

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Determining the peak spatial-average specific absorption rate (SAR) in the human body from wireless communication devices, 30 MHz to 6 GHz –
Part 4: General requirements for using the finite element method for SAR calculations**

**Détermination du débit d'absorption spécifique (DAS) maximal moyenné dans le corps humain, produit par les dispositifs de communications sans fil, 30 MHz à 6 GHz –
Partie 4: Exigences générales d'utilisation de la méthode des éléments finis pour les calculs du DAS**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 17.220.20

ISBN 978-2-8322-8535-0

**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.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	8
4 Abbreviated terms	9
5 Finite element method – basic description	9
6 SAR calculation and averaging	10
6.1 General.....	10
6.2 SAR averaging.....	11
6.2.1 General	11
6.2.2 Evaluation of psSAR with an FEM mesh	11
6.3 Power scaling	12
7 Considerations for the uncertainty evaluation	12
7.1 General.....	12
7.2 Uncertainty due to device positioning, mesh density, and simulation parameters	13
7.2.1 General	13
7.2.2 Mesh convergence.....	14
7.2.3 Open boundary conditions	14
7.2.4 Power budget	14
7.2.5 Convergence of psSAR sampling.....	14
7.2.6 Dielectric parameters of the phantom or body model	15
7.3 Uncertainty and validation of the developed numerical model of the DUT	15
7.3.1 General	15
7.3.2 Uncertainty of the DUT model ($d \geq \lambda/2$ or $d \geq 200$ mm)	16
7.3.3 Uncertainty of the DUT model ($d < \lambda/2$ and $d < 200$ mm).....	17
7.3.4 Phantom uncertainty ($d < \lambda/2$ and $d < 200$ mm).....	18
7.3.5 Model validation	19
7.4 Uncertainty budget.....	19
8 Code verification.....	20
8.1 General.....	20
8.1.1 Rationale	20
8.1.2 Code performance verification	21
8.1.3 Canonical benchmarks	21
8.2 Code performance verification	21
8.2.1 Propagation in a rectangular waveguide	21
8.2.2 Planar dielectric boundaries	26
8.2.3 Open boundary conditions	28
8.3 Weak patch test.....	28
8.3.1 General	28
8.3.2 Free-space weak patch test.....	29
8.3.3 Dielectric-layer weak patch test	33
8.4 Verification of the psSAR calculation	36
8.5 Canonical benchmarks.....	36
8.5.1 Mie sphere	36

8.5.2	Generic dipole	37
8.5.3	Microstrip terminated with open boundary conditions	38
8.5.4	psSAR calculation SAM phantom / generic phone	39
8.5.5	Setup for system performance check	39
Annex A (informative) Fundamentals of the finite element method		41
A.1	General.....	41
A.2	Model boundary value problem	41
A.3	Galerkin weak form	42
A.4	Finite element approximation	42
A.5	Considerations for using FEM	43
Annex B (informative) File format for field and SAR data.....		44
Annex C (informative) Analytical solution for error calculation in weak patch-test problems.....		45
C.1	Generation of control mesh and FEM field values	45
C.2	Free-space weak patch test	45
C.3	Dielectric-layer weak patch test	45
Bibliography.....		48
Figure 1 – Waveguide filled half with free-space (green) and half with dielectric (blue)		24
Figure 2 – Aligned rectangular waveguide and locations of the sample points E_{01} , E_{10} , E_{11} , E_{12} and E_{21} at which the E_x components are recorded		25
Figure 3 – Weak patch test arrangement: a free-space cube with edge length L illuminated by a plane wave		29
Figure 4 – Dielectric-layer weak patch test arrangement		33
Figure 5 – Geometry of the microstrip line		38
Figure 6 – Geometry of the setup for the system performance check according to [21]		40
Table 1 – Budget of the uncertainty contributions of the numerical algorithm and of the rendering of the test-setup or simulation-setup		13
Table 2 – Budget of the uncertainty of the developed model of the DUT.....		17
Table 3 – Overall assessment uncertainty budget for the numerical simulation results		20
Table 4 – Results of the evaluation of the numerical dispersion characteristics to be reported for each mesh axis and each orientation of the waveguide for at least three increasing numbers of DoF		25
Table 5 – Results of the evaluation of the numerical reflection coefficient to be reported; frequency range is indicated for each value to be reported		27
Table 6 – Guiding parameters for coarse and fine mesh generation for the weak patch test..		30
Table 7 – Results of the evaluation of the error measures on the control mesh for the weak patch test for the lowest order.....		32
Table 8 – Results of the evaluation of the error measures on the control mesh for the weak patch test for the second lowest order		32
Table 9 – Results of the evaluation of the error measures on the control mesh for the weak patch test for the third lowest order.....		33
Table 10 – Guiding parameters for coarse and fine mesh generation for the dielectric-layered weak patch test		34
Table 11 – Results of the evaluation of error measures on the control mesh for the dielectric-layered weak patch test for the lowest order		35

