

## PRE-RELEASE VERSION (FDIS)



---

**Radiation protection instrumentation –  
Measuring the imaging performance of X-ray computed tomography (CT)  
security-screening systems**

**Instrumentation pour la radioprotection –  
Mesure des performances d'imagerie des systèmes de contrôle de sécurité  
utilisant la tomographie par ordinateur (CT) à rayons X**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

---

ICS 13.280

**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.**



## FINAL DRAFT INTERNATIONAL STANDARD (FDIS)

PROJECT NUMBER: <b>IEC 62945 ED1</b>	
DATE OF CIRCULATION: <b>2018-06-01</b>	CLOSING DATE FOR VOTING: <b>2018-07-13</b>
SUPERSEDES DOCUMENTS: <b>45B/861/CDV, 45B/900/RVC</b>	

IEC SC 45B : RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION	
SECRETARIAT: France	SECRETARY: Mr Miroslav Voytchev
OF INTEREST TO THE FOLLOWING COMMITTEES:	HORIZONTAL STANDARD: <input type="checkbox"/>
FUNCTIONS CONCERNED: <input type="checkbox"/> EMC <input type="checkbox"/> ENVIRONMENT <input type="checkbox"/> QUALITY ASSURANCE <input type="checkbox"/> SAFETY	
<input type="checkbox"/> SUBMITTED FOR CENELEC PARALLEL VOTING	<input checked="" type="checkbox"/> NOT SUBMITTED FOR CENELEC PARALLEL VOTING

This document is a draft distributed for approval. It may not be referred to as an International Standard until published as such. In addition to their evaluation as being acceptable for industrial, technological, commercial and user purposes, Final Draft International Standards may on occasion have to be considered in the light of their potential to become standards to which reference may be made in national regulations.

Recipients of this document are invited to submit, with their comments, notification of any relevant patent rights of which they are aware and to provide supporting documentation.

TITLE:  
**Radiation protection instrumentation – Measuring the imaging performance of X-ray computed tomography (CT) security-screening systems**

PROPOSED STABILITY DATE: 2022

NOTE FROM TC/SC OFFICERS:

## CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references .....	9
3 Terms and definitions, abbreviated terms, quantities and units .....	9
3.1 Terms and definitions.....	9
3.2 Abbreviated terms.....	12
3.3 Quantities and units .....	12
4 Imaging performance evaluation procedures.....	12
4.1 General test performance requirements .....	12
4.2 Description of test articles.....	13
4.3 Manually recorded data.....	16
4.3.1 Purpose.....	16
4.3.2 System data .....	16
4.3.3 Evaluation environment data.....	18
4.3.4 Comments .....	18
4.3.5 Deviations from specified methods .....	18
4.3.6 Presentation of results.....	19
4.4 Object length accuracy .....	20
4.4.1 Purpose.....	20
4.4.2 Test object description.....	21
4.4.3 Test method .....	21
4.4.4 Presentation of results.....	23
4.5 Path-length CT value and $Z_{\text{eff}}$ .....	24
4.5.1 Purpose.....	24
4.5.2 Test object description.....	24
4.5.3 Test method .....	25
4.5.4 Presentation of results.....	26
4.6 Noise equivalent quanta (NEQ).....	26
4.6.1 Purpose.....	26
4.6.2 Test object description.....	27
4.6.3 Test method .....	27
4.6.4 Presentation of results.....	29
4.7 CT value consistency.....	30
4.7.1 Purpose.....	30
4.7.2 Test object description.....	30
4.7.3 Test method .....	30
4.7.4 Presentation of results.....	30
4.8 CT value uniformity and x-ray energy spectrum consistency .....	30
4.8.1 Purpose.....	30
4.8.2 Test object description.....	31
4.8.3 Test method .....	31
4.8.4 Presentation of results.....	32
4.9 Streak artifacts .....	33
4.9.1 Purpose.....	33
4.9.2 Test object description.....	33

