

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Radiation protection instrumentation – Security screening of humans –
Measuring the imaging performance of X-ray systems**

**Instrumentation pour la radioprotection – Contrôle de sécurité des individus –
Mesure des performances de l'imagerie des systèmes radiographiques aux
rayons X**





THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2014 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 l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 14 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 55 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) 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 IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 14 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 55 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.



IEC 62709

Edition 1.0 2014-02

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Radiation protection instrumentation – Security screening of humans –
Measuring the imaging performance of X-ray systems**

**Instrumentation pour la radioprotection – Contrôle de sécurité des individus –
Mesure des performances de l'imagerie des systèmes radiographiques aux
rayons X**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

W

ICS 13.280

ISBN 978-2-8322-1422-0

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope and object.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions, abbreviations, quantities and units	8
3.1 Terms and definitions.....	8
3.2 Abbreviations	11
3.3 Quantities and units	11
4 Imaging performance evaluation procedures.....	11
4.1 General characteristics and test procedures	11
4.2 Location of testing	11
4.3 Body phantom and test objects	12
4.4 Spatial resolution test	13
4.4.1 Purpose.....	13
4.4.2 Test object description.....	13
4.4.3 Procedure.....	14
4.4.4 Evaluation and record.....	14
4.5 Wire detection test.....	14
4.5.1 Purpose.....	14
4.5.2 Test object description.....	14
4.5.3 Procedure.....	15
4.5.4 Evaluation and record.....	15
4.6 Materials detection on body test.....	15
4.6.1 General	15
4.6.2 Purpose	15
4.6.3 Test object description.....	16
4.6.4 Procedure.....	16
4.6.5 Evaluation and record.....	16
4.7 Materials detection in air test	16
4.7.1 General	16
4.7.2 Purpose.....	16
4.7.3 Test object description.....	16
4.7.4 Procedure.....	17
4.7.5 Evaluation and record.....	17
4.8 Penetration test	17
4.8.1 General	17
4.8.2 Purpose	17
4.8.3 Test object description.....	17
4.8.4 Procedure.....	17
4.8.5 Evaluation and record.....	17
5 Minimum acceptable imaging performance	17
6 Environmental requirements	18
Annex A (normative) Mechanical drawings of the test objects	20
Annex B (informative) Example of reporting form	31
Annex C (informative) Image resolution measurement using the pentolith.....	33
C.1 General.....	33

C.2	Strategy	33
C.3	Pentalith description	33
C.4	Pass/fail criterion	36
C.5	Repeatability.....	37
Annex D (informative)	Comparison of whole body imaging systems	38
Figure 1	– Generic illustration of the testing configuration showing a HDPE body phantom with a test object on one end supported 1 m off the ground	12
Figure 2	– Body phantom and test objects	13
Figure A.1	– Components of the test phantom	20
Figure A.2	– Material detection in air phantom	21
Figure A.3	– Subassembly of the material detection in air phantom (Figure A.2), metal comb, three teeth.....	21
Figure A.4	– Subassembly of the material detection in air phantom (Figure A.2), metal comb, two teeth	22
Figure A.5	– Subassembly of the material detection in air phantom (Figure A.2), metal comb, one tooth.....	22
Figure A.6	– Subassembly of the material detection in air phantom (Figure A.2), plastic comb	23
Figure A.7	– Subassembly of the material detection in air phantom (Figure A.2), mounting sheet	23
Figure A.8	– Material detection on body 1	24
Figure A.9	– Material detection on body 2	24
Figure A.10	– Wire detection phantom	25
Figure A.11	– Subassembly of the wire detection phantom (Figure A.10), mounting base	25
Figure A.12	– Subassembly of the wire detection phantom (Figure A.10), cover.....	26
Figure A.13	– Spatial resolution phantom.....	27
Figure A.14	– Subassembly of the spatial resolution phantom (Figure A.13), mounting base	27
Figure A.15	– Subassembly of the spatial resolution phantom (Figure A.13); hole placement in mounting base	28
Figure A.16	– Subassembly of the spatial resolution phantom (Figure A.13), cover.....	29
Figure A.17	– Body phantom, 55 mm thick.....	29
Figure A.18	– Body phantom, 75 mm thick.....	29
Figure A.19	– Body phantom, 50 mm thick.....	30
Figure A.20	– Storing space.....	30
Figure C.1	– Dimensional design of the pentalith pattern	34
Figure C.2	– Example of a pentalith overlying a pixel grid	34
Figure C.3	– Example of a pentalith test phantom suitable for optical measurements.....	35
Figure C.4	– Example of a pentalith test phantom suitable for X-ray imaging	35
Figure C.5	– Example of using image thresholding as an objective pass/fail criterion.....	37
Table 1	– Wire sizes for the wire detection test.....	15
Table 2	– Minimum acceptable imaging performance at the reference location	18
Table 3	– Standard test conditions.....	18
Table D.1	– Comparison of whole body imaging systems for security screening.....	38

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION – SECURITY SCREENING OF HUMANS – MEASURING THE IMAGING PERFORMANCE OF X-RAY SYSTEMS

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 62709 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/780/FDIS	45B/786/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 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.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

This standard establishes standard test methods and test objects for measuring the imaging performance of X-ray systems for security screening of humans. For each image quality test, this standard also sets minimum acceptable levels of performance. These procedures and minimum acceptable requirements should not be construed as an all-inclusive measure of performance for any situation. Depending on the circumstances and detection needs, user institutions will continue to generate their own requirements and are encouraged to do so. Rather, it is hoped that this standard will provide a starting point for evaluating systems, provide a uniform set of readily available information to compare equipment, and offer a standard procedure for periodic quality control testing.

Four annexes are included. Annex A (normative) provides mechanical drawings of the imaging test objects. Sample test report forms are given in Annex B (informative). Annex C (informative) provides a generic description of the pentalith, the spatial resolution test object. Annex D (informative) seeks to describe the different types of security systems presently being used for whole-body imaging.

RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION – SECURITY SCREENING OF HUMANS – MEASURING THE IMAGING PERFORMANCE OF X-RAY SYSTEMS

1 Scope and object

This International Standard applies to security screening systems that utilize X-ray radiation and are used to inspect people who are not inside vehicles, containers, or enclosures. Specifically, this standard applies to systems used to detect objects carried on or within the body of the individual being inspected. This standard does not include requirements related to electromagnetic compatibility, radiological, electrical and mechanical safety. These requirements are covered in IEC 62463:2010.

The following types of systems are included in the scope of this standard:

- Systems designated as fixed, portal, transportable, mobile or gantry.
- Systems employing detection of primary radiation, backscattered radiation, forward-scattered radiation, (see Annex D) or some combination of these modalities to form two-dimensional X-ray images.
- Systems that are primarily imaging but that also may have complementary features such as material discrimination, automatic active or passive detection alerts. This standard will not address how to test these complementary features.

The objective is to provide standard methods of measuring and reporting imaging quality characteristics that enable system manufacturers, potential system users and other interested parties to:

- a) Establish a consistent indicator of the expected technical performance of screening systems used for the inspection of individuals. Such technical performance testing complements explicit detection testing and evaluation. In this standard “detection” refers to items in an image.
- b) Provide repeatable and verifiable imaging performance data that can be used to compare systems from different vendors.
- c) Establish a baseline that can be used over time to calibrate the system or detect any performance degradation. (It is not intended that the entire test method be employed for daily quality assurance testing.)
- d) Establish minimum acceptable performance requirements for the systems described above.

2 Normative references

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

NOTE Users of this standard should note that standards referenced herein may not fulfil the legal requirements and practices in all countries, or jurisdictions. Care should be taken to ensure regulatory compliance.

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 60050-881:1983, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 881: Radiology and radiological physics*

IEC 62463:2010, *Radiation protection instrumentation – X-ray systems for the screening of persons for security and the carrying of illicit items*

ISO 683-17:1999, *Heat-treated steels, alloy steels and free-cutting steels – Part 17: Ball and roller bearing steels*

3 Terms and definitions, abbreviations, quantities and units

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply. The general terminology concerning X-ray systems and radiological physics is given in IEC 60050-393:2003, IEC 60050-394:2007 and IEC 60050-881:1983.

3.1.1

backscattered radiation

backscatter

scattering of photons by material through angles greater than 90° with respect to their initial direction

[SOURCE: IEC 60050-393:2003, 393-13-14]

3.1.2

backscatter system

security screening system that makes use of backscattered radiation to form an image

3.1.3

contrast sensitivity

the ability to distinguish a small difference of intensity in an area of an X-ray image from a surrounding uniform background

[SOURCE: IEC 62523:2010]

3.1.4

edge detection

ability to discern edges of objects or anomalies even when the bulk of the objects or anomalies may appear with the same brightness as the background

3.1.5

forward-scattered radiation

scattering of photons by material through angles less than 90° with respect to their initial direction

3.1.6

forward-scatter system

security screening system that makes use of forward-scattered radiation to form an image

3.1.7

influence quantity

quantity that is not the measurand but that affects the result of the measurement

[SOURCE: IEC 60050-394:2007, 394-40-27]

3.1.8**materials detection**

test of the ability to detect materials on or off the body phantom

3.1.9**mobile system**

system that is mounted on a vehicle which moves while scanning

3.1.10**operator**

person authorised and fully trained to operate the system

[SOURCE: IEC 62463:2010]

3.1.11**partial body field of view**

field of view of systems designed to scan parts of the body, such as cast and prostheses scanners or shoe scanners

3.1.12**penetration test**

test of spatial resolution and wire detection as a function of body phantom thickness

3.1.13**pentalith**

spatial resolution test object consisting of five equal spheres placed at the vertices of a regular pentagon. The vertices are separated by twice the diameter of the spheres

Note 1 to entry: See Annex C for a complete description.

3.1.14**primary radiation**

ionizing radiation emitted directly by a radiation source

[SOURCE: IEC 60050-393:2003, 393-12-19]

3.1.15**radiation source**

equipment or matter emitting or capable of emitting ionizing radiation

[SOURCE: IEC 60050-393:2003, 393-12-23]

3.1.16**reference location**

required location where test objects are placed for assessing imaging performance according to this standard

Note 1 to entry: The reference location is specified in 4.2.

Note 2 to entry: Other testing locations may be used for additional information.

3.1.17**scan area**

field of view of a screening system at a given distance from the source of radiation

3.1.18**scanning speed**

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

[SOURCE: IEC 62523:2010]

3.1.19
scattered radiation
scatter

radiation which, during passage through a material, has been deviated from its original direction or changed in energy by scattering

Note 1 to entry: Backscatter and forward-scatter systems use scatter to form backscatter and/or forward-scatter images.

[SOURCE: IEC 60050-881:1983, 881-03-19]

3.1.20
security screening

inspection of personnel, goods, cargo, vehicles and other objects to detect prohibited, controlled or dangerous items. In the case pertaining to this standard the objects inspected are carried on or within the body of a person

3.1.21
spatial resolution

minimum separation between two objects at which they can be resolved as separate entities

3.1.22
system
scanning system

whole equipment used to produce a scanned image, including the X-ray generator, collimator, detector assembly, computer and display console

3.1.23
transmission system

system using the conventional means of projection radiographic imaging in which X rays pass through a target (e.g., person or container) and create shadowgrams of enclosed objects (e.g., contraband) based on their radiation attenuating properties

3.1.24
transportable system

system that is designed to be easily redeployed and transported

3.1.25
whole body field of view

field of view of systems designed to completely scan and image one person at a time

3.1.26
wide field of view

field of view of systems for which one scan covers an area that may contain more than one person

3.1.27
wire detection

the minimum diameter of a wire in mm, that can be detected and distinguished from the background

[SOURCE: IEC 62523:2010]

3.2 Abbreviations

3.2.1

HDPE

high-density polyethylene

3.2.2

MTF

modulation transfer function

3.3 Quantities and units

In this standard, the units are the multiples and sub-multiples of units of the International System of Units (SI)¹. The definitions of radiation quantities are given in IEC 60050-393 and IEC 60050-394.

4 Imaging performance evaluation procedures

4.1 General characteristics and test procedures

The procedures of this standard shall be used to measure the following four characteristics of imaging performance or image quality:

- a) Spatial resolution
- b) Wire detection
- c) Materials detection (may be by means of contrast sensitivity or edge detection)
- d) Penetration

The test procedures provide for the measurement of systems that use the following imaging modes: detection of primary radiation, backscattered radiation, forward-scattered radiation, or some combination of these modalities (see Annex D).

For each test, the test object shall be scanned as in normal use; this is defined to mean standard operating procedure, software, and hardware settings of lateral and/or vertical scan speed, source voltage and current, and filtration. Since dose to scanned individuals and image quality are interrelated, these machine settings shall be included in the test report (for an example, see Annex B). If the dose to scanned persons is also being measured (e.g., IEC 62463:2010) for this system, the same machine settings should be used for both the image quality and radiation safety testing to facilitate the assessment of overall system performance. If image-enhancement software features are available to the operator in normal use, these may be used to achieve the best possible image. Examples are zoom, edge enhancement, expanded density, black-and-white reverse, and pseudo-color. The use of these software features shall be recorded in test documentation in addition to the hardware settings listed above.

The score for each test shall be repeatable at least two thirds of the time.

4.2 Location of testing

At a minimum, all the image quality tests shall be performed at the reference location. The reference location is defined as follows:

- a) the surface of the body phantom and test object combination closest to the radiation source shall be at the optimum operating distance as specified by the manufacturer, and

¹ International Bureau of Weights and Measures: The International System of Units, 8th edition, 2006.

- b) the centre of the body phantom shall be in the lateral centre of the scan area and, for full-body systems, at a height 1 m from the ground. For partial body systems the reference location should be centred about the subject imaging location. A generic illustration of this testing configuration is given in Figure 1.

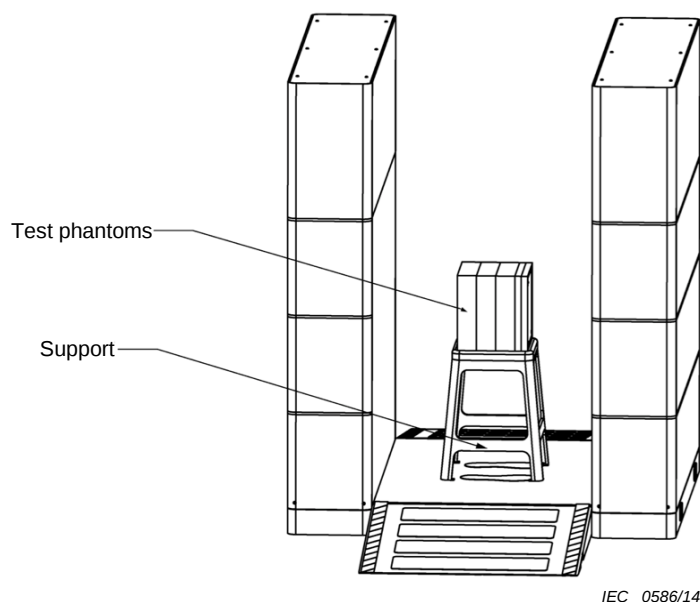


Figure 1 – Generic illustration of the testing configuration showing a HDPE body phantom with a test object on one end supported 1 m off the ground

Additionally, off-centre tests should be performed at specified locations. Prospective users may request test results for specific locations in the scan area (e.g., head, feet, sides, edge of scan area). For off-centre tests, a 300 mm × 300 mm × 100 mm block of high-density polyethylene (HDPE) may be placed in the centre of the field of view if needed for proper functioning of the auto gain control.

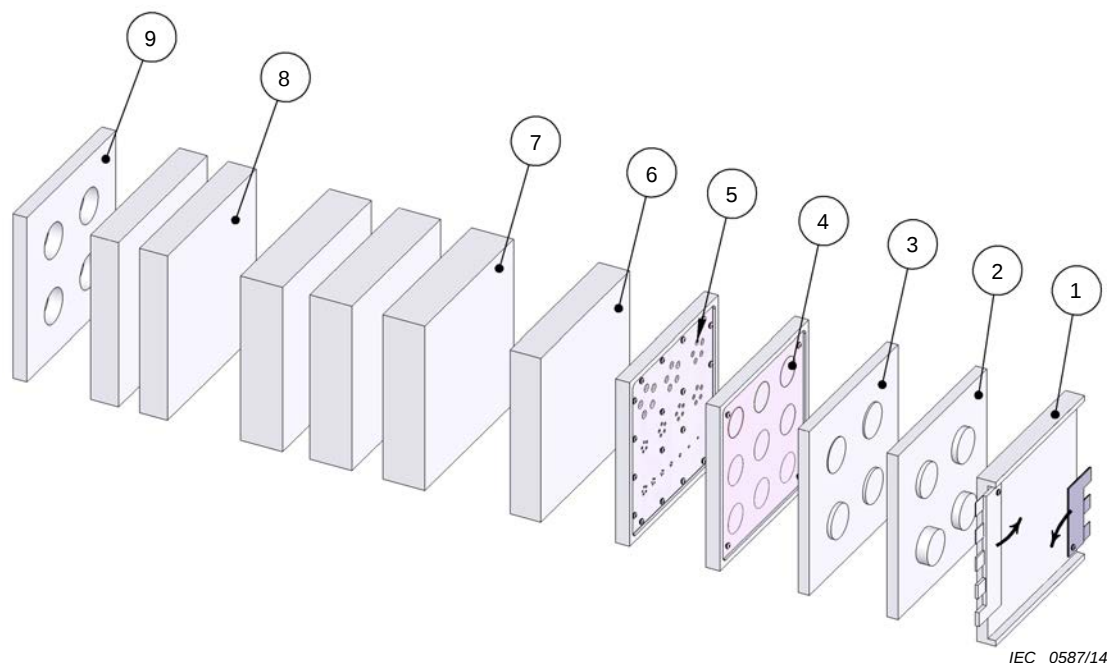
4.3 Body phantom and test objects

The test objects for each of the image quality tests shall be mounted on a body phantom. The body phantom shall be made of HDPE. The body phantom and all the other HDPE parts of test objects described in this standard shall have a density of $0,95 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3} \pm 0,05 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$.

The body phantom shall have dimensions of 300 mm wide × 300 mm high × 280 mm deep. The body phantom shall have a means of supporting each of the test object assemblies described in 4.4 through 4.7 so that the overall HDPE depth of the body phantom and test object assembly (excluding the 1,5 mm overlay) shall be 300 mm. That is, a HDPE cube, 300 mm on each side, is used to simulate the human body.

For the penetration test the overall depth shall be expandable from 300 mm to 400 mm by attaching two additional 50 mm thick slabs of HDPE. A diagram of the body phantom and test objects is shown in Figure 2. Complete mechanical drawings of the body phantom and test objects are provided in normative Annex A.

All the dimensions of the body phantom and test objects shall be within $\pm 2 \%$ or 0,2 mm, whichever is greater, unless otherwise specified.



Key

- 1 materials detection in air
- 2 and 3 materials detection on body
- 4 wire detection
- 5 spatial resolution
- 6 and 7 body phantom, four pieces
- 8 penetration test, two pieces
- 9 storage spacer

NOTE For each test the respective test object, (1) through (5), is placed over the four body phantom pieces, (6) and (7). The body phantom extensions, (8), are used for the penetration test. The last piece, (9), is only a spacer used for storing and stacking pieces (2) and (3) with the other blocks. The combs of piece (1) swivel inward for storage.

Figure 2 – Body phantom and test objects

4.4 Spatial resolution test

4.4.1 Purpose

The purpose of this test is to measure the ability to distinguish as separate, objects that are themselves separated by a space equal to the object width.

4.4.2 Test object description

The spatial resolution test object consists of fourteen sets of five equal spheres, forming fourteen regular pentagons, called pentaliths (see also informative Annex C). The spheres are made of bearing steel, ISO 683-17:1999, grade designation 100Cr6 or equivalent (e.g. AISI/SAE 52100, EN 10027-2 1.3505; JIS SUJ2) and are imbedded in a block of HDPE, 300 mm × 300 mm × 25 mm, so that the front surface of each sphere is flush with the surface of the block. The five spheres are placed at the vertices of a regular pentagon. The space between adjacent spheres is equal to the sphere diameter. Each pentagon is aligned such that no side is perfectly vertical or horizontal. There is a pentagon for each of the following sphere diameters: 1 mm, 1,2 mm, 1,5 mm, 2 mm, 2,5 mm, 3 mm, 4 mm, 5 mm, 6 mm, 7 mm, 8 mm, 10 mm, 12 mm, and 14 mm. The tolerance for each sphere diameter and the hole containing each sphere shall be no greater than $\pm 0,1$ mm. A 1,5 mm thick sheet of HDPE is placed over the spheres to simulate a layer of thick clothing and to hold the spheres in place.

The pentalith assembly is attached to the body phantom to form a solid HDPE block that is 300 mm on a side. Mechanical drawings of the spatial resolution test object are given in Figures A.1, A.13, A.14, A.15, and A.16 of Annex A.

4.4.3 Procedure

A test object meeting the description in 4.4.2 and a body phantom as described in 4.3 shall be used for this test.

The test object shall be mounted on the body phantom and positioned at the reference location (see 4.2) as follows. For backscatter and/or forward-scatter systems, the surface of the body phantom containing the test object shall be the surface closest to the radiation source. For transmission systems, either the surface containing the test object or the opposite surface shall face the radiation source (the orientation of the body phantom shall be recorded in the test report).

The test object shall be scanned as in normal use as defined in 4.1.

The procedure may be repeated at other desired testing locations.

4.4.4 Evaluation and record

Find the smallest pentagon for which all five spheres are visible as completely separate objects. Software image adjustments available to the operator may be used to obtain optimum contrast and brightness. The settings for any adjustments shall be recorded in the test report. For example, if contrast and brightness adjustments are available to the operator, the following is an acceptable procedure for testing separation and for achieving reproducible measurements: turn the contrast all the way up, adjust the brightness to see if five separate islands can be formed. See Annex C for further information related to objectively scoring this test.

Record the smallest sphere diameter meeting the above analysis.

4.5 Wire detection test

4.5.1 Purpose

The purpose of this test is to determine the minimum diameter of copper wire that can be detected.

4.5.2 Test object description

The wire detection test object consists of nine copper wires, each forming a circle with a nominal diameter of 50 mm. The wires are attached on the surface of a HDPE block having dimensions of 300 mm × 300 mm × 25 mm. (Alternatively, the wires may be mounted on a 6,4 mm thick sheet using an additional 19 mm HDPE spacer). A 1,5 mm thick sheet of HDPE is placed over the wires to simulate a layer of thick clothing.

The following wire sizes are included on the test object (see Table 1):

Table 1 – Wire sizes for the wire detection test

Nominal diameter mm
0,812
0,644
0,511
0,405
0,321
0,255
0,202
0,160
0,127

Mechanical drawings of the wire detection test object are given in Figures A.1, A.10, A.11, and A.12 of Annex A.

4.5.3 Procedure

A test object meeting the description in 4.5.2 and body phantom as described in 4.3 shall be used for this test.

The test object shall be mounted on the body phantom so that the surface on which the wires are placed faces away from the HDPE cube. The body phantom and test object shall be positioned at the reference location (see 4.2) as follows. For backscatter and/or forward systems the surface of the body phantom containing the test object shall be the surface closest to the radiation source. For transmission systems, either the surface containing the test object or the opposite surface shall face the radiation source (the orientation of the body phantom shall be recorded in the test report).

The test object shall be scanned using the normal scanning procedure as defined in 4.1.

The procedure may be repeated at other desired testing locations.

4.5.4 Evaluation and record

Identify and record the smallest wire gauge for which a contiguous length of at least half the circle circumference is visible. Image adjustments available to the operator may be used to obtain optimum contrast and brightness. The settings for any adjustments shall be recorded in the test report.

4.6 Materials detection on body test

4.6.1 General

This test is intended to measure the ability to detect objects on the body that are of a density similar to that of the body. Depending on the properties of the scanning system, this test may serve as either a contrast sensitivity test or edge detection test.