Table 12 – Results of the evaluation of error measures on the control mesh for the dielectric-layered weak patch test for the second lowest order	35
Table 13 – Results of the evaluation of error measures on the control mesh for the dielectric-layered weak patch test for the third lowest order	36
Table 14 – Results of the SAR evaluation of the Mie sphere	37
Table 15 – Results of the dipole evaluation.....	38
Table 16 – Results of the microstrip evaluation.....	39
Table 17 – 1 g and 10 g psSAR for the SAM phantom exposed to the generic phone for 1 W accepted power as specified in [19]	39
Table 18 – Dielectric parameters of the setup (Table 1 of [21])	40
Table 19 – Mechanical parameters of the setup (Tables 1 and 2 of [21]).....	40
Table 20 – 1 g and 10 g psSAR normalized to 1 W accepted power and feed-point impedance (Table 3 and Table 4 of [21]).....	40

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

DETERMINING THE PEAK SPATIAL-AVERAGE SPECIFIC ABSORPTION RATE (SAR) IN THE HUMAN BODY FROM WIRELESS COMMUNICATION DEVICES, 30 MHZ TO 6 GHZ –

Part 4: General requirements for using the finite element method for SAR calculations

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.

IEEE Standards documents are developed within IEEE Societies and Standards Coordinating Committees of the IEEE Standards Association (IEEE SA) Standards Board. IEEE develops its standards through a consensus development process, which brings together volunteers representing varied viewpoints and interests to achieve the final product. Volunteers are not necessarily members of IEEE and serve without compensation. While IEEE administers the process and establishes rules to promote fairness in the consensus development process, IEEE does not independently evaluate, test, or verify the accuracy of any of the information contained in its standards. Use of IEEE Standards documents is wholly voluntary. IEEE documents are made available for use subject to important notices and legal disclaimers (see <http://standards.ieee.org/IPR/disclaimers.html> for more information).

IEC collaborates closely with IEEE 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. The formal decisions of IEEE on technical matters, once consensus within IEEE Societies and Standards Coordinating Committees has been reached, is determined by a balanced ballot of materially interested parties who indicate interest in reviewing the proposed standard. Final approval of the IEEE standards document is given by the IEEE Standards Association (IEEE-SA) Standards Board.
- 3) IEC/IEEE Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees/IEEE Societies in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC/IEEE 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 (including IEC/IEEE Publications) transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC/IEEE Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC and IEEE do not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC and IEEE are 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 IEEE or their directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees, or volunteers of IEEE Societies and the Standards Coordinating Committees of the IEEE Standards Association (IEEE-SA) Standards Board, 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/IEEE Publication or any other IEC or IEEE 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/IEEE Publication may require use of material covered by patent rights. By publication of this standard, no position is taken with respect to the existence or validity of any patent rights in connection therewith. IEC or IEEE shall not be held responsible for identifying Essential Patent Claims for which a license may be required, for conducting inquiries into the legal validity or scope of Patent Claims or determining whether any licensing terms or conditions provided in connection with submission of a Letter of Assurance, if any, or in any licensing agreements are reasonable or non-discriminatory. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any patent rights, and the risk of infringement of such rights, is entirely their own responsibility.

International Standard IEC/IEEE 62704-4 has been prepared by IEC technical committee TC 106: Methods for the assessment of electric, magnetic and electromagnetic fields associated with human exposure, in cooperation with International Committee on Electromagnetic Safety of the IEEE Standards Association, under the IEC/IEEE Dual Logo Agreement.

This publication is published as an IEC/IEEE Dual Logo standard.

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

FDIS	Report on voting
106/515/FDIS	106/521/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.