4.9.3	Test method .....	33
4.9.4	Presentation of results .....	34
4.10	Slice sensitivity profile (SSP) .....	35
4.10.1	Purpose .....	35
4.10.2	Test object description .....	35
4.10.3	Test method .....	35
4.10.4	Presentation of results .....	36
4.11	Image registration .....	36
4.11.1	Purpose .....	36
4.11.2	Test object description .....	36
4.11.3	Test method .....	37
4.11.4	Presentation of results .....	40
5	Environmental requirements .....	40
Annex A	(normative) Detailed test article specifications and drawings .....	41
A.1	General .....	41
A.2	Commercial parts .....	41
A.3	Outer enclosure .....	41
A.4	Detailed drawings of custom components .....	42
Annex B	(informative) Example of reporting format .....	66
B.1	General .....	66
B.2	Example report .....	66
Annex C	(informative) Statistical guidance on multiple scans, summary statistics, and comparison of results .....	70
C.1	General .....	70
C.2	Scenario A: Comparing a single CT system between its baseline and candidate (revised) configuration .....	70
C.3	Scenario B: Comparing a single (candidate) system against an existing historical population of systems .....	71
Bibliography	.....	72
Figure 1	– Reference axes for testing procedures .....	13
Figure 2	– Test article A .....	14
Figure 3	– Test article B .....	15
Figure 4	– Format example for manually recorded data .....	20
Figure 5	– Object length test object .....	21
Figure 6	– Output from object length procedure when test article is submitted within angular tolerance .....	24
Figure 7	– Output from object length procedure when test article rotation is outside of angular tolerance .....	24
Figure 8	– Path-length test object .....	25
Figure 9	– Example plot of path-length test results .....	26
Figure 10	– NEQ test object .....	27
Figure 11	– Z uniformity test object and streak artifact test object .....	31
Figure 12	– Pins in test object axial slice (large circle), midpoints between neighboring pin pairs (small circles), traced line, and rectangular ROI .....	33
Figure 13	– Slanted edge test object used to measure z resolution .....	35
Figure 14	– Registration test object (not to scale) .....	37

Figure 15 – CT image of registration test object, slice plane 1 .....	38
Figure 16 – Horizontal line profile through CT slice of the registration test object.....	38
Figure 17 – Projection image of the registration test object and vertical profile through image .....	39
Figure A.1 – Assembly of Case A test article .....	43
Figure A.2 – Assembly of Case B test article .....	44
Figure A.3 – Test component sub-assembly of Case A test article (drawing 1 of 2).....	45
Figure A.4 – Test component sub-assembly, Case A test article (drawing 2 of 2).....	46
Figure A.5 – Test component sub-assembly, Case B test article (drawing 1 of 2).....	47
Figure A.6 – Test component sub-assembly, Case B test article (drawing 2 of 2).....	48
Figure A.7 – Sub-components for Case A cylinder test object .....	49
Figure A.8 – Ring sub-components for Case A cylinder test object.....	50
Figure A.9 – Pin sub-components for Case A cylinder test object (streak artifacts) .....	51
Figure A.10 – AI sub-component for image registration test object, Case A.....	52
Figure A.11 – POM sub-components for image registration test object, Case A .....	53
Figure A.12 – Cylinder test object (NEQ and CT value consistency), Case B .....	54
Figure A.13 – Object length test object, Cases A and B .....	55
Figure A.14 – Path length test object, Case A.....	56
Figure A.15 – SSP test object, Case B.....	57
Figure A.16 – Partition panel for component support, Cases A and B (drawing 1 of 4) .....	58
Figure A.17 – Partition panel for component support, Case A (drawing 2 of 4) .....	59
Figure A.18 – Partition panel for component support, Case B (drawing 3 of 4) .....	60
Figure A.19 – Partition panel for component support, Case B (drawing 4 of 4) .....	61
Figure A.20 – Component support rods, Cases A and B.....	62
Figure A.21 – Assembly washers, Cases A and B .....	63
Figure A.22 – Sub-assembly for Case A cylinder test object .....	64
Figure A.23 – Sub-assembly for Case A image registration test object.....	65
Table 1 – List of test methods and indicators measured .....	16
Table 2 – NEQ procedure results .....	29
Table 3 – CT value uniformity results .....	32
Table 4 – Streak artifact procedure results.....	34
Table 5 – SSP procedure results.....	36
Table A.1 – Commercial foils required for fabrication of CT value uniformity and x-ray energy spectrum consistency test object (4.8).....	41

