

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Radiation protection instrumentation – Cargo/vehicle radiographic inspection system

Instrumentation pour la radioprotection – Système radiographique d'inspection de cargaison/véhicule





THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2010 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

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

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch
Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

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

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

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch
Tél.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00



IEC 62523

Edition 1.0 2010-06

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Radiation protection instrumentation – Cargo/vehicle radiographic inspection system

Instrumentation pour la radioprotection – Système radiographique d'inspection de cargaison/véhicule

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

S

ICS 13.280

ISBN 978-2-88912-002-4

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope and object.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	7
4 General characteristics of cargo/vehicle radiographic inspection system	9
4.1 General	9
4.2 Emergency stop devices.....	9
4.3 Software.....	9
4.4 Markings	9
4.5 Ambient dose equivalent rate isodose contour.....	9
4.6 Radioactive sources	10
4.7 Safety interlocks.....	10
4.8 Status indicators	10
4.9 Monitoring system	10
5 Inspection system classification.....	10
6 General test procedures	10
6.1 Nature of tests.....	10
6.2 Reference conditions and standard test conditions	10
6.3 Other conditions of the test	11
7 Imaging performance tests	11
7.1 Steel penetration	11
7.2 Wire detection	12
7.3 Contrast sensitivity.....	13
7.4 Spatial resolution	14
7.5 Material discrimination capability.....	15
8 Radiological safety tests.....	16
8.1 General	16
8.2 Ambient dose equivalent rate isodose contour.....	16
8.3 Ambient dose equivalent rate on the system boundary	17
8.4 Ambient dose equivalent rate at the operating positions	18
8.5 Ambient dose equivalent to the driver.....	18
8.6 Ambient dose equivalent to the object being inspected.....	19
9 Electrical safety tests	19
9.1 Equipment ground protection.....	19
9.2 Insulation resistance	19
9.3 Voltage test.....	19
9.4 Electric shock protection	20
10 Electromagnetic compatibility	20
10.1 Requirements	20
10.2 Test method	20
11 Environmental requirements	21
11.1 Requirements	21
11.2 Test method	21
12 Documentation	21
Bibliography.....	22

Figure 1 – Steel penetration testing apparatus	12
Figure 2 – Wire detection testing apparatus	13
Figure 3 – Contrast indicator test apparatus.....	14
Figure 4 – Spatial resolution test apparatus	15
Figure 5 – A test sample for material discrimination capability test.....	16
Figure 6 – Layout of an example ambient dose equivalent rate isodose contour.....	17
Table 1 – Reference conditions and standard test conditions	11
Table 2 – Thicknesses for each material	15
Table 3 – Test voltage	20

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION – CARGO/VEHICLE RADIOGRAPHIC INSPECTION SYSTEM

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 62523 has been prepared by subcommittee 45B: Radiation protection instrumentation, of IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

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

FDIS	Report on voting
45B/638/FDIS	45B/652/RVD

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

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

The committee has decided that the contents of this amendment and the base 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.

RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION – CARGO/VEHICLE RADIOGRAPHIC INSPECTION SYSTEM

1 Scope and object

This International Standard applies to radiographic inspection systems with photon radiation energy of at least 500 keV for inspection of cargo, vehicles and cargo containers.

Such inspection systems generally consist of radiation source(s), detectors, control system, image processing system, radiation safety system and other auxiliary devices/facilities.

The object of this standard is to define the tests and the relevant testing methods for determining the performance characteristics of the radiographic inspection systems.

This standard is not applicable to those cargo/vehicle inspection systems using neutron source radiography, computed tomography or backscatter technology.

2 Normative references

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

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

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

IEC 60204-1:2005, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements*

IEC 61000-6-2:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity for industrial environments*

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

IEC 61010-1:2001, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 1: General requirements*

ISO 4948-1, *Steels – Classification – Part 1: Classification of steels into unalloyed and alloy steels based on chemical composition*

ISO 9978:1992, *Radiation protection – Sealed radioactive sources – Leakage test methods*

IAEA Safety Guide No.RS-G-1.10, *Safety of Radiation Generator and Sealed Radioactive Sources*

IAEA Safety Guide No.TS-R-1, *Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply, as well as those given in IEC 60050-393 and IEC 60050-394.

3.1

transmission image

a projection image created by X-rays or gamma-rays passing through an inspected object, based on the difference of their attenuation by the inspected object

3.2

cargo/vehicle radiographic inspection system (inspection system)

a system that makes use of X-ray or gamma-ray sources and radiation detectors to obtain transmission images of cargo or vehicles

3.3

X-ray inspection system

an inspection system that uses accelerator(s) or generator(s) to produce bremsstrahlung radiation as the source of X-ray for obtaining images

3.4

gamma-ray inspection system

an inspection system that uses radionuclide(s) as the source of gamma-ray for obtaining images

3.5

controlled area

a controlled area is any area in which specific protection measures and safety provisions are or could be required for:

- a) controlling normal exposures or preventing the spread of contamination during normal working conditions; and
- b) preventing or limiting the extent of potential exposures

[IAEA No. 115]

3.6

supervised area

any area not designated as a controlled area but for which occupational exposure conditions are kept under review even though specific protective measures and safety provisions are not normally needed

[IAEA No. 115]

3.7

system boundary

the outer boundary of the supervised area

3.8

total absorber

any object through which the transmitted radiation is reduced to a level at which it is not possible to distinguish from the background

3.9

steel penetration

the maximum thickness of steel (stated in mm), through which the X-rays or gamma-rays from the inspection system can be measured and distinguished from the background

3.10

wire detection

the minimum cross-section size of a wire, e.g., the diameter of a wire stated in mm, which can be measured and distinguished from the background

3.11

contrast sensitivity

the ability to distinguish a small difference of measurements in an area from a surrounding uniform background

3.12

spatial resolution

the ability to distinguish a pair of small object as separate entities

3.13

multiple energy system

an inspection system operating with two or more different spectra of radiation energy, and being capable of distinguishing different materials

3.14

material discrimination capability

certain capability of an inspection system to discriminate different classes of materials

3.15

scanning speed

the speed of the inspected object moving relative to the inspection system, or vice versa

3.16

inspection dimension

the outer dimension of the largest object which could be scanned and inspected by an inspection system

3.17

isodose contour

a perimeter around the inspection system on which all points receive equal amounts of radiation dose from the operational radiation source

3.18

ambient dose equivalent rate

the ratio of $dH_x(10)$ by dt , where $dH_x(10)$ is the increment of ambient dose equivalent in the time interval dt

$$\dot{H}_x(10) = \frac{dH_x(10)}{dt}$$

The SI unit of ambient dose equivalent rate is the sievert per second ($\text{Sv}\cdot\text{s}^{-1}$). Units of ambient dose equivalent rate are any quotient of the sievert or its decimal multiples or submultiples by a suitable unit of time (e.g., $\text{mSv}\cdot\text{h}^{-1}$).

[IEC 60846-2009]

NOTE For a gamma-ray isotope, ambient dose equivalent rate assumes an instantaneous rate. For a pulsed x-ray-generating device, ambient dose equivalent rate is given by the time-weighted average over a full pulse cycle.

4 General characteristics of cargo/vehicle radiographic inspection system

4.1 General

The inspection systems are designed to create an image of the inspected object for an operator to detect, locate, and identify contraband hidden in cargo and/or vehicles. Such a system is generally composed of a radiation source(s), detectors, a mechanical and control system, an image processing system, a radiation safety system to protect the operators and the public against radiation, and other auxiliary devices/facilities.

The manufacturer shall state power requirements and the warm-up or set-up time of the system.

4.2 Emergency stop devices

Inspection systems shall be equipped with emergency stop devices such as emergency buttons, so that the radiation beam can be automatically shut off or the radioactive source can be automatically retracted into its shielding assembly whenever any of these devices is activated. Once any emergency stop device has been activated, the system shall not be able to restart the radiation beam automatically. Manual operation, such as inserting a key on the operator control panel and turning it to the "ON" position, is required to enable the restart of the radiation beam.

Emergency stop devices shall be installed at several locations including, but not limited to the operator control panel and in relatively close proximity to the radiation source and the detectors.

The emergency stop devices shall work in a fail-safe mode. If an emergency stop device fails, the radiation beam shall be shut off, and a failure status shall be indicated on the control panel.

For a gamma-ray system, the radioactive source shutter shall be automatically closed or the source shall be automatically retracted into its shielding assembly, in case of power failure.

4.3 Software

The system shall be able to process and display, save, backup and restore the digital radiographic images of the inspected objects and other relevant inspection data, such as container numbers, inspection date and cargo contents.

4.4 Markings

Markings shall be readable and permanently attached, including at least:

- manufacturer name;
- model number;
- unique serial number;
- function designation for control, switches, adjustments;
- radiation source and energy;
- ionizing radiation warning symbol;
- other safety warnings.

4.5 Ambient dose equivalent rate isodose contour

The manufacturer should provide an isodose contour of the ambient dose equivalent rate around the source when the inspection system is operating.

This isodose contour is provided for reference purposes only. It may change substantially based upon the motion of the system and the object placed in the beam.

4.6 Radioactive sources

Radioactive sources shall be properly shielded and protected from unauthorized access. The transportation and labelling of the radioactive sources shall comply with national and/or international requirements (e.g., IAEA No.TS-R-1 and IAEA No.RS-G-1.10).

Provisions should be made for routine leak testing of the radioactive sources, in accordance with ISO 9978:1992 in order to minimize the radiation exposure to the operator.

4.7 Safety interlocks

Safety interlocks shall be installed to prevent people from being accidentally exposed. The radiation beam can only be turned on after all the safety interlocks are in the “ON” position. If the status of any interlocks changes during operation, the radiation beam shall be terminated or shuttered. The safety interlocks shall be designed to work in fail safe mode.

The safety interlocks shall provide an interface to link additional safety devices.

4.8 Status indicators

Status indicators shall be installed to provide audible and visual warning signals to warn people of the danger of radiation exposure. These warning signals shall be started at least 5 s before the beam is turned on and remain on during the scan until the radiation beam is turned off. The configuration of status indicators shall comply with local regulations.

Ionizing radiation warning symbols or placards shall be placed along the boundary of the controlled area and the supervised area.

4.9 Monitoring system

A video monitoring system shall be provided for the operator to observe the controlled area and the supervised area.

5 Inspection system classification

The inspection system should be classified as:

- X-ray inspection system: an inspection system that uses an X-ray source for obtaining images;
- Gamma-ray inspection system: an inspection system that uses a gamma-ray source for obtaining images.

6 General test procedures

6.1 Nature of tests

Except where otherwise specified, the tests and test methods of Clauses 9, 10 and 11 in this standard shall be considered as type tests. All the tests and test methods in this standard may be considered acceptance tests based upon agreement between the user and the manufacturer.

6.2 Reference conditions and standard test conditions

Except where otherwise specified, tests shall be carried out under the standard test conditions shown in the third column of Table 1. For tests performed outside the standard test

conditions, the values of temperature, pressure and relative humidity shall be stated and the appropriate corrections, if any, made to give the response under reference conditions. All tests in Clauses 7 and 8 shall be performed with the same values of these operating parameters. The values of any corrections should be stated. Reference conditions are given in the second column of Table 1.

The values in Table 1 are intended for tests performed in temperate climates. In other climates, the actual values for the test shall be stated. Similarly atmospheric pressure lower than 70 kPa may be permitted at higher altitudes.

Table 1 – Reference conditions and standard test conditions

Environment conditions	Reference conditions	Standard test conditions
Environment temperature	20 °C	15 °C to 35 °C
Relative humidity	65 %	50 % to 75 %
Atmospheric pressure	101,3 kPa	70 kPa to 106,6 kPa
Background radiation dose rate	Ambient dose equivalent rate 0,1 $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$	Ambient dose equivalent rate less than 0,25 $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$
Ambient electromagnetic field	Negligible	Less than the lowest value that causes interference
Ambient magnetic induction	Negligible	Less than twice the value of the induction due to earth's magnetic field

6.3 Other conditions of the test

The plates, wires and sheets mentioned in Clause 7 of this standard should be fabricated with C45 steel as defined in ISO 4948-1 or equivalent. The steel test pieces may be painted or plated to eliminate dirty rust surfaces. All dimensions are specified prior to painting or plating. Wires used in this standard are round wires.

The scanning speed, source intensity, source energy, source pulse rate for systems with a linear accelerator source shall be stated for each test in Clauses 7 and 8.

7 Imaging performance tests

7.1 Steel penetration

7.1.1 Requirements

The manufacturer shall state the steel penetration expressed in millimeters as determined in 7.1.2.

7.1.2 Test method

- The test apparatus is shown in Figure 1. The length of each side of the rectangular steel plate shall not be less than 500 mm. The bottom of the plate shall be parallel to the ground.
- The minimum length of each side of the section of the rectangular total absorber perpendicular to the radiation beam shall not be less than 200 mm as shown in Figure 1.
- The total absorber should be placed at the centre of the steel plate. The minimum distance between the total absorber and the nearest edge of the steel plate should not be less than 50 mm.
- The test apparatus should be placed perpendicular to the radiation beam at the centre of the inspection dimension.
- Scan the apparatus and inspect the image using image processing tools available on the inspection system. Record the scanning speed and other particulars as stated in 6.3.

-
- Figure 1 consists of two diagrams illustrating the dimensions of the test specimen.
- (a) Top view: A square steel plate with dimensions ≥ 500 mm by ≥ 500 mm. A diamond-shaped total absorber is centered on the plate. The absorber has dimensions ≥ 200 mm by ≥ 200 mm. The distance from the top-left corner of the plate to the top-left vertex of the diamond is ≥ 50 mm.
- (b) Side view: A cross-section of the specimen showing the steel plate and the total absorber. A radiation beam is incident from the right, causing steel penetration. The dimensions of the absorber and plate are consistent with the top view.