4.6.2 Purpose

The purpose of this test is to measure the ability to observe step changes in thickness of flat organic material superimposed on the flat body phantom.

4.6.3 Test object description

The test object consists of HDPE discs placed over the body phantom. The discs are 60 mm in diameter and have thicknesses of 1,5 mm, 3 mm, 5 mm, 7 mm, 10 mm, 14 mm, and 20 mm. The discs are attached on the surface of a 300 mm × 300 mm × 25 mm HDPE sheet and are spaced at least 60 mm apart. (Alternatively the discs may be mounted on a 6,4 mm thick sheet using an additional 19 mm HDPE spacer). In order to adequately space the discs the seven thicknesses are distributed on two HDPE sheets. The 7 mm thickness is repeated on each set for reference. Mechanical drawings of the materials detection on body test object are given in Figures A.1, A.8, and A.9 of Annex A.

4.6.4 Procedure

A test object meeting the description in 4.6.2 and body phantom as described in 4.3 shall be used for this test.

The test object shall be mounted on the body phantom and positioned at the reference location (see 4.2) as follows. For backscatter and/or forward-scatter systems the surface of the body phantom containing the test object shall be the surface closest to the radiation source. For transmission systems, either the surface containing the test object or the opposite surface shall face the radiation source (the orientation of the body phantom shall be recorded in the test report).

Each set of discs shall be scanned using the normal scanning procedure as defined in 4.1.

The procedure may be repeated at other desired testing locations.

4.6.5 Evaluation and record

Identify and record the smallest disc thickness that is observable. Observable means that at least one half of the circumference can be discerned. Image adjustments that are available to the operator may be used to obtain optimum contrast and brightness. The settings for any adjustments shall be recorded in the test report.

4.7 Materials detection in air test

4.7.1 General

This test is intended to measure the ability to detect objects hidden in clothing on the sides of the body, when the image of the objects is not superimposed on the image of the body.

4.7.2 Purpose

The purpose of this test is to measure the ability to observe objects of different materials and thicknesses in air.

4.7.3 Test object description

The test object consists of two “combs” having square teeth of varying thickness. The teeth are 25 mm wide by 25 mm long and are separated by 25 mm. The first comb is made of HDPE and includes teeth thicknesses of 1,2 mm, 2,0 mm, 3,0 mm, 5,0 mm, and 7,0 mm. The second comb is made of stainless steel, SST-304 alloy (an equivalent material may be utilized, provided it is no more radio-opaque under comparable penetrating radiation energy conditions), and includes teeth thicknesses of 0,8 mm, 1,6 mm, and 3,2 mm. The combs are placed on a 300 mm × 300 mm × 25 mm HDPE sheet for mounting on the body phantom. (Alternatively the combs may be mounted on a 6,4 mm thick sheet using an additional 19 mm HDPE spacer). The supporting sheet may also contain another test object. The combs are placed so that the teeth extend beyond the upright edges of the body phantom and do not overlap any part of the body phantom in the image. Mechanical drawings of the materials detection in air test object are given in Figures A.1 to A.7 of Annex A.

4.7.4 Procedure

A test object meeting the description in 4.7.2 and a body phantom as described in 4.3 shall be used for this test.

The test object shall be mounted on the body phantom and positioned at the reference location (see 4.2) as follows. For backscatter and/or forward-scatter systems, the surface of the body phantom containing the test object shall be the surface closest to the radiation source. For transmission systems, either the surface containing the test object or the opposite surface shall face the radiation source (the orientation of the body phantom shall be recorded in the test report).

The test object shall be scanned using the normal scanning procedure as defined in 4.1.

The procedure may be repeated at other desired testing locations.

4.7.5 Evaluation and record

Identify and record the thinnest tooth observable for each material. Observable means that at least one half of the 25 mm × 25 mm tooth area can be discerned. Image adjustments that are available to the operator may be used to obtain optimum contrast and brightness. The settings for any adjustments shall be recorded in the test report.

4.8 Penetration test

4.8.1 General

This test applies only to transmission systems or other modalities if the intent is to image inside the body.

4.8.2 Purpose

The purpose of this test is to measure any degradation of spatial resolution and wire detection with increased body size.

4.8.3 Test object description

The test object consists of two 300 mm × 300 mm × 50 mm slabs of HDPE to be added to the body phantom on the opposite side as the other test objects. Mechanical drawings of the penetration test object are given in Figures A.1 and A.19 of Annex A.

4.8.4 Procedure

Repeat the spatial resolution and wire detection tests of 4.4 and 4.5 with a 50 mm thickness of HDPE added to the body phantom (on the side opposite the resolution or wire detection test object) and again with a total of 100 mm of HDPE added.

4.8.5 Evaluation and record

Evaluate and record the results as in 4.4.4 and 4.5.4.

5 Minimum acceptable imaging performance

The security screening systems covered by the scope of this standard shall meet the minimum imaging performance requirements shown in Table 2. These minimum requirements apply to the testing performed at the reference location, as described in 4.2, according to the methods in 4.4 through 4.8. Different minimum performance requirements are given for systems employing the three fields of view, viz., partial body (3.1.11), whole body (3.1.25), and wide (3.1.26).

Table 2 – Minimum acceptable imaging performance at the reference location

Image quality test	Whole body field of view	Partial body field of view	Wide field of view	Relevant clause or subclause
1. Spatial resolution: smallest sphere diameter resolved	6 mm	2,5 mm	14 mm	4.4
2. Wire detection: smallest wire detected	0,511 mm	0,321 mm	RO ^c	4.5
3. Materials detection on body: thinnest disc discerned	5 mm	5 mm	RO	4.6
4. Materials detection in air: smallest plastic thickness discerned smallest metal thickness discerned	3 mm 1,6 mm	2 mm 0,8 mm	RO RO	4.7
5. Penetration test a) through 350 mm HDPE ^a : smallest sphere diameter resolved smallest wire detected b) through 400 mm HDPE ^b : smallest sphere diameter resolved smallest wire detected	RO RO RO RO			4.8
^a Body phantom plus 50 mm. ^b Body phantom plus 100 mm. ^c RO: Report only; there is no minimum requirement.				

6 Environmental requirements

To ensure uniformity of test results, all the image quality tests in this standard summarized in first column of Table 2 shall be performed under the standard test conditions specified in Table 3.

Table 3 – Standard test conditions

Influence quantities	Standard test conditions (unless otherwise indicated by the manufacturer)
Warm-up time	> 15 min
Ambient temperature	18 °C to 22 °C
Relative humidity	50 % to 75 %
Atmospheric pressure	70 kPa to 106 kPa
Power supply voltage	Nominal power supply voltage ± 1 %
Power supply frequency	Nominal frequency ± 1 %
Power supply waveform	Sinusoidal with total harmonic distortion lower than 5 %
Gamma radiation background	Less than air kerma rate of 0,25 $\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$
Electromagnetic field of external origin	Less than the lowest value that causes interference
Magnetic induction of external origin	Less than twice the value of the induction due to earth's magnetic field
Equipment controls	Set up for normal operation

If the system is intended for operation in environmental conditions significantly outside the ranges specified in Table 3, additional testing should be done to demonstrate that the imaging performance reported for standard test conditions remains unchanged at the low-

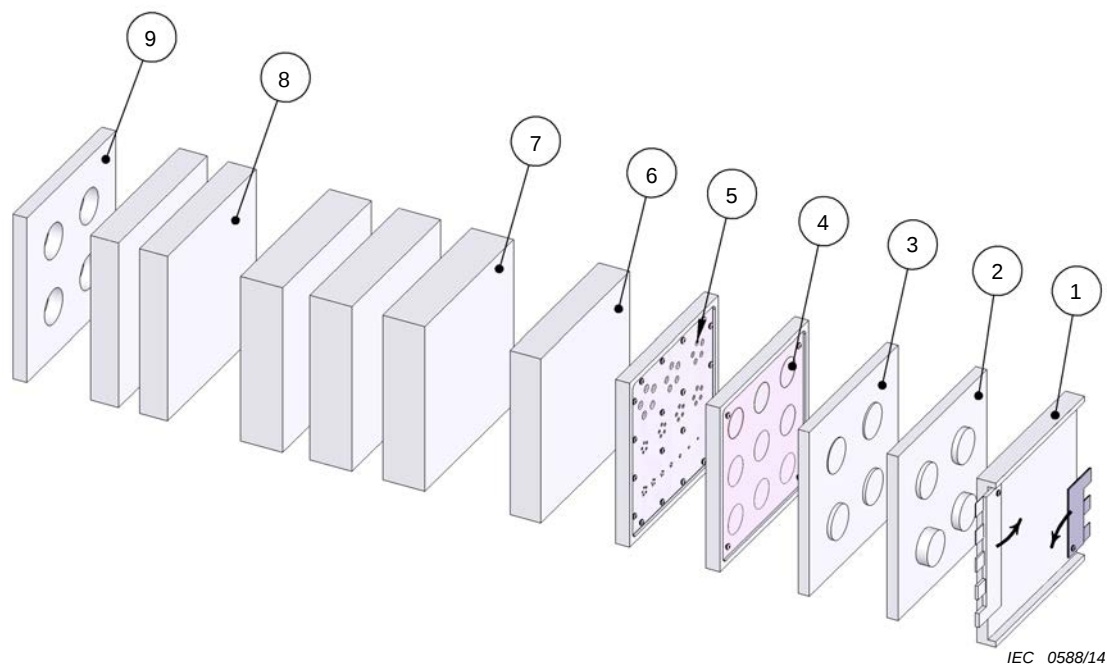
temperature/low-humidity limit and at the high-temperature/high-humidity limit of the intended range.

The value of ambient air temperature, relative humidity, and atmospheric pressure at the time of the test shall be recorded (see, e.g., Annex B). The environmental conditions stated in Table 3 take priority over other environmental conditions stated in the referenced standards.

Annex A
(normative)

Mechanical drawings of the test objects

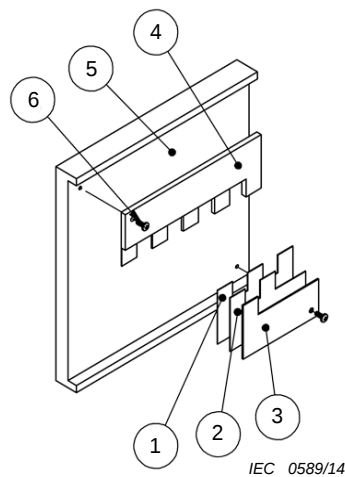
This Annex contains a complete set of mechanical drawings for the test objects specified in this standard and is normative in the sense that it reflects the requirements of this standard. Other implementations of test objects that deviate from these drawings but continue to conform to the dimensional and material specifications of this standard are permitted. Unless otherwise specified, dimensions are in mm. Tolerances: angular: $\pm 0,5^\circ$; $X/x \pm 0,3$ mm; $0,xx \pm 0,15$ mm.



Key

1	material detection in air	Figures A.2 to A.7	Quantity 1
2	material detection on body 1	Figure A.8	Quantity 1
3	material detection on body 2	Figure A.9	Quantity 1
4	wire detection test	Figures A.10 to A.12	Quantity 1
5	spatial resolution	Figures A.13 to A.16	Quantity 1
6	body phantom, 55 mm thick	Figure A.17	Quantity 1
7	body phantom, 75 mm thick	Figure A.18	Quantity 3
8	penetration test, 50 mm thick	Figure A.19	Quantity 2
9	storing spacer	Figure A.20	Quantity 1

Figure A.1 – Components of the test phantom



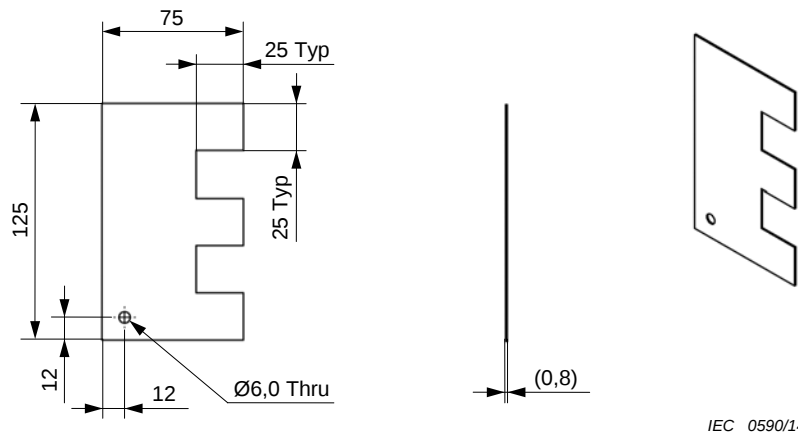
Key

1	metal comb, three teeth	Quantity 1
2	metal comb, two teeth	Quantity 1
3	metal comb, one tooth	Quantity 1
4	plastic comb, five teet	Quantity 1
5	combs mounting sheet	Quantity 1
6	Phillips head screws, M5 × 12, 18-8 SST	Quantity 2

NOTE 1 See 4.7.2 for detailed materials specifications.

NOTE 2 Figures A.3 through A.7 show additional details.

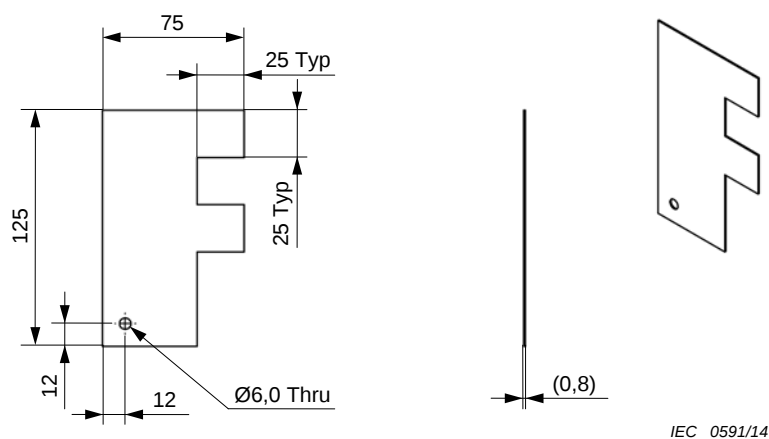
Figure A.2 – Material detection in air phantom



NOTE 1 This is fabricated from stainless steel (SST-304 alloy or equivalent).

NOTE 2 All dimensions are in mm. Tolerances: angular: $\pm 0,5^\circ$; $X/.x \pm 0,3$ mm; $0,xx \pm 0,15$ mm.

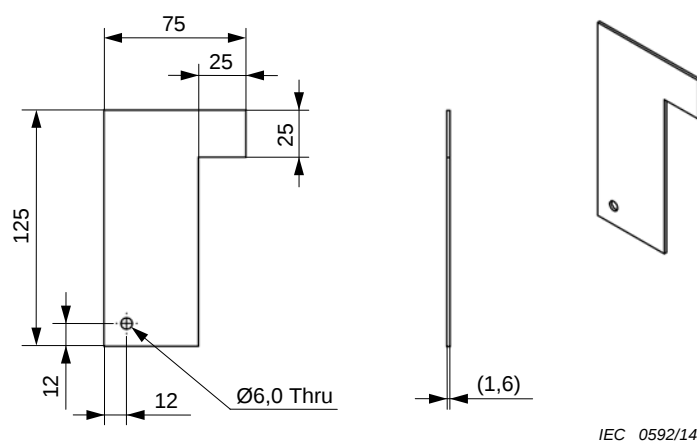
Figure A.3 – Subassembly of the material detection in air phantom (Figure A.2), metal comb, three teeth



NOTE 1 This is fabricated from stainless steel (SST-304 alloy or equivalent).

NOTE 2 All dimensions are in mm. Tolerances: angular: $\pm 0,5^\circ$; $X/.x \pm 0,3$ mm; $0,xx \pm 0,15$ mm.

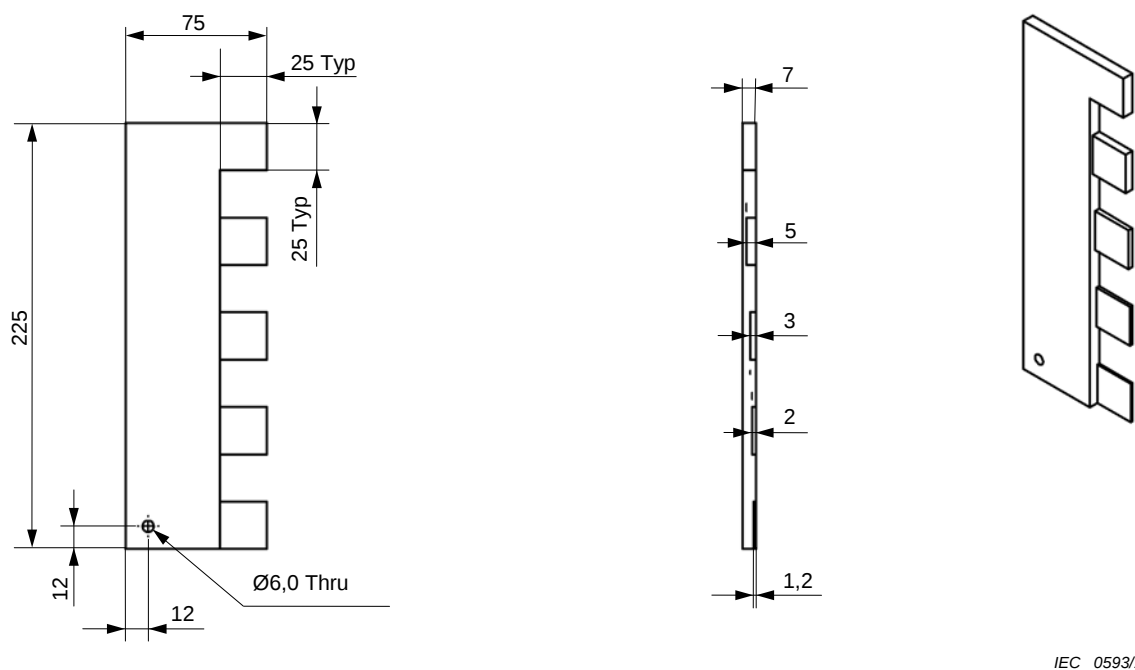
Figure A.4 – Subassembly of the material detection in air phantom (Figure A.2), metal comb, two teeth



NOTE 1 This is fabricated from stainless steel (SST-304 alloy or equivalent).

NOTE 2 All dimensions are in mm. Tolerances: angular: $\pm 0,5^\circ$; $X/.x \pm 0,3$ mm; $0,xx \pm 0,15$ mm.

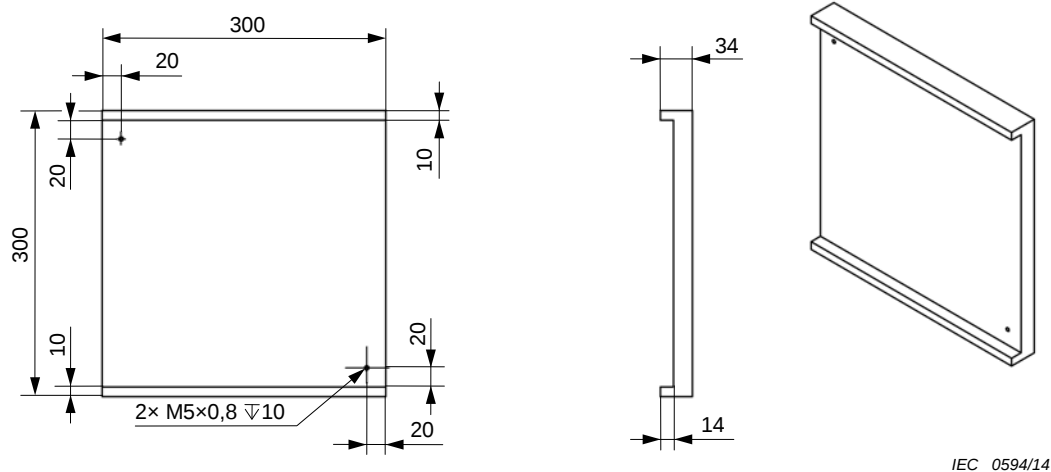
Figure A.5 – Subassembly of the material detection in air phantom (Figure A.2), metal comb, one tooth



NOTE 1 This is fabricated from stainless steel (SST-304 alloy or equivalent).

NOTE 2 All dimensions are in mm. Tolerances: angular: $\pm 0,5^\circ$; $X/.x \pm 0,3$ mm; $0,xx \pm 0,15$ mm.

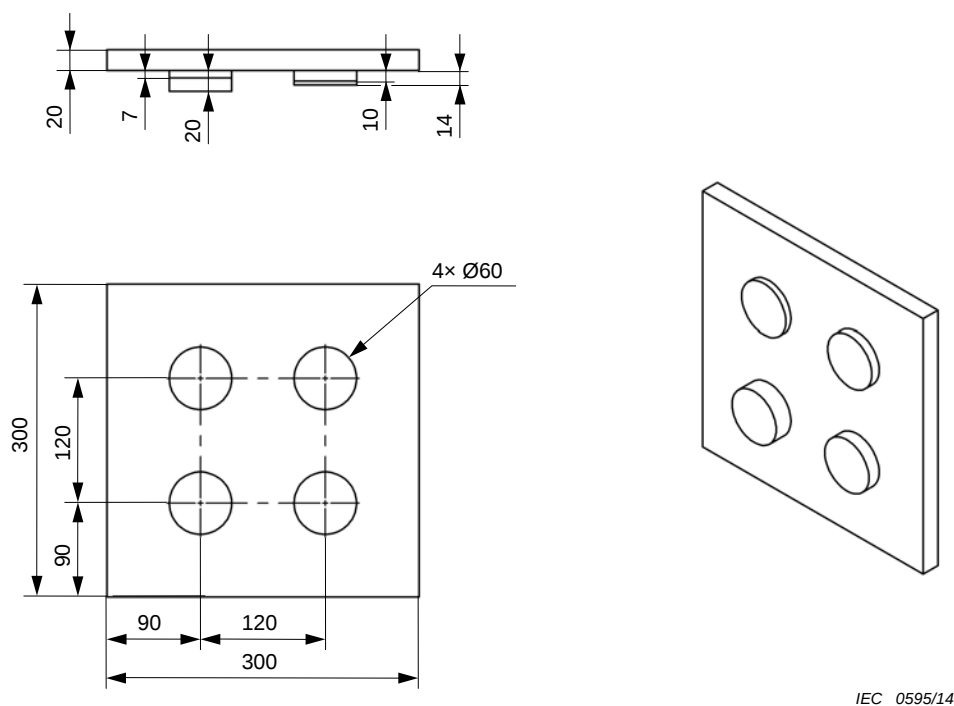
**Figure A.6 – Subassembly of the material detection in air phantom
(Figure A.2), plastic comb**



NOTE 1 This is fabricated from stainless steel (SST-304 alloy or equivalent).

NOTE 2 All dimensions are in mm. Tolerances: angular: $\pm 0,5^\circ$; $X/.x \pm 0,3$ mm; $0,xx \pm 0,15$ mm.