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION –  
MEASURING THE IMAGING PERFORMANCE OF X-RAY  
COMPUTED TOMOGRAPHY (CT) SECURITY-SCREENING 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 62945 has been prepared by subcommittee 45B: Radiation protection instrumentation, of IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
45B/XX/FDIS	45B/XX/RVD

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

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

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific document. At this date, the document 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 document establishes standard test methods and test objects for measuring the imaging performance of x-ray computed tomography (CT) security-screening systems. The quality of data for automated analysis is the primary concern. This document does not address the system's ability to use its image data to automatically detect explosives or other threat materials, which is typically verified by an appropriate regulatory body.

Three annexes are included. Annex A (normative) provides mechanical drawings of the imaging test objects that compose the test article. A sample test report form is given in Annex B (informative). Annex C (informative) offers statistical guidance on multiple scans, summary statistics, and comparison of results. Finally, a bibliography is given (informative).



## **RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION – MEASURING THE IMAGING PERFORMANCE OF X-RAY COMPUTED TOMOGRAPHY (CT) SECURITY-SCREENING SYSTEMS**

### **1 Scope**

This document provides test methods for the evaluation of image quality of computed tomography (CT) security-screening systems. The quality of data for automated analysis is the primary concern. This document does not address the system's ability to use this image data to automatically detect explosives or other threat materials, nor is it intended for vendor-to-vendor comparisons of threat-detection performance.

Security screening systems are generally used to scan parcels, including luggage, for the presence of illicit items such as explosives, drugs, or other contraband. Many of the screening systems currently used, particularly in transportation security applications, are based on CT imaging technology. Generally, as the parcel is transported through the system, the system collects a CT image of the parcel. These data are then subjected to automated analysis to determine whether a threat may be present or the parcel is considered clear. If the automated analysis determines a threat may be present, the image is often presented to a system operator who can override the automated decision, clearing the parcel, or referring it for further processing such as opening it and manually searching for threats.

Historically, government regulators have established evaluation procedures to determine whether a system's automated detection performance is adequate for use in applications within their borders. Typically, a vendor submits a copy of their product, including their software to the regulator's facility. The regulator runs a wide variety of parcels with threats inside through the system as well as parcels without threats that represent the typical stream of commerce. Detection and false alarm rates are determined and compared against performance criteria. If the criteria are met, the system is approved for use. This testing ensures that the system is capable of meeting the required criteria, but how does one ensure that all copies of the system meet the criteria? Normal manufacturing variability, quality control issues, or aging of the equipment may degrade performance versus what was observed on the article tested by the regulator. Replicating the original test on each machine in question is impractical. Transporting the regulator's threat set to a factory site or to locations where the machines are in use presents significant security and in some cases safety concerns. This document seeks to address this issue by specifying a suite of test methods that can be carried out on site without need for hazardous materials.

The performance testing carried out by the regulators essentially evaluates the combination of the system's ability to produce an image of the parcel along with its automatic analysis of that image data to reach a decision of threat or clear. The second part of this sequence, the analysis, is implemented through software. Regulators generally require that this software be designed so as to not evolve through use. The software used at all locations in the field must perform the same as the software did at the time of evaluation by the regulator. Configuration management of such software is a well-known and straightforward art. Therefore, the real opportunity for performance variation comes from the imaging system that provides the data to the analysis software. If one can quantitatively validate that the quality of the image produced by the system in question is statistically equivalent to the image produced by the article evaluated by the regulator, one can be highly confident that the performance of the system in question is the same as what was approved by the regulator.

