus faible étant considérée), après un incendie, dont les conditions de temps et de température sont celles données par le Tableau 3; il a également pour but de vérifier que la source radioactive reste maintenue dans son boîtier.

9.3.2 Procédure

Il convient que cet essai soit réalisé avec une source factice au lieu d'une source réelle.

Le boîtier de la source est introduit dans un four préchauffé au moins à la température spécifiée, puis chauffé jusqu'à atteindre la température d'équilibre et ensuite maintenu suivant les conditions de temps et de température spécifiées. Ensuite, le boîtier de la source est retiré du four pour revenir à la température ambiante (environ 20 °C).

Le boîtier de la source est alors contrôlé pour déterminer que la source radioactive (factice) est restée maintenue dans son boîtier.

Si la source s'est déplacée (par exemple, en raison de la fonte du matériau de protection), le débit d'équivalent de dose qui aurait lieu dans le cas d'une source réelle doit être déterminé. Les débits d'équivalents de dose ainsi obtenus doivent satisfaire aux exigences du 9.3.1.

9.4 Essai de résistance mécanique de l'obturateur et du support de source

9.4.1 Exigences

Pour cette exigence, l'essai prend en compte la résistance mécanique de l'obturateur et du support de source en rapport avec la contrainte du transport, ainsi que la contrainte qui pourrait survenir pendant l'exploitation.

9.4.2 Procédure

Il convient que l'essai soit fait sans que la source soit installée ou avec une source factice et non une source réelle.

L'obturateur est manœuvré manuellement ou au moyen d'un dispositif d'essai automatique à partir de sa position fermée dans l'ordre suivant:

Cycle complet de fonctionnement: "Obturateur ouvert – Obturateur fermé"

Dans le cas d'obturateurs télécommandés ou servocommandés, au moins 3 000 cycles complets de fonctionnement doivent être réalisés; dans le cas d'obturateurs manœuvrés manuellement, 300 cycles complets de fonctionnement doivent être réalisés.

Après la fin des essais l'obturateur et le support de source doivent être contrôlés quant aux dommages qu'ils peuvent avoir subi, ou quant à leur vieillissement.

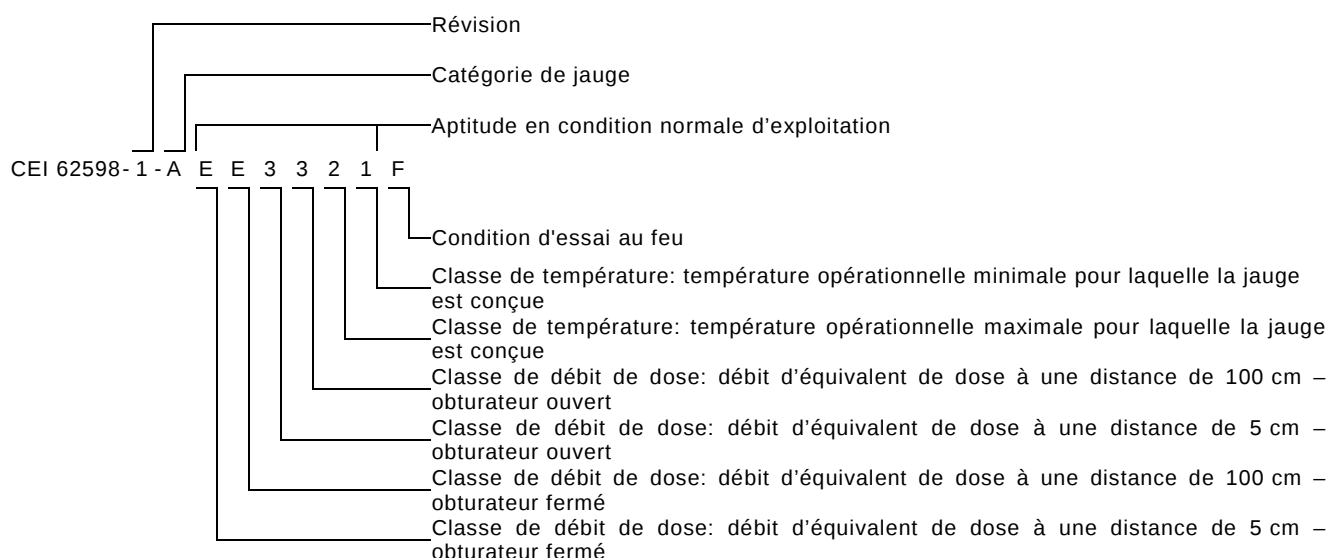
10 Code de classification et étiquetage

10.1 Code de classification

Pour chaque jauge radiométrique ou boîtier de la source, la documentation doit contenir un code de classification indiquant la catégorie de la jauge, la classe de débit de dose et la classe de température selon l'Article 4, ainsi que la référence à la Norme internationale CEI 62598-1. Ce code peut aussi être placé sur le boîtier de la source.