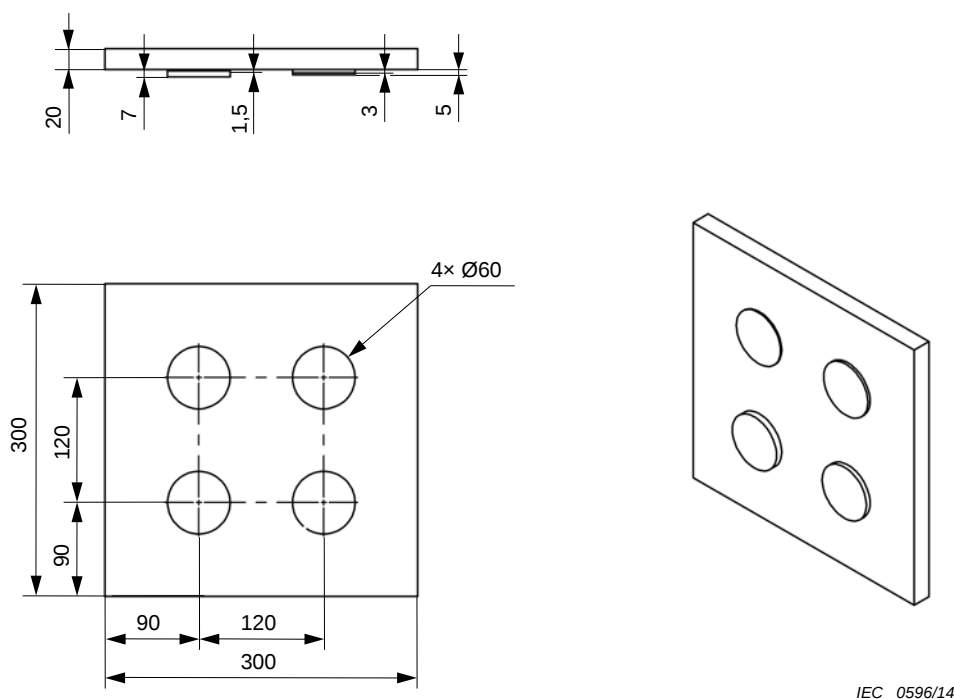
**Figure A.7 – Subassembly of the material detection in air phantom
(Figure A.2), mounting sheet**



NOTE 1 This is fabricated from HDPE.

NOTE 2 All dimensions are in mm. Tolerances: angular: $\pm 0,5^\circ$; $X/.x \pm 0,3$ mm; $0,xx \pm 0,15$ mm.

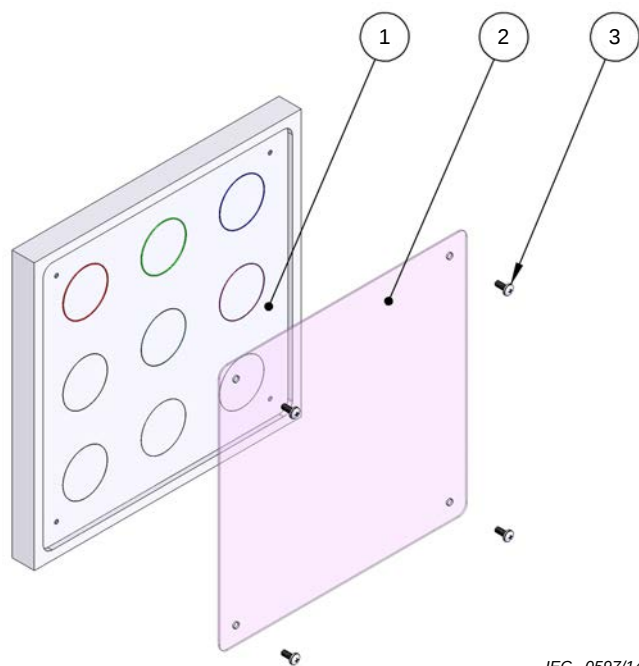
Figure A.8 – Material detection on body 1



NOTE 1 This is fabricated from HDPE.

NOTE 2 All dimensions are in mm. Tolerances: angular: $\pm 0,5^\circ$; $X/.x \pm 0,3$ mm; $0,xx \pm 0,15$ mm.

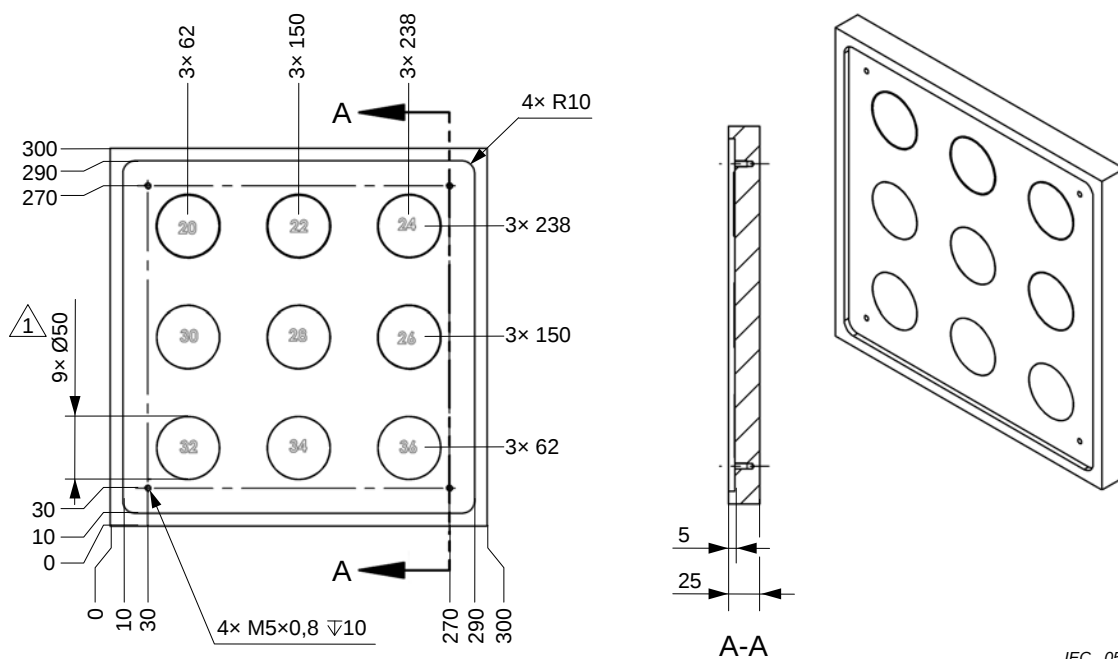
Figure A.9 – Material detection on body 2



IEC 0597/14

Key

- 1 base, see Figure A.11
- 2 cover, see Figure A.12
- 3 screws

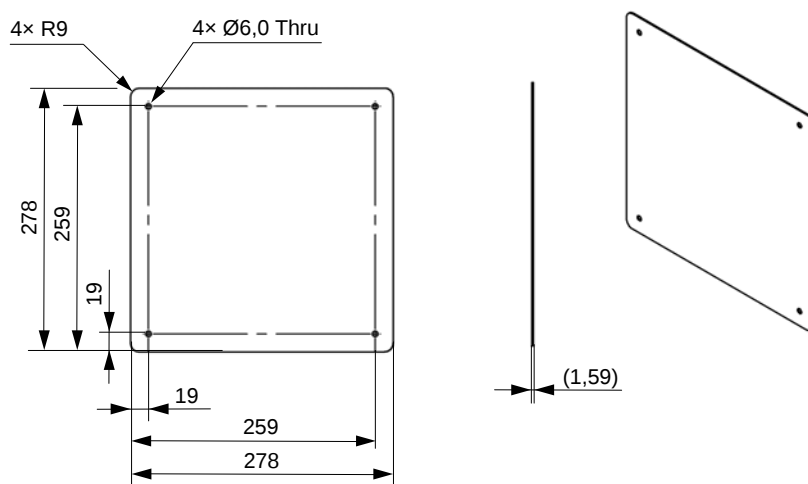
Figure A.10 – Wire detection phantom

IEC 0598/14

NOTE 1 The base is fabricated from HDPE plastic. The thicknesses of the copper wires are given in Table 1.

NOTE 2 All dimensions are in mm. Tolerances: angular: $\pm 0,5^\circ$; $X/.x \pm 0,3$; $0,xx \pm 0,15$.

Figure A.11 – Subassembly of the wire detection phantom (Figure A.10), mounting base

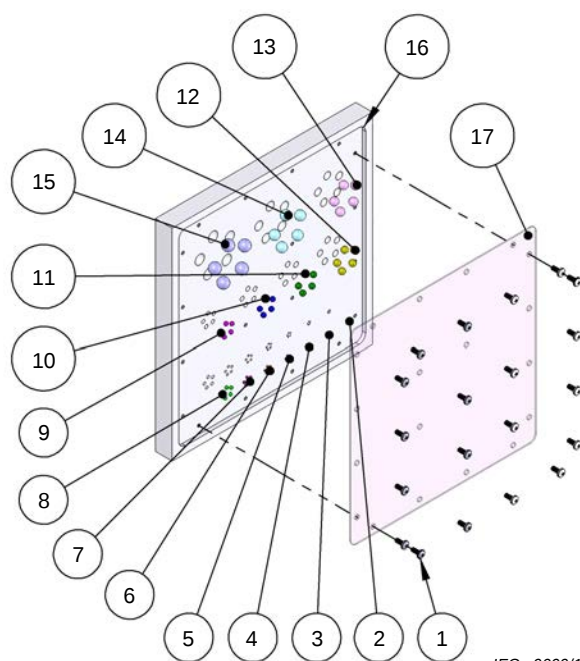


IEC 0599/14

NOTE 1 This part is fabricated from transparent polycarbonate plastic.

NOTE 2 All dimensions are in mm. Tolerances: angular: $\pm 0,5^\circ$; $X/.x \pm 0,3$; $0,xx \pm 0,15$.

Figure A.12 – Subassembly of the wire detection phantom (Figure A.10), cover



IEC 0600/14

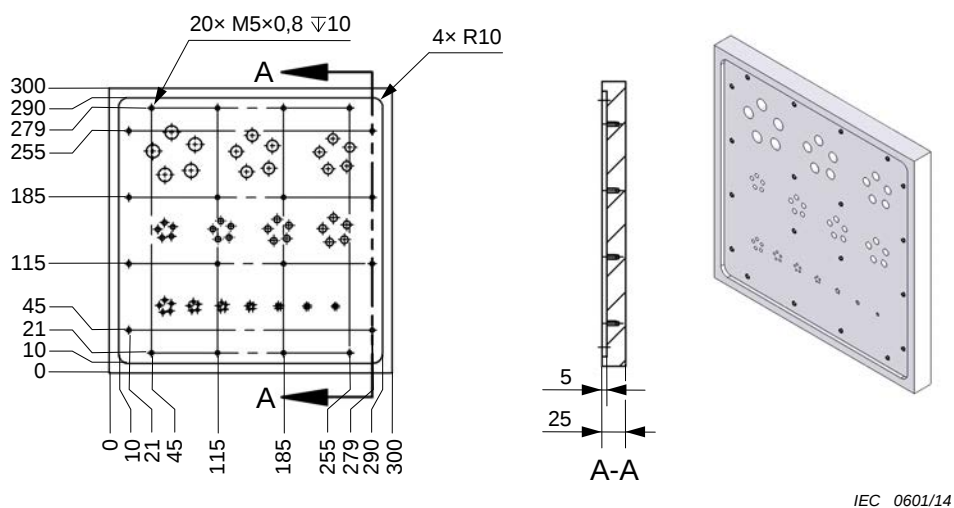
Key

- 1) Phillips screws, M5 × 12, nylon, quantity 20
- 2) steel ball bearing, 1,0 mm diameter, quantity 5
- 3) steel ball bearing, 1,2 mm diameter, quantity 5
- 4) steel ball bearing, 1,5 mm diameter, quantity 5
- 5) steel ball bearing, 2,0 mm diameter, quantity 5
- 6) steel ball bearing, 2,5 mm diameter, quantity 5
- 7) steel ball bearing, 3,0 mm diameter, quantity 5
- 8) steel ball bearing, 4,0 mm diameter, quantity 5
- 9) steel ball bearing, 5,0 mm diameter, quantity 5
- 10) steel ball bearing, 6,0 mm diameter, quantity 5
- 11) steel ball bearing, 7,0 mm diameter, quantity 5
- 12) steel ball bearing, 8,0 mm diameter, quantity 5

- 13) steel ball bearing, 10,0 mm diameter, quantity 5
- 14) steel ball bearing, 12,0 mm diameter, quantity 5
- 15) steel ball bearing, 14,0 mm diameter, quantity 5
- 16) base, resolution test, quantity 1
- 17) cover, resolution test, quantity 1

NOTE Figures A.14 through A.16 show additional details.

Figure A.13 – Spatial resolution phantom



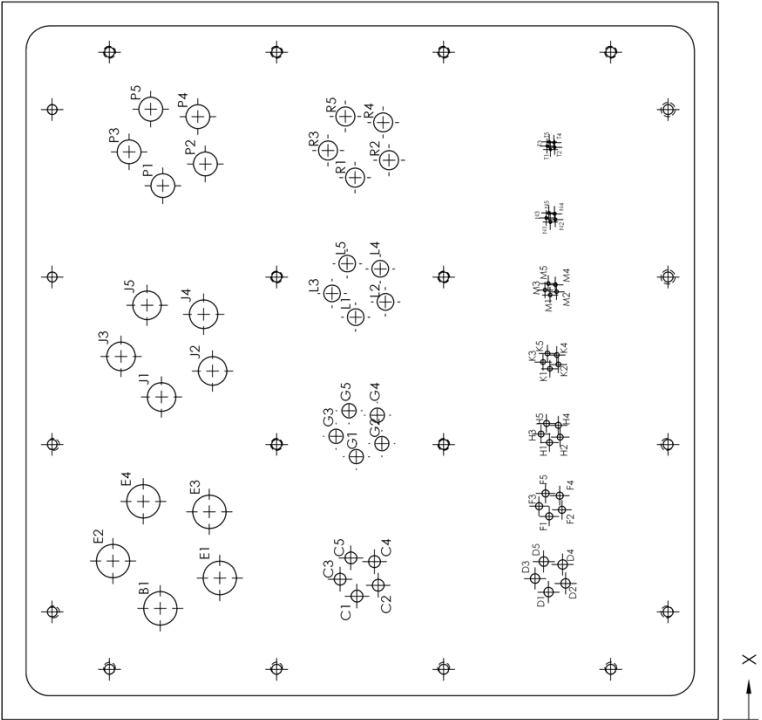
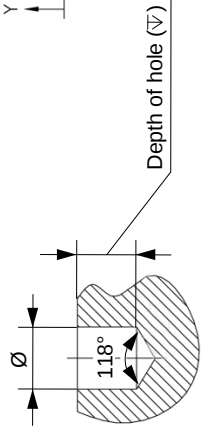
NOTE 1 This part is fabricated from HDPE plastic.

NOTE 2 All dimensions are in mm. Tolerances: angular: $\pm 0,5^\circ$; $X/.x \pm 0,3$; $0,xx \pm 0,15$.

**Figure A.14 – Subassembly of the spatial resolution phantom
(Figure A.13), mounting base**

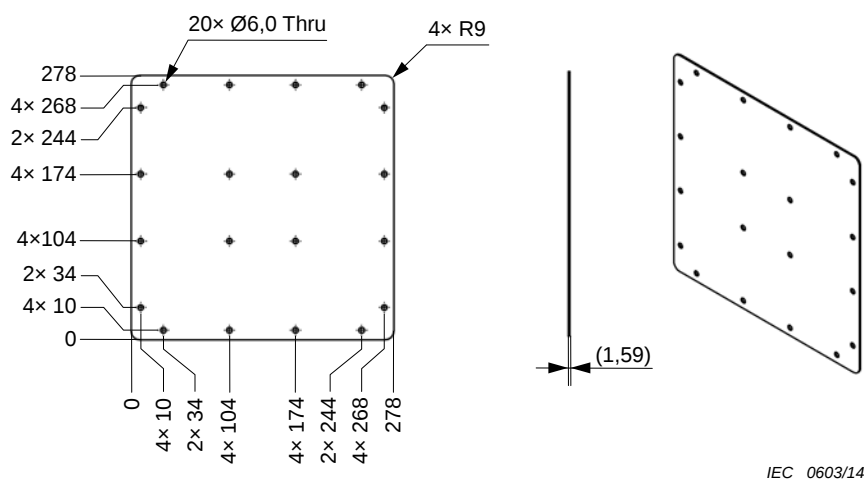
Hole Table			
TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
B1	46,47	233,73	Ø14,0 DRILL ▽ 11,46
E1	59,19	208,78	
E2	66,27	253,53	
E3	86,84	213,16	
E4	91,22	240,81	
C1	51,60	151,33	Ø5,0 DRILL ▽ 4,41
C2	56,14	142,42	
C3	58,67	158,40	
C4	66,02	143,99	
C5	67,58	153,86	
D1	53,28	71,06	Ø4,0 DRILL ▽ 3,63
D2	56,91	63,94	
D3	58,94	76,72	
D4	64,81	65,19	
D5	66,06	73,09	
F1	84,96	70,80	Ø3,0 DRILL ▽ 2,85
F2	87,68	65,45	
F3	89,20	75,04	
F4	93,61	66,39	
F5	94,55	72,32	
G1	109,92	151,60	Ø6,0 DRILL ▽ 5,20
G2	115,37	140,90	
G3	118,40	160,08	
G4	127,22	142,78	
G5	129,10	154,63	
H1	115,80	70,67	Ø2,5 DRILL ▽ 2,46
H2	118,07	66,21	
H3	119,33	74,20	
H4	123,01	66,99	
H5	123,79	71,93	
J1	134,84	233,19	Ø12,0 DRILL ▽ 9,89
J2	145,73	211,81	
J3	151,81	250,16	
J4	169,44	215,56	
J5	173,19	239,27	
K1	146,64	70,53	Ø2,0 DRILL ▽ 2,07
K2	148,46	66,97	
K3	149,47	73,36	
K4	152,41	67,59	
K5	153,03	71,54	

NOTE All dimensions are in mm. Tolerances: angular: $\pm 0,5^\circ$; $X/x \pm 0,3$; $0,xx \pm 0,15$.



IEC 060214

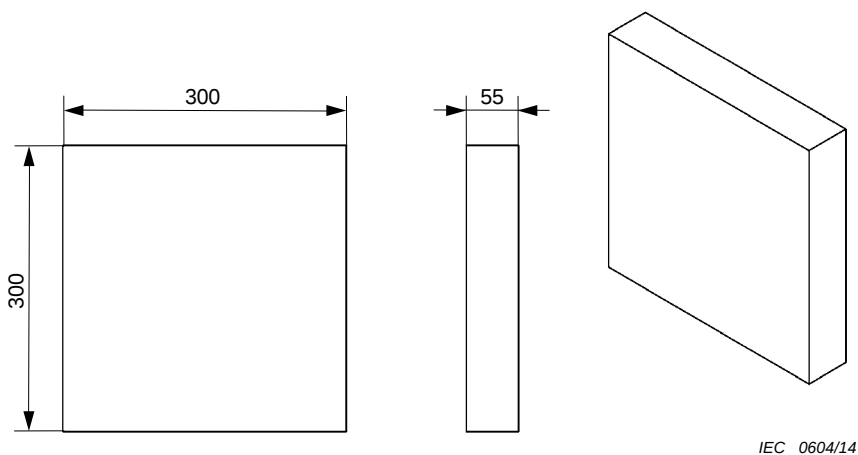
Figure A.15 – Subassembly of the spatial resolution phantom (Figure A.13); hole placement in mounting base



NOTE 1 This part is fabricated from transparent polycarbonate plastic.

NOTE 2 All dimensions are in mm. Tolerances: angular: $\pm 0,5^\circ$; X/.x $\pm 0,3$; 0,xx $\pm 0,15$.

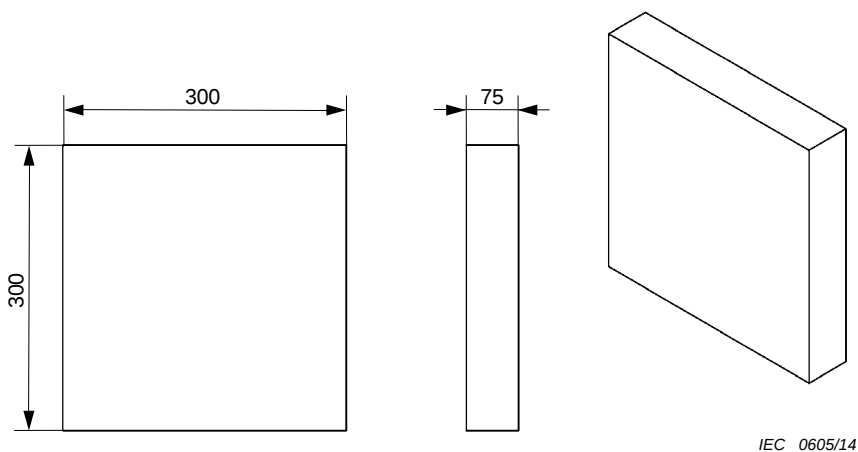
Figure A.16 – Subassembly of the spatial resolution phantom (Figure A.13), cover



NOTE 1 This part is fabricated from HDPE plastic.

NOTE 2 All dimensions are in mm. Tolerances: angular: $\pm 0,5^\circ$; X/.x $\pm 0,3$; 0,xx $\pm 0,15$.

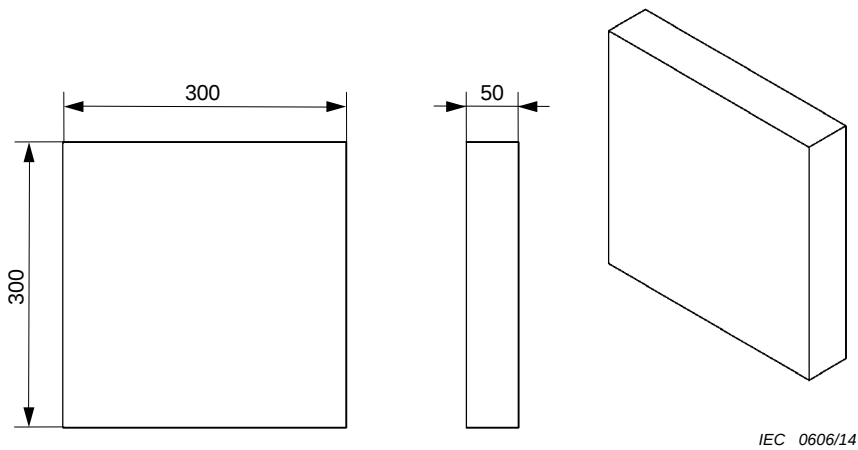
Figure A.17 – Body phantom, 55 mm thick



NOTE 1 This part is fabricated from HDPE plastic.

NOTE 2 All dimensions are in mm. Tolerances: angular: $\pm 0,5^\circ$; X/.x $\pm 0,3$; 0,xx $\pm 0,15$.

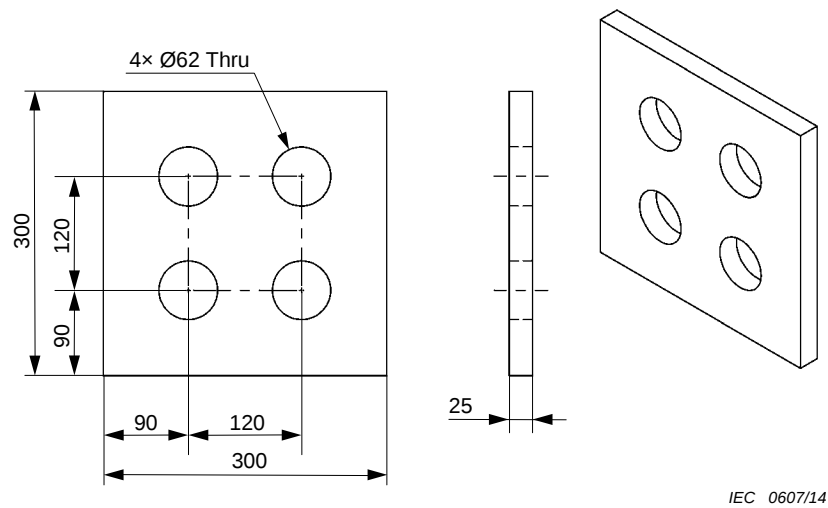
Figure A.18 – Body phantom, 75 mm thick



NOTE 1 This part is fabricated from HDPE plastic.

NOTE 2 All dimensions are in mm. Tolerances: angular: $\pm 0,5^\circ$; $X/.x \pm 0,3$; $0,xx \pm 0,15$.

Figure A.19 – Body phantom, 50 mm thick



NOTE 1 This part is fabricated from HDPE plastic.