Purchasers of CT systems for security screening applications are generally not CT experts. Inconsistencies in methods for measuring seemingly standard image quality values (resolution, signal-to-noise, etc.) can confuse the potential user of such CT systems. Other standards exist for testing aspects of CT image quality, particularly in the medical field. This document specifies a set of methods to apply in assessing CT image quality geared towards security

screening. An application of this document would be in the factory acceptance testing of equipment. The document could be used to indicate whether the unit offered for sale produces the equivalent image quality as the unit that was tested by the cognizant regulatory agency. Since various image quality metrics can be traded off against one another and achieve similar levels of threat detection, it is generally not valid, in contrast to medical CT, to make model-to-model or manufacturer-to-manufacturer comparisons of individual test results for CT systems used for security-screening.

This document does not address image quality presented to the operator. The image quality provided to the operator is not necessarily at the same level as that used by the automated analysis. The data may be degraded before presenting to the operator to decrease resources required for rendering the image on the screen. Conversely, the data used in the automated analysis may be intentionally degraded to control the computational loading of the analysis computer. The user of this document may want to separately assess the quality of the images presented to the system's operator. A wide range of methods is available for this purpose including the use of visual line pair gauges and ASTM F792 [1].<sup>1</sup>

## 2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050-395:2014, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 395: Nuclear instrumentation: Physical phenomena, basic concepts, instruments, systems, equipment and detectors*

IEC 60050-881, *International Electrotechnical Vocabulary. Radiology and radiological physics*

ASTM E1695, *Standard Test Method for Measurement of Computed Tomography (CT) System Performance*

ASTM publications are available from the ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959, USA (<http://www.astm.org/>).

ASTM D6100, *Standard Specification for Extruded, Compression Molded and Injection Molded Polyoxymethylene Shapes (POM)*

SAE AMS 4027: *Aluminum Alloy, Sheet and Plate, 1.0Mg – 0.60Si – 0.28Cu – 0.20Cr (6061; -T6 Sheet, -T651 Plate), Solution and Precipitation Heat Treated*

SAE AMS 4117: *Aluminum Alloy, Rolled or Cold Finished Bars, Rods, and Wire and Flash Welded Rings, 1.0Mg – 0.60Si – 0.28Cu – 0.20Cr, (6061; -T6, -T651), Solution and Precipitation Heat Treated*

---

<sup>1</sup> Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	6
INTRODUCTION .....	8
1 Domaine d'application .....	9
2 Références normatives .....	10
3 Termes et définitions, termes abrégés, grandeurs et unités .....	11
3.1 Termes et définitions .....	11
3.2 Termes abrégés .....	13
3.3 Grandeurs et unités .....	13
4 Procédures d'évaluation des performances d'imagerie .....	14
4.1 Exigences générales relatives aux performances d'essai .....	14
4.2 Description des articles d'essai .....	15
4.3 Données consignées manuellement .....	18
4.3.1 Objet .....	18
4.3.2 Données du système .....	19
4.3.3 Données relatives à l'environnement d'évaluation .....	20
4.3.4 Commentaires .....	20
4.3.5 Ecart par rapport aux méthodes spécifiées .....	21
4.3.6 Présentation des résultats .....	21
4.4 Exactitude de longueur de l'objet .....	22
4.4.1 Objet .....	22
4.4.2 Description de l'objet d'essai .....	23
4.4.3 Méthode d'essai .....	23
4.4.4 Présentation des résultats .....	25
4.5 Valeur CT de longueur de trajectoire et $Z_{\text{eff}}$ .....	26
4.5.1 Objet .....	26
4.5.2 Description de l'objet d'essai .....	26
4.5.3 Méthode d'essai .....	27
4.5.4 Présentation des résultats .....	28
4.6 Bruit quantique équivalent (NEQ) .....	28
4.6.1 Objet .....	28
4.6.2 Description de l'objet d'essai .....	29
4.6.3 Méthode d'essai .....	29
4.6.4 Présentation des résultats .....	31
4.7 Cohérence des valeurs CT .....	32
4.7.1 Objet .....	32
4.7.2 Description de l'objet d'essai .....	32
4.7.3 Méthode d'essai .....	32
4.7.4 Présentation des résultats .....	33
4.8 Uniformité des valeurs CT et cohérence du spectre énergétique des rayons X .....	33
4.8.1 Objet .....	33
4.8.2 Description de l'objet d'essai .....	33
4.8.3 Méthode d'essai .....	34
4.8.4 Présentation des résultats .....	35
4.9 Artéfacts de stries .....	36
4.9.1 Objet .....	36