International Standards are drafted in accordance with the rules given in the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts in the IEC/IEEE 62704 series, published under the general title *Determining the peak spatial-average specific absorption rate (SAR) in the human body from wireless communications devices, 30 MHz to 6 GHz*, can be found on the IEC website.

The IEC technical committee and IEEE technical committee have 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

Finite element methods have reached a level of maturity that allows their application in specific absorption rate (SAR) assessments of professional-use and consumer-use wireless communication devices. In the recent past, SAR compliance assessments for small transmitters were performed almost exclusively using measurements. Some wireless communication devices are used in situations where experimental SAR assessment is extremely complex or not possible at all. National regulatory bodies (e.g. US Federal Communications Commission) encourage the development of consensus standards and encouraged the establishment of the ICES Technical Committee 34 Subcommittee 2. The benefits to the users and the regulators include standardized and accepted protocols, verification and validation techniques, benchmark data, reporting format and means for estimating the overall assessment uncertainty in order to produce valid, repeatable, and reproducible data.

The purpose of this document is to specify numerical techniques and models to determine peak spatial-average specific absorption rates (SAR). SAR will be determined by applying finite element method simulations of the electromagnetic field conditions produced by wireless communication devices in models of the human anatomy. Intended users of this document are (but are not limited to) wireless communication device manufacturers, service providers for wireless communication that are required to certify that their products comply with the applicable SAR limits, and government agencies.

Several methods described in this document are based on techniques specified in IEC/IEEE 62704-1:2017.

DETERMINING THE PEAK SPATIAL-AVERAGE SPECIFIC ABSORPTION RATE (SAR) IN THE HUMAN BODY FROM WIRELESS COMMUNICATION DEVICES, 30 MHZ TO 6 GHZ –

Part 4: General requirements for using the finite element method for SAR calculations

1 Scope

This part of IEC/IEEE 62704 describes the concepts, techniques, and limitations of the finite element method (FEM) and specifies models and procedures for verification, validation and uncertainty assessment for the FEM when used for determining the peak spatial-average specific absorption rate (psSAR) in phantoms or anatomical models. It recommends and provides guidance on the modelling of wireless communication devices, and provides benchmark data for simulating the SAR in such phantoms or models.

This document does not recommend specific SAR limits because these are found elsewhere (e.g. in IEEE Std C95.1 [1]¹ or in the guidelines published by the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) [2]).

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 62209-1, *Measurement procedure for the assessment of specific absorption rate of human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted wireless communication devices – Part 1: Devices used next to the ear (Frequency range of 300 MHz to 6 GHz)*

IEC/IEEE 62704-1:2017, *Determining the peak spatial-average specific absorption rate (SAR) in the human body from wireless communications devices, 30 MHz to 6 GHz – Part 1: General requirements for using the finite-difference time-domain (FDTD) method for SAR calculations*

IEEE Std 1528, *IEEE Recommended Practice for Determining the Peak Spatial-Average Specific Absorption Rate (SAR) in the Human Head From Wireless Communications Devices: Measurement Techniques*

¹ Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	53
INTRODUCTION.....	55
1 Domaine d'application	56
2 Références normatives	56
3 Termes et définitions	57
4 Termes abrégés	57
5 Méthode des éléments finis – description de base	58
6 Calcul du DAS et intégration.....	59
6.1 Généralités	59
6.2 Intégration du DAS.....	59
6.2.1 Généralités	59
6.2.2 Évaluation du psSAR avec une maille FEM.....	59
6.3 Mise à l'échelle de la puissance	60
7 Considérations relatives à l'évaluation d'incertitude	61
7.1 Généralités	61
7.2 Incertitude due à la position du dispositif, à la densité de maille et aux paramètres de simulation	62
7.2.1 Généralités	62
7.2.2 Convergence de maille	62
7.2.3 Conditions aux limites ouvertes	63
7.2.4 Bilan de puissance	63
7.2.5 Convergence de l'échantillonnage psSAR.....	63
7.2.6 Paramètres diélectriques du modèle de fantôme ou de corps humain	64
7.3 Incertitude et validation du modèle numérique développé du DUT	64
7.3.1 Généralités	64
7.3.2 Incertitude du modèle de DUT ($d \geq \lambda/2$ ou $d \geq 200$ mm)	65
7.3.3 Incertitude du modèle de DUT ($d < \lambda/2$ et $d < 200$ mm)	66
7.3.4 Incertitude du fantôme ($d < \lambda/2$ et $d < 200$ mm)	68
7.3.5 Validation du modèle	68
7.4 Bilan d'incertitude	68
8 Vérification du code	69
8.1 Généralités	69
8.1.1 Justifications	69
8.1.2 Vérification des performances du code	70
8.1.3 Références canoniques	70
8.2 Vérification des performances du code	71
8.2.1 Propagation dans un guide d'ondes rectangulaire	71
8.2.2 Frontières diélectriques planaires	75
8.2.3 Conditions aux limites ouvertes	77
8.3 Essai épicutané (patch test) faible	77
8.3.1 Généralités	77
8.3.2 Essai épicutané faible en espace libre	78
8.3.3 Essai épicutané faible de couche diélectrique	82
8.4 Vérification du calcul du psSAR	85
8.5 Références canoniques.....	85
8.5.1 Sphère de Mie	85