NOTE 2 All dimensions are in mm. Tolerances: angular: $\pm 0,5^\circ$; $X/.x \pm 0,3$; $0,xx \pm 0,15$.

Figure A.20 – Storing space

Annex B (informative)

Example of reporting form

The following pages contain a sample form for recording the results of the imaging test.

IEC 62709 body scanner imaging test report

Doc. Ref. #: _____, Page 1 of 2

Tester(s):	Place:	Date/Time:
System manufacturer:	Model/Type:	Serial #:
Ambient temperature:	Relative humidity:	Barometric pressure:
Body phantom ID No.:		
Test objects ID Nos.:		
Machine settings (include all the operator control settings necessary to reproduce this test; for example kV, mA, scan speed, filtration, mode, software version):		
Other test conditions:		
Test object placement		
Is the test object at the reference location (RL)? ☐ Yes ☐ No		
For transmission systems: test object facing ☐ source ☐ away from source		
Distance from beam-exit surface:		
If not RL:		
Lateral position _____ ☐ left of RL ☐ right of RL		
Height _____		
Transmission systems only: test objects placed on side of phantom ☐ nearest ☐ furthest from the radiation source.		
Other objects in field of view	Distance and location	

IEC 62709 body scanner imaging test report

Doc. Ref. #: _____, Page 2 of 2

Test		Image enhancement features and settings used				
1. Spatial resolution						
2. Wire detection						
3. Materials detection on body						
4. Materials detection in air						
5. Penetration						
Test	Description	Minimum requirement			Test results	Pass (✓)
		Whole body	Partial body	Wide view		
1	Spatial resolution: smallest sphere diameter resolved	6 mm	2,5 mm	14 mm		
2	Wire detection: smallest wire detected	0,51 mm	0,32 mm	RO ^c		
3	Materials detection on body: thinnest disc discerned	5 mm	5 mm	RO		
4	Materials detection in air: smallest plastic thickness discerned smallest metal thickness discerned	3 mm 1,6 mm	2 mm 0,8 mm	RO RO		
5	Penetration test (applies to transmission systems only): 1) through 350 mm HDPE ^a smallest sphere diameter resolved smallest wire detected 2) through 400 mm HDPE ^b smallest sphere diameter resolved smallest wire detected	RO RO RO RO	RO RO RO RO	RO RO RO RO		
List of attachments:						
Notes:						
The image evaluation tests above were conducted in accordance with IEC 62709.						
_____ Signature						
^a Body phantom plus 50 mm HDPE ^b Body phantom plus 100 mm HDPE ^c Report result only (RO)						

Annex C (informative)

Image resolution measurement using the pentolith

C.1 General

A variety of methods are available to measure the spatial resolution of images, such as the modulation transfer function (MTF) and the edge response. These methods have been used for over a century in analog applications such as optics and film-based photography. Digital imaging systems have become commonplace in the last 30 years and these same techniques are often used to characterize their performance. However, digital images have an attribute that can make these previous methods difficult to use, a rectangular sampling grid. This Annex proposes a new method of measuring the spatial resolution of digital images that overcomes this and other related problems: the pentolith. This technique is a general method with application to a wide variety of digital imaging systems.

C.2 Strategy

The guiding principle of this approach can be stated as follows:

An imaging system has a spatial resolution D , if it can resolve two circles of diameter D , separated by a distance D , regardless of the circle's placement on the sampling grid.

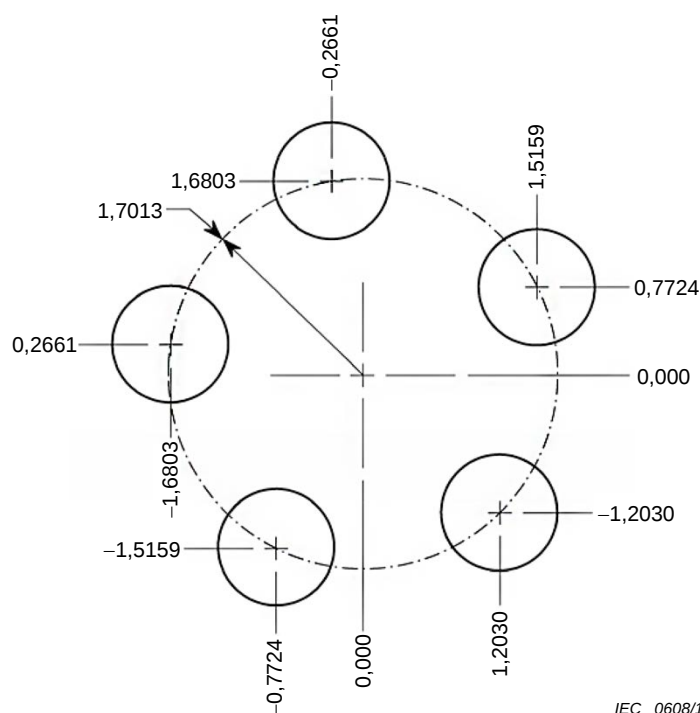
This principle takes into account three separate problems that are associated with spatial resolution:

- Analog blurring, such as lens aberration in optical systems, focal spot blurring in X-ray devices, and the illumination spot size in scanning beam applications.
- Sampling grid size, that is, the spacing between pixels. This essentially represents the information lost when an analog image is converted into a digital image.
- Signal-to-noise ratio.

The ability to detect small objects in a digital image requires a certain level of performance in all three of these areas; however, the interaction between these three parameters can be quite complex. In an engineering setting it is usually important to understand each of these independent of the others. For instance, both the MTF and edge response methods do not take into account the signal-to-noise ratio. The pentolith approach combines all three of these factors into a single measurement, making it useful for tasks such as quality control and the comparison of dissimilar systems. However, the combined information provided by the pentolith is clearly not sufficient for all engineering tasks.

C.3 Pentolith description

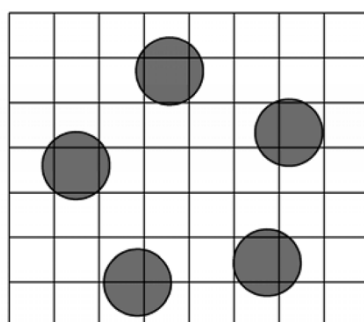
The name pentolith is derived from the Greek words for five stones. Figure C.1 shows the dimensional construction of the basic pentolith pattern. Five dark circles or elements (stones), each with diameter of 1 unit, are placed around a circle of radius 1,7013 units. This geometry makes the centre-to-centre spacing between adjacent circles a distance of 2 units. The placement of the circles around the circle is rotated slightly to prevent any two circles from aligning either vertically or horizontally.



NOTE Each element (shown as circles) is one unit in diameter, with one unit spacing between adjacent elements.

Figure C.1 – Dimensional design of the pentalith pattern

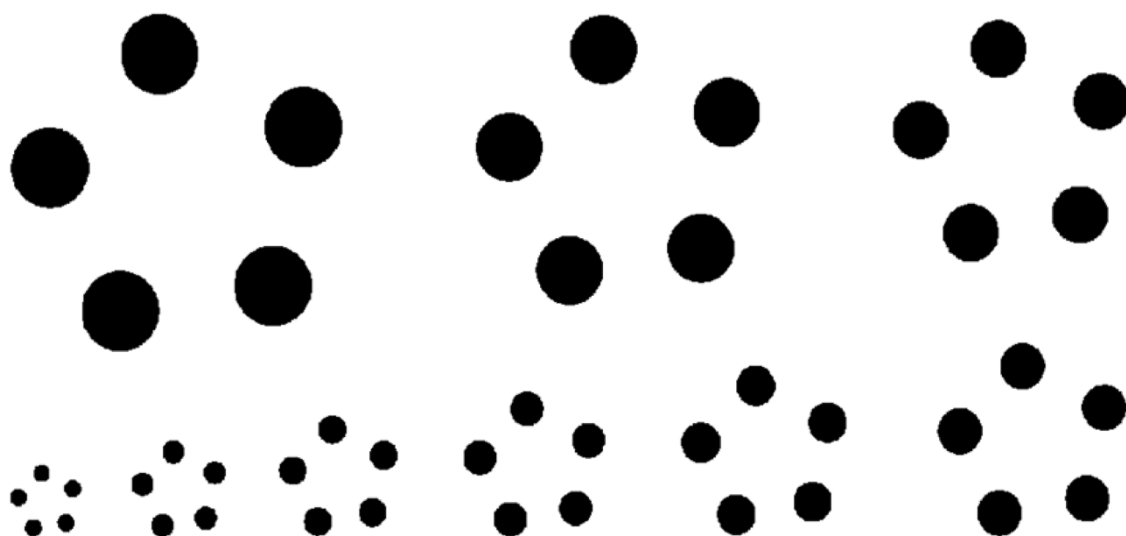
The importance of this geometry is illustrated in Figure C.2, where a pentalith is superimposed on an example pixel grid. As shown, some of the circles are centred on squares that represent individual pixels; however, other circles straddle the lines. The pentalith geometry was designed by computer simulation to minimize the alignment of the elements with the pixel grid, regardless of the shift or scaling between the two.



IEC 0609/14

Figure C.2 – Example of a pentalith overlying a pixel grid

Figure C.3 shows a typical pentalith test phantom with circle sizes ranging from 3 to 14, in relative units. This pattern may be useful, for example, to measure the resolution of a video camera. Figure C.4 shows another example of a pentalith test phantom designed for X-ray imaging. In this case the five elements are metal spheres mounted into a block of plastic. As shown by these examples, the pentalith test phantom is constructed to provide the highest contrast between the circles and the background for the particular application being considered.

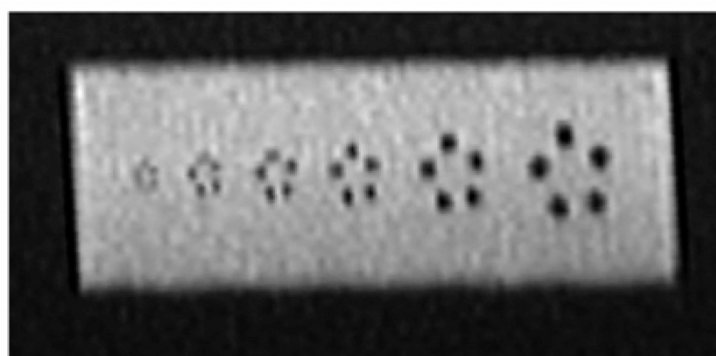
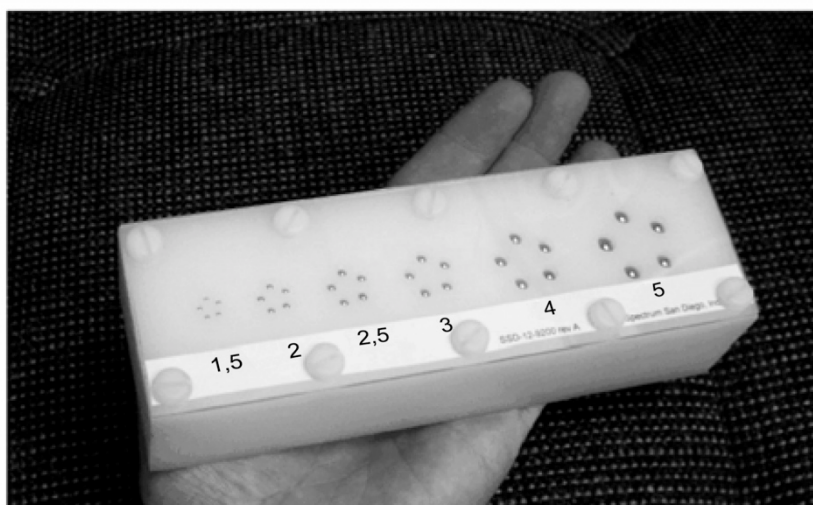


IEC 0610/14

NOTE 1 The circle sizes are 14, 12, 10, 8, 7, 6, 5, 4, and 3 units.

NOTE 2 Black circles on a white background provide the maximum contrast for this particular application.

Figure C.3 – Example of a pentalith test phantom suitable for optical measurements



IEC 0611/14

NOTE Metal spheres mounted in a plastic background provide the maximum contrast for this application. The lower image was acquired with backscatter X-ray imaging.

Figure C.4 – Example of a pentalith test phantom suitable for X-ray imaging

C.4 Pass/fail criterion

A pentalith test passes the detection criterion only if all five of its elements are observable and resolved from each other. In many cases this can be determined by simple inspection of the grayscale image, with the operator allowed to adjust the brightness and contrast as needed. However, an objective pass/fail criterion is available based on thresholding of the image. This can be implemented by setting the digital contrast adjustment to its maximum, and then moving the brightness adjustment from low to high while observing the image.

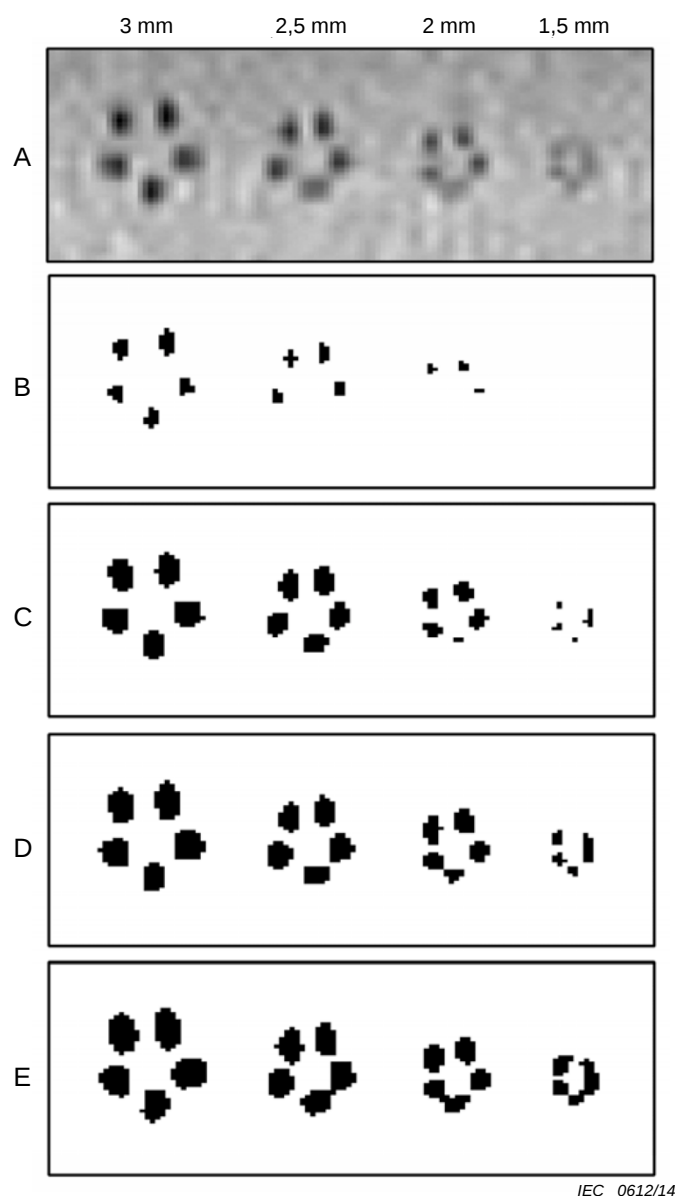
Figure C.5 shows an example of this. Figure C.5.A is a grayscale image of four pentalith patterns, with element sizes of 3,0 mm, 2,5 mm, 2,0 mm, and 1,5 mm. In Figure C.5.B the contrast has been turned to maximum, with the brightness set to a relatively low level. Figures C, D and E show the effect of successively increasing the brightness control (which is equivalent to increasing the threshold level).

All five elements of the 3 mm pentalith are detected and resolved from each other in each of the five images, A to E.

The 2,5 mm pentalith is only detected and resolved in C and D. In B, only four elements are detected. In E, two of the elements connect into a single object. That is, they have not been resolved as separate objects.

In this same manner, the 2 mm elements are detected and resolved in C, but not B, D, or E. Pay special attention to the 2 mm pattern in D, where two of the elements are connected by pixels diagonal to each other. Diagonally touching pixels are considered connected when scoring the pentalith.

Lastly, the 1,5 mm pentalith does not appear as five distinct elements regardless of the threshold setting. Since there is a threshold setting where the 2 mm pattern is detected and resolved, but not for the 1,5 mm pattern, the spatial resolution of this image is classified as between 1,5 mm and 2,0 mm.



IEC 0612/14

Figure C.5 – Example of using image thresholding as an objective pass/fail criterion

C.5 Repeatability

To provide a rough estimate of repeatability, the above example was repeated 16 times with random repositioning of the test phantom between scans. The 2 mm pentalith was detected and resolved in all 16 scans. However, the 1,5 mm pentalith was not detected and resolved in any of the 16 scans. In other words, the repeatability of the measurement using this method is better than the spacing between the two pentaliths. That is, the repeatability of this measurement is better than $\pm 15\%$ (i.e., $\pm 100\% \times 0,25\text{ mm} / 1,75\text{ mm}$). This is especially significant considering the image noise of this system is relatively high, with a coefficient of variation of about 5 %. Lower noise systems will likely experience even better repeatability using the pentalith.

Annex D (informative)

Comparison of whole body imaging systems

A variety of methods have been implemented to use X rays to screen persons for reasons related to security and law enforcement. The different types of systems that exist at present are described in this Annex. Some commercially-available whole body imaging systems also combine more than one of these methods into a screening system.

The conventional “transmission” or “projection” X-ray image is formed by passing X rays through an object to create a shadowgram, which is the result of the differential attenuation due to variations of composition, density and thickness of every portion of the object/person in the path of the X-ray beam. In most implementations the X-ray source produces a fan beam that passes through the object to be screened and is registered by a linear (one row of pixels) solid-state detector as both the source and detector are translated across the height of an individual. The resolution of the resultant image is usually determined by the size of the detector pixels.

In contrast, backscatter and forward-scatter systems employ a “flying spot” of X rays and large-area integrating detectors. A small spot is rastered across an individual and the collected scatter signal from these detectors is briefly integrated and assigned to a pixel value in an image corresponding to the transient location of the flying spot. In this modality the image resolution is primarily determined by the size of the flying spot.

It should be noted that different modalities generally are intended to detect threats or anomalies at different locations with respect to the body. As noted in Table D.1, backscatter systems primarily are intended to see objects on the body; forward-scatter systems, on the side of the body; and transmission systems, inside the body. It is also noted that some primary radiation is registered in a forward-scatter image, and that some scatter is always present in a projection image. Finally we note that when forward-scatter systems were first introduced, they were sometimes referred to as transmission systems. Because of the different imaging methodology and intent, we have introduced the term “forward-scatter” in this standard.

Table D.1 – Comparison of whole body imaging systems for security screening

Type of system	Primary detection intent	Imaging method	Type of radiation used to form image	Security venues
Backscatter	objects on body	flying spot; large, non-imaging detectors	backscatter	aviation; military checkpoints
Forward-scatter	objects on side of body	flying spot; large, non-imaging detectors	forward scatter (and some primary)	aviation; military checkpoints
Transmission	objects inside body	projection imaging with small-pixel detectors	primary (and some scatter)	smuggling of contraband; mines, prisons

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	43
INTRODUCTION.....	45
1 Domaine d'application et objet.....	46
2 Références normatives	46
3 Termes, définitions, abréviations, grandeurs et unités	47
3.1 Termes et définitions	47
3.2 Abréviations.....	50
3.3 Grandeurs et unités	50
4 Procédures d'évaluation des performances de la fonction d'imagerie.....	50
4.1 Caractéristiques générales et procédures d'essai	50
4.2 Lieu d'essais.....	51
4.3 Fantôme corps et objets d'essai.....	52
4.4 Essai de résolution spatiale	53
4.4.1 Objectif.....	53
4.4.2 Description de l'objet d'essai	53
4.4.3 Procédure.....	53
4.4.4 Évaluation et enregistrement	53
4.5 Essai de détection de fil.....	54
4.5.1 Objectif.....	54
4.5.2 Description de l'objet d'essai	54
4.5.3 Procédure.....	54
4.5.4 Évaluation et enregistrement	55
4.6 Essai de détection de matière sur le corps.....	55
4.6.1 Généralités	55
4.6.2 Objectif.....	55
4.6.3 Description de l'objet d'essai	55
4.6.4 Procédure.....	55
4.6.5 Évaluation et enregistrement	55
4.7 Essai de détection de matière dans l'air	56
4.7.1 Généralités	56
4.7.2 Objectif.....	56
4.7.3 Description de l'objet d'essai	56
4.7.4 Procédure.....	56
4.7.5 Évaluation et enregistrement	56
4.8 Essai de pénétration	57
4.8.1 Généralités	57
4.8.2 Objectif.....	57
4.8.3 Description de l'objet d'essai	57
4.8.4 Procédure.....	57
4.8.5 Évaluation et enregistrement	57
5 Performances minimales acceptables de la fonction d'imagerie	57
6 Exigences d'environnement	59
Annexe A (normative) Dessins techniques des objets d'essai	60
Annexe B (informative) Exemple de formulaire de rapport.....	72
Annexe C (informative) Mesure de la résolution d'image à l'aide du pentalithe.....	74
C.1 Généralités	74

C.2	Stratégie	74
C.3	Description du pentallithe	74
C.4	Critère de réussite/d'échec	77
C.5	Répétabilité	78
Annexe D (informative) Comparaison des systèmes d'imagerie corps entier		79

Figure 1 – Illustration générique de la configuration d'essai montrant un fantôme corps en PEHD avec un objet d'essai sur une extrémité supporté à 1 m du sol.....	51
Figure 2 – Fantôme corps et objets d'essai	52
Figure A.1 – Composants du fantôme d'essai	60
Figure A.2 – Fantôme d'essai de détection de matière dans l'air	61
Figure A.3 – Sous-ensemble du fantôme d'essai de détection de matière dans l'air (Figure A.2), peigne en métal, trois dents	61
Figure A.4 – Sous-ensemble du fantôme d'essai de détection de matière dans l'air (Figure A.2), peigne en métal, deux dents.....	62
Figure A.5 – Sous-ensemble du fantôme d'essai de détection de matière dans l'air (Figure A.2), peigne en métal, une dent	62
Figure A.6 – Sous-ensemble du fantôme d'essai de détection de matière dans l'air (Figure A.2), peigne en plastique	63
Figure A.7 – Sous-ensemble du fantôme d'essai de détection de matière dans l'air (Figure A.2), tôle de montage	63
Figure A.8 – Détection de matière sur le corps 1.....	64
Figure A.9 – Détection de matière sur le corps 2.....	64
Figure A.10 – Fantôme d'essai de détection de fil	65
Figure A.11 – Sous-ensemble du fantôme d'essai de détection de fil (Figure A.10), base de montage	65
Figure A.12 – Sous-ensemble du fantôme d'essai de détection de fil (Figure A.10), couvercle	66
Figure A.13 – Fantôme d'essai de résolution spatiale	67
Figure A.14 – Sous-ensemble du fantôme d'essai de résolution spatiale (Figure A.13), base de montage	67
Figure A.15 – Sous-ensemble du fantôme d'essai de résolution spatiale (Figure A.13), placement des trous dans la base de montage.....	68
Figure A.16 – Sous-ensemble du fantôme d'essai de résolution spatiale (Figure A.13), couvercle	69
Figure A.17 – Fantôme corps, 55 mm d'épaisseur.....	69
Figure A.18 – Fantôme corps, 75 mm d'épaisseur.....	70
Figure A.19 – Fantôme corps, 50 mm d'épaisseur.....	70
Figure A.20 – Cale d'épaisseur	71
Figure C.1 – Construction dimensionnelle du modèle de pentallithe.....	75
Figure C.2 – Exemple de pentallithe recouvrant une grille de pixels.....	75
Figure C.3 – Exemple de fantôme d'essai pentallithe adapté aux mesures optiques	76
Figure C.4 – Exemple de fantôme d'essai pentallithe adapté aux systèmes d'imagerie à rayons X	76
Figure C.5 – Exemple d'utilisation du seuillage d'image comme critère de réussite/d'échec d'objectif.....	78
Tableau 1 – Dimensions de fil pour l'essai de détection de fil.....	54

Tableau 2 – Performances minimales acceptables de la fonction d'imagerie à l'emplacement de référence	58
Tableau 3 – Conditions normalisées d'essai.....	59
Tableau D.1 – Comparaison des systèmes d'imagerie corps entier dans le cadre du contrôle de sécurité	79

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION – CONTRÔLE DE SÉCURITÉ DES INDIVIDUS – MESURE DES PERFORMANCES DE L'IMAGERIE DES SYSTÈMES RADIOGRAPHIQUES AUX RAYONS X

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 62709 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/780/FDIS	45B/786/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.