4.9.2	Description de l'objet d'essai .....	36
4.9.3	Méthode d'essai .....	36
4.9.4	Présentation des résultats .....	37
4.10	Profil de sensibilité de la coupe (SSP) .....	38
4.10.1	Objet .....	38
4.10.2	Description de l'objet d'essai .....	38
4.10.3	Méthode d'essai .....	38
4.10.4	Présentation des résultats .....	39
4.11	Recalage des images.....	39
4.11.1	Objet .....	39
4.11.2	Description de l'objet d'essai .....	40
4.11.3	Méthode d'essai .....	40
4.11.4	Présentation des résultats .....	43
5	Exigences d'environnement.....	43
Annexe A (normative)	Spécifications et schémas détaillés de l'article d'essai .....	45
A.1	Généralités .....	45
A.2	Composants du commerce.....	45
A.3	Enceinte extérieure.....	45
A.4	Schémas détaillés des composants sur mesure .....	46
Annexe B (informative)	Exemple de format de rapport .....	95
B.1	Généralités .....	95
B.2	Exemple de rapport.....	95
Annexe C (informative)	Recommandations statistiques sur plusieurs analyses, statistiques récapitulatives et comparaison des résultats .....	99
C.1	Généralités .....	99
C.2	Scénario A: comparaison d'un système CT entre sa configuration de référence et la configuration candidate (révisée).....	99
C.3	Scénario B: comparaison d'un seul système (candidat) à une population historique de systèmes existants .....	100
Bibliographie.....		101
Figure 1 – Axes de référence pour les procédures d'essai .....		15
Figure 2 – Article d'essai A .....		16
Figure 3 – Article d'essai B .....		17
Figure 4 – Exemple de format des données consignées manuellement .....		22
Figure 5 – Objet utilisé pour l'essai de longueur de l'objet.....		23
Figure 6 – Résultat de la procédure de mesure de la longueur de l'objet lorsque la présentation de l'article d'essai est dans les limites de la tolérance angulaire .....		26
Figure 7 – Résultat de la procédure de mesure de la longueur de l'objet lorsque la rotation de l'article d'essai est en dehors des limites de la tolérance angulaire .....		26
Figure 8 – Objet utilisé pour l'essai de longueur de la trajectoire.....		27
Figure 9 – Exemple de tracé des résultats de l'essai de longueur de trajectoire .....		28
Figure 10 – Objet utilisé pour l'essai du NEQ.....		29
Figure 11 – Objet utilisé pour l'essai d'uniformité de Z et objet utilisé pour l'essai des artéfacts de stries .....		34
Figure 12 – Broches dans la coupe axiale de l'objet d'essai (grand cercle), points médiants entre les paires de broches voisines (petits cercles), lignes tracées et ROI rectangulaire.....		36