NOTE La classification peut dépendre des caractéristiques de la source (par exemple, activité, température ambiante, radionucléide, encapsulation, conditions d'accident).

La structure de codage du système de classification doit être la suivante:



10.2 Étiquetage

Les informations suivantes, au minimum, doivent être clairement indiquées à un endroit approprié du boîtier de la source, de façon que le marquage reste lisible pendant toute la durée d'utilisation de la jauge:

- a) nom et adresse du constructeur;
- b) type et numéro de série de la jauge;
- c) radionucléide;
- d) activité de la source (incluant une date de référence).

De plus, le boîtier de la source doit être marqué avec le symbole de rayonnement selon l'ISO 361. Quand le boîtier de la source est incorporé dans un boîtier extérieur additionnel, le marquage facilement visible d'un symbole de rayonnement doit aussi être placé à l'extérieur de ce dernier boîtier.

11 Documents d'accompagnement

Les informations suivantes doivent être fournies à l'utilisateur dans les documents d'accompagnement:

- responsabilités de l'utilisateur;
- les informations concernant l'étiquetage données à l'Article 10 et une explication suivant laquelle la classification est conforme aux dispositions de la norme CEI 62598;
- description de la jauge, principe de fonctionnement, dessins de conception, caractéristiques techniques, code du système de classification et activité du radionucléide associé, et activité des radionucléides réellement utilisés;
- description fonctionnelle de l'obturateur de source;
- conditions d'installation et de service à observer dans la mesure où elles peuvent avoir une influence sur le débit d'équivalent de dose dans l'espace proche entourant la jauge;
- informations sur le débit d'équivalent de dose conformément à l'Article 8;
- certificat relatif aux essais de fuite de la source;
- informations sur la manière dont doivent être conduits les essais périodiques de fuite de la source;
- lignes directrices concernant le contrôle des inventaires et la gestion de la mise au rebut de la source en fin d'utilisation;
- dans le cas d'une classe de débit de dose 1 (voir le Tableau 1), la spécification de la ou des valeurs respectives de débit de dose;
- dans le cas d'une classe de température 7 (voir le Tableau 2), la spécification de la ou des températures respectives;
- instructions relatives aux mesures appropriées de radioprotection.

Annexe A (informative)

Lignes directrices relatives à l'installation des jauges radiométriques

Ces lignes directrices ont pour but de donner des exemples des aspects pouvant être considérés dans la conception, l'exploitation ou l'entretien des systèmes de mesure à jauges radiométriques.

Une analyse de risque en matière de radioprotection avant installation peut être réalisée par des mesures avant une utilisation opérationnelle, afin de vérifier les dispositions de protection qui ont été prises.

- a) En raison de la pénétration du rayonnement dans les dispositifs de protection (par exemple, rayonnement gamma), le boîtier de la source ou les dispositifs auxiliaires de protection peuvent avoir un poids considérable, pouvant facilement dépasser plusieurs centaines de kilogrammes. Il convient de considérer ceci en planifiant
- les supports de montage ou les consoles,
 - l'installation, avec par exemple, des grues,
 - l'accès au boîtier de la source pour l'entretien.
- b) Afin de diminuer l'éventuelle exposition au débit de dose, il convient que le faisceau utile ne soit pas orienté vers des zones à fort trafic piétonnier. En plus de cela, il convient que le débit d'équivalent de dose du côté détecteur soit considéré au même titre que celui du côté boîtier de la source.

Alors que la diminution du débit d'équivalent de dose au niveau du boîtier de la source est possible en augmentant la distance (loi de l'inverse du carré), il est peu vraisemblable que cela puisse s'appliquer du côté détecteur, parce que la distance à la source est déjà considérable. En outre, il convient que le débit d'équivalent de dose au niveau du détecteur soit considéré dans le cas des conditions les plus mauvaises (par exemple, récipient vide).