IMPORTANT – Le logo "*colour inside*" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

La présente norme établit les méthodes d'essai et les objets d'essai normalisés pour mesurer les performances de la fonction d'imagerie des équipements à rayons X dans le cadre du contrôle de sécurité des individus. Pour chaque essai de qualité d'image, la présente norme définit également les niveaux minimaux acceptables de performances. Il convient de ne pas interpréter ces procédures ainsi que ces exigences minimales acceptables comme une mesure globale de performances applicable à toutes les situations. Selon les circonstances et les besoins en termes de détection, les collectivités d'utilisateurs continueront à définir leurs propres exigences et sont invitées à travailler dans ce sens. Au contraire, il est souhaité que la présente norme constituera un point de départ pour évaluer les systèmes, qu'elle fournira un ensemble uniforme d'informations facilement accessibles pour comparer les équipements et offrira une procédure normalisée dans le cadre des essais périodiques de contrôle qualité.

Quatre annexes sont incluses. L'Annexe A (normative) fournit les dessins techniques relatifs aux objets d'essai de la fonction d'imagerie. Des exemples de formulaires de rapport d'essai sont fournis à l'Annexe B (informative). L'Annexe C (informative) fournit une description générique du pentalithe, l'objet d'essai de résolution spatiale. L'Annexe D (informative) s'applique à décrire les différents types de systèmes de sécurité actuellement utilisés dans l'imagerie corps entier.

INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION – CONTRÔLE DE SÉCURITÉ DES INDIVIDUS – MESURE DES PERFORMANCES DE L'IMAGERIE DES SYSTÈMES RADIOGRAPHIQUES AUX RAYONS X

1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale s'applique aux systèmes de contrôle de sécurité qui utilisent les rayons X et qui sont employés pour le contrôle des individus ne se trouvant pas dans des véhicules, des conteneurs ou des enveloppes. Elle s'applique plus particulièrement aux systèmes utilisés dans le cadre de la détection d'objets transportés sur le corps ou à l'intérieur du corps de l'individu inspecté. La présente norme n'inclut pas les exigences relatives à la compatibilité électromagnétique, ni à la sécurité radiologique, électrique et mécanique des équipements. Ces exigences sont développées dans la CEI 62463:2010.

Les types de systèmes suivants relèvent du domaine d'application de la présente norme:

- Systèmes de type: fixe, portable, mobile ou portique.
- Systèmes utilisant la détection de rayonnements primaires, rétrodiffusés, prodiffusés (voir Annexe D) ou une combinaison de ces modalités pour générer des images radiologiques en deux dimensions.
- Systèmes à dominante imagerie, mais pouvant posséder des fonctions complémentaires telles que la discrimination de matériaux, la détection automatique active ou passive. La présente norme ne décrit pas comment effectuer les essais de ces fonctions complémentaires.

La présente norme a pour objectif de fournir des méthodes normalisées concernant la mesure et la classification des caractéristiques de qualité de la fonction d'imagerie qui permettent aux fabricants de systèmes, aux utilisateurs potentiels des systèmes et aux autres parties intéressées de:

- a) Définir un indicateur cohérent pour les performances techniques attendues de la part des systèmes de contrôle utilisés dans le cadre de l'inspection des individus. Cet essai de performances techniques complète les essais et évaluations explicites en matière de détection. Dans la présente norme, le terme "détection" se réfère aux éléments d'une image.
- b) Fournir des données de performances répétables et vérifiables concernant la fonction d'imagerie pouvant être utilisées pour comparer les systèmes de différents fournisseurs.
- c) Produire une base de référence pouvant être utilisée pour l'étalonnage du système ou la détection d'une éventuelle dégradation des performances. (La méthode d'essai n'est pas destinée à être utilisée dans le cadre des essais d'assurance qualité quotidiens.)
- d) Fournir des exigences de performances minimales acceptables pour les systèmes décrits ci-dessus.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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).

NOTE Il convient que les utilisateurs de la présente norme prennent note que les normes référencées ici peuvent ne pas satisfaire aux exigences et pratiques légales en vigueur dans tous les pays, ou toutes les juridictions. Il convient donc de s'assurer de la conformité avec la réglementation.

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 60050-881:1983, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 881: Radiologie et physique radiologique*

CEI 62463:2010, *Instrumentation pour la radioprotection – Systèmes radiographiques aux rayons X pour le contrôle des individus dans le cadre de la sécurité et du transport d'objets illicites*

ISO 683-17:1999, *Aciers pour traitement thermique, aciers alliés et aciers pour décolletage — Partie 17: Aciers pour roulement*

3 Termes, définitions, abréviations, grandeurs et unités

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent. La terminologie générale concernant les systèmes radiographiques et la physique radiologique est donnée dans les CEI 60050-393:2003, CEI 60050-394:2007 et CEI 60050-881:1983.

3.1.1

rayonnement rétrodiffusé rétrodiffusion

diffusion de photons par la matière suivant des directions formant avec leur direction initiale des angles supérieurs à 90°

[SOURCE: CEI 60050-393:2003, 393-13-14]

3.1.2

système à rétrodiffusion

système de contrôle de sécurité qui utilise le rayonnement rétrodiffusé pour former une image

3.1.3

sensibilité du contraste

aptitude à distinguer une petite différence d'intensité dans la zone d'une image radiographique par rapport à un bruit de fond uniforme

[SOURCE: CEI 62523:2010]

3.1.4

détection de bord

aptitude à distinguer les bords des objets ou des anomalies même lorsque la masse des objets ou des anomalies peut apparaître avec la même luminosité que le bruit de fond

3.1.5

rayonnement prodifusé prodifusion

diffusion de photons par la matière suivant des directions formant avec leur direction initiale des angles inférieurs à 90°

3.1.6

système à prodiffusion

système de contrôle de sécurité qui utilise le rayonnement prodiffusé pour former une image

3.1.7

grandeur d'influence

quantité qui n'est pas le mesurande, mais qui affecte le résultat de la mesure

[SOURCE: CEI 60050-394:2007, 394-40-27]

3.1.8

détection de matière

essai qui vérifie l'aptitude à détecter de la matière sur et hors le fantôme corps

3.1.9

système mobile

système monté sur un véhicule qui se déplace lors du balayage

3.1.10

opérateur

personne autorisée et totalement formée au fonctionnement du système

[SOURCE: CEI 62463:2010]

3.1.11

champ de vision partie du corps

champs de vision des systèmes destinés au contrôle des parties du corps, tels que les scanners pour prothèses et plâtres ou les scanners à souliers

3.1.12

essai de pénétration

essai de résolution spatiale et de détection de fil en fonction de l'épaisseur du fantôme corps

3.1.13

pentalithe

objet d'essai de résolution spatiale constitué de cinq sphères identiques placées aux sommets d'un pentagone régulier. Les sommets sont séparés par un intervalle égal à deux fois le diamètre des sphères

Note 1 à l'article: Pour une description complète, se reporter à l'Annexe C.

3.1.14

rayonnement primaire

rayonnement ionisant émis directement par une source de rayonnement

[SOURCE: CEI 60050-393:2003, 393-12-19]

3.1.15

source de rayonnement

équipement ou substance émettant ou susceptible d'émettre un rayonnement ionisant

[SOURCE: CEI 60050-393:2003, 393-12-23]

3.1.16

emplacement de référence

emplacement requis dans lequel sont placés les objets d'essai aux fins d'évaluation des performances de la fonction d'imagerie conformément à la présente norme

Note 1 à l'article: L'emplacement de référence est spécifié en 4.2.

Note 2 à l'article: D'autres lieux d'essais peuvent être utilisés pour fournir des informations complémentaires.

3.1.17

zone de balayage

champ de vision d'un système de contrôle à une distance donnée de la source de rayonnement

3.1.18

vitesse de balayage

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

[SOURCE: CEI 62523:2010]

3.1.19

rayonnement diffusé diffusion

rayonnement qui, lors de son passage dans une matière, a été dévié de sa direction initiale ou dont l'énergie a été modifiée par la diffusion

Note 1 à l'article: Les systèmes à rétrodiffusion et à prodiffusion utilisent la diffusion pour former des images à rétrodiffusion et/ou à prodiffusion.

[SOURCE: CEI 60050-881:1983, 881-03-19]

3.1.20

contrôle de sécurité

inspection du personnel, des produits, des cargaisons, des véhicules et d'autres objets visant à détecter la présence d'objets interdits, contrôlés ou dangereux. Dans le domaine d'application de la présente norme, les objets inspectés sont transportés sur le corps ou à l'intérieur du corps d'un individu

3.1.21

résolution spatiale

séparation minimale entre deux objets à partir de laquelle ils peuvent être résolus en tant qu'entités distinctes

3.1.22

système

système de balayage

ensemble des équipements utilisés pour la production d'une image balayée, à savoir le générateur de rayons X, le collimateur, l'ensemble de détection, l'ordinateur et la console d'affichage

3.1.23

système de transmission

système utilisant les moyens conventionnels d'imagerie radiographique par projection dans lequel les rayons X traversent une cible (ex: individu ou conteneur) et créent des ombrogrammes d'objets emballés (ex: contrebande) à partir de leurs propriétés d'atténuation de rayonnements

3.1.24

système transportable

système conçu pour être facilement redéployé et transporté

3.1.25

champ de vision corps entier

champ de vision des systèmes conçus pour balayer et visualiser entièrement un individu à la fois

3.1.26

champ de vision large

champ de vision des systèmes pour lesquels un balayage couvre une zone pouvant comporter plusieurs personnes

3.1.27

détection de fil

diamètre minimal d'un fil (exprimé en mm) pouvant être détecté et distingué du bruit de fond

[SOURCE: CEI 62523:2010]

3.2 Abréviations

3.2.1

PEHD

polyéthylène haute densité

3.2.2

MTF

Modulation Transfer Function (fonction de transfert de modulation)

3.3 Grandeurs et unités

Dans la présente norme, les unités sont des multiples et sous-multiples des unités du Système International (SI)¹. Les définitions des grandeurs de rayonnement sont données dans les CEI 60050-393 et CEI 60050-394.

4 Procédures d'évaluation des performances de la fonction d'imagerie

4.1 Caractéristiques générales et procédures d'essai

Les procédures de la présente norme doivent être utilisées pour mesurer les quatre caractéristiques suivantes concernant la qualité d'image ou les performances de la fonction d'imagerie:

- a) Résolution spatiale
- b) Détection de fil
- c) Détection de matière (peut être déduite à partir de l'essai de sensibilité du contraste ou de l'essai de détection de bord)
- d) Pénétration

Les procédures d'essai assurent la mesure des systèmes utilisant les modes d'imagerie suivants: détection de rayonnements primaires, rétrodiffusés, prodiffusés ou une combinaison de ces modalités (voir Annexe D).

Pour chaque essai, l'objet d'essai doit être balayé de la même manière qu'en utilisation normale (c'est-à-dire en utilisant le mode opératoire normalisé, les logiciels et les réglages matériels de vitesse de balayage latérale et/ou verticale, la tension et le courant de la source, ainsi que la filtration). Étant donné que la dose appliquée aux individus inspectés et la qualité

¹ Système International du Bureau des poids et mesures: Système International des Unités, 8^{ème} édition, 2006.

d'image sont interdépendantes, ces réglages machine doivent être inclus dans le rapport d'essai (pour obtenir un exemple, se reporter à l'Annexe B). Si la dose appliquée aux individus est également mesurée (ex: CEI 62463:2010) pour ce système, il convient d'utiliser les mêmes réglages machine pour les essais de qualité d'image et de sûreté radiologique afin de faciliter l'évaluation des performances système globales. Si l'opérateur dispose d'outils de traitement d'image en utilisation normale, il est permis de les utiliser pour produire la meilleure qualité d'image possible. Par exemple, les outils de zoom, d'accentuation de contours, de densité étendue, d'affichage en blanc et noir et en pseudo-couleurs peuvent être utilisés. L'utilisation de ces outils doit être consignée dans la documentation d'essai en plus des réglages matériels détaillés ci-dessus.

Les résultats de chaque essai doivent être répétables au moins les deux tiers du temps.

4.2 Lieu d'essais

Tous les essais de qualité d'image doivent, au minimum, être effectués à l'emplacement de référence. L'emplacement de référence est défini comme suit:

- la surface de la combinaison fantôme corps-objet d'essai la plus proche de la source de rayonnement doit se situer à la distance de fonctionnement optimale spécifiée par le fabricant, et
- le centre du fantôme corps doit se trouver au centre latéral de la zone de balayage et, pour les systèmes corps entier, à 1 m du sol. En ce qui concerne les systèmes partie du corps, il convient de placer l'emplacement de référence au centre de l'emplacement de la fonction d'imagerie exposée. Une illustration générique de cette configuration d'essai est donnée à la Figure 1.

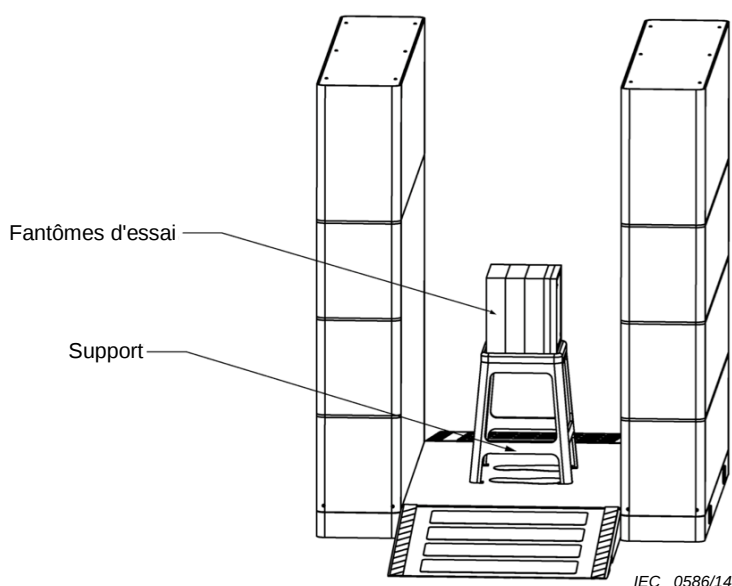


Figure 1 – Illustration générique de la configuration d'essai montrant un fantôme corps en PEHD avec un objet d'essai sur une extrémité supporté à 1 m du sol

Par ailleurs, il convient d'effectuer des essais excentrés aux emplacements spécifiés. Des utilisateurs éventuels peuvent demander les résultats d'essai relatifs à des emplacements spécifiques de la zone de balayage (ex: tête, pieds, côtés, bordure de la zone de balayage). En ce qui concerne les essais excentrés, il est permis de placer un bloc en PEHD de 300 mm × 300 mm × 100 mm au centre du champ de vision si nécessaire afin d'assurer le bon fonctionnement de la commande automatique de gain.

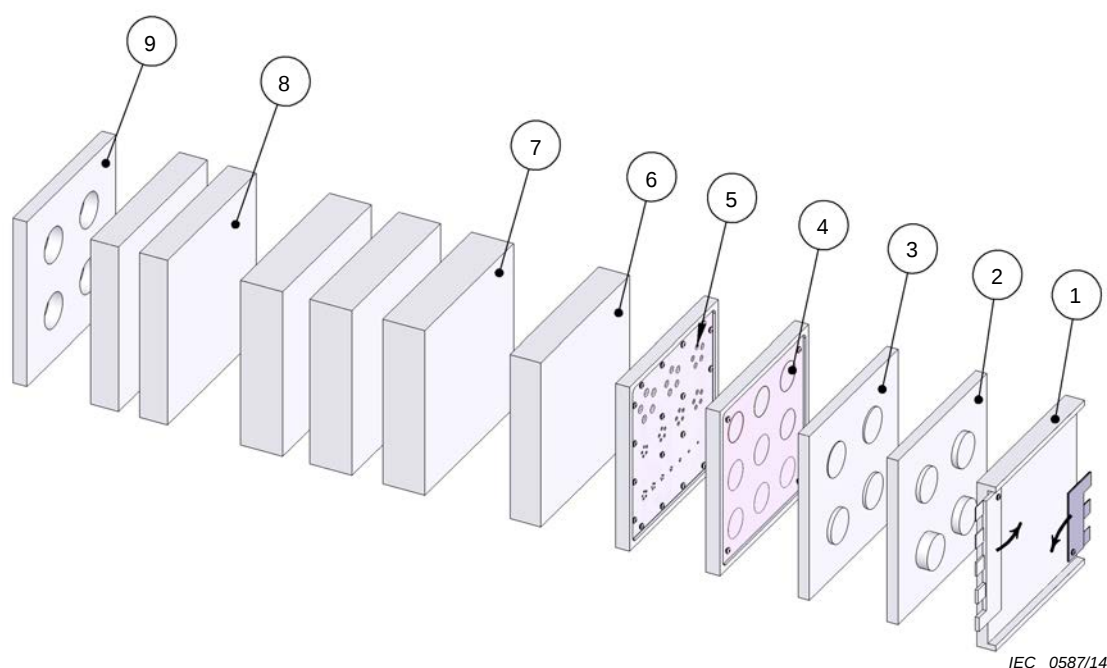
4.3 Fantôme corps et objets d'essai

Les objets d'essai relatifs à chacun des essais de qualité d'image doivent être montés sur un fantôme corps. Le fantôme corps doit être en PEHD. Le fantôme corps et l'ensemble des autres pièces en PEHD des objets d'essai décrits dans la présente norme doivent avoir une densité de $0,95 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3} \pm 0,05 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$.

Le fantôme corps doit mesurer 300 mm (largeur) $\times$ 300 mm (hauteur) $\times$ 280 mm (profondeur). Le fantôme corps doit être pourvu d'un dispositif supportant chacun des ensembles d'objets d'essai décrits de 4.4 à 4.7 de sorte que la profondeur totale de l'ensemble fantôme corps-objet d'essai en PEHD (à l'exclusion de la couche de 1,5 mm) doive être de 300 mm. Autrement dit, un cube en PEHD, de 300 mm d'arête, est utilisé pour simuler le corps humain.

En ce qui concerne l'essai de pénétration, la profondeur globale doit être extensible de 300 mm à 400 mm en fixant deux dalles en PEHD supplémentaires de 50 mm d'épaisseur. Un diagramme du fantôme corps et des objets d'essai est illustré à la Figure 2. Pour obtenir les dessins techniques complets du fantôme corps et des objets d'essai, se reporter à l'Annexe A normative.

Sauf spécification contraire, toutes les dimensions du fantôme corps et des objets d'essai doivent être égales à $\pm 2 \%$ ou 0,2 mm, selon la valeur la plus grande.



Légende

- 1 détection de matière dans l'air
- 2 et 3 détection de matière sur le corps
- 4 détection de fil
- 5 résolution spatiale
- 6 et 7 fantôme corps, quatre parties
- 8 essai de pénétration, deux parties
- 9 cale d'épaisseur

NOTE Pour chaque essai, l'objet d'essai respectif, (1) à (5), est placé sur les quatre parties du fantôme corps, (6) et (7). Les extensions du fantôme corps, (8), sont utilisées dans le cadre de l'essai de pénétration. La dernière pièce, (9), est une simple cale d'épaisseur qui permet de superposer et d'empiler les pièces (2) et (3) sur les autres blocs. Les peignes de la pièce (1) pivotent vers l'intérieur pour faciliter le rangement.

Figure 2 – Fantôme corps et objets d'essai

4.4 Essai de résolution spatiale

4.4.1 Objectif

L'objectif de cet essai est de mesurer l'aptitude à distinguer en tant qu'entités distinctes des objets qui sont eux-mêmes séparés par un espace de la largeur de l'objet.

4.4.2 Description de l'objet d'essai

L'objet d'essai de résolution spatiale se compose de 14 ensembles de cinq sphères identiques, formant 14 pentagones réguliers, appelés pentalithes (voir Annexe C informative). Les sphères sont en acier pour roulements, ISO 683-17:1999, désignation de catégorie 100Cr6 ou équivalente (ex: AISI/SAE 52100, EN 10027-2 1.3505; JIS SUJ2) et sont encastrées dans un bloc en PEHD de 300 mm × 300 mm × 25 mm, de sorte que la surface avant de chaque sphère se trouve au même niveau que la surface du bloc. Les cinq sphères sont placées aux sommets d'un pentagone régulier. L'espace entre les sphères adjacentes est égal au diamètre des sphères. Chaque pentagone est aligné de telle sorte qu'aucun côté ne soit parfaitement vertical ou horizontal. Il existe un pentagone pour chacun des diamètres de sphère suivants: 1 mm, 1,2 mm, 1,5 mm, 2 mm, 2,5 mm, 3 mm, 4 mm, 5 mm, 6 mm, 7 mm, 8 mm, 10 mm, 12 mm et 14 mm. La tolérance pour chaque diamètre de sphère et le trou contenant chaque sphère ne doit pas être supérieure à $\pm 0,1$ mm. Une couche de PEHD de 1,5 mm d'épaisseur est placée sur les sphères pour simuler une couche de vêtement épais et maintenir les sphères en place.

L'ensemble pentalithe est fixé au fantôme corps pour former un bloc en PEHD solide qui a 300 mm d'un côté. Pour obtenir les dessins techniques de l'objet d'essai de résolution spatiale, se reporter aux Figures A.1, A.13, A.14, A.15 et A.16 de l'Annexe A.

4.4.3 Procédure

Pour cet essai, il est nécessaire d'utiliser un objet d'essai conforme à la description indiquée en 4.4.2 ainsi qu'un fantôme corps tel que décrit en 4.3.

L'objet d'essai doit être fixé sur le fantôme corps et positionné à l'emplacement de référence (voir 4.2) comme indiqué ci-dessous. En ce qui concerne les systèmes à rétrodiffusion et/ou à prodiffusion, la surface du fantôme corps contenant l'objet d'essai doit être la surface la plus proche de la source de rayonnement. En ce qui concerne les systèmes de transmission, soit la surface contenant l'objet d'essai soit la surface opposée doit se trouver en face de la source de rayonnement (l'orientation du fantôme corps doit être consignée dans le rapport d'essai).

L'objet d'essai doit être balayé de la même manière qu'en utilisation normale comme indiqué en 4.1.

La procédure peut être répétée sur les autres lieux d'essais désirés.

4.4.4 Évaluation et enregistrement

Trouver le plus petit pentagone pour lequel les cinq sphères sont visibles en tant qu'entités distinctes. Si l'opérateur dispose d'outils de traitement d'image, il est permis de les utiliser pour obtenir un niveau optimal de contraste et de luminosité. En cas d'ajustement, les réglages doivent être consignés dans le rapport d'essai. Par exemple, si l'opérateur dispose de réglages de contraste et de luminosité, une procédure acceptable pour évaluer la séparation et produire des mesures reproductibles consiste à: régler le contraste au maximum et ajuster la luminosité pour vérifier que cinq îlots distincts peuvent être formés. Pour obtenir des informations complémentaires afin d'évaluer cet essai de manière objective, se reporter à l'Annexe C.

Reporter le plus petit diamètre de sphère répondant à l'analyse ci-dessus.

4.5 Essai de détection de fil

4.5.1 Objectif

L'objectif de cet essai est de déterminer le diamètre minimal de fil de cuivre pouvant être détecté.