7.2 Wire detection

7.2.1 Requirements

7.2.2 Test method

- a) One steel wire, or more such wires of different diameters shall be placed in air or behind a steel plate with a thickness of 100 mm. The test apparatus with steel plate is shown in Figure 2. The length of each side of the rectangular steel plate shall not be less than 500 mm. The bottom of the plate shall be parallel to the ground. Note that a low atomic number material plate may be used to support the wire(s) when they are placed in air.
- b) The distance between the ends of a steel wire and the nearest edge of the steel plate, if any, shall not be less than 50 mm. The distance between any two wires shall not be less than 50 mm. All the wires used shall be at least 100 mm long and oriented at 45° to the sides of the plate.
- c) The test apparatus should be placed perpendicular to the radiation beam at the centre of the inspection dimension.
- d) Scan the apparatus and inspect the image using image processing tools available on the inspection system. Record the scanning speed and other particulars as stated in 6.3.
- e) If all the steel wires are discernible in the scanned image, then decrease the diameters of the steel wires and scan the apparatus again until at least one of the steel wires is not discernible in the scanned image. The decrement of the diameter shall be 0,1 mm.
- f) The wire detection is the diameter of the thinnest wire, which is discernible in the scanned image.

- g) Additional measurements with other thicknesses of the steel plate may be made based upon agreement between the user and the manufacturer.
- h) Additional measurements at other positions may be made based upon agreement between the user and the manufacturer.
- i) Wires may also be shaped as circles or sinusoids based upon agreement between the user and the manufacturer.
- j) A statistical method with multiple tests for the determination of wire detection may be used based upon agreement between the user and the manufacturer.

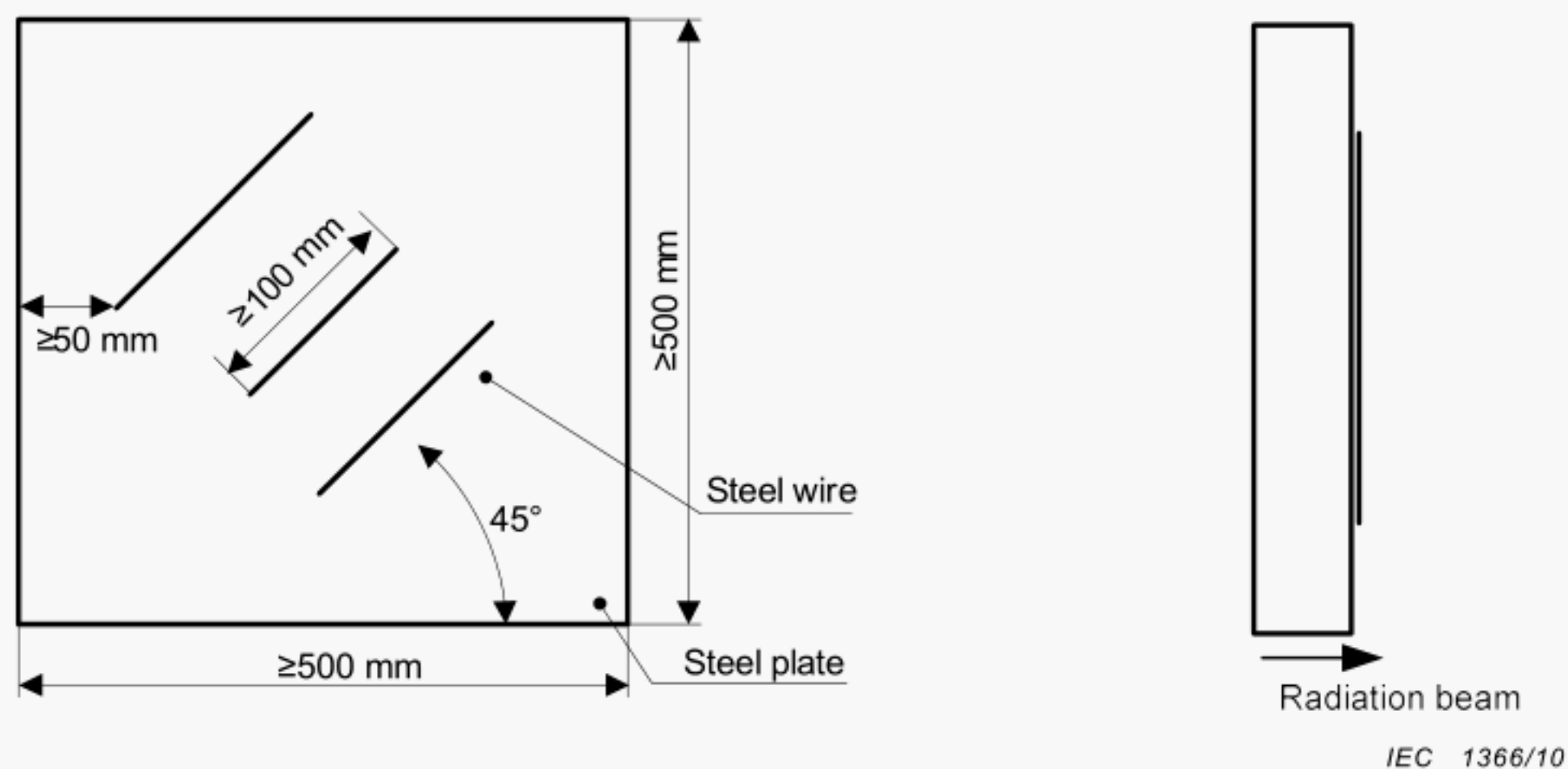


Figure 2 – Wire detection testing apparatus

7.3 Contrast sensitivity

7.3.1 Requirements

The manufacturer shall state the contrast sensitivity expressed in percentage as determined in 7.3.2.

7.3.2 Test method

- a) One rectangular steel sheet, or more such sheets of different thicknesses, shall be placed behind a steel plate with a thickness of 100 mm. The test apparatus with steel plate is shown in Figure 3. The length of each side of the rectangular steel plate shall be at least 500 mm. The bottom of the plate shall be parallel to the ground.
- b) The length of the each side of the sheet(s) shall not be less than 100 mm and oriented at 45° to the side of the plate as shown in Figure 3.
- c) The minimum distance between a steel sheet and the nearest edge of the steel plate shall not be less than 50 mm. The minimum distance between any two steel sheets shall not be less than 50 mm.
- d) The test apparatus should be placed perpendicular to the radiation beam at the centre of the inspection dimension.
- e) Scan the apparatus and inspect the image using image processing tools available on the inspection system. Record the scanning speed and other particulars as stated in 6.3.
- f) If all the steel sheets are discernible in the scanned image, then decrease the thickness of the steel sheet and scan the apparatus again until at least one of the steel sheets is not discernible in the scanned image. The decrement of the thickness shall be 0,1 mm.
- g) The contrast sensitivity is the ratio (expressed as a percentage) of the thickness of the thinnest steel sheet, which is discernible behind the steel plate of a specified thickness, to the thickness of the steel plate.
- h) Additional measurements with steel plate of other thicknesses may be made based upon agreement between the user and the manufacturer.

- i) Additional measurements at other positions may be made based upon agreement between the user and the manufacturer
- j) A statistical method with multiple tests for the determination of contrast sensitivity may be used based upon agreement between the user and the manufacturer.

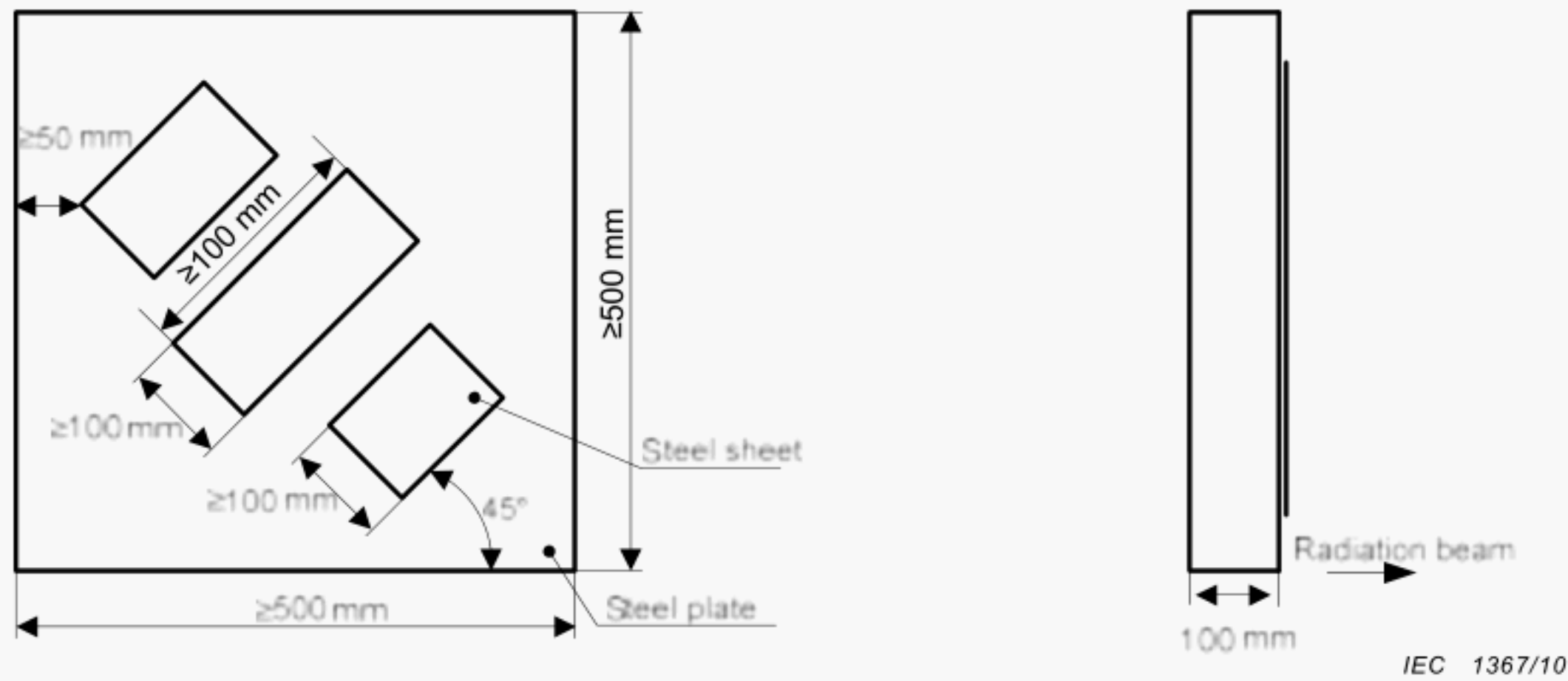


Figure 3 – Contrast indicator test apparatus

7.4 Spatial resolution

7.4.1 Requirements

The manufacturer shall state the spatial resolution expressed in millimeters as determined in 7.4.2.

7.4.2 Test method

- a) Three sets of test wires should be used in this test and for each of the three sets, two or more steel wires of diameter 'x' mm spaced at '2x' mm (i.e., a space of 'x' mm between edges of the wires) should be placed in air. The test apparatus is shown in Figure 4. Note that a low atomic number material plate may be used to support wires and the bottom of the plate shall be parallel to the ground.
- b) All the wires used shall be at least 100 mm long. The three sets of the test wires shall be oriented respectively parallel, perpendicular and at 45° to the bottom of the plate.
- c) The test apparatus shall be placed perpendicular to the radiation beam at the centre of the inspection dimension.
- d) Scan the apparatus and inspect the image using image processing tools available on the inspection system. Record the scanning speed and other particulars as stated in 6.3.
- e) If all the steel wires are distinguished as separated entities in the image, then decrease the diameter and scan the apparatus again until the steel wires cannot be distinguished in the image. The decrement of the diameter shall be 0,1 mm.
- f) If there are two or more wires of diameter 'x' mm spaced at '2x' mm (i.e., a space of 'x' mm between edges of the wires), then the smallest value of 'x' mm that results in the number of tested wires being distinguishable in the image defines the spatial resolution of the inspection system under test.
- g) Additional measurements with steel plate used as blocking material can be made based upon agreement between the user and the manufacturer. The thickness of the steel plate shall be stated.
- h) Additional measurements at other positions can be made based upon agreement between the user and the manufacturer.
- i) Additional measurements in other orientations of the wires can be made based upon agreement between the user and the manufacturer.

- j) A statistical method with multiple tests for the determination of spatial resolution may be used based upon agreement between the user and the manufacturer.

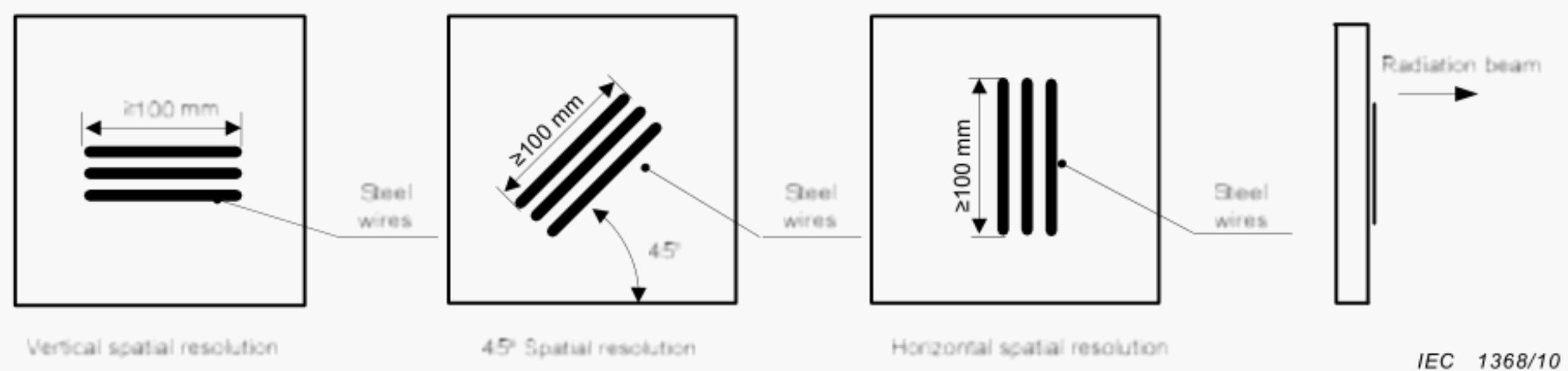


Figure 4 – Spatial resolution test apparatus

7.5 Material discrimination capability

7.5.1 Requirements

The manufacturer shall state the material discrimination capability of a multiple energy system, if the system has such a capability.