Figure 13 – Objet d'essai oblique utilisé pour mesurer la résolution z .....	38
Figure 14 – Objet d'essai de recalage (sans mise à l'échelle) .....	40
Figure 15 – Image CT de l'objet d'essai de recalage, plan de coupe 1 .....	41
Figure 16 – Profil de la ligne horizontale à travers la coupe CT de l'objet d'essai de recalage.....	41
Figure 17 – Image de projection de l'objet d'essai de recalage et du profil vertical à travers l'image .....	43
Figure A.1 – Assemblage d'un article d'essai – Cas A.....	48
Figure A.2 – Assemblage d'un article d'essai – Cas B.....	50
Figure A.3 – Sous-assemblage des composants d'essai de l'article d'essai – Cas A (schéma 1 sur 2).....	52
Figure A.4 – Sous-assemblage des composants d'essai de l'article d'essai – Cas A (schéma 2 sur 2).....	54
Figure A.5 – Sous-assemblage des composants d'essai de l'article d'essai – Cas B (schéma 1 sur 2).....	56
Figure A.6 – Sous-assemblage des composants d'essai de l'article d'essai – Cas B (schéma 2 sur 2).....	58
Figure A.7 – Sous-composants d'un objet d'essai cylindrique – Cas A .....	60
Figure A.8 – Sous-composants annulaires d'un objet d'essai cylindrique – Cas A .....	62
Figure A.9 – Sous-composants de broches d'un objet d'essai cylindrique – Cas A (artéfacts de stries).....	64
Figure A.10 – Sous-composant AI d'un objet d'essai de recalage d'images – Cas A.....	66
Figure A.11 – Sous-composants POM de l'objet d'essai de recalage d'images – Cas A.....	68
Figure A.12 – Objet d'essai cylindrique (mesure du NEQ et cohérence des valeurs CT) – Cas B.....	70
Figure A.13 – Objet utilisé pour l'essai de longueur de l'objet – Cas A et B .....	72
Figure A.14 – Objet utilisé pour l'essai de longueur de la trajectoire – Cas A .....	74
Figure A.15 – Objet d'essai SSP – Cas B.....	76
Figure A.16 – Panneau de séparation pour le support des composants – Cas A et B (schéma 1 sur 4).....	78
Figure A.17 – Panneau de séparation pour le support des composants – Cas A (schéma 2 sur 4).....	80
Figure A.18 – Panneau de séparation pour le support des composants – Cas B (schéma 3 sur 4).....	82
Figure A.19 – Panneau de séparation pour le support des composants – Cas B (schéma 4 sur 4).....	84
Figure A.20 – Tiges de support des composants – Cas A et B .....	86
Figure A.21 – Rondelles d'assemblage – Cas A et B.....	88
Figure A.22 – Sous-assemblage d'un objet d'essai cylindrique – Cas A .....	91
Figure A.23 – Sous-assemblage d'un objet d'essai de recalage d'images – Cas A .....	94
Tableau 1 – Liste des méthodes d'essai et indicateurs utilisés .....	18
Tableau 2 – Résultats de la procédure d'évaluation du NEQ .....	32
Tableau 3 – Résultats de l'uniformité des valeurs CT.....	35
Tableau 4 – Résultats de la procédure d'évaluation des artéfacts de stries .....	38
Tableau 5 – Résultats de la procédure d'évaluation du SSP .....	39

Tableau A.1 – Feuilles du commerce exigées pour la fabrication d'un objet d'essai aux fins de l'essai d'uniformité des valeurs CT et de l'essai de cohérence du spectre énergétique des rayons X (4.8) .....45

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

# INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION – MESURE DES PERFORMANCES D'IMAGERIE DES SYSTÈMES DE CONTRÔLE DE SÉCURITÉ UTILISANT LA TOMOGRAPHIE PAR ORDINATEUR (CT) À RAYONS X

## AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC 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 l'IEC. L'IEC 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC 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 IEC 62945 a été établie par le sous-comité 45B: Instrumentation pour la radioprotection, du comité d'études 45 de l'IEC: Instrumentation nucléaire.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
45B/XX/FDIS	45B/XX/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 internationale.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

**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

Le présent document définit des méthodes d'essai et des objets d'essai normalisés pour la mesure des performances d'imagerie des systèmes de contrôle de sécurité utilisant la tomographie par ordinateur (CT) à rayons X. La qualité des données aux fins des analyses automatisées constitue un enjeu majeur. Le présent document ne traite pas de l'aptitude du système à utiliser ses données d'image pour détecter automatiquement des explosifs ou d'autres matériaux dangereux, cet aspect étant généralement vérifié par un organisme de réglementation compétent.

Le présent document comprend trois annexes. L'Annexe A (normative) fournit les schémas mécaniques des objets d'essai d'imagerie qui composent l'article d'essai. L'Annexe B (informative) fournit un exemple de formulaire de rapport d'essai. L'Annexe C (informative) fournit des recommandations statistiques sur plusieurs analyses, des statistiques récapitulatives et une comparaison des résultats. Une bibliographie (informative) est fournie à la fin du document.