4.5.2 Description de l'objet d'essai

L'objet d'essai de détection de fil se compose de neuf fils de cuivre, chacun formant un cercle d'un diamètre nominal de 50 mm. Les fils sont fixés à la surface d'un bloc en PEHD de 300 mm × 300 mm × 25 mm. Sinon, il est également permis de fixer les fils sur une couche de 6,4 mm d'épaisseur en rajoutant une cale d'épaisseur en PEHD de 19 mm. Une couche de PEHD de 1,5 mm d'épaisseur est placée sur les fils pour simuler une couche de vêtement épais.

Les dimensions de fils suivantes sont incluses sur l'objet d'essai (voir Tableau 1):

Tableau 1 – Dimensions de fil pour l'essai de détection de fil

Diamètre nominal mm
0,812
0,644
0,511
0,405
0,321
0,255
0,202
0,160
0,127

Pour obtenir les dessins techniques de l'objet d'essai de détection de fil, se reporter aux Figures A.1, A.10, A.11 et A.12 de l'Annexe A.

4.5.3 Procédure

Pour cet essai, il est nécessaire d'utiliser un objet d'essai conforme à la description indiquée en 4.5.2 ainsi qu'un fantôme corps tel que décrit en 4.3.

L'objet d'essai doit être fixé sur le fantôme corps de sorte que la surface sur laquelle se trouvent les fils se trouve à l'opposé du cube en PEHD. Le fantôme corps et l'objet d'essai doivent être positionnés à l'emplacement de référence (voir 4.2) comme indiqué ci-dessous. En ce qui concerne les systèmes à rétrodiffusion et/ou à prodiffusion, la surface du fantôme corps contenant l'objet d'essai doit être la surface la plus proche de la source de rayonnement. En ce qui concerne les systèmes de transmission, soit la surface contenant l'objet d'essai soit la surface opposée doit se trouver en face de la source de rayonnement (l'orientation du fantôme corps doit être consignée dans le rapport d'essai).

L'objet d'essai doit être balayé au moyen de la procédure de balayage normale comme indiqué en 4.1.

La procédure peut être répétée sur les autres lieux d'essais désirés.

4.5.4 Évaluation et enregistrement

Identifier et consigner le plus petit calibre de fil pour lequel une longueur contigüe égale à au moins la moitié de la circonférence du cercle est visible. Si l'opérateur dispose d'outils de traitement d'image, il est permis de les utiliser pour obtenir un niveau optimal de contraste et de luminosité. En cas d'ajustement, les réglages doivent être consignés dans le rapport d'essai.

4.6 Essai de détection de matière sur le corps

4.6.1 Généralités

Cet essai est destiné à mesurer l'aptitude à détecter des objets dissimulés sur le corps qui ont une densité similaire à celle du corps humain. Selon les propriétés du système de balayage, cet essai peut servir soit d'essai de sensibilité du contraste soit d'essai de détection de bord.

4.6.2 Objectif

L'objectif de cet essai est de mesurer l'aptitude à observer des variations brusques dans l'épaisseur de matières organiques plates superposée sur le fantôme corps plat.

4.6.3 Description de l'objet d'essai

L'objet d'essai se compose de disques en PEHD positionnés sur le fantôme corps. Les disques font 60 mm de diamètre et ont une épaisseur de 1,5 mm, 3 mm, 5 mm, 7 mm, 10 mm, 14 mm et 20 mm. Les disques sont fixés à la surface d'une couche de PEHD de 300 mm × 300 mm × 25 mm et espacés entre eux de 60 mm minimum. Sinon, il est également permis de fixer les disques sur une couche de 6,4 mm d'épaisseur en rajoutant une cale d'épaisseur en PEHD de 19 mm. Afin d'espacer convenablement les disques, les sept épaisseurs sont réparties sur les deux couches de PEHD. L'épaisseur de 7 mm est répétée sur chaque ensemble pour référence. Pour obtenir les dessins techniques de l'objet d'essai de détection de matière sur le corps, se reporter aux Figures A.1, A.8 et A.9 de l'Annexe A.

4.6.4 Procédure

Pour cet essai, il est nécessaire d'utiliser un objet d'essai conforme à la description indiquée en 4.6.2 ainsi qu'un fantôme corps tel que décrit en 4.3.

L'objet d'essai doit être fixé sur le fantôme corps et positionné à l'emplacement de référence (voir 4.2) comme indiqué ci-dessous. En ce qui concerne les systèmes à rétrodiffusion et/ou à prodiffusion, la surface du fantôme corps contenant l'objet d'essai doit être la surface la plus proche de la source de rayonnement. En ce qui concerne les systèmes de transmission, soit la surface contenant l'objet d'essai soit la surface opposée doit se trouver en face de la source de rayonnement (l'orientation du fantôme corps doit être consignée dans le rapport d'essai).

Chaque ensemble de disques doit être balayé au moyen de la procédure de balayage normale comme indiqué à la Section 4.1.

La procédure peut être répétée sur les autres lieux d'essais désirés.

4.6.5 Évaluation et enregistrement

Identifier et consigner la plus petite épaisseur de disque observable. L'adjectif "observable" signifie qu'au moins la moitié de la circonférence peut être distinguée. Si l'opérateur dispose d'outils de traitement d'image, il est permis de les utiliser pour obtenir un niveau optimal de contraste et de luminosité. En cas d'ajustement, les réglages doivent être consignés dans le rapport d'essai.

4.7 Essai de détection de matière dans l'air

4.7.1 Généralités

Cet essai est destiné à mesurer l'aptitude à détecter des objets dissimulés dans des vêtements sur les côtés du corps, lorsque l'image des objets n'est pas superposée sur l'image du corps.

4.7.2 Objectif

L'objectif de cet essai est de mesurer l'aptitude à observer des objets de différentes matières et épaisseurs dans l'air.

4.7.3 Description de l'objet d'essai

L'objet d'essai se compose de deux "peignes" possédant des dents carrées d'épaisseur variable. Les dents font 25 mm de large sur 25 mm de long et sont espacées entre elles de 25 mm. Le premier peigne est en HDPE et possède des épaisseurs de dents de 1,2 mm, 2,0 mm, 3,0 mm, 5,0 mm et 7,0 mm. Le second peigne est en acier inoxydable, alliage SST-304 (il est permis d'utiliser un matériau équivalent pourvu qu'il ne soit pas plus radio-opaque en conditions d'énergie de rayonnement pénétrant comparables), et possède des épaisseurs de dents de 0,8 mm, 1,6 mm et 3,2 mm. Les peignes sont positionnés sur une couche de PEHD de 300 mm × 300 mm × 25 mm à des fins de montage sur le fantôme corps. Sinon, il est également permis de fixer les peignes sur une couche de 6,4 mm d'épaisseur en rajoutant une cale d'épaisseur en PEHD de 19 mm. La couche de support peut également contenir un autre objet d'essai. Les peignes sont positionnés de telle sorte que les dents s'étendent au-delà des bords droits du fantôme corps et ne chevauchent pas d'autres parties du fantôme corps dans l'image. Pour obtenir les dessins techniques de l'objet d'essai de détection de matière dans l'air, se reporter aux Figures A.1 à A.7 de l'Annexe A.

4.7.4 Procédure

Pour cet essai, il est nécessaire d'utiliser un objet d'essai conforme à la description indiquée en 4.7.2 ainsi qu'un fantôme corps tel que décrit en 4.3.

L'objet d'essai doit être fixé sur le fantôme corps et positionné à l'emplacement de référence (voir 4.2) comme indiqué ci-dessous. En ce qui concerne les systèmes à rétrodiffusion et/ou à prodiffusion, la surface du fantôme corps contenant l'objet d'essai doit être la surface la plus proche de la source de rayonnement. En ce qui concerne les systèmes de transmission, soit la surface contenant l'objet d'essai soit la surface opposée doit se trouver en face de la source de rayonnement (l'orientation du fantôme corps doit être consignée dans le rapport d'essai).

L'objet d'essai doit être balayé au moyen de la procédure de balayage normale comme indiqué en 4.1.

La procédure peut être répétée sur les autres lieux d'essais désirés.

4.7.5 Évaluation et enregistrement

Identifier et consigner la dent la plus mince observable pour chaque matière. L'adjectif "observable" signifie qu'au moins la moitié de la zone de dents de 25 mm × 25 mm peut être distinguée. Si l'opérateur dispose d'outils de traitement d'image, il est permis de les utiliser pour obtenir un niveau optimal de contraste et de luminosité. En cas d'ajustement, les réglages doivent être consignés dans le rapport d'essai.

4.8 Essai de pénétration

4.8.1 Généralités

Cet essai concerne uniquement les systèmes de transmission ou d'autres modalités si l'objectif est de produire une image de l'intérieur du corps.

4.8.2 Objectif

L'objectif de cet essai est de mesurer une éventuelle dégradation de la résolution spatiale et de la détection de fil avec une corpulence supérieure.

4.8.3 Description de l'objet d'essai

L'objet d'essai se compose de deux dalles en PEHD de 300 mm × 300 mm × 50 mm à ajouter au fantôme corps du côté opposé des autres objets d'essai. Pour obtenir les dessins techniques de l'objet d'essai de pénétration, se reporter aux Figures A.1 et A.19 de l'Annexe A.

4.8.4 Procédure

Répéter les essais de résolution spatiale et de détection de fil de 4.4 et 4.5 en ajoutant une dalle en PEHD de 50 mm d'épaisseur au fantôme corps (du côté opposé de l'objet d'essai de résolution d'image ou de détection de fil), puis en ajoutant à nouveau une dalle en PEHD pour atteindre 100 mm d'épaisseur au total.

4.8.5 Évaluation et enregistrement

Évaluer et consigner les résultats comme indiqué en 4.4.4 et 4.5.4.

5 Performances minimales acceptables de la fonction d'imagerie

Les systèmes de contrôle de sécurité relevant du domaine d'application de la présente norme doivent satisfaire aux exigences de performances d'imagerie minimales indiquées dans le Tableau 2. Ces exigences minimales s'appliquent aux essais effectués à l'emplacement de référence, tels que décrits en 4.2, conformément aux méthodes décrites en 4.4 à 4.8. D'autres exigences de performances minimales sont fournies pour les systèmes employant les trois champs de vision, à savoir, partie du corps (3.1.11), corps entier (3.1.25), et large (3.1.26).

**Tableau 2 – Performances minimales acceptables
de la fonction d'imagerie à l'emplacement de référence**

Essai de qualité d'image	Champ de vision corps entier	Champ de vision partie du corps	Champ de vision large	Article ou paragraphe correspondant
1. Résolution spatiale: plus petit diamètre de sphère résolu	6 mm	2,5 mm	14 mm	4.4
2. Détection de fil: plus petit fil détecté	0,511 mm	0,321 mm	RU ^c	4.5
3. Détection de matière sur le corps: disque le plus fin distingué	5 mm	5 mm	RU	4.6
4. Détection de matière dans l'air: plus petite épaisseur de plastique distinguée plus petite épaisseur de métal distinguée	3 mm 1,6 mm	2 mm 0,8 mm	RU RU	4.7
5. Essai de pénétration a) à travers dispositif en PEHD de 350 mm ^a : plus petit diamètre de sphère résolu plus petit fil détecté b) à travers dispositif en PEHD de 400 mm ^b : plus petit diamètre de sphère résolu plus petit fil détecté	RU RU RU RU			4.8
^a fantôme corps plus 50 mm. ^b fantôme corps plus 100 mm. ^c RU: Reporter uniquement: il n'existe pas d'exigence minimale.				

6 Exigences d'environnement

Pour garantir l'uniformité des résultats d'essai, tous les essais de qualité d'image décrits dans la présente norme répertoriés dans la première colonne du Tableau 2 doivent être effectués dans les conditions normalisées d'essai spécifiées dans le Tableau 3.

Tableau 3 – Conditions normalisées d'essai

Grandeurs d'influence	Conditions normalisées d'essai (sauf spécification contraire du constructeur)
Temps de chauffage	> 15 min
Température ambiante	18 °C à 22 °C
Humidité relative	50 % à 75 %
Pression atmosphérique	70 kPa à 106 kPa
Tension d'alimentation	Tension nominale d'alimentation ± 1 %
Fréquence de l'alimentation	Fréquence nominale ± 1 %
Forme d'onde de la puissance d'alimentation	Sinusoïdale avec une distorsion harmonique totale inférieure à 5 %
Rayonnement gamma de l'environnement	Inférieur au débit de kerma dans l'air de $0,25 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$
Champ électromagnétique d'origine externe	Inférieur à la valeur la plus faible qui provoque des interférences
Induction magnétique d'origine externe	Inférieure à deux fois la valeur de l'induction due au champ magnétique terrestre
Commandes de l'équipement	Réglage pour un fonctionnement normal

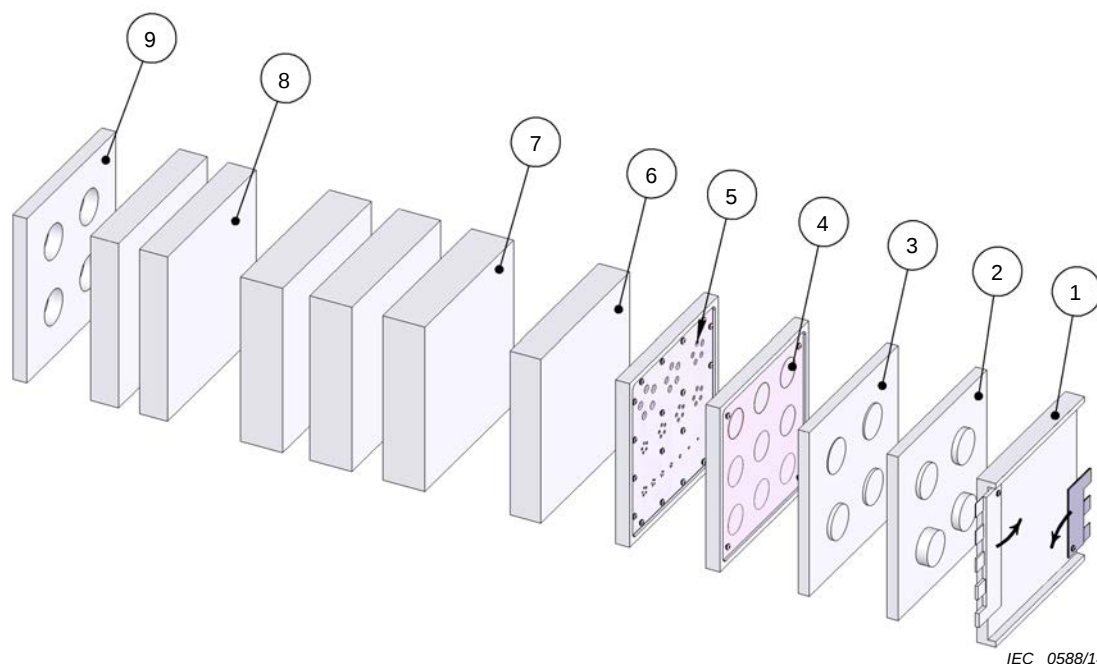
Si le système est conçu pour fonctionner dans des conditions d'environnement extrêmes en dehors des plages spécifiées dans le Tableau 3, il convient d'effectuer d'autres essais pour démontrer que les performances de la fonction d'imagerie reportées pour les conditions normalisées d'essai restent identiques à la limite de température basse/humidité basse et à la limite de température haute/humidité haute de la plage prévue.

Les valeurs de la température, de l'humidité relative et de la pression atmosphérique doivent être enregistrées au moment de l'essai (voir, par exemple, Annexe B). Les conditions d'environnement indiquées au Tableau 3 prévalent sur les autres conditions d'environnement décrites dans les normes de référence.

Annexe A (normative)

Dessins techniques des objets d'essai

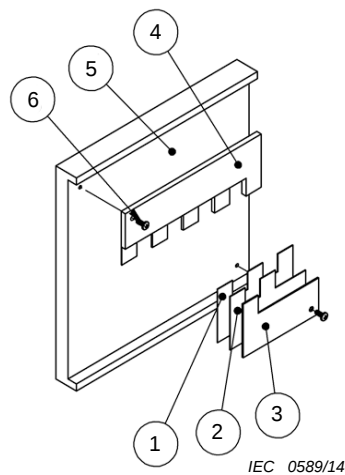
La présente Annexe contient un ensemble complet de dessins techniques relatifs aux objets d'essai spécifiés dans la présente norme; elle est dite normative dans le sens où elle reflète les exigences de la présente norme. L'utilisation d'autres mises en œuvre des objets d'essai qui diffèrent de ces dessins, mais continuent à respecter les spécifications de dimensions et de matériaux de la présente norme est permise. Sauf spécification contraire, les dimensions sont exprimées en mm. Tolérances: angulaires: $\pm 0,5^\circ$; $X/.x \pm 0,3$ mm; $0,xx \pm 0,15$ mm.



Légende

1	détection de matière dans l'air	Figures A.2 à A.7	Quantité 1
2	détection de matière sur le corps 1	Figure A.8	Quantité 1
3	détection de matière sur le corps 2	Figure A.9	Quantité 1
4	essai de détection de fil	Figures A.10 à A.12	Quantité 1
5	résolution spatiale	Figures A.13 à A.16	Quantité 1
6	fantôme corps, 55 mm d'épaisseur	Figure A.17	Quantité 1
7	fantôme corps, 75 mm d'épaisseur	Figure A.18	Quantité 3
8	essai de pénétration, 50 mm d'épaisseur	Figure A.19	Quantité 2
9	cale d'épaisseur	Figure A.20	Quantité 1

Figure A.1 – Composants du fantôme d'essai



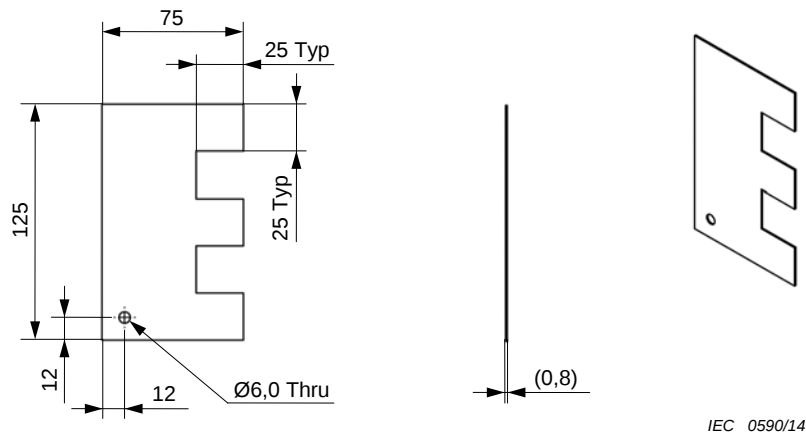
Légende

1	peigne en métal, trois dents	Quantité 1
2	peigne en métal, deux dents	Quantité 1
3	peigne en métal, une dent	Quantité 1
4	peigne en plastique, cinq dents	Quantité 1
5	tôle de montage pour les peignes	Quantité 1
6	Vis cruciforme, M5 × 12, acier inoxydable 18-8	Quantité 2

NOTE 1 Pour obtenir des spécifications détaillées sur les matériaux, se reporter à 4.7.2.

NOTE 2 Pour plus de détails, se reporter aux Figures A.3 à A.7.

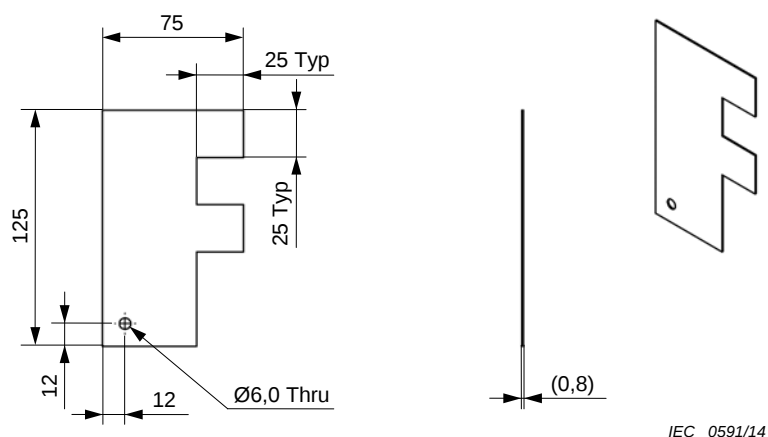
Figure A.2 – Fantôme d'essai de détection de matière dans l'air



NOTE 1 Cette pièce est fabriquée en acier inoxydable (alliage SST-304 ou équivalent).

NOTE 2 Toutes les dimensions sont exprimées en mm. Tolérances: angulaires: $\pm 0,5^\circ$; $X/x \pm 0,3$ mm; $0,xx \pm 0,15$ mm.

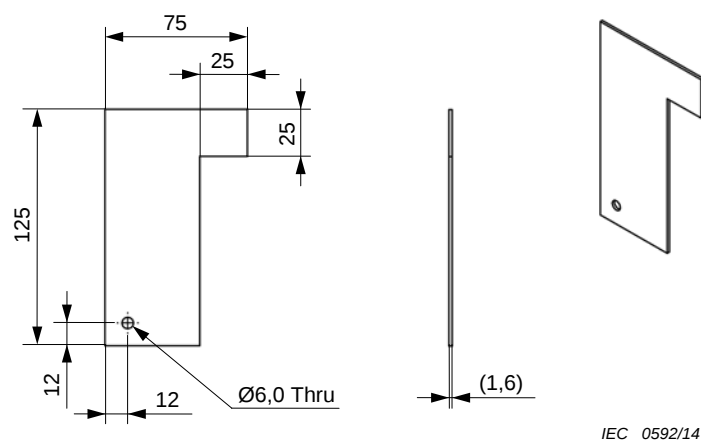
Figure A.3 – Sous-ensemble du fantôme d'essai de détection de matière dans l'air (Figure A.2), peigne en métal, trois dents



NOTE 1 Cette pièce est fabriquée en acier inoxydable (alliage SST-304 ou équivalent).

NOTE 2 Toutes les dimensions sont exprimées en mm. Tolérances: angulaires: $\pm 0,5^\circ$; $X/.x \pm 0,3$ mm; $0,xx \pm 0,15$ mm.

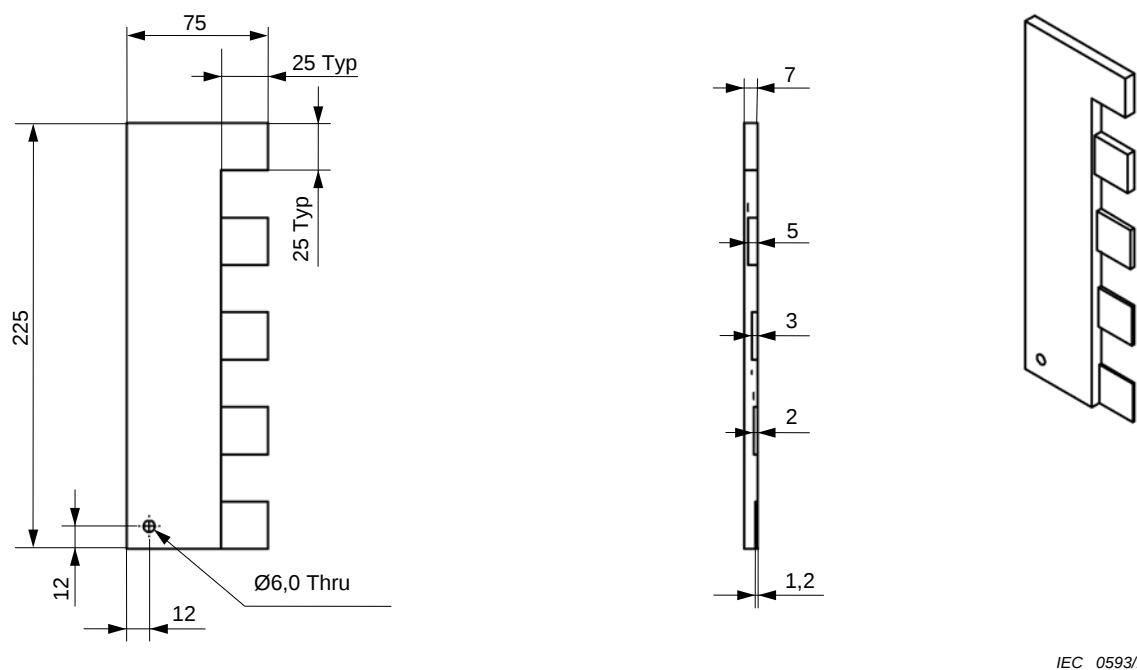
Figure A.4 – Sous-ensemble du fantôme d'essai de détection de matière dans l'air (Figure A.2), peigne en métal, deux dents



NOTE 1 Cette pièce est fabriquée en acier inoxydable (alliage SST-304 ou équivalent).