7.5.2 Test method

- The test apparatus shall consist of 4 testing samples made of lead, steel, aluminium, and graphite respectively.
- The dimensions of the samples are shown in Figure 5, in which the stepped samples of different thicknesses are used to cover the whole range of inspection. The specified stepped thicknesses for each material are shown in Table 2.

Table 2 – Thicknesses for each material

Thickness mm Material	T1	T2	T3	T4	T5
lead	10	20	40	60	100
steel	15	30	60	90	150
aluminium	40	80	160	250	400
graphite	100	200	400	600	N/A

- Each edge of every rectangular surface of all stepped samples shall not be less than 200 mm.
- A testing sample should be placed perpendicular to the radiation beam (refer to Figure 5) at the centre of the inspection dimension. The length of the test samples are oriented parallel to the ground.
- Scan the apparatus and inspect the image using image processing tools available on the inspection system. Record the scanning speed and other particulars as stated in 6.3.
- Different materials should be displayed in different hues in the scanned image of the inspection system. A material with different thickness should be displayed in the same hue. Additional software may be used for analysis of the image colour.
- A system that can distinguish one material from another material (Table 2) shall be able to display the same material with at least two different thicknesses as the same hue. A system that can discriminate different materials shall be able to distinguish at least two materials from any other materials in Table 2.
- Additional measurements with blocking material can be made based upon agreement between the user and the manufacturer.

- i) A statistical method with multiple tests for the determination of material discrimination capability may be used based upon agreement between the user and the manufacturer.

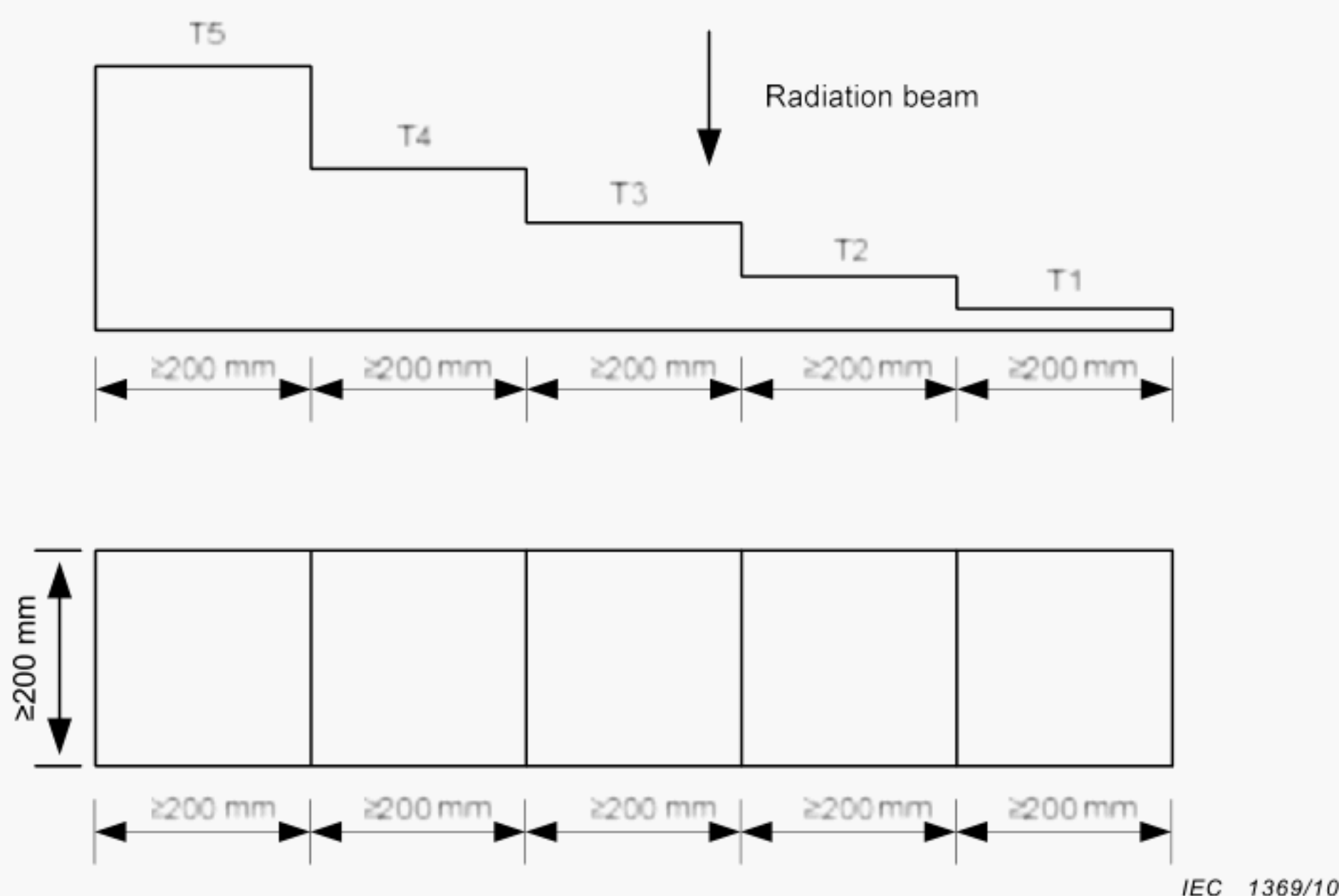


Figure 5 – A test sample for material discrimination capability test

8 Radiological safety tests

8.1 General

The radiological safety test shall be performed when the radiation source in the inspection system works at its highest operational radiation level, and the other test conditions shall be the same as for the specified imaging performance test in Clause 7.

The scattered radiation from the scanned object will often increase the ambient dose equivalent rate around the inspection system. So a container, vehicle, or pallet, whichever is most appropriate for the inspection system, is recommended as the reference scanned object for the radiological safety test. A different reference scanned object can be used based upon agreement between the user and the manufacturer.

The manufacturer shall use the ambient dose equivalent (rate) measurement instrument appropriate for the radiation source(s) used in the system and shall provide the instrument type, manufacturer and serial number, and calibration certification.

8.2 Ambient dose equivalent rate isodose contour

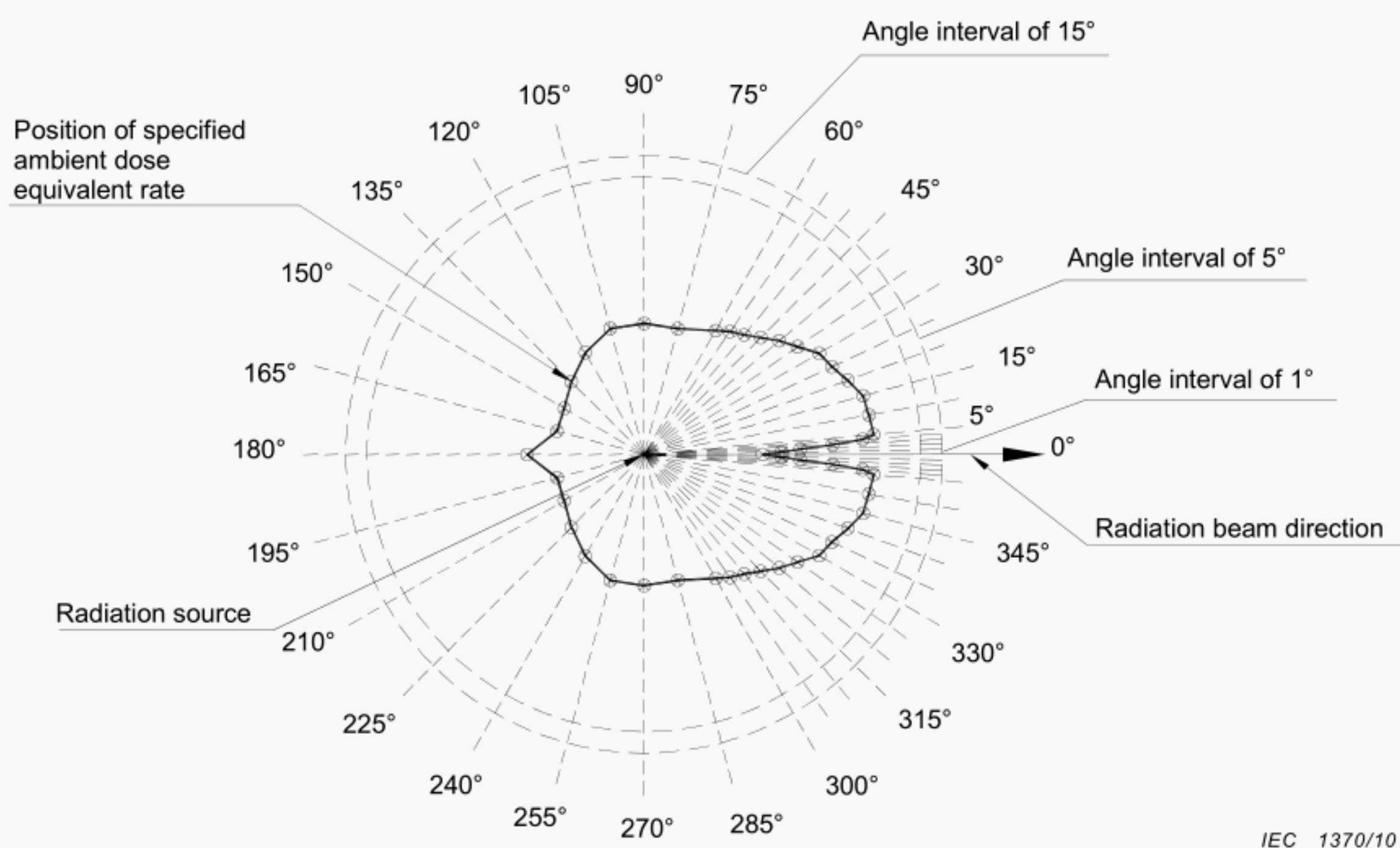
8.2.1 Requirements

The ambient dose equivalent rate isodose contour of $2,5 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ around the system shall be measured and provided.

This set of measurements is required for any system that uses distance and/or a supervised area as part of the radiation control of the system. Where the ambient dose equivalent rate at 5 cm outside all reachable surfaces of the system is less than $2,5 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ above natural background, this test is not required.

8.2.2 Test method

- The system shall be tested in a static mode to make measurements more accurate and repeatable.
- Measure and record the ambient dose equivalent rate in the primary forward direction at 1 m away from the radiation source as its radiation output level.
- Place the referenced scanned object in the scanned position.
- Move the radiation measurement instrument in and out along each angle direction specified in Figure 6 to find the position where the ambient dose equivalent rate is $2,5 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ above natural background. The instrument shall be at $1 \text{ m} \pm 0,1 \text{ m}$ above the ground level, and the angle directions from 0° to 360° . Measurements should be taken at appropriate angle intervals as indicated in Figure 6.
- Draw the lines to connect the positions in sequence to plot the ambient dose equivalent rate isodose contour of $2,5 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ for the system.
- Additional measurements at different angles or heights can be made based upon agreement between the user and the manufacturer.



IEC 1370/10

Figure 6 – Layout of an example ambient dose equivalent rate isodose contour

8.3 Ambient dose equivalent rate on the system boundary

8.3.1 Requirements

Along the system boundary stated by the manufacturer, the maximum value of the ambient dose equivalent rate shall not be higher than $2,5 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$, above natural background during the scan, however, different national regulatory limits may apply.

8.3.2 Test method

- Measure and record the ambient dose equivalent rate in the primary forward direction at 1 m away from the radiation source as its radiation output level.
- Place the referenced scanned object in the scanned position.

- c) Measure and record the ambient dose equivalent rate at $1\text{ m} \pm 0,1\text{ m}$ above the ground level along the system boundary stated by the manufacturer.
- d) If the radiation source in the inspection system moves during the scan, the ambient dose equivalent rate at each specific location on the system boundary shall be the maximum reading during this scan.
- e) Additional measurements in other positions can be made based upon agreement between the user and the manufacturer. If the beam stop does not cover the full height of the radiation beam, additional measurements shall be made at occupied positions not shielded by the beam stop where the ambient dose equivalent rate may be higher than $2,5\text{ }\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$.
- f) The ambient dose equivalent rates on the system boundary can also be measured with another reference scanned object in the scanned position based upon agreement between the user and the manufacturer.

8.4 Ambient dose equivalent rate at the operating positions

8.4.1 Requirements

The maximum ambient dose equivalent rate at the operating positions during the scan shall be not higher than $1,0\text{ }\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ above natural background, however, different national regulatory limits may apply.

8.4.2 Test method

- a) Measure and record the ambient dose equivalent rate in the primary forward direction at 1 m away from the radiation source as its radiation output level.
- b) Place the reference scanned object in the scanned position.
- c) Measure and record the ambient dose equivalent rate at the operating positions for the crew during the scan, e.g., the control panel and the image inspection station.
- d) If the radiation source in the inspection system moves during the scan, the ambient dose equivalent rate at the operating positions shall be the maximum reading during this scan.
- e) The ambient dose equivalent rates at the operating positions can be measured also with other reference scanned object in the scanned position based upon agreement between the user and the manufacturer.