8.5.2	Doublet générique	86
8.5.3	Microruban terminé par des conditions aux limites ouvertes	87
8.5.4	Téléphone générique/fantôme SAM pour le calcul du psSAR	88
8.5.5	Montage pour le contrôle de performances du système	88
Annexe A (informative) Principes essentiels de la méthode des éléments finis		90
A.1	Généralités	90
A.2	Problème de valeur aux limites du modèle	90
A.3	Forme faible de Galerkin	91
A.4	Approximation d'éléments finis	91
A.5	Considérations relatives à l'utilisation de la FEM	92
Annexe B (informative) Format de fichier pour les données de terrain et les données DAS		93
Annexe C (informative) Solution analytique pour le calcul d'erreur dans les problèmes d'essai épicutané faible		95
C.1	Génération d'une maille de commande et de valeurs de champ FEM	95
C.2	Essai épicutané faible en espace libre	95
C.3	Essai épicutané faible de couche diélectrique	95
Bibliographie		98
Figure 1 – Guide d'ondes rempli à moitié d'espace libre (vert) et à moitié de diélectrique (bleu)		73
Figure 2 – Guide d'ondes rectangulaire aligné et emplacements des points d'échantillonnage E_{01} , E_{10} , E_{11} , E_{12} et E_{21} auxquels les composantes E_x sont consignées		74
Figure 3 – Disposition d'essai épicutané faible: un cube en espace libre de longueur de bord L et éclairé par une onde plane		78
Figure 4 – Disposition de l'essai épicutané faible de couche diélectrique		82
Figure 5 – Configuration de la ligne à microruban		87
Figure 6 – Configuration du montage pour le contrôle de performances du système selon [21]		89
Tableau 1 – Bilan des contributions à l'incertitude de l'algorithme numérique et du rendu du montage d'essai ou de simulation		62
Tableau 2 – Bilan d'incertitude du modèle développé du DUT		66
Tableau 3 – Bilan d'incertitude global de l'évaluation pour les résultats de la simulation numérique		69
Tableau 4 – Résultats de l'évaluation des caractéristiques de dispersion numérique à consigner pour chaque axe de maille et chaque orientation du guide d'ondes pour au moins trois nombres croissants de DoF		74
Tableau 5 – Résultats de l'évaluation du coefficient de réflexion numérique à consigner. La plage de fréquences est indiquée pour chaque valeur à consigner		76
Tableau 6 – Paramètres de guidage pour la génération de maille grossière et de maille fine pour l'essai épicutané faible		79
Tableau 7 – Résultats de l'évaluation des mesures d'erreur sur la maille de commande pour l'essai épicutané faible pour l'ordre le plus faible		81
Tableau 8 – Résultats de l'évaluation des mesures d'erreur sur la maille de commande pour l'essai épicutané faible pour le deuxième ordre le plus faible		81
Tableau 9 – Résultats de l'évaluation des mesures d'erreur sur la maille de commande pour l'essai épicutané faible pour le troisième ordre le plus faible		82