NOTE 2 Toutes les dimensions sont exprimées en mm. Tolérances: angulaires: $\pm 0,5^\circ$; $X/.x \pm 0,3$ mm; $0,xx \pm 0,15$ mm.

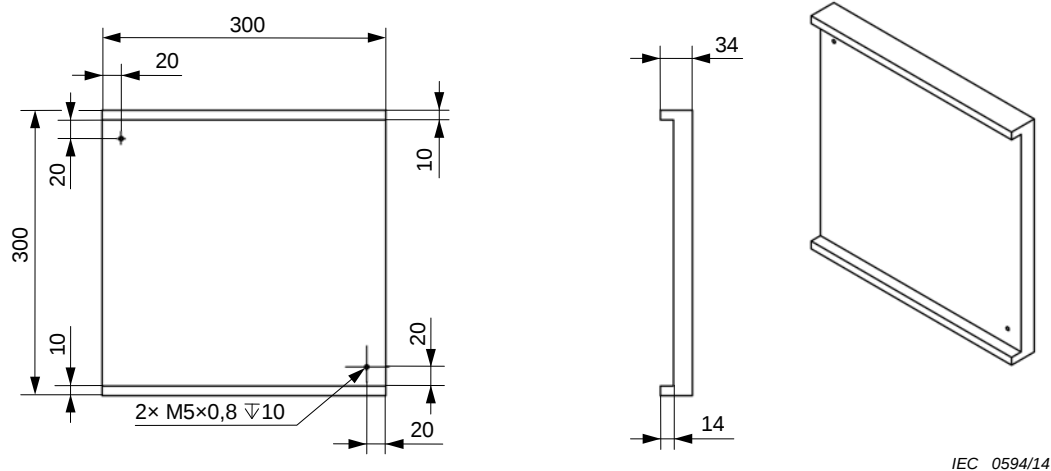
Figure A.5 – Sous-ensemble du fantôme d'essai de détection de matière dans l'air (Figure A.2), peigne en métal, une dent



NOTE 1 Cette pièce est fabriquée en acier inoxydable (alliage SST-304 ou équivalent).

NOTE 2 Toutes les dimensions sont exprimées en mm. Tolérances: angulaires: $\pm 0,5^\circ$; $X/x \pm 0,3$ mm; $0,xx \pm 0,15$ mm.

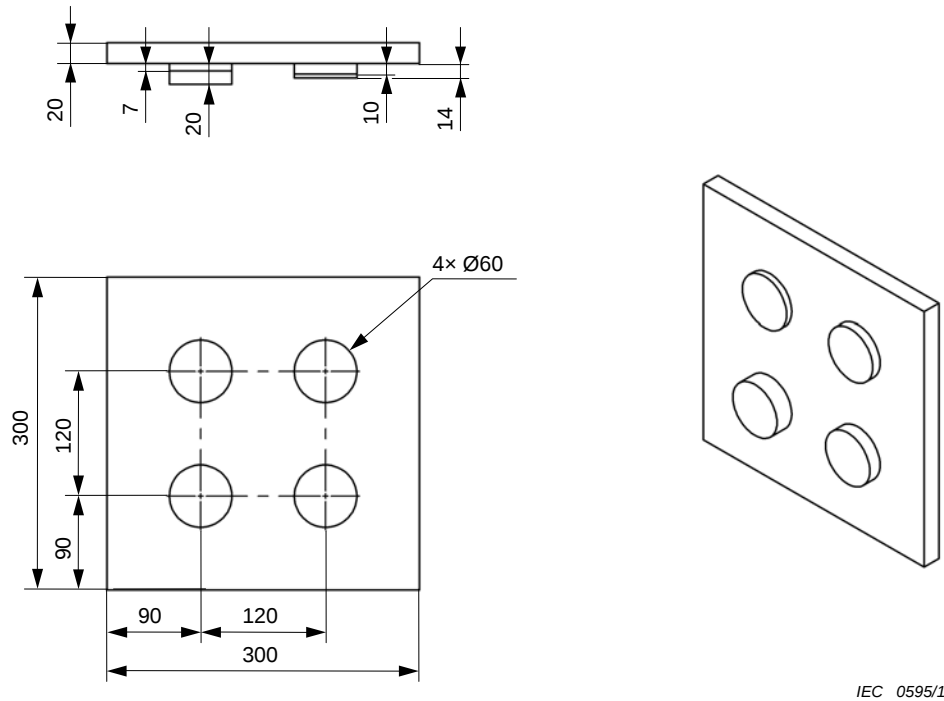
Figure A.6 – Sous-ensemble du fantôme d'essai de détection de matière dans l'air (Figure A.2), peigne en plastique



NOTE 1 Cette pièce est fabriquée en acier inoxydable (alliage SST-304 ou équivalent).

NOTE 2 Toutes les dimensions sont exprimées en mm. Tolérances: angulaires: $\pm 0,5^\circ$; $X/x \pm 0,3$ mm; $0,xx \pm 0,15$ mm.

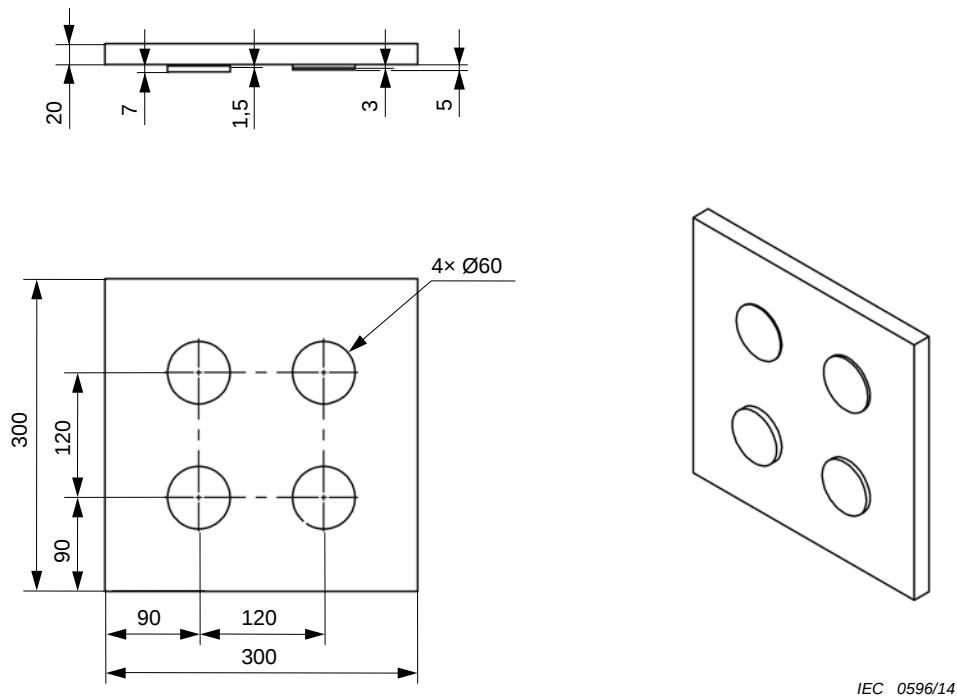
Figure A.7 – Sous-ensemble du fantôme d'essai de détection de matière dans l'air (Figure A.2), tôle de montage



NOTE 1 Cette pièce est fabriquée en PEHD.

NOTE 2 Toutes les dimensions sont exprimées en mm. Tolérances: angulaires: $\pm 0,5^\circ$; X/.x $\pm 0,3$ mm; 0,xx $\pm 0,15$ mm.

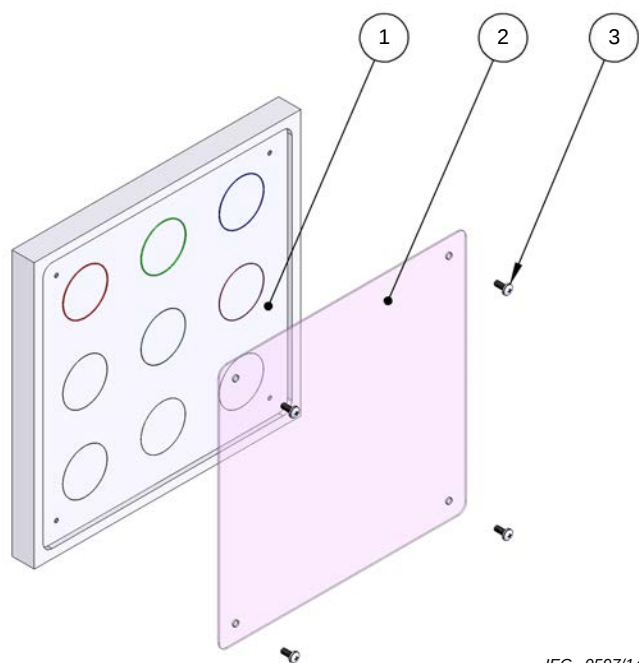
Figure A.8 – Détection de matière sur le corps 1



NOTE 1 Cette pièce est fabriquée en PEHD.

NOTE 2 Toutes les dimensions sont exprimées en mm. Tolérances: angulaires: $\pm 0,5^\circ$; X/.x $\pm 0,3$ mm; 0,xx $\pm 0,15$ mm.

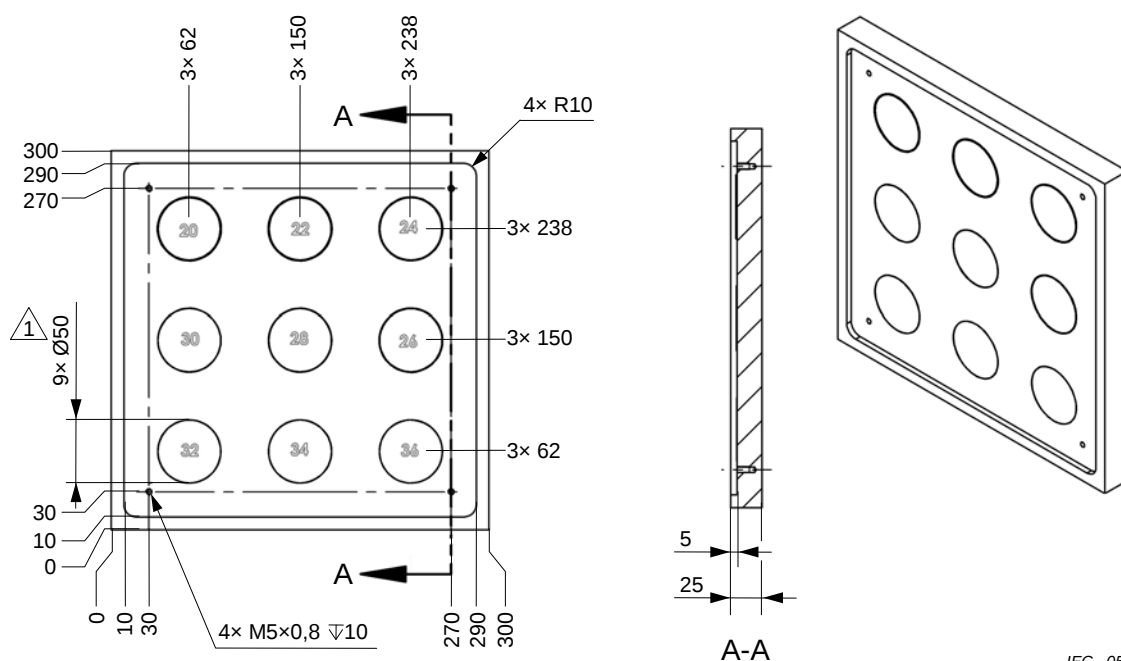
Figure A.9 – Détection de matière sur le corps 2



IEC 0597/14

Légende

- 1 base (voir Figure A.11)
- 2 couvercle (voir Figure A.12)
- 3 vis

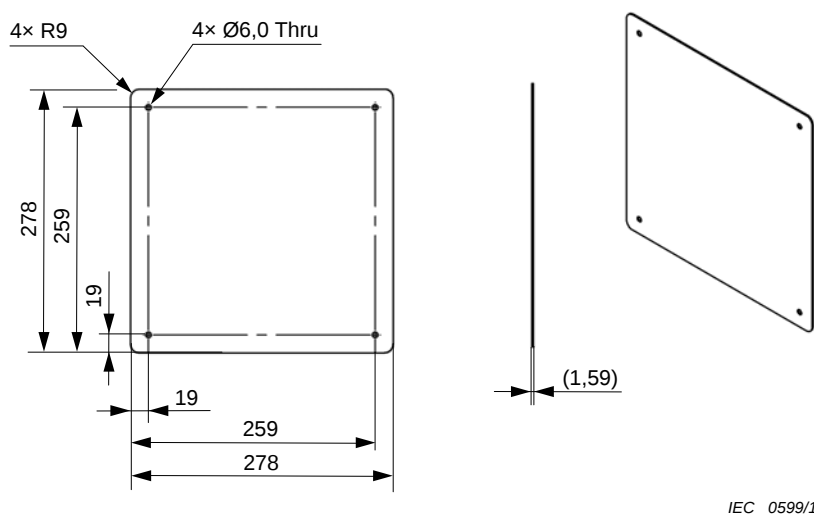
Figure A.10 – Fantôme d'essai de détection de fil

IEC 0598/14

NOTE 1 La base est fabriquée en plastique PEHD. Les épaisseurs des fils de cuivre sont indiquées dans le Tableau 1.

NOTE 2 Toutes les dimensions sont exprimées en mm. Tolérances: angulaires: $\pm 0,5^\circ$; X/.x $\pm 0,3$; 0,xx $\pm 0,15$.

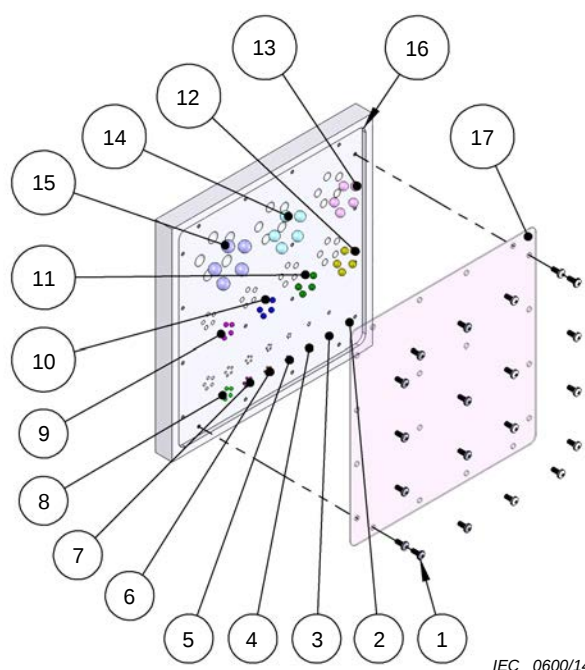
Figure A.11 – Sous-ensemble du fantôme d'essai de détection de fil (Figure A.10), base de montage



NOTE 1 Cette pièce est fabriquée en plastique polycarbonate transparent.

NOTE 2 Toutes les dimensions sont exprimées en mm. Tolérances: angulaires: $\pm 0,5^\circ$; X/.x $\pm 0,3$; 0,xx $\pm 0,15$.

Figure A.12 – Sous-ensemble du fantôme d'essai de détection de fil (Figure A.10), couvercle



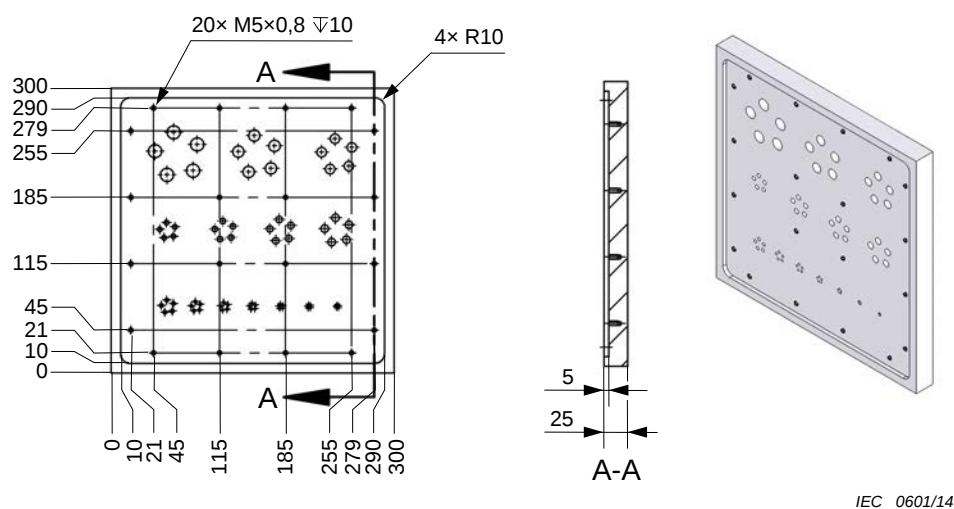
Légende

- 1) vis cruciformes, M5 $\times$ 12, nylon, quantité 20
- 2) roulement à billes en acier, diamètre 1,0 mm, quantité 5
- 3) roulement à billes en acier, diamètre 1,2 mm, quantité 5
- 4) roulement à billes en acier, diamètre 1,5 mm, quantité 5
- 5) roulement à billes en acier, diamètre 2,0 mm, quantité 5
- 6) roulement à billes en acier, diamètre 2,5 mm, quantité 5
- 7) roulement à billes en acier, diamètre 3,0 mm, quantité 5
- 8) roulement à billes en acier, diamètre 4,0 mm, quantité 5
- 9) roulement à billes en acier, diamètre 5,0 mm, quantité 5
- 10) roulement à billes en acier, diamètre 6,0 mm, quantité 5

- 11) roulement à billes en acier, diamètre 7,0 mm, quantité 5
- 12) roulement à billes en acier, diamètre 8,0 mm, quantité 5
- 13) roulement à billes en acier, diamètre 10,0 mm, quantité 5
- 14) roulement à billes en acier, diamètre 12,0 mm, quantité 5
- 15) roulement à billes en acier, diamètre 14,0 mm, quantité 5
- 16) base, essai de résolution, quantité 1
- 17) couvercle, essai de résolution, quantité 1

NOTE Pour plus de détails, se reporter aux Figures A.14 à A.16.

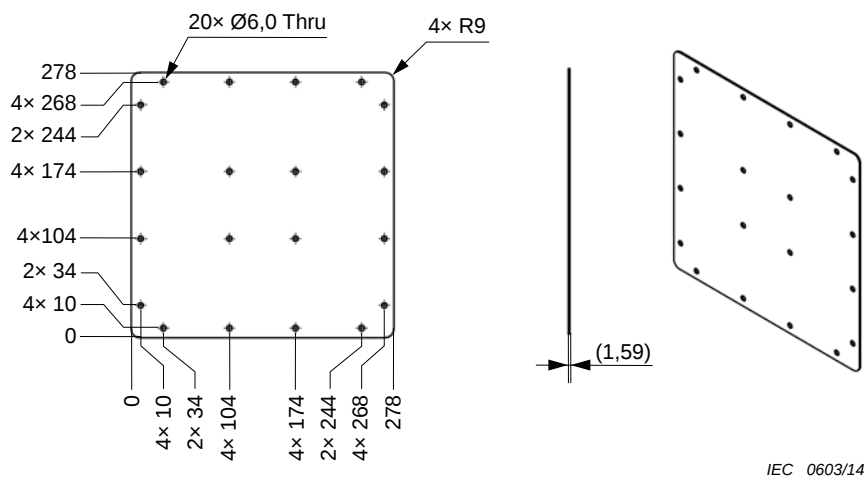
Figure A.13 – Fantôme d'essai de résolution spatiale



NOTE 1 Cette pièce est fabriquée en plastique PEHD.

NOTE 2 Toutes les dimensions sont exprimées en mm. Tolérances: angulaires: $\pm 0,5^\circ$; $X/.x \pm 0,3$; $0,xx \pm 0,15$.

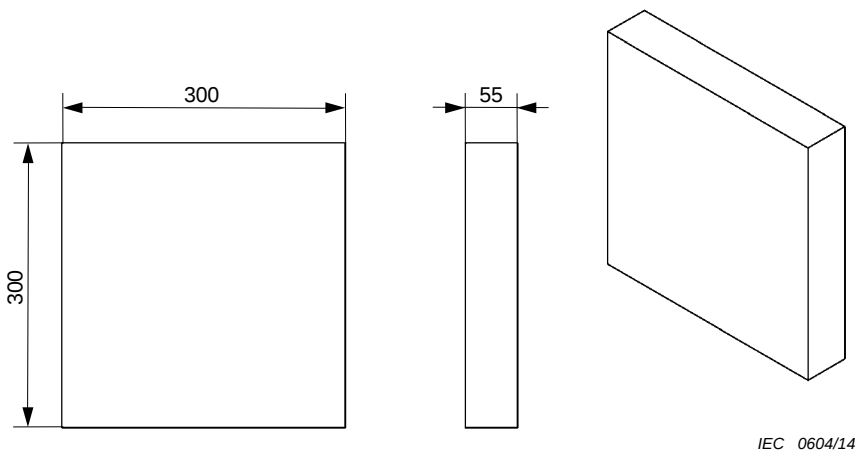
Figure A.14 – Sous-ensemble du fantôme d'essai de résolution spatiale (Figure A.13), base de montage



NOTE 1 Cette pièce est fabriquée en plastique polycarbonate transparent.

NOTE 2 Toutes les dimensions sont exprimées en mm. Tolérances: angulaires: $\pm 0,5^\circ$; X/.x $\pm 0,3$; 0,xx $\pm 0,15$.

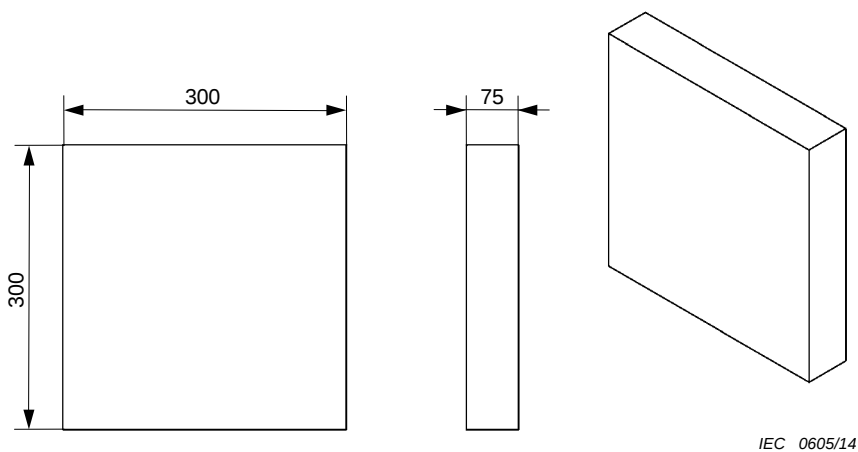
Figure A.16 – Sous-ensemble du fantôme d'essai de résolution spatiale (Figure A.13), couvercle



NOTE 1 Cette pièce est fabriquée en plastique PEHD.