8.5 Ambient dose equivalent to the driver

8.5.1 Requirements

If the driver stays in the scanned vehicle during the scan, the ambient dose equivalent to the driver shall not be higher than $5\text{ }\mu\text{Sv}$ per scan, however, different national regulatory limits may apply.

8.5.2 Test method

- a) Measure and record the ambient dose equivalent rate in the primary forward direction at 1 m away from the radiation source as its radiation output level.
- b) Place passive dosimeters or other cumulative dose meters as appropriate at the driver position.
- c) Measure and record the cumulative ambient dose equivalent from a minimum of 10 scans at the normal inspection speed.
- d) The result of the cumulative dose above the natural background divided by the number of scans represents the ambient dose equivalent to the driver per scan.

8.6 Ambient dose equivalent to the object being inspected

8.6.1 Requirements

The ambient dose equivalent to the object being inspected shall not be higher than 1 mSv per scan, however, different national regulatory limits may apply.

8.6.2 Test method

- a) Measure and record the ambient dose equivalent rate in the primary forward direction at 1 m away from the radiation source as its radiation output level.
- b) Place passive dosimeters or other cumulative dose meters as appropriate at the centre of the inspection dimension.
- c) Measure and record the cumulative ambient dose equivalent from a minimum of 10 scans at the normal scanning speed.
- d) The result of the cumulative dose above the natural background divided by the number of scans represents the ambient dose equivalent to the object being inspected per scan.
- e) Additional measurements in other positions can be made based upon agreement between the user and the manufacturer.

9 Electrical safety tests

9.1 Equipment ground protection

9.1.1 Requirements

Inspection systems shall have protective circuit and the resistance between the system case and protective earthing terminal shall not exceed 0,1 Ω (see IEC 61010-1:2001, 6.5.1.3).

9.1.2 Test method

Use a ground meter to measure the resistance between the system case and PE terminal with a test current of 25 A.

9.2 Insulation resistance

9.2.1 Requirements

Under the test condition shown in Table 1, the insulation resistance between the protective circuit and each phase of the power of electric equipment with independent power supply in the inspection system shall not be less than 1 M Ω (see IEC 60204-1:2005, 18.3).

9.2.2 Test method

The insulation resistance shall be measured at 500 V d.c. between the protective circuit and each phase of the main supply. The result shall not be less than 1 M Ω .

9.3 Voltage test

9.3.1 Requirements

Electric equipment shall be tested according to requirements in Table 3 and there shall be no breakdown or repeated arc-over during the test.

Components and devices that are not rated to withstand the test voltage shall be disconnected during testing.

Table 3 – Test voltage

Test voltage V (virtual value of AC or DC)	Duration of test runs s
1 000	≥1

(See IEC 60204-1:2005, 18.4.)

9.3.2 Test method

Test voltage shall be applied between the power circuit conductors and protective circuit, and gradually increased from 0 V to 1 000 V in 10 s and kept at 1 000 V for at least 1 s. The requirements are satisfied if no disruptive discharge occurs.

9.4 Electric shock protection

9.4.1 Requirements

Components of the inspection system shall provide electric shock protection under normal working conditions. Touchable parts shall not be charged when power is applied to the system. Voltage between touchable parts and the safety grounding terminal, or voltage between any two touchable parts less than 1,8 m apart on the same equipment, shall be no more than 33 V (virtual value 33 V, peak value 46,7 V, or DC 70 V) (see IEC 61010-1:2001, 6.3).

9.4.2 Test method

A resistance of 2 000 Ω connected in parallel to an AC voltmeter and the voltage value between all the directly-palpable elements to be tested and both ends of the safety ground terminal shall be measured.

NOTE Electrical safety tests should be made prior to delivery of each type system. Additional tests can be made based upon agreement between the user and the manufacturer.

10 Electromagnetic compatibility

10.1 Requirements

The electromagnetic emission limit value of relevant units in an inspection system shall be in accordance with the emission limit value specified in IEC 61000-6-4.

The immunity to disturbance of relevant units in inspection systems shall be in accordance with the requirements specified in IEC 61000-6-2 (Table 1, subclause 1.3; Table 2, subclauses 2.2 and 2.3; Table 3, subclauses 3.2 and 3.3; Table 4, subclauses 4.2, 4.3, 4.4 and 4.5; Table 5, subclause 5.2). The safety interlock equipment shall function properly during and after testing.

10.2 Test method

The electromagnetic compatibility test shall be performed at 10 m from the radiation supervised area of the system according to the test condition prescribed in Clauses 6 and 9 in IEC 61000-6-4. The result of the test shall be in accordance with the requirements in 10.1.

The immunity test shall be conducted according to the test condition and the test requirements prescribed in Clauses 6 and 9 in IEC 61000-6-2. The result of the test shall be in accordance with the requirements in 10.1.

11 Environmental requirements

11.1 Requirements

The manufacturer shall state the environmental adaptability of the inspection system or the components, including but not limited to temperature, humidity, moisture and dust protection. The safety related components shall function properly in the full range of working conditions stated by manufacturer.

11.2 Test method

The test method should be designed based upon agreement between the user and the manufacturer.

12 Documentation

Some documents, including but not limited to the following information, shall be provided with each system:

- Manufacturer's name or registered trademark.
- Type of system, serial number.
- Tests reports.
- Instruction manuals.
- Certificate of the source.
- Confirmation of compliance with this standard.

Bibliography

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*

IAEA Safety Series No.115, *International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	26
1 Domaine d'application et objet.....	28
2 Références normatives.....	28
3 Termes et définitions.....	29
4 Caractéristiques générales d'un système radiographique d'inspection de cargaison/véhicule.....	31
4.1 Généralités.....	31
4.2 Dispositifs d'arrêt d'urgence.....	31
4.3 Logiciel.....	31
4.4 Marquages.....	31
4.5 Contour d'isodose de débit d'équivalent de dose ambiant.....	32
4.6 Sources radioactives.....	32
4.7 Verrouillages de sécurité.....	32
4.8 Indicateurs d'état.....	32
4.9 Système de surveillance.....	32
5 Classification des systèmes d'inspection.....	32
6 Procédures générales d'essai.....	33
6.1 Nature des essais.....	33
6.2 Conditions de référence et conditions normales d'essai.....	33
6.3 Autres conditions de l'essai.....	33
7 Essais d'aptitude à la fonction d'imagerie.....	34
7.1 Pénétration dans l'acier.....	34
7.2 Détection de fil.....	35
7.3 Sensibilité du contraste.....	36
7.4 Résolution spatiale.....	37
7.5 Aptitude à la discrimination de matériaux.....	38
8 Essais de sécurité radiologique.....	39
8.1 Généralités.....	39
8.2 Contour d'isodose de débit d'équivalent de dose ambiant.....	39
8.3 Débit d'équivalent de dose ambiant sur la frontière du système.....	40
8.4 Débit d'équivalent de dose ambiant dans les positions de fonctionnement.....	41
8.5 Equivalent de dose ambiant pour le conducteur.....	41
8.6 Equivalent de dose ambiant pour l'objet inspecté.....	42
9 Essais de sécurité électrique.....	42
9.1 Protection de mise à la terre de l'équipement.....	42
9.2 Résistance d'isolation.....	42
9.3 Essai de tension.....	43
9.4 Protection contre un choc électrique.....	43
10 Compatibilité électromagnétique.....	43
10.1 Exigences.....	43
10.2 Méthode d'essai.....	44
11 Exigences environnementales.....	44
11.1 Exigences.....	44
11.2 Méthode d'essai.....	44
12 Documentation.....	44

Bibliographie.....	45
Figure 1 – Dispositif d'essai de pénétration dans l'acier	34
Figure 2 – Dispositif d'essai de détection de fil	35
Figure 3 – Dispositif d'essai indicateur de contraste.....	36
Figure 4 – Dispositif d'essai de résolution spatiale	37
Figure 5 – Eprouvette pour l'essai d'aptitude à la discrimination de matériaux	39
Figure 6 – Implantation d'un exemple de contour d'isodose d e débit d'équivalent de dose ambiant	40
Tableau 1 – Conditions de référence et conditions normales d'essai.....	33
Tableau 2 – Epaisseurs de chaque matériau.....	38
Tableau 3 – Tension d'essai	43

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION – SYSTÈME RADIOGRAPHIQUE D'INSPECTION DE CARGAISON/VÉHICULE

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 propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 62523 a été établie par le sous-comité 45B: Instrumentation pour la radioprotection, du comité d'études 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
45B/638/FDIS	45B/652/RVD

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

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.

INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION – SYSTÈME RADIOGRAPHIQUE D'INSPECTION DE CARGAISON/VÉHICULE

1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale s'applique à des systèmes radiographiques d'inspection avec une énergie de rayonnement photonique d'au moins 500 keV pour l'inspection des cargaisons, véhicules et conteneurs de cargaison.

Ces systèmes d'inspection sont généralement constitués d'une ou plusieurs sources de rayonnement, de détecteurs, d'un système de commande, d'un système de traitement d'image, d'un système de protection contre les radiations et d'autres dispositifs/aménagements auxiliaires.

L'objectif de la présente norme est de définir les essais et les méthodes d'essais appropriées pour la détermination des caractéristiques d'aptitude à la fonction des systèmes radiographiques d'inspection.

Cette norme n'est pas applicable aux systèmes d'inspection de cargaison/véhicule mettant en œuvre la radiographie par source de neutrons, la tomodensitométrie ou une technologie par rétrodiffusion.

2 Références normatives

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

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

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

CEI 60204-1:2005, *Sécurité des machines – Equipement électrique des machines – Partie 1: Règles générales*

CEI 61000-6-2:2005, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-2: Normes génériques – Immunité pour les environnements industriels*

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

CEI 61010-1:2001, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 1: Prescriptions générales*

ISO 4948-1, *Aciers – Classification – Partie 1: Classification en aciers alliés et en aciers non alliés basée sur la composition chimique*

ISO 9978:1992, *Radioprotection – Sources radioactives scellées – Méthodes d'essai d'étanchéité*

IAEA Safety Guide No.RS-G-1.10, *Safety of Radiation Generator and Sealed Radioactive Sources*

IAEA Safety Guide No.TS-R-1, *Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants, ainsi que ceux qui sont donnés dans la CEI 60050-393 et la CEI 60050-394, s'appliquent.

3.1

image par transmission

image de projection créée par des rayons X ou des rayons gamma traversant un objet inspecté, résultant de la différence d'atténuation de l'objet inspecté

3.2

système radiographique d'inspection de cargaison/véhicule (système d'inspection)

système faisant usage de sources de rayons X ou de rayons gamma et de détecteurs de rayonnement pour obtenir les images par transmission de cargaisons ou de véhicules

3.3

système d'inspection par rayons X

système d'inspection utilisant un ou plusieurs accélérateurs ou générateurs pour produire un rayonnement de freinage comme source de rayons X pour obtenir des images

3.4

système d'inspection par rayons gamma

système d'inspection utilisant un ou plusieurs radionucléides comme source de rayons gamma pour obtenir des images

3.5

zone contrôlée

une zone contrôlée est une zone dans laquelle des mesures de protection et de sûreté spécifiques sont ou pourraient être nécessaires pour:

- a) contrôler l'exposition normale ou prévenir le risque de contamination pendant le temps de travail; et
- b) prévenir ou limiter l'extension à des expositions potentielles

[IAEA No. 115]

3.6

zone surveillée

toute zone qui n'est pas désignée comme zone contrôlée mais pour laquelle les conditions d'exposition professionnelle sont maintenues sous surveillance même si des mesures de protection et des dispositions de sûreté spécifiques ne sont pas normalement exigées

[IAEA No. 115]

3.7

frontière du système

frontière extérieure de la zone surveillée

3.8

absorbeur total

tout objet qui est traversé par le rayonnement transmis pour lequel ce rayonnement est réduit à un niveau auquel il n'est pas possible de le distinguer du bruit de fond

3.9

pénétration dans l'acier

épaisseur d'acier maximale (exprimée en mm) à travers laquelle les rayons X ou les rayons gamma provenant du système d'inspection peuvent être mesurés et distingués du bruit de fond

3.10

détection de fil

dimension minimale d'un fil en section transversale, par exemple diamètre d'un fil exprimé en mm, que l'on peut mesurer et distinguer du bruit de fond

3.11

sensibilité du contraste

aptitude à distinguer une petite différence de mesures dans une zone par rapport à un bruit de fond uniforme

3.12

résolution spatiale

aptitude à distinguer une paire de petits objets comme des entités distinctes

3.13

système multi-énergie

système d'inspection fonctionnant avec plusieurs spectres différents d'énergie de rayonnement et capable de distinguer des matériaux différents

3.14

aptitude à la discrimination de matériaux

capacité certaine d'un système d'inspection à discriminer des classes de matériaux différentes

3.15

vitesse de balayage

vitesse de déplacement de l'objet inspecté par rapport au système d'inspection ou inversement

3.16

dimension d'inspection

dimension extérieure de l'objet le plus grand pouvant être balayé et inspecté par un système d'inspection

3.17

contour isodose

périmètre autour du système d'inspection sur lequel tous les points reçoivent des doses égales de rayonnement de la source de rayonnement active

3.18

débit d'équivalent de dose ambiant

rapport $dH_x(10)$ sur dt , où $dH_x(10)$ est l'incrément de l'équivalent de dose ambiant pendant l'intervalle de temps dt

$$\dot{H}_x(10) = \frac{dH_x(10)}{dt}$$

L'unité du débit d'équivalent de dose ambiant dans le système international est le sievert par seconde ($Sv \cdot s^{-1}$). Les unités du débit d'équivalent de dose ambiant sont un quelconque quotient du sievert ou de ses multiples ou sous-multiples décimaux par une unité de temps convenable (par exemple, $mSv \cdot h^{-1}$)

[CEI 60846-2009]

NOTE Pour un isotope de rayon gamma, le débit d'équivalent de dose ambiant est le débit instantané. Pour un dispositif générateur de rayons X pulsés, le débit d'équivalent de dose ambiant est donné par la moyenne pondérée dans le temps durant un cycle impulsionnel complet.