- c) Il convient que l'accès au faisceau utile entre le boîtier de la source et, par exemple, le récipient soit protégé, au moins dans le cas des jauges de Catégorie A ou C.
- d) La Figure A.1 donne des exemples de principes de protection pouvant être mis en œuvre lors de la conception ou de l'exploitation des systèmes de mesure à jauges radiométriques.

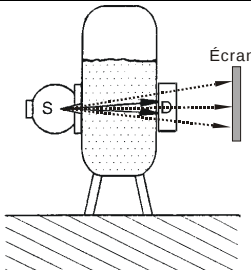
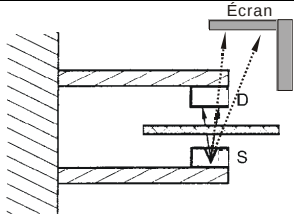
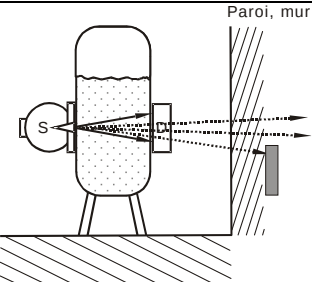
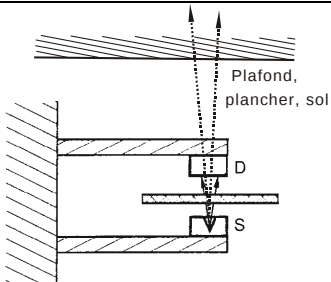
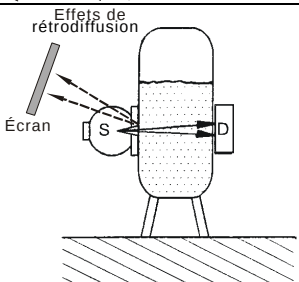
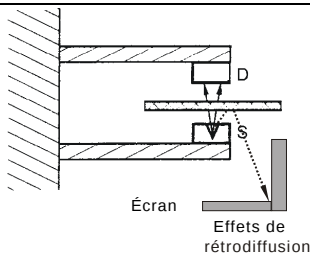
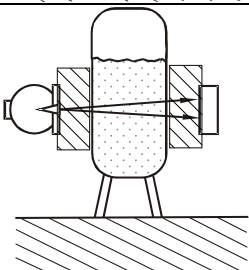
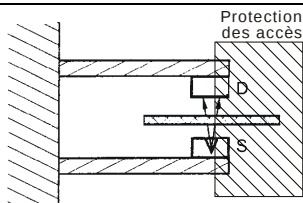
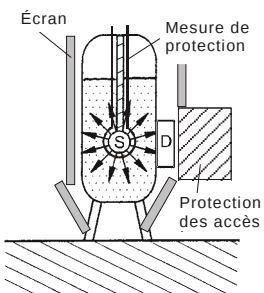
Dans la direction du faisceau utile une augmentation des débits de dose sont à attendre et peuvent exiger un écran de protection supplémentaire ou une zone dont l'accès est restreint. Les valeurs de débit de dose en un certain point peuvent différer de manière significative selon le type et l'état du matériau ou en fonction de la présence ou non de celui-ci.		
Les parois, murs, planchers, sols et plafonds n'apportent pas une protection suffisante dans tous les cas. Un écran de protection supplémentaire peut être nécessaire ou des zones à accès restreint peuvent être exigées.		
Il convient de prendre en compte les effets de la rétrodiffusion. Ces effets peuvent dépendre des propriétés du matériau à mesurer ou des paramètres géométriques de l'application. Des aménagements ultérieurs peuvent changer les conditions de rétrodiffusion.		
Il convient de prévoir une protection suffisante des accès. Il convient de prendre des mesures de protection concernant les activités de maintenance et d'entretien, lorsqu'un dispositif de protection supplémentaire doit être retiré ou qu'il est nécessaire d'accéder aux zones à accès restreint.		
Il convient de prévoir une protection adéquate contre des influences chimiques et mécaniques, pour conserver la source sous contrôle, quoi qu'il arrive. Si les parois du récipient ne fournissent pas une protection appropriée, une protection supplémentaire et/ou des zones à accès restreint peuvent être nécessaires autour du récipient.		Partie laissée intentionnellement vide
Il convient de prendre en compte l'augmentation locale des débits de dose entre les jauges adjacentes.	Partie laissée intentionnellement vide	Partie laissée intentionnellement vide

Figure A.1 – Exemples de méthodes et de principes de protection

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