NOTE 2 Toutes les dimensions sont exprimées en mm. Tolérances: angulaires: $\pm 0,5^\circ$; X/.x $\pm 0,3$; 0,xx $\pm 0,15$.

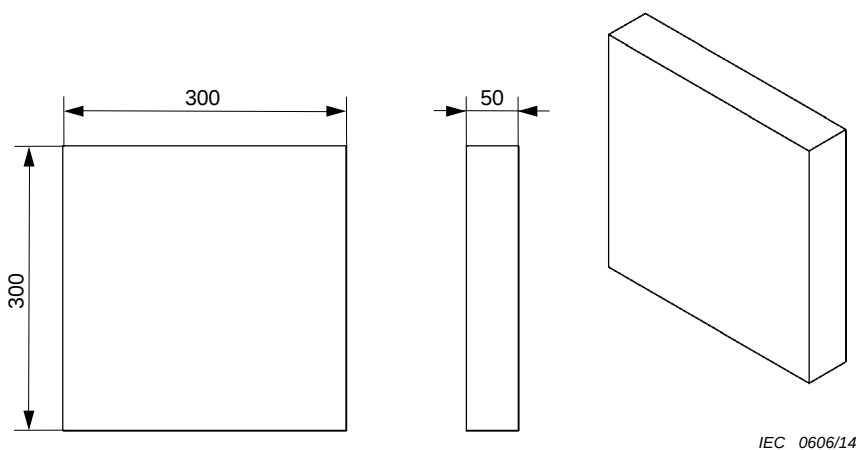
Figure A.17 – Fantôme corps, 55 mm d'épaisseur



NOTE 1 Cette pièce est fabriquée en plastique PEHD.

NOTE 2 Toutes les dimensions sont exprimées en mm. Tolérances: angulaires: $\pm 0,5^\circ$; $X/.x \pm 0,3$; $0,xx \pm 0,15$.

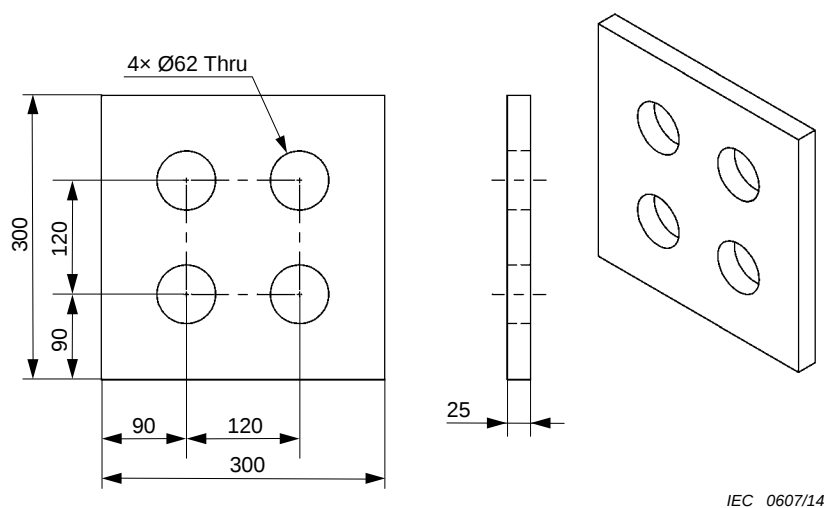
Figure A.18 – Fantôme corps, 75 mm d'épaisseur



NOTE 1 Cette pièce est fabriquée en plastique PEHD.

NOTE 2 Toutes les dimensions sont exprimées en mm. Tolérances: angulaires: $\pm 0,5^\circ$; $X/.x \pm 0,3$; $0,xx \pm 0,15$.

Figure A.19 – Fantôme corps, 50 mm d'épaisseur



NOTE 1 Cette pièce est fabriquée en plastique PEHD.

NOTE 2 Toutes les dimensions sont exprimées en mm. Tolérances: angulaires: $\pm 0,5^\circ$; X/.x $\pm 0,3$; 0,xx $\pm 0,15$.

Figure A.20 – Cale d'épaisseur

Annexe B (informative)

Exemple de formulaire de rapport

Les pages suivantes contiennent un exemple de formulaire à utiliser pour la consignation des résultats de l'essai de la fonction d'imagerie.

Rapport d'essai de la fonction d'imagerie du scanner corporel CEI 62709

N° de réf. doc: _____, Page 1 sur 2

Personne(s) effectuant l'essai:	Lieu:	Date/Heure:
Fabricant du système:	Modèle/Type:	N° de série:
Température ambiante:	Humidité relative:	Pression atmosphérique:
N° ID du fantôme corps:		
N° ID des objets d'essai:		
Réglages machine (y compris l'ensemble des réglages de contrôle opérateur nécessaires pour reproduire cet essai; par exemple: kV, mA, vitesse de balayage, filtration, mode, version du logiciel):		
Autres conditions d'essai:		
Positionnement de l'objet d'essai		
L'objet d'essai se trouve-t-il à l'emplacement de référence (RL)? ☐ Oui ☐ Non		
Pour les systèmes de transmission: objet d'essai positionné ☐ en face de la source ☐ à l'opposé de la source		
Distance par rapport à la surface de sortie de faisceau:		
S'il ne se trouve pas à l'emplacement de référence:		
Position latérale _____ ☐ à gauche de l'emplacement de référence ☐ à droite de l'emplacement de référence		
Hauteur _____		
Systèmes de transmission uniquement: objets d'essai positionnés à côté du fantôme ☐ le plus près ☐ le plus loin de la source de rayonnement.		
Autres objets du champ de vision	Distance et emplacement	

Rapport d'essai de la fonction d'imagerie du scanner corporel CEI 62709

N° de réf. doc: _____, Page 2 sur 2

Essai		Outils de traitement d'image et réglages utilisés				
1. Résolution spatiale						
2. Détection de fil						
3. Détection de matière sur le corps						
4. Détection de matière dans l'air						
5. Pénétration						
Essai	Description	Exigence minimale			Résultats des essais	Réussite (✓)
		Corps entier	Partie du corps	Vision large		
1	Résolution spatiale: plus petit diamètre de sphère résolu	6 mm	2,5 mm	14 mm		
2	Détection de fil: plus petit fil détecté	0,51 mm	0,32 mm	RU ^c		
3	Détection de matière sur le corps: disque le plus fin distingué	5 mm	5 mm	RU		
4	Détection de matière dans l'air: plus petite épaisseur de plastique distinguée	3 mm	2 mm	RU		
	plus petite épaisseur de métal distinguée	1,6 mm	0,8 mm	RU		
5	Essai de pénétration (systèmes de transmission uniquement):					
	1) à travers dispositif en PEHD de 350 mm ^a					
	plus petit diamètre de sphère résolu	RU	RU	RU		
	plus petit fil détecté	RU	RU	RU		
	2) à travers dispositif en PEHD de 400 mm ^b					
	plus petit diamètre de sphère résolu	RU	RU	RU		
	plus petit fil détecté	RU	RU	RU		
Liste des fixations:						
Notes:						
Les essais d'évaluation d'image ci-dessus ont été effectués conformément à la CEI 62709.						
						Signature
^a Fantôme corps plus dispositif en PEHD de 50 mm ^b Fantôme corps plus dispositif en PEHD de 100 mm ^c Reporter le résultat uniquement (RU)						

Annexe C (informative)

Mesure de la résolution d'image à l'aide du pentalithe

C.1 Généralités

Une variété de méthodes est disponible pour mesurer la résolution spatiale des images, notamment la fonction MTF et la réponse de bord. Ces méthodes sont utilisées depuis un siècle dans les applications analogiques telles que l'optique et la photographie argentique. Les systèmes d'imagerie numérique se sont démocratisés au cours des 30 dernières années et ces mêmes techniques sont souvent utilisées pour caractériser leurs performances. Néanmoins, les images numériques possèdent un attribut qui peut compliquer l'utilisation de ces anciennes méthodes: la maille d'échantillonnage rectangulaire. La présente Annexe propose une nouvelle méthode de mesure de la résolution spatiale des images numériques qui résout ce problème, ainsi que les autres problèmes associés: le pentalithe. Cette technique est une méthode générale dont le domaine d'application s'étend à une large gamme de systèmes d'imagerie numérique.

C.2 Stratégie

Le principe directeur de cette approche peut être énoncé ainsi:

Un système d'imagerie possède une résolution spatiale D , s'il peut résoudre deux cercles de diamètre D , séparés par une distance D , quel que soit le positionnement du cercle sur la maille d'échantillonnage.

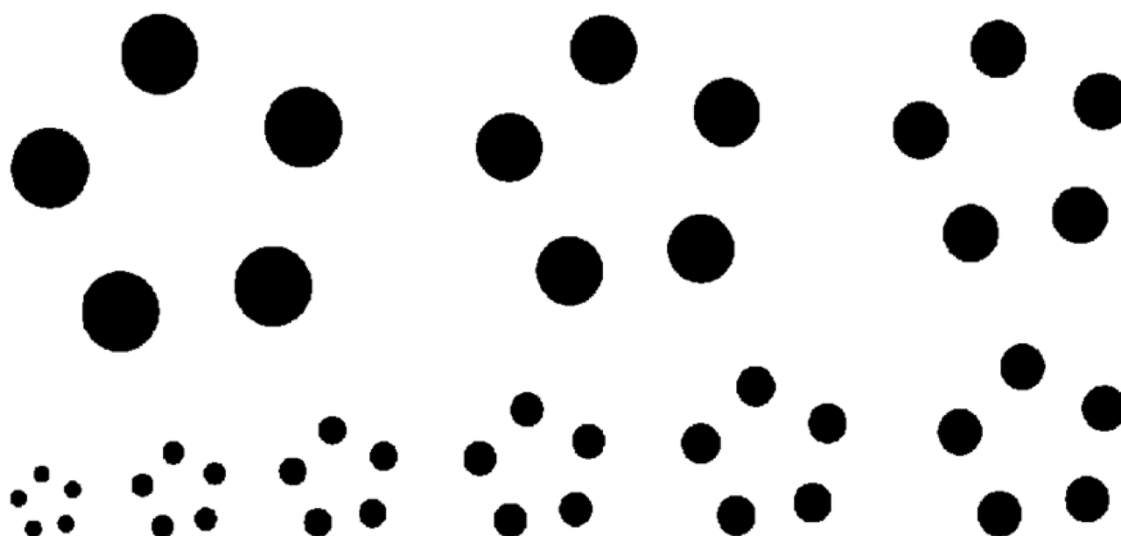
Ce principe tient compte de chacun des trois problèmes inhérents à la résolution spatiale:

- Flou analogique, par exemple l'aberration dans les systèmes optiques, le flou de point focal dans les appareils à rayons X et la taille de la zone d'éclairage dans les applications de balayage.
- Taille de la maille d'échantillonnage, autrement dit l'espacement entre les pixels. Cela représente principalement les informations perdues lorsqu'une image analogique est convertie en image numérique.
- Rapport signal/bruit.

L'aptitude à détecter de petits objets dans une image numérique requiert un certain niveau de performances dans ces trois domaines; néanmoins, l'interaction entre ces trois paramètres peut être relativement complexe. D'un point de vue ingénierie, il est généralement important de comprendre chaque paramètre indépendamment des autres. Par exemple, les méthodes MTF et de réponse de bord ne tiennent pas compte du rapport signal/bruit. L'approche basée sur le pentalithe combine ces trois facteurs dans une même mesure, ce qui la rend particulièrement utile pour des tâches comme le contrôle qualité et la comparaison de systèmes différents. Toutefois, les informations combinées fournies par le pentalithe ne sont clairement pas suffisantes pour toutes les tâches d'ingénierie.

C.3 Description du pentalithe

Le nom pentalithe signifie cinq pierres en grec. La Figure C.1 illustre la construction dimensionnelle du modèle de pentalithe de base. Cinq cercles noirs ou éléments (pierres), chacun d'un diamètre d'une unité, sont placés autour d'un cercle d'un rayon de 1,7013 unités. Du fait de cette forme géométrique, l'espacement centre à centre entre les cercles adjacents correspond à une distance de deux unités. Le positionnement des cercles autour du cercle est légèrement arrondi pour empêcher que deux cercles ne s'alignent verticalement ou horizontalement.

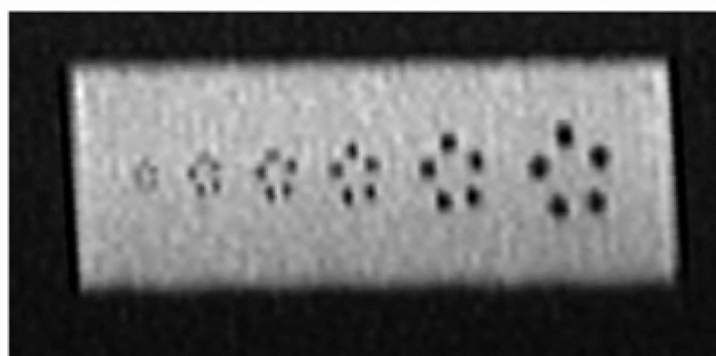
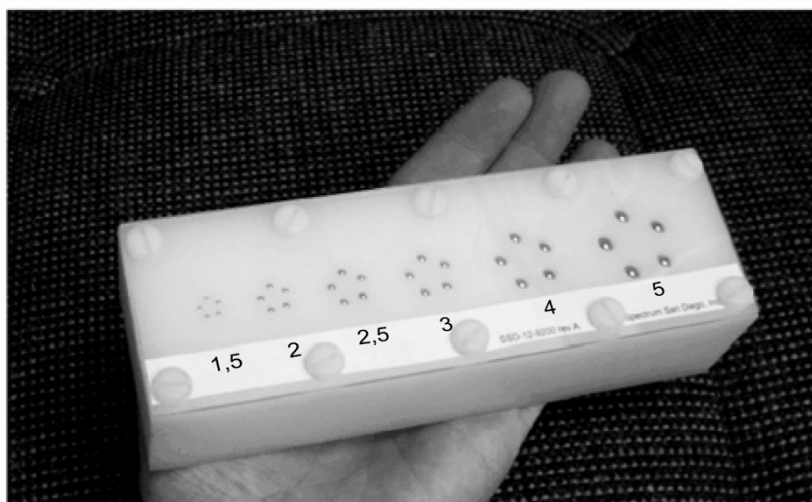


IEC 0610/14

NOTE 1 Les tailles de cercles sont de 14, 12, 10, 8, 7, 6, 5, 4 et 3 unités.

NOTE 2 Les cercles noirs sur fond blanc fournissent le contraste maximal pour cette application spécifique.

Figure C.3 – Exemple de fantôme d'essai pentalithe adapté aux mesures optiques



IEC 0611/14

NOTE Les sphères en métal montées dans un fond en plastique fournissent le contraste maximal pour cette application spécifique. L'image inférieure a été acquise avec un système d'imagerie à rayons X rétrodiffusés.

Figure C.4 – Exemple de fantôme d'essai pentalithe adapté aux systèmes d'imagerie à rayons X

C.4 Critère de réussite/d'échec

Un essai pentallithe réussit le critère de détection uniquement si l'ensemble des cinq éléments sont observables et résolus isolément. Dans de nombreux cas, cela peut être déterminé par une simple inspection de l'image d'échelle de gris, l'opérateur étant autorisé à régler la luminosité et le contraste selon les besoins. Toutefois, un critère de réussite/d'échec d'objectif est disponible en fonction du seuillage de l'image. Cela peut être mis en œuvre en ajustant le réglage de contraste numérique au maximum, puis en augmentant le réglage de luminosité tout en observant l'image.

La Figure C.5 en est un exemple. La Figure C.5.A représente une image d'échelle de gris des quatre modèles de pentallithe, avec des tailles d'élément de 3,0 mm, 2,5 mm, 2,0 mm et 1,5 mm. Dans la Figure C.5.B, le contraste a été réglé au maximum tandis que la luminosité a été réglée à un niveau relativement bas. Les Figures C, D et E illustrent l'effet de l'approche consistant à augmenter successivement le réglage de luminosité (ce qui revient à augmenter le niveau de seuil).

Les cinq éléments du pentallithe de 3 mm sont détectés et résolus isolément dans chacune des cinq images, A à E.

Le pentallithe de 2,5 mm est détecté et résolu uniquement dans les images C et D. Dans l'image B, seuls quatre éléments sont détectés. Dans l'image E, deux des éléments sont reliés à un même objet. Autrement dit, ils n'ont pas été résolus en tant qu'objets distincts.

De la même manière, les éléments de 2 mm sont détectés et résolus dans l'image C, mais pas dans les images B, D ni E. Il convient de prêter attention au modèle de 2 mm dans l'image D; deux des éléments sont reliés par une diagonale de pixels. Les pixels se touchant diagonalement sont considérés comme étant reliés lors de l'évaluation du pentallithe.

Enfin, le pentallithe de 1,5 mm ne restitue pas cinq éléments distincts quel que le soit le paramètre de seuil utilisé. Étant donné qu'il existe un paramètre de seuil où le modèle de 2 mm est détecté et résolu, mais pas pour le modèle de 1,5 mm, la résolution spatiale de cette image est classifiée entre 1,5 mm et 2,0 mm.

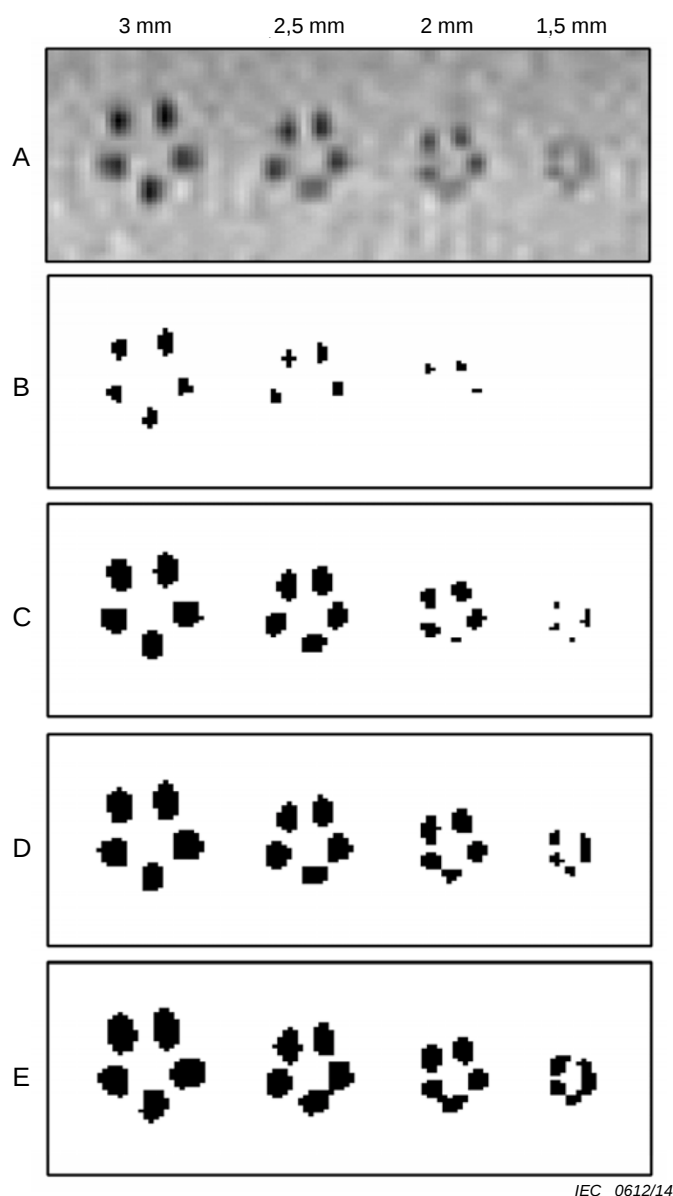


Figure C.5 – Exemple d'utilisation du seuillage d'image comme critère de réussite/d'échec d'objectif

C.5 Répétabilité

Pour estimer la répétabilité des résultats, l'exemple ci-dessus a été répété 16 fois avec un repositionnement aléatoire du fantôme d'essai entre les balayages. Le pentalithe de 2 mm a été détecté et résolu pendant les 16 balayages. Toutefois, le pentalithe d'1,5 mm n'a pas été détecté ni résolu au cours des 16 balayages. En d'autres termes, la répétabilité des mesures en utilisant cette méthode est meilleure par rapport à l'espacement entre les deux pentalithes. Autrement dit, la répétabilité de ces mesures est meilleure que $\pm 15\%$ (c'est-à-dire $\pm 100\% \times 0,25 \text{ mm} / 1,75 \text{ mm}$). Cela est d'autant plus significatif si l'on considère que ce système possède un bruit d'image relativement élevé, avec un coefficient de variation d'environ 5 %. Les systèmes possédant un bruit d'image inférieur sont susceptibles d'avoir une répétabilité encore meilleure avec ce pentalithe.

Annexe D (informative)

Comparaison des systèmes d'imagerie corps entier

Une variété de méthodes a été mise en œuvre pour utiliser les rayons X afin de contrôler des individus vis-à-vis de la sûreté et de la sécurité locale. Les différents types de systèmes qui existent actuellement sont décrits dans la présente Annexe. Certains systèmes d'imagerie corps entier disponibles dans le commerce combinent également plusieurs de ces méthodes dans un système de contrôle.

L'image radiographique par "transmission" ou "projection" classique est formée en faisant passer des rayons X à travers un objet afin de créer un ombrogramme, qui est le résultat de l'affaiblissement différentiel dû aux variations de composition, de densité et d'épaisseur de chaque partie de l'objet/la personne dans le rayon du faisceau de rayons X. Dans la plupart des mises en œuvre, la source de rayons X produit un faisceau vertical qui traverse l'objet inspecté et est enregistrée par un détecteur solide linéaire (une ligne de pixels) pendant que la source et le détecteur sont convertis sur toute la hauteur d'un individu. La résolution de l'image produite est généralement déterminée par la taille des pixels du détecteur.

Par contre, les systèmes à rétrodiffusion et/ou à prodiffusion utilisent un "point de mesure mobile" de rayons X ainsi que des détecteurs intégrateurs grande surface. Un petit point de mesure est balayé sur un individu et le signal de dispersion collecté généré par ces détecteurs est brièvement intégré et assigné à une valeur de pixel dans une image correspondant à l'emplacement transitoire du point de mesure mobile. Dans cette modalité, la résolution d'image est essentiellement déterminée par la taille du point de mesure mobile.

Il convient de noter que les différentes modalités sont généralement destinées à détecter des menaces ou des anomalies à différents endroits du corps humain. Comme indiqué au Tableau D.1, les systèmes à rétrodiffusion sont conçus pour détecter des objets dissimulés sur le corps; les systèmes à prodiffusion sur les côtés du corps; et les systèmes de transmission à l'intérieur du corps. Il est également noté que des rayonnements primaires sont enregistrés dans une image de prodiffusion, et que des rayonnements diffusés sont toujours présents dans une image de projection. Enfin, nous notons que, lorsque les systèmes à prodiffusion ont été introduits, ils étaient parfois appelés "systèmes de transmission". Étant donné qu'ils ne partagent pas la même méthodologie d'imagerie ni la même intention, nous avons introduit le terme "prodiffusion" dans la présente norme.

Tableau D.1 – Comparaison des systèmes d'imagerie corps entier dans le cadre du contrôle de sécurité

Type de système	Détection de rayonnement primaire	Méthode d'imagerie	Type de rayonnement utilisé pour former l'image	Sites de sécurité
Rétrodiffusion	objets sur le corps	point de mesure mobile; détecteurs non imageants grande surface	rétrodiffusion	aviation; points de contrôle militaires
Prodiffusion	objets à côté du corps	point de mesure mobile; détecteurs non imageants grande surface	prodiffusion (et certains rayonnements primaires)	aviation; points de contrôle militaires
Transmission	objets dissimulés à l'intérieur du corps	imagerie par projection avec détecteurs à petits pixels	primaire (et certains rayonnements diffusés)	trafic de contrebande; mines, prisons

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