4 Caractéristiques générales d'un système radiographique d'inspection de cargaison/véhicule

4.1 Généralités

Les systèmes d'inspection sont conçus pour créer une image de l'objet inspecté afin qu'un opérateur détecte, localise et identifie les marchandises de contrebande cachées dans la cargaison et/ou les véhicules. Un tel système est généralement constitué d'une ou plusieurs sources de rayonnement, de détecteurs, d'un système mécanique et de commande, d'un système de traitement d'image, d'un système de protection contre les radiations pour protéger les exploitants et le public contre les radiations et autres dispositifs/aménagements auxiliaires.

Le constructeur doit indiquer les exigences d'alimentation électrique et le temps de chauffage ou de mise en service du système.

4.2 Dispositifs d'arrêt d'urgence

Les systèmes d'inspection doivent être équipés de dispositifs d'arrêt d'urgence, tels que des boutons d'arrêt d'urgence, de façon à pouvoir couper automatiquement le faisceau de rayonnement ou de façon à pouvoir rétracter automatiquement la source radioactive dans son dispositif de protection à chaque fois que l'un quelconque de ces dispositifs d'arrêt est activé. Lorsqu'un quelconque dispositif d'arrêt d'urgence a été activé, le système ne doit pas être en mesure de faire redémarrer automatiquement le faisceau de rayonnement. Une opération manuelle, telle que l'introduction d'une clé de l'exploitant sur le tableau de commande et son actionnement dans la position « MARCHE », est nécessaire pour permettre le redémarrage du faisceau de rayonnement.

Des dispositifs d'arrêt d'urgence doivent être installés à plusieurs emplacements, y compris mais sans y être limité, sur le tableau de commande de l'exploitant et à proximité de la source de rayonnement et des détecteurs.

Les dispositifs d'arrêt d'urgence doivent fonctionner dans un mode de sécurité positive. Si un dispositif d'arrêt d'urgence tombe en panne, le faisceau de rayonnement doit être coupé et un état de défaut doit être indiqué sur le tableau de commande.

Pour un système à rayons gamma, l'obturateur de la source radioactive doit être automatiquement fermé ou la source doit être automatiquement rétractée dans son dispositif de protection en cas de panne d'alimentation.

4.3 Logiciel

Le système doit être capable de traiter et d'afficher, d'enregistrer, de sauvegarder et de restaurer les images radiographiques numériques des objets inspectés et les autres données d'inspection pertinentes telles que les numéros des conteneurs, la date d'inspection et le contenu de la cargaison.

4.4 Marquages

Les marquages doivent être lisibles et fixés de manière permanente. Ils doivent inclure au moins:

- le nom du constructeur;
- le numéro du modèle;

- un numéro de série unique;
- la désignation des fonctions des commandes, commutateurs, réglages;
- la source de rayonnement et l'énergie;
- un symbole avertissant de la présence de rayonnements ionisants;
- d'autres avertissements de sécurité.

4.5 Contour d'isodose de débit d'équivalent de dose ambiant

Il convient que le constructeur fournisse un contour d'isodose du débit d'équivalent de dose ambiant autour de la source lorsque le système d'inspection est en fonctionnement.

Ce contour d'isodose est fourni à titre de référence uniquement. Il peut varier de façon substantielle en fonction du mouvement du système et de l'objet placé dans le faisceau.

4.6 Sources radioactives

Les sources radioactives doivent être convenablement blindées et protégées contre tout accès non autorisé. Le transport et l'étiquetage des sources radioactives doivent être conformes aux exigences nationales et/ou internationales (par exemple, IAEA No.TS-R-1 et IAEA No.RS-G-1.10).

Afin de minimiser l'exposition de l'exploitant aux rayonnements, il convient de prendre des dispositions pour l'essai d'étanchéité de série des sources radioactives selon l'ISO 9978:1992.

4.7 Verrouillages de sécurité

Des verrouillages de sécurité doivent être installés pour empêcher les personnes d'être exposés accidentellement. Le faisceau de rayonnement ne peut être activé qu'après avoir mis sur « MARCHE » tous les verrouillages de sécurité. Si l'état d'un quelconque verrouillage est changé en cours de fonctionnement, le faisceau de rayonnement doit être arrêté ou coupé. Les verrouillages de sécurité doivent être conçus pour fonctionner dans un mode de sécurité positive.

Les verrouillages de sécurité doivent prévoir une interface de liaison avec des dispositifs de sécurité supplémentaires.

4.8 Indicateurs d'état

Des indicateurs d'état doivent être installés pour fournir les signaux d'avertissement sonores et visuels destinés à avertir les personnes du danger d'exposition aux rayonnements. Ces signaux d'avertissement doivent démarrer au moins 5 s avant l'allumage du faisceau et ils doivent rester actifs durant le balayage jusqu'à extinction du faisceau de rayonnement. La configuration des indicateurs d'état doit satisfaire à la réglementation locale.

Des symboles ou des écriteaux avertissant de la présence de rayonnements ionisants doivent être disposés le long de la frontière entre la zone contrôlée et la zone surveillée.

4.9 Système de surveillance

Un système de surveillance vidéo doit être prévu pour que l'opérateur observe la zone contrôlée et la zone surveillée.

5 Classification des systèmes d'inspection

Il convient de classer le système d'inspection dans l'une des catégories suivantes:

- Système d'inspection par rayons X: système d'inspection utilisant une source de rayons X pour obtenir des images;
- Système d'inspection par rayons gamma: système d'inspection utilisant une source de rayons gamma pour obtenir des images.

6 Procédures générales d'essai

6.1 Nature des essais

Sauf spécification contraire, les essais et les méthodes d'essai des Articles 9, 10 et 11 de la présente norme doivent être considérés comme des essais de type. Tous les essais et les méthodes d'essais de la présente norme peuvent être considérés comme des essais d'acceptation sur la base d'un accord entre l'utilisateur et le constructeur.

6.2 Conditions de référence et conditions normales d'essai

Sauf spécification contraire, les essais doivent être effectués dans les conditions normales d'essai indiquées dans la troisième colonne du Tableau 1. Pour les essais effectués en dehors des conditions normales d'essai, les valeurs de température, pression et humidité relative doivent être indiquées et s'il y a lieu, les corrections appropriées doivent être effectuées pour fournir la réponse dans les conditions de référence. Tous les essais des Articles 7 et 8 doivent être exécutés avec les mêmes valeurs de paramètres d'exploitation. Il convient d'indiquer les valeurs de toutes les corrections. Les conditions de référence sont indiquées dans la deuxième colonne du Tableau 1.

Les valeurs indiquées dans le Tableau 1 sont destinées aux essais effectués sous des climats tempérés. Sous d'autres climats, les valeurs réelles de l'essai doivent être indiquées. De façon similaire, une pression atmosphérique inférieure à 70 kPa peut être autorisée à des altitudes supérieures.

Tableau 1 – Conditions de référence et conditions normales d'essai

Conditions environnementales	Conditions de référence	Conditions normale d'essai
Température environnementale	20 °C	15 °C à 35 °C
Humidité relative	65 %	50 % à 75 %
Pression atmosphérique	101,3 kPa	70 kPa à 106,6 kPa
Débit de dose de rayonnement ambiant	Débit d'équivalent de dose ambiant 0,1 $\mu\text{Sv h}^{-1}$	Débit d'équivalent de dose ambiant inférieur à 0,25 $\mu\text{Sv h}^{-1}$
Champ électromagnétique ambiant	Négligeable	Inférieur à la valeur la plus basse qui provoque une interférence
Induction magnétique ambiante	Négligeable	Inférieure au double de la valeur de l'induction due au champ magnétique terrestre

6.3 Autres conditions de l'essai

Il convient que les plaques, les fils et les tôles mentionnés à l'Article 7 de la présente norme soient fabriqués en acier C45, comme défini dans l'ISO 4948-1 ou un équivalent. Les éprouvettes en acier peuvent être peintes ou plaquées pour éliminer les surfaces poussiéreuses rugueuses. Toutes les dimensions spécifiées le sont avant peinture ou placage. Les fils utilisés dans la présente norme sont des fils ronds.

La vitesse de balayage, l'intensité de la source, l'énergie de la source, la fréquence des impulsions de la source pour les systèmes ayant une source d'accélération linéaire doivent être indiqués pour chaque essai des Articles 7 et 8.

7 Essais d'aptitude à la fonction d'imagerie

7.1 Pénétration dans l'acier

7.1.1 Exigences

Le constructeur doit indiquer la pénétration dans l'acier en millimètres comme déterminé en 7.1.2.

7.1.2 Méthode d'essai

- Le dispositif d'essai est représenté sur la Figure 1. La longueur de chaque côté de la plaque rectangulaire en acier ne doit pas être inférieure à 500 mm. Le fond de la plaque doit être parallèle au sol.
- La longueur minimale de chaque côté de la section de l'absorbeur rectangulaire total perpendiculaire au faisceau de rayonnement ne doit pas être inférieure à 200 mm, comme représenté sur la Figure 1.
- Il convient de disposer l'absorbeur total au centre de la plaque d'acier. Il convient que la distance minimale entre l'absorbeur total et le bord le plus proche de la plaque d'acier ne soit pas inférieure à 50 mm.
- Il convient de placer le dispositif d'essai perpendiculairement au faisceau de rayonnement au centre de la dimension d'inspection.
- Effectuer un balayage avec le dispositif et inspecter l'image en utilisant les outils de traitement d'image disponibles sur le système d'inspection. Enregistrer la vitesse de balayage et les autres particularités, comme indiqué en 6.3.
- S'il est possible de discerner l'absorbeur total sur l'image balayée, augmenter alors l'épaisseur de la plaque d'acier et effectuer un nouveau balayage avec le dispositif jusqu'à ce qu'il ne soit plus possible de discerner l'absorbeur total sur l'image balayée. L'incrément de l'épaisseur doit être de 10 mm.
- La pénétration dans l'acier est la somme des épaisseurs des plaques d'acier derrière lesquelles il est possible de discerner l'absorbeur total sur l'image balayée.
- D'autres mesures dans d'autres positions peuvent être effectuées sur la base d'un accord entre l'utilisateur et le constructeur.
- Une méthode statistique avec des essais multiples pour déterminer la pénétration dans l'acier peut être utilisée sur la base d'un accord entre l'utilisateur et le constructeur.

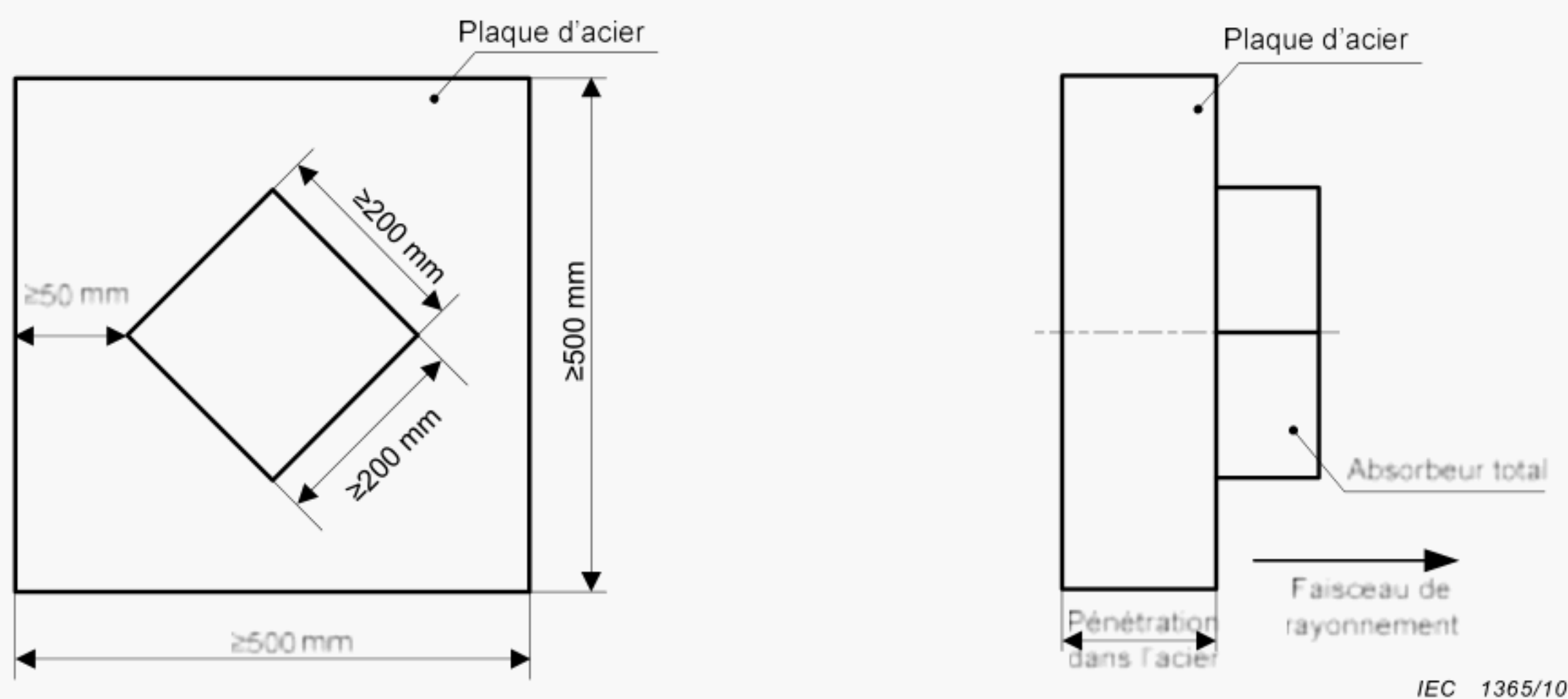


Figure 1 – Dispositif d'essai de pénétration dans l'acier

7.2 Détection de fil

7.2.1 Exigences

Le constructeur doit indiquer la détection de fil en millimètres comme déterminé en 7.2.2.