## **INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION – MESURE DES PERFORMANCES D'IMAGERIE DES SYSTÈMES DE CONTRÔLE DE SÉCURITÉ UTILISANT LA TOMOGRAPHIE PAR ORDINATEUR (CT) À RAYONS X**

### **1 Domaine d'application**

Le présent document fournit des méthodes d'essai pour l'évaluation de la qualité d'image des systèmes de contrôle de sécurité utilisant la tomographie par ordinateur (CT). La qualité des données aux fins des analyses automatisées constitue un enjeu majeur. Le présent document ne traite pas de l'aptitude du système à utiliser ces données d'image pour détecter automatiquement des explosifs ou d'autres matériaux dangereux. De même, il n'a pas pour objet de fournir des comparaisons entre différents fournisseurs concernant les performances de détection des menaces.

Les systèmes de contrôle de sécurité sont généralement utilisés pour analyser des colis, notamment des bagages, en vue de détecter la présence d'articles illicites, tels que des explosifs, des drogues ou d'autres produits de contrebande. Un grand nombre des systèmes de contrôle actuellement utilisés, en particulier dans les applications de sécurité dans le domaine du transport, reposent sur la technologie d'imagerie CT. En règle générale, le système capture une image CT du colis pendant que celui-ci est transporté pour traverser le système. Ces données sont ensuite soumises à une analyse automatisée afin de déterminer s'il existe une menace potentielle ou si le colis est considéré sans danger. Si l'analyse automatisée détermine qu'une menace peut exister, l'image est souvent présentée à un opérateur du système qui peut contourner la décision automatisée en validant le colis ou en le signalant afin qu'il soit soumis à un traitement ultérieur (par exemple, l'ouvrir et le fouiller manuellement afin de détecter d'éventuelles menaces).

Dans le passé, les organismes de réglementation gouvernementaux ont instauré des procédures d'évaluation afin de déterminer si les performances de détection automatisée d'un système sont en adéquation avec une utilisation dans des applications intrafrontalières. Généralement, un fournisseur envoie une copie de son produit (y compris du logiciel associé) à l'organisme de réglementation. L'organisme de réglementation achemine dans le système divers colis présentant des menaces, ainsi que des colis exempts de menaces qui représentent le flux commercial habituel. Les taux de détection et les taux de fausses alarmes sont déterminés et comparés à des critères de performances. Si ces critères sont remplis, l'utilisation du système est approuvée. Ces essais permettent de s'assurer que le système est capable de remplir les critères exigés, mais la question est de savoir comment s'assurer que toutes les copies du système répondent bien à ces critères établis. La variabilité normale de production, les problèmes de contrôle qualité ou l'obsolescence du matériel peuvent dégrader les performances par rapport aux observations établies avec l'article soumis à l'essai par l'organisme de réglementation. Il est difficile dans la pratique de répliquer l'essai d'origine sur chaque machine considérée. Le transfert de l'ensemble des menaces de l'organisme de réglementation vers un site de production ou vers des sites où sont utilisées les machines soulève d'importantes questions en matière de sécurité, voire de sûreté. Le présent document traite de cet aspect en spécifiant une suite de méthodes d'essai qui peuvent être effectuées sur site, sans nécessiter l'utilisation de matériaux dangereux.

Les essais de qualification réalisés par les organismes de réglementation consistent essentiellement à évaluer l'aptitude du système à produire une image du colis, mais également l'aptitude du système à effectuer une analyse automatique de ces données d'image afin de décider si le colis présente ou non une menace. La deuxième partie de cette séquence, l'analyse, est mise en œuvre par le biais d'un logiciel. Les organismes de réglementation exigent généralement que ce logiciel soit conçu de manière à ne pas évoluer au fil de son utilisation. Le logiciel utilisé en tout point du site doit présenter les mêmes performances que celles observées au moment de son évaluation par l'organisme de

réglementation. La gestion de configuration d'un tel logiciel est une pratique simple et parfaitement maîtrisée. C'est pourquoi la réelle possibilité de variation des performances provient du système d'imagerie qui transmet les données au logiciel d'analyse. S'il est possible de confirmer quantitativement que la qualité de l'image produite par le système considéré est statistiquement équivalente à l'image produite par l'article évalué par l'organisme de réglementation, il peut être établi avec un haut niveau de confiance que les performances du système considéré sont identiques à celles qui ont été approuvées par l'organisme de réglementation.