7.2.2 Méthode d'essai

- Un fil d'acier ou plusieurs de ces fils de diamètres différents doivent être disposés dans l'air ou derrière une plaque en acier ayant une épaisseur de 100 mm. Le dispositif d'essai avec la plaque d'acier est représenté sur la Figure 2. La longueur de chaque côté de la plaque rectangulaire en acier ne doit pas être inférieure à 500 mm. Le fond de la plaque doit être parallèle au sol. On notera que l'on peut utiliser une plaque faite d'un matériau ayant un numéro atomique faible pour supporter le ou les fils lorsqu'ils sont placés dans l'air.
- Le cas échéant, la distance entre les extrémités d'un fil d'acier et le bord le plus proche de la plaque d'acier ne doit pas être inférieure à 50 mm. La distance entre deux fils quelconques ne doit pas être inférieure à 50 mm. Tous les fils utilisés doivent avoir une longueur d'au moins 100 mm et ils doivent être orientés à 45° par rapport aux côtés de la plaque.
- Il convient de placer le dispositif d'essai perpendiculairement au faisceau de rayonnement au centre de la dimension d'inspection.
- Effectuer un balayage avec le dispositif et inspecter l'image en utilisant les outils de traitement d'image disponibles sur le système d'inspection. Enregistrer la vitesse de balayage et les autres particularités, comme indiqué en 6.3.
- S'il est possible de discerner tous les fils d'acier sur l'image balayée, diminuer alors les diamètres des fils d'acier et effectuer un nouveau balayage avec le dispositif jusqu'à ce qu'il ne soit plus possible de discerner au moins l'un des fils d'acier sur l'image balayée. Le décrement du diamètre doit être de 0,1 mm.
- La détection de fil est le diamètre du fil le plus mince qu'il est possible de discerner sur l'image balayée.
- Des mesures supplémentaires avec d'autres épaisseurs de la plaque d'acier peuvent être effectuées sur la base d'un accord entre l'utilisateur et le constructeur.
- D'autres mesures dans d'autres positions peuvent être effectuées sur la base d'un accord entre l'utilisateur et le constructeur.
- Les fils peuvent également être conformés comme des cercles ou des sinusoïdes sur la base d'un accord entre l'utilisateur et le constructeur.
- Une méthode statistique avec des essais multiples pour déterminer la détection de fil peut être utilisée sur la base d'un accord entre l'utilisateur et le constructeur.

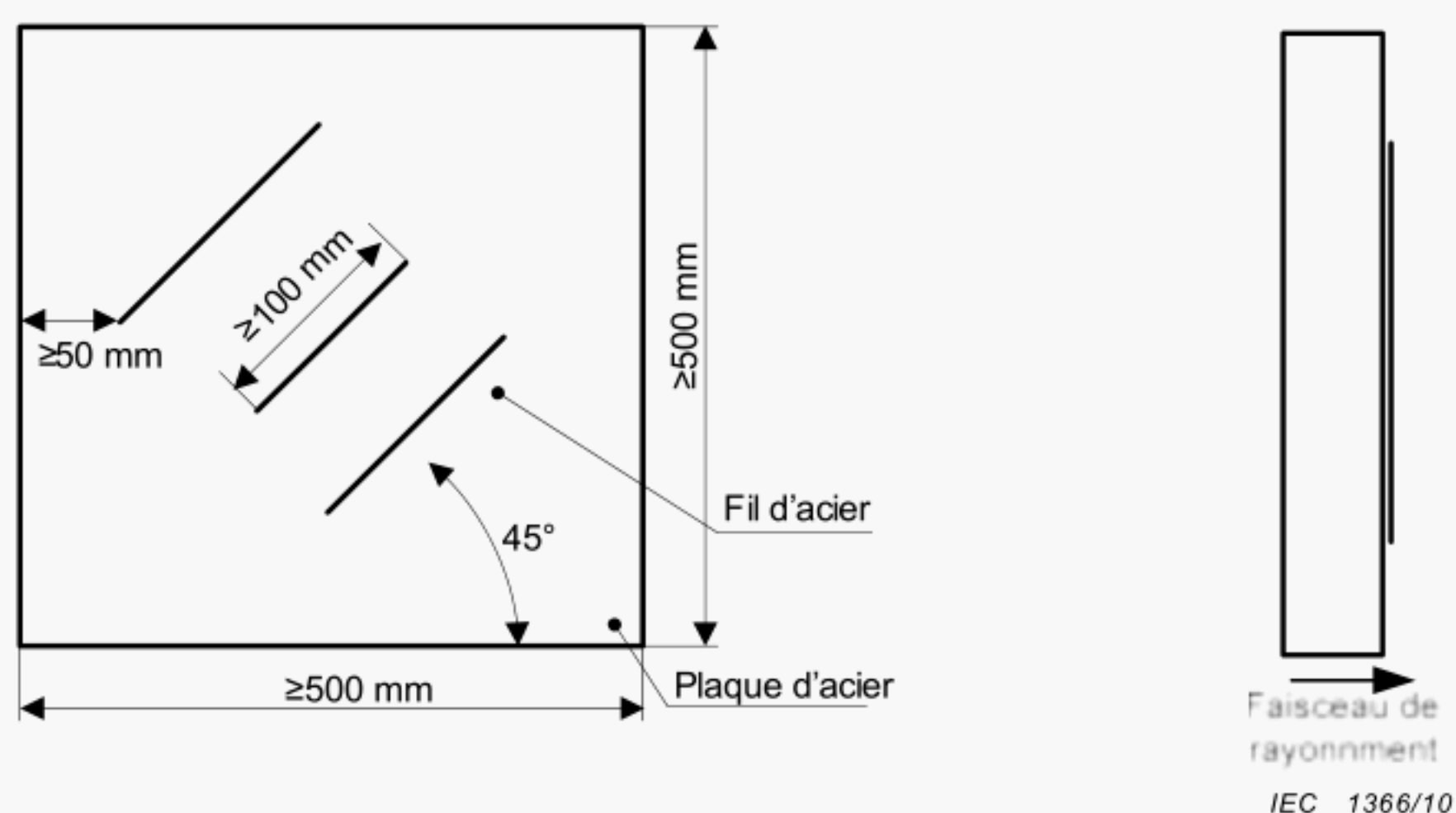


Figure 2 – Dispositif d'essai de détection de fil

7.3 Sensibilité du contraste

7.3.1 Exigences

Le constructeur doit indiquer la sensibilité du contraste exprimée en pourcentage comme déterminé en 7.3.2.

7.3.2 Méthode d'essai

- Une tôle d'acier rectangulaire ou plusieurs de ces tôles d'épaisseurs différentes doivent être placées derrière une plaque d'acier ayant une épaisseur de 100 mm. Le dispositif d'essai avec la plaque d'acier est représenté sur la Figure 3. La longueur de chaque côté de la plaque d'acier rectangulaire doit être au moins de 500 mm. Le fond de la plaque doit être parallèle au sol.
- La longueur de chaque côté de la ou des feuilles ne doit pas être inférieure à 100 mm et elle doit être orientée à 45° par rapport au côté de la plaque, comme représenté sur la Figure 3.
- La distance minimale entre une tôle d'acier et le bord le plus proche de la plaque d'acier ne doit pas être inférieure à 50 mm. La distance minimale entre deux tôles d'acier quelconques ne doit pas être inférieure à 50 mm.
- Il convient de placer le dispositif d'essai perpendiculairement au faisceau de rayonnement au centre de la dimension d'inspection.
- Effectuer un balayage avec le dispositif et inspecter l'image en utilisant les outils de traitement d'image disponibles sur le système d'inspection. Enregistrer la vitesse de balayage et les autres particularités, comme indiqué en 6.3.
- S'il est possible de discerner toutes les tôles d'acier sur l'image balayée, diminuer alors l'épaisseur de la tôle d'acier et effectuer un nouveau balayage avec le dispositif jusqu'à ce qu'il ne soit plus possible de discerner au moins l'une des tôles d'acier sur l'image balayée. Le décrement de l'épaisseur doit être de 0,1 mm.
- La sensibilité du contraste est le rapport (exprimé sous forme de pourcentage) entre l'épaisseur de la tôle d'acier la plus mince qu'il est possible de discerner derrière la plaque d'acier d'une épaisseur spécifiée et l'épaisseur de la plaque d'acier.
- Des mesures supplémentaires avec une plaque d'acier ayant d'autres épaisseurs peuvent être effectuées sur la base d'un accord entre l'utilisateur et le constructeur.
- D'autres mesures dans d'autres positions peuvent être effectuées sur la base d'un accord entre l'utilisateur et le constructeur.
- Une méthode statistique avec des essais multiples pour déterminer la sensibilité du contraste peut être utilisée sur la base d'un accord entre l'utilisateur et le constructeur.

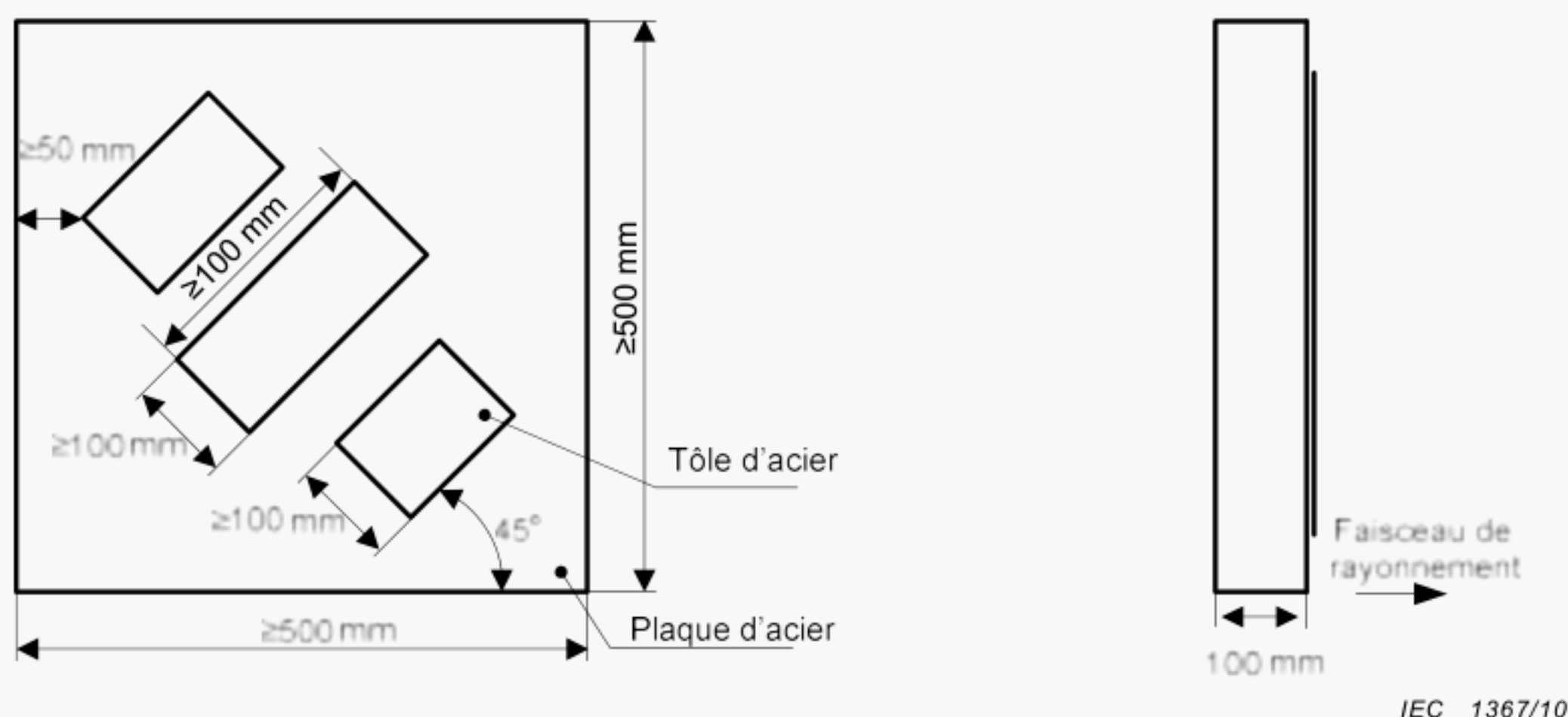


Figure 3 – Dispositif d'essai indicateur de contraste

7.4 Résolution spatiale

7.4.1 Exigences

Le constructeur doit indiquer la résolution spatiale en millimètres comme déterminé en 7.4.2.