Les acheteurs de systèmes CT destinés aux applications de contrôle de sécurité ne sont généralement pas des experts CT. Les incohérences observées dans les méthodes de mesure de valeurs de qualité d'image en apparence normales (résolution, rapport signal à bruit, etc.) peuvent créer une confusion dans l'esprit de l'utilisateur potentiel de tels systèmes CT. D'autres normes traitent des essais concernant les aspects de la qualité d'image CT, tout particulièrement dans le domaine médical. Le présent document spécifie un ensemble de méthodes à appliquer pour l'évaluation de la qualité d'image CT dans le cadre du contrôle de sécurité. Les essais de réception en usine d'équipements constituent une application pertinente du présent document. Le présent document pourrait être utilisé pour indiquer si l'unité proposée à la vente produit une qualité d'image équivalente à celle obtenue avec l'unité soumise à l'essai par l'organisme de réglementation compétent. Dans la mesure où diverses mesures de la qualité d'image peuvent être comparées et produire des niveaux similaires de détection des menaces, il n'est généralement pas pertinent, contrairement à la tomographie par ordinateur employée en milieu médical, de comparer des résultats d'essai isolés entre deux modèles ou entre deux fabricants dans le cas des systèmes CT utilisés à des fins de contrôle de sécurité.

Le présent document ne traite pas de la qualité d'image présentée à l'opérateur. L'image fournie à l'opérateur ne présente pas nécessairement le même niveau de qualité que celui obtenu par l'analyse automatisée. Les données peuvent être dégradées avant d'être présentées à l'opérateur afin de diminuer le volume de ressources exigées pour afficher l'image sur l'écran. A l'inverse, les données utilisées dans l'analyse automatisée peuvent être dégradées volontairement afin de contrôler la charge de calcul de l'ordinateur d'analyse. L'utilisateur du présent document peut souhaiter évaluer séparément la qualité des images présentées à l'opérateur du système. De nombreuses méthodes sont disponibles à cette fin, notamment l'utilisation de jauges visuelles à paires de lignes et la méthode ASTM F792 [1].<sup>1</sup>

## 2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60050-395:2014, *Vocabulaire électrotechnique international – Partie 395: Instrumentation nucléaire: Phénomènes physiques, notions fondamentales, instruments, systèmes, équipements et détecteurs*

IEC 60050-881, *Vocabulaire électrotechnique international. Radiologie et physique radiologique*

ASTM E1695, *Standard Test Method for Measurement of Computed Tomography (CT) System Performance* (disponible en anglais seulement)

Les publications ASTM sont disponibles auprès d'ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959, USA (<http://www.astm.org/>).

---

<sup>1</sup> Les chiffres entre crochets renvoient à la Bibliographie.

ASTM D6100, *Standard Specification for Extruded, Compression Molded and Injection Molded Polyoxymethylene Shapes (POM)* (disponible en anglais seulement)

SAE AMS 4027, *Aluminum Alloy, Sheet and Plate, 1.0Mg – 0.60Si – 0.28Cu – 0.20Cr (6061; -T6 Sheet, -T651 Plate), Solution and Precipitation Heat Treated* (disponible en anglais seulement)

SAE AMS 4117, *Aluminum Alloy, Rolled or Cold Finished Bars, Rods, and Wire and Flash Welded Rings, 1.0Mg – 0.60Si – 0.28Cu – 0.20Cr, (6061; -T6, -T651), Solution and Precipitation Heat Treated* (disponible en anglais seulement)