7.4.2 Méthode d'essai

- Dans cet essai, il convient d'utiliser trois ensembles de fils d'essai et pour chacun des trois ensembles, il convient de placer dans l'air deux fils d'acier ou plus d'un diamètre de 'x' mm espacés de '2x' mm (c'est-à-dire, avec un espacement de 'x' mm entre les bords des fils). Le dispositif d'essai est représenté sur la Figure 4. On notera que l'on peut utiliser une plaque faite d'un matériau ayant un numéro atomique faible pour supporter les fils et que le fond de la plaque doit être parallèle au sol.
- Tous les fils utilisés doivent avoir une longueur d'au moins 100 mm. Les trois ensembles de fils d'essai doivent être orientés respectivement parallèlement, perpendiculairement et à 45° par rapport au fond de la plaque.
- Le dispositif d'essai doit être placé perpendiculairement au faisceau de rayonnement au centre de la dimension d'inspection.
- Effectuer un balayage avec le dispositif et inspecter l'image en utilisant les outils de traitement d'image disponibles sur le système d'inspection. Enregistrer la vitesse de balayage et les autres particularités, comme indiqué en 6.3.
- Si l'on distingue tous les fils d'acier comme des entités séparées sur l'image, diminuer alors le diamètre et effectuer un nouveau balayage avec le dispositif jusqu'à ce qu'il ne soit plus possible de distinguer les fils d'acier sur l'image. Le décrement du diamètre doit être de 0,1 mm.
- S'il y a deux fils d'acier ou plus d'un diamètre de 'x' mm espacés de '2x' mm (c'est-à-dire, un espacement de 'x' mm entre les bords des fils), alors la valeur la plus faible de 'x' mm permettant d'effectuer la distinction du nombre de fils soumis à l'essai sur l'image définit la résolution spatiale du système d'inspection à l'essai.
- Des mesures supplémentaires avec une plaque d'acier utilisée comme matériau de blocage peuvent être effectuées sur la base d'un accord entre l'utilisateur et le constructeur. L'épaisseur de la plaque d'acier doit être indiquée.
- D'autres mesures dans d'autres positions peuvent être effectuées sur la base d'un accord entre l'utilisateur et le constructeur.
- Des mesures supplémentaires avec d'autres orientations des fils peuvent être effectuées sur la base d'un accord entre l'utilisateur et le constructeur.
- Une méthode statistique avec des essais multiples pour déterminer la résolution spatiale peut être utilisée sur la base d'un accord entre l'utilisateur et le constructeur.

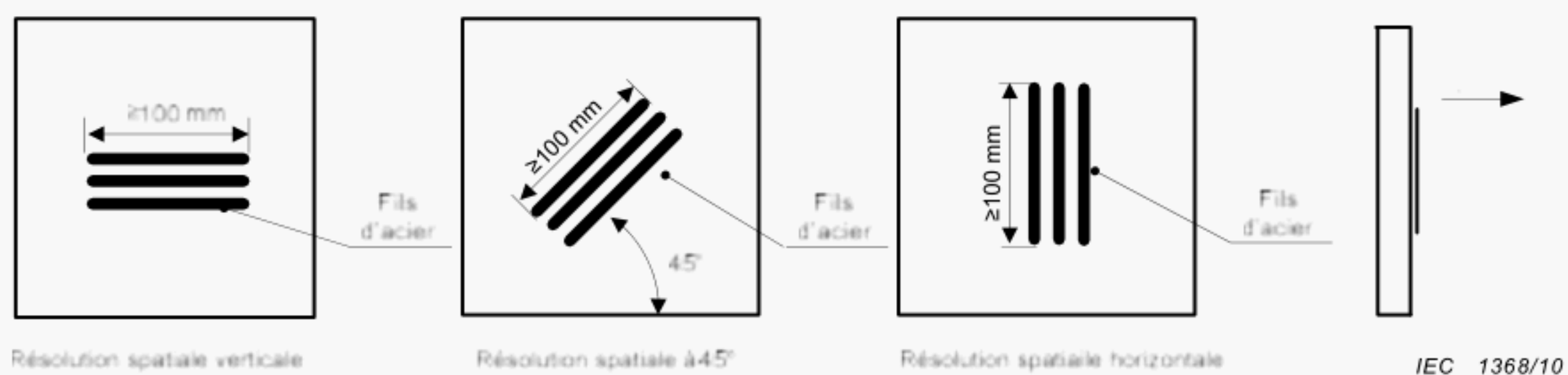


Figure 4 – Dispositif d'essai de résolution spatiale

7.5 Aptitude à la discrimination de matériaux

7.5.1 Exigences

Le constructeur doit indiquer l'aptitude à la discrimination de matériaux d'un système multi-énergie si le système dispose d'une telle aptitude.

7.5.2 Méthode d'essai

- Le dispositif d'essai doit être constitué de 4 échantillons d'essai respectivement réalisés en plomb, en acier, en aluminium et en graphite.
- Les dimensions des échantillons sont représentées sur la Figure 5, sur laquelle des échantillons d'épaisseurs progressivement différentes sont utilisés pour couvrir toute la plage d'inspection. Les épaisseurs progressives spécifiées pour chaque matériau sont indiquées dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Epaisseurs de chaque matériau

Epaisseur mm Matériau	T1	T2	T3	T4	T5
plomb	10	20	40	60	100
acier	15	30	60	90	150
aluminium	40	80	160	250	400
graphite	100	200	400	600	N/A

- Chaque bord de chaque surface rectangulaire de tous les échantillons échelonnés ne doit pas être plus petit que 200 mm.
- Il convient de placer un échantillon d'essai perpendiculairement au faisceau de rayonnement (se référer à la Figure 5) au centre de la dimension d'inspection. La longueur des échantillons d'essai est orientée parallèlement au sol.
- Effectuer un balayage avec le dispositif et inspecter l'image en utilisant les outils de traitement d'image disponibles sur le système d'inspection. Enregistrer la vitesse de balayage et les autres particularités, comme indiqué en 6.3.
- Il convient d'afficher des matériaux différents avec des teintes différentes sur l'image balayée du système d'inspection. Il convient d'afficher un matériau avec une épaisseur différente avec la même teinte. On peut utiliser un logiciel supplémentaire pour analyser la couleur de l'image.
- Un système pouvant distinguer un matériau d'un autre matériau (Tableau 2) doit être capable d'afficher ce même matériau avec au moins deux épaisseurs différentes avec la même teinte. Un système pouvant distinguer des matériaux différents doit être capable de distinguer au moins deux matériaux d'un quelconque autre matériau du Tableau 2.
- Des mesures supplémentaires avec un matériau de blocage peuvent être effectuées sur la base d'un accord entre l'utilisateur et le constructeur.
- Une méthode statistique avec des essais multiples pour déterminer l'aptitude à distinguer les matériaux peut être utilisée sur la base d'un accord entre l'utilisateur et le constructeur.

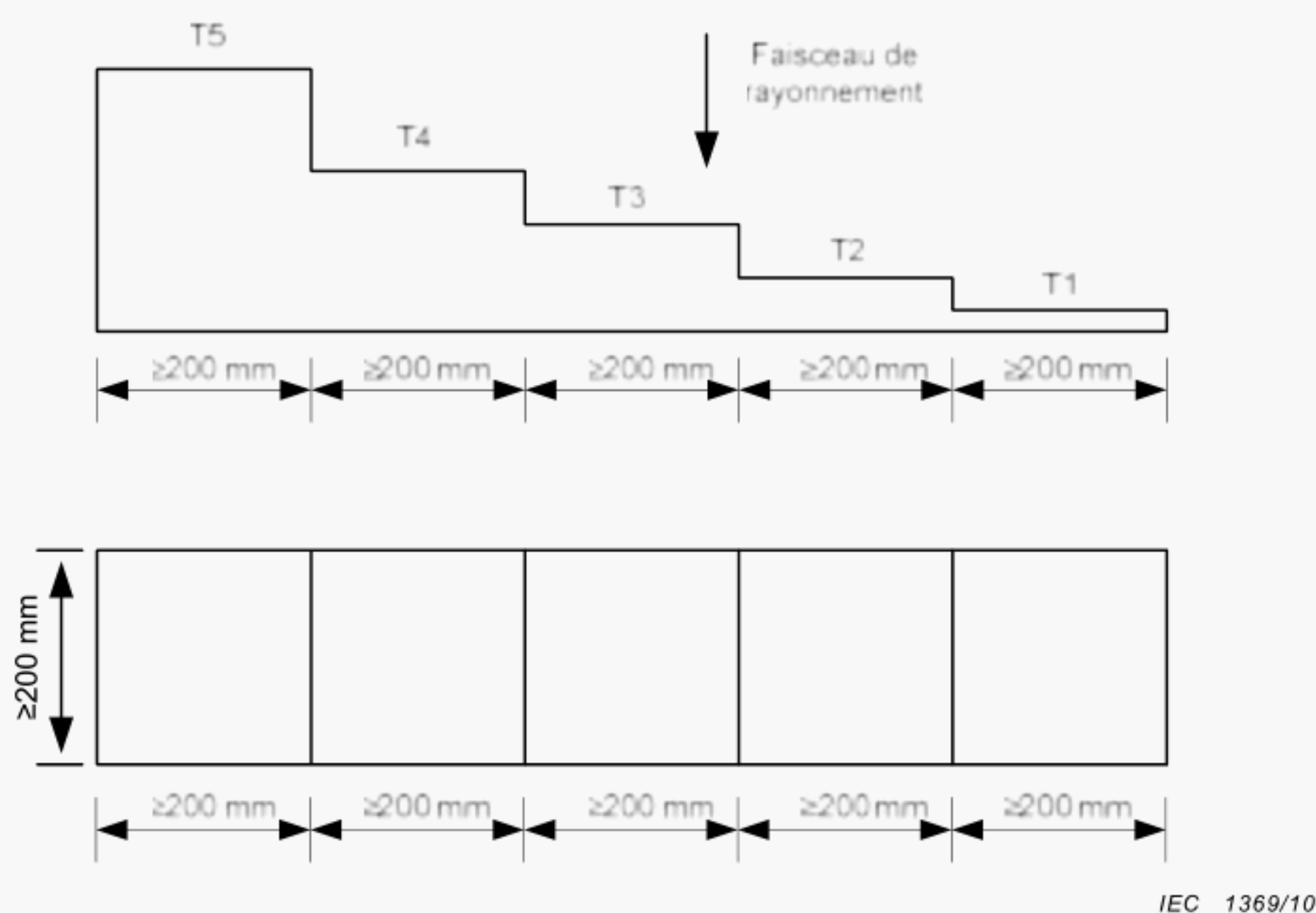


Figure 5 – Epreuve pour l'essai d'aptitude à la discrimination de matériaux

8 Essais de sécurité radiologique

8.1 Généralités

L'essai de sécurité radiologique doit être effectué lorsque la source de rayonnement du système d'inspection fonctionne avec son niveau de rayonnement le plus élevé et les autres conditions d'essai doivent être les mêmes que pour l'essai d'aptitude à la fonction d'imagerie spécifié de l'Article 7.

Le rayonnement dispersé provenant de l'objet balayé provoque souvent une augmentation du débit d'équivalent de dose ambiant autour du système d'inspection. Ainsi, le plus approprié pour le système d'inspection parmi un conteneur, un véhicule ou une palette, est recommandé comme objet balayé de référence pour l'essai de sécurité radiologique. Un objet balayé de référence différent peut être utilisé sur la base d'un accord entre l'utilisateur et le constructeur.

Le constructeur doit utiliser l'instrument de mesure d'équivalent de dose ambiant (débit) approprié pour la ou les sources de rayonnement utilisées dans le système et il doit fournir le type d'instrument, le constructeur et le numéro de série ainsi que la certification d'étalonnage.

8.2 Contour d'isodose de débit d'équivalent de dose ambiant

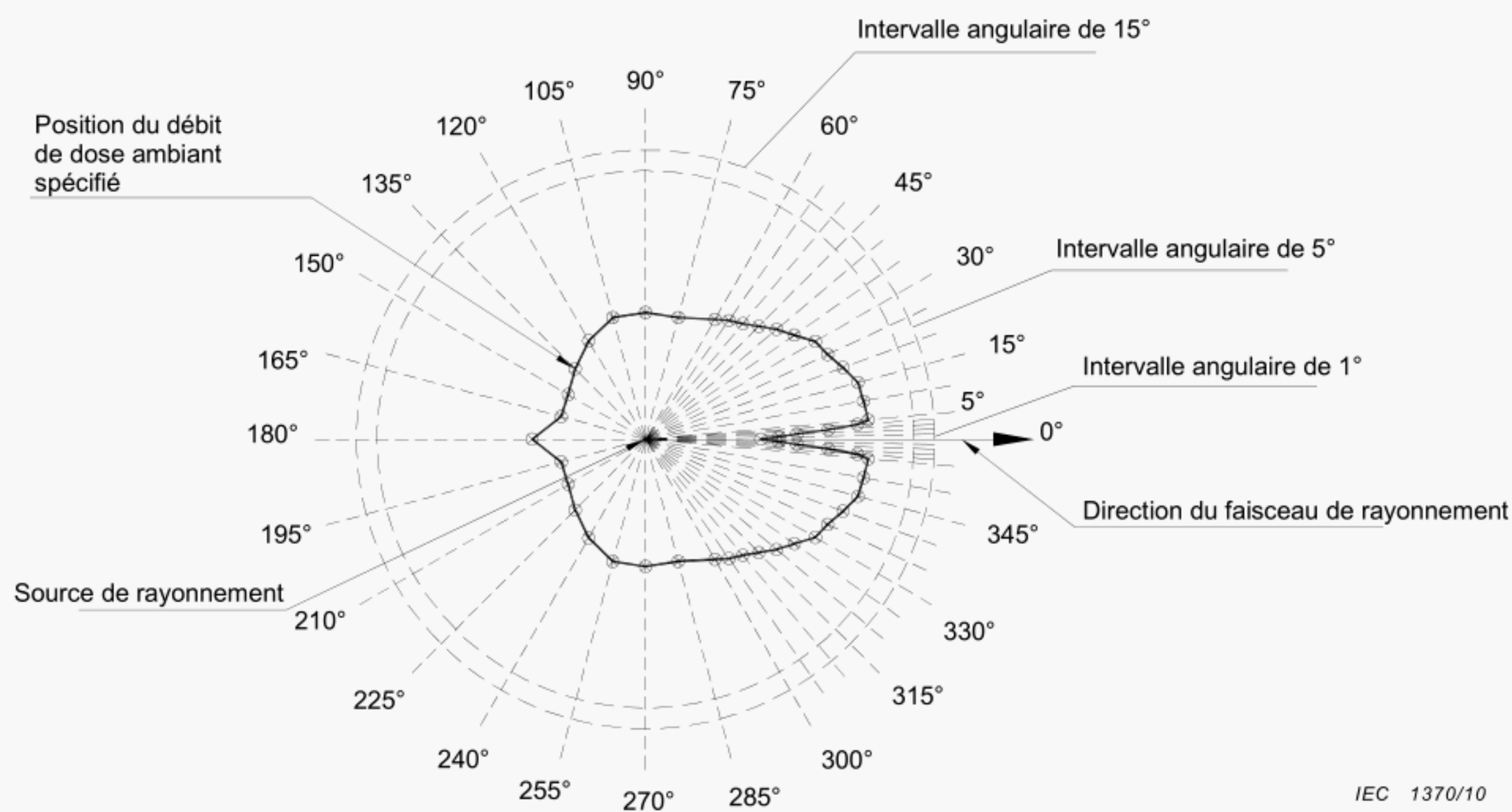
8.2.1 Exigences

Le contour d'isodose de débit d'équivalent de dose ambiant de $2,5 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ autour du système doit être mesuré et fourni.

Cet ensemble de mesures est requis pour un quelconque système utilisant la distance et/ou une aire surveillée en tant que partie de la commande de rayonnement du système. Lorsque le débit d'équivalent de dose ambiant à 5 cm à l'extérieur de toutes les surfaces atteignables du système est inférieur à $2,5 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ au-dessus du bruit de fond naturel, cet essai n'est pas nécessaire.

8.2.2 Méthode d'essai

- Le système doit être essayé dans un mode statique pour effectuer des mesures plus précises et reproductibles.
- Mesurer et enregistrer le débit d'équivalent de dose ambiant dans la direction primaire avant en s'éloignant de 1 m de la source de rayonnement comme son niveau de sortie de rayonnement.
- Placer l'objet balayé référencé dans la position balayée.
- Entrer et sortir l'instrument de mesure de rayonnement dans chaque direction angulaire spécifiée à la Figure 6 afin de trouver la position où le débit d'équivalent de dose ambiant est de $2,5 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ au-dessus du bruit de fond naturel. L'instrument doit être à $1 \text{ m} \pm 0,1 \text{ m}$ au-dessus du niveau du sol et les directions angulaires de 0° à 360° . Il convient d'effectuer les mesures par intervalles angulaires appropriés comme indiqué à la Figure 6.
- Dessiner les lignes reliant les positions dans l'ordre pour tracer le contour d'isodose de débit d'équivalent de dose ambiant de $2,5 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ pour le système.
- Des mesures supplémentaires pour différents angles ou hauteurs peuvent être effectuées sur la base de l'accord entre l'utilisateur et le constructeur.



IEC 1370/10

Figure 6 – Implantation d'un exemple de contour d'isodose de débit d'équivalent de dose ambiant

8.3 Débit d'équivalent de dose ambiant sur la frontière du système

8.3.1 Exigences

Le long de la frontière du système indiquée par le constructeur, la valeur maximale du débit d'équivalent de dose ambiant ne doit pas être supérieure à $2,5 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ au-dessus du bruit de fond naturel pendant le balayage, des limites réglementaires nationales différentes peuvent toutefois s'appliquer.

8.3.2 Méthode d'essai

- a) Mesurer et enregistrer le débit d'équivalent de dose ambiant dans la direction primaire avant en s'éloignant de 1 m de la source de rayonnement comme son niveau de sortie de rayonnement.
- b) Placer l'objet balayé référencé dans la position balayée.
- c) Mesurer et enregistrer le débit d'équivalent de dose ambiant à $1\text{ m} \pm 0,1\text{ m}$ au-dessus du niveau du sol le long de la frontière du système indiquée par le constructeur.
- d) Si la source de rayonnement située dans le système d'inspection se déplace pendant le balayage, le débit d'équivalent de dose ambiant à chaque emplacement spécifique sur la frontière du système doit être égal à la lecture maximale durant ce balayage.
- e) D'autres mesures dans d'autres positions peuvent être effectuées sur la base d'un accord entre l'utilisateur et le constructeur. Si l'arrêt de faisceau ne couvre pas toute la hauteur du faisceau de rayonnement, des mesures supplémentaires doivent être effectuées dans des positions occupées qui ne sont pas masquées par l'arrêt de faisceau lorsque le débit d'équivalent de dose ambiant peut être supérieur à $2,5\text{ }\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$.
- f) Les débits d'équivalent de dose ambiant sur la frontière du système peuvent également être mesurés avec un autre objet balayé de référence dans la position balayée sur la base de l'accord entre l'utilisateur et le constructeur.

8.4 Débit d'équivalent de dose ambiant dans les positions de fonctionnement

8.4.1 Exigences

Le débit d'équivalent de dose ambiant maximum dans les positions de fonctionnement durant le balayage ne doit pas être supérieur à $1,0\text{ }\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ au-dessus du bruit de fond naturel, des limites réglementaires nationales différentes peuvent toutefois s'appliquer.

8.4.2 Méthode d'essai

- a) Mesurer et enregistrer le débit d'équivalent de dose ambiant dans la direction primaire avant en s'éloignant de 1 m de la source de rayonnement comme son niveau de sortie de rayonnement.
- b) Placer l'objet balayé de référence dans la position balayée.
- c) Mesurer et enregistrer le débit d'équivalent de dose ambiant dans les positions de fonctionnement pour l'équipage durant le balayage, par exemple le tableau de commande et le poste d'inspection d'image.
- d) Si la source de rayonnement située dans le système d'inspection se déplace pendant le balayage, le débit d'équivalent de dose ambiant dans les positions de fonctionnement doit être égal à la lecture maximale durant ce balayage.
- e) Les débits d'équivalent de dose ambiant dans les positions de fonctionnement peuvent également être mesurés avec un autre objet balayé de référence dans la position balayée sur la base de l'accord entre l'utilisateur et le constructeur.

8.5 Equivalent de dose ambiant pour le conducteur

8.5.1 Exigences

Si le conducteur reste dans le véhicule balayé pendant le balayage, l'équivalent de dose ambiant pour le conducteur ne doit pas être supérieur à $5\text{ }\mu\text{Sv}$ par balayage, des limites réglementaires nationales différentes peuvent toutefois s'appliquer.

8.5.2 Méthode d'essai

- a) Mesurer et enregistrer le débit d'équivalent de dose ambiant dans la direction primaire avant en s'éloignant de 1 m de la source de rayonnement comme son niveau de sortie de rayonnement.
- b) Disposer des dosimètres passifs ou d'autres dosimètres cumulatifs comme approprié dans la position du conducteur.

- c) Mesurer et enregistrer l'équivalent de dose ambiant cumulatif d'un minimum de 10 balayages à la vitesse normale d'inspection.
- d) Le résultat de la dose cumulative au-dessus du bruit de fond naturel divisé par le nombre de balayages représente l'équivalent de dose ambiant équivalent pour le conducteur par balayage.

8.6 Equivalent de dose ambiant pour l'objet inspecté

8.6.1 Exigences

L'équivalent de dose ambiant pour l'objet inspecté ne doit pas être supérieur à 1 mSv par balayage, des limites réglementaires nationales différentes peuvent toutefois s'appliquer.

8.6.2 Méthode d'essai

- a) Mesurer et enregistrer le débit d'équivalent de dose ambiant dans la direction primaire avant en s'éloignant de 1 m de la source de rayonnement comme son niveau de sortie de rayonnement.
- b) Disposer des dosimètres passifs ou d'autres dosimètres cumulatifs comme approprié au centre de la dimension d'inspection.
- c) Mesurer et enregistrer l'équivalent de dose ambiant cumulatif d'un minimum de 10 balayages à la vitesse normale de balayage.
- d) Le résultat de la dose cumulative au-dessus du bruit de fond naturel divisé par le nombre de balayages représente l'équivalent de dose ambiant équivalent pour l'objet inspecté par balayage.
- e) D'autres mesures dans d'autres positions peuvent être effectuées sur la base d'un accord entre l'utilisateur et le constructeur.

9 Essais de sécurité électrique

9.1 Protection de mise à la terre de l'équipement

9.1.1 Exigences

Les systèmes d'inspection doivent comporter un circuit protecteur et la résistance entre le boîtier du système et la borne de terre de protection ne doit pas dépasser 0,1 Ω (voir la CEI 61010-1:2001, 6.5.1.3)

9.1.2 Méthode d'essai

Utiliser un telluromètre pour mesurer la résistance entre le boîtier du système et la borne PE (terre de protection) avec un courant d'essai de 25 A.

9.2 Résistance d'isolation

9.2.1 Exigences

Dans les conditions d'essai indiquées dans le Tableau 1, la résistance d'isolation entre le circuit protecteur et chaque phase de l'alimentation de l'équipement électrique avec une alimentation indépendante dans le système d'inspection ne doit pas être inférieure à 1 M Ω (voir la CEI 60204-1:2005, 18.3).

9.2.2 Méthode d'essai

La résistance d'isolation doit être mesurée à 500 V continu entre le circuit protecteur et chaque phase de l'alimentation principale. Le résultat ne doit pas être inférieur à 1 M Ω .

9.3 Essai de tension

9.3.1 Exigences

L'équipement électrique doit être soumis à l'essai conformément aux exigences du Tableau 3 et il ne doit y avoir aucun claquage ou amorçage répété pendant l'essai.

Les composants et les dispositifs qui ne sont pas dimensionnés pour supporter la tension d'essai doivent être déconnectés pendant l'essai.

Tableau 3 – Tension d'essai

Tension d'essai V (valeur virtuelle en courant alternatif ou en courant continu)	Durée des séquences d'essai s
1 000	≥1

(Voir la CEI 60204-1:2005, 18.4.)

9.3.2 Méthode d'essai

La tension d'essai doit être appliquée entre les conducteurs du circuit d'alimentation et le circuit protecteur et elle doit être augmentée progressivement de 0 V à 1 000 V en 10 s et maintenue à 1 000 V pendant au moins 1 s. Les exigences sont satisfaites si aucune décharge disruptive ne se produit.

9.4 Protection contre un choc électrique

9.4.1 Exigences

Les composants du système d'inspection doivent assurer la protection contre un choc électrique dans les conditions normales de fonctionnement. Les parties pouvant être touchées ne doivent pas être chargées lorsque l'alimentation est appliquée au système. La tension entre les parties pouvant être touchées et la borne de mise à la terre de sécurité ou la tension entre de quelconques parties pouvant être touchées situées à moins de 1,8 m du même équipement ne doit pas être supérieure à 33 V (valeur virtuelle 33 V, valeur de crête 46,7 V ou valeur en continu de 70 V) (voir la CEI 61010-1:2001, 6.3).

9.4.2 Méthode d'essai

Une résistance de 2 000 Ω doit être placée en parallèle avec un voltmètre alternatif et les valeurs de la tension entre tous les éléments à essayer directement palpables et les deux extrémités de la borne de terre de sécurité doivent être mesurées.

NOTE Il convient que les essais de sécurité électrique soient effectués avant la livraison des systèmes de chaque type. Des essais supplémentaires peuvent être effectués sur la base d'un accord entre l'utilisateur et le constructeur.

10 Compatibilité électromagnétique

10.1 Exigences

La valeur limite d'émission électromagnétique des unités pertinentes dans un système d'inspection doit être conforme à la valeur limite d'émission spécifiée dans la CEI 61000-6-4.

L'immunité à la perturbation des unités pertinentes dans les systèmes d'inspection doit être conforme aux exigences spécifiées dans la CEI 61000-6-2 (Tableau 1, paragraphe 1.3; Tableau 2, paragraphes 2.2 et 2.3; Tableau 3 paragraphes 3.2 et 3.3; Tableau 4,

paragraphe 4.2, 4.3, 4.4 et 4.5; Tableau 5, paragraphe 5.2). L'équipement de verrouillage de sécurité doit fonctionner correctement pendant et après l'essai.

10.2 Méthode d'essai

L'essai de compatibilité électromagnétique doit être effectué à 10 m de la zone de rayonnement surveillée du système dans les conditions d'essais prescrites dans les Articles 6 et 9 de la CEI 61000-6-4. Le résultat de l'essai doit être conforme aux exigences de 10.1.

L'essai d'immunité doit être effectué dans les conditions d'essai et avec les exigences d'essai prescrites dans les Articles 6 et 9 de la CEI 61000-6-2. Le résultat de l'essai doit être conforme aux exigences de 10.1.

11 Exigences environnementales

11.1 Exigences

Le constructeur doit indiquer l'adaptabilité à l'environnement du système d'inspection ou des composants, y compris mais sans y être limité la température, l'humidité, la protection contre l'humidité et la poussière. Les composants relatifs à la sécurité doivent fonctionner convenablement dans toute la gamme des conditions d'exploitation indiquées par le constructeur.

11.2 Méthode d'essai

Il convient de concevoir la méthode d'essai sur la base de l'accord entre l'utilisateur et le constructeur.

12 Documentation

Certains documents, incluant les informations suivantes mais n'y étant pas limités, doivent être fournis avec chaque système.

- Nom du constructeur ou non de marque déposée.
- Type de système, numéro de série.
- Rapports d'essai.
- Manuels d'instructions.
- Certificat de la source.
- Confirmation de la conformité avec la présente norme.

Bibliographie

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*

IAEA Safety Series No.115, *International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources*

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