Tableau 10 – Paramètres de guidage pour la génération de maille grossière et de maille fine pour l'essai épicutané faible de couche diélectrique	83
Tableau 11 – Résultats de l'évaluation des mesures d'erreur sur la maille de commande pour l'essai épicutané faible en couches diélectriques pour l'ordre le plus faible	84
Tableau 12 – Résultats de l'évaluation des mesures d'erreur sur la maille de commande pour l'essai épicutané faible en couches diélectriques pour le deuxième ordre le plus faible	84
Tableau 13 – Résultats de l'évaluation des mesures d'erreur sur la maille de commande pour l'essai épicutané faible en couches diélectriques pour le troisième ordre le plus faible	85
Tableau 14 – Résultats de l'évaluation du DAS de la sphère de Mie	86
Tableau 15 – Résultats de l'évaluation du doublet	87
Tableau 16 – Résultats de l'évaluation du microruban.....	88
Tableau 17 – psSAR 1 g et 10 g pour le fantôme SAM exposé au téléphone générique pour une puissance acceptée de 1 W comme spécifié dans [19]	88
Tableau 18 – Paramètres diélectriques du montage (Tableau 1 de [21])	89
Tableau 19 – Paramètres mécaniques du montage (Tableau 1 et Tableau 2 de [21])	89
Tableau 20 – psSAR 1 g et 10 g normalisé par rapport à une puissance acceptée de 1 W et à l'impédance au point d'alimentation (Tableau 3 et Tableau 4 de [21]).....	89

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DÉTERMINATION DU DÉBIT D'ABSORPTION SPÉCIFIQUE (DAS) MAXIMAL MOYENNÉ DANS LE CORPS HUMAIN, PRODUIT PAR LES DISPOSITIFS DE COMMUNICATIONS SANS FIL, 30 MHZ À 6 GHZ –

Partie 4: Exigences générales d'utilisation de la méthode des éléments finis pour les calculs du DAS

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique 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. À 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.

Les normes de l'IEEE sont élaborées par les Sociétés de l'IEEE, ainsi que par les Comités de coordination des normes du Conseil de normalisation de l'IEEE Standards Association (IEEE SA). Ces normes sont l'aboutissement d'un consensus qui rassemble des bénévoles représentant divers points de vue et intérêts. Les participants bénévoles ne sont pas nécessairement membres de l'IEEE et leur intervention n'est pas rétribuée. Si l'IEEE administre le déroulement de cette procédure et définit les règles destinées à favoriser l'équité du consensus, l'IEEE lui-même n'évalue pas, ne teste pas et ne vérifie pas l'exactitude de toute information contenue dans ses normes. L'utilisation de normes de l'IEEE est entièrement volontaire. Les documents de l'IEEE sont disponibles à des fins d'utilisation, à condition d'être assortis d'avis importants et de clauses de non-responsabilité (voir <http://standards.ieee.org/IPR/disclaimers.html> pour de plus amples informations).

L'IEC travaille en étroite collaboration avec l'IEEE, 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. Une fois le consensus établi entre les Sociétés de l'IEEE et les Comités de coordination des normes, les décisions officielles de l'IEEE relatives aux questions techniques sont déterminées en fonction du vote exprimé par un groupe à la composition équilibrée, composé de parties intéressées qui manifestent leur intérêt pour la révision des normes proposées. L'approbation finale de la norme de l'IEEE est soumise au Conseil de normalisation de l'IEEE Standards Association (IEEE SA).
- 3) Les Publications IEC/IEEE se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC/Sociétés de l'IEEE. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin de s'assurer de l'exactitude du contenu technique des Publications IEC/IEEE; l'IEC ne peut pas être tenu 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 (y compris les Publications IEC/IEEE) dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications IEC/IEEE et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC et l'IEEE eux-mêmes ne fournissent 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 et l'IEEE ne sont responsables 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 ou à l'IEEE, 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, ou les bénévoles des Sociétés de l'IEEE et des Comités de coordination des normes du Conseil de normalisation de l'IEEE Standards Association (IEEE SA), 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 IEC/IEEE ou de toute autre publication de l'IEC ou de l'IEEE, 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 fait que certains des éléments de cette Publication IEC/IEEE peuvent requérir l'utilisation de matériels protégés par des droits de brevet. En publiant cette norme, aucun parti n'est pris concernant l'existence ou la validité de droits de brevet y afférents. Ni l'IEC ni l'IEEE ne peuvent être tenus d'identifier les revendications de brevet essentielles pour lesquelles une autorisation peut s'avérer nécessaire, d'effectuer des recherches sur la validité juridique ou l'étendue des revendications des brevets, ou de déterminer le caractère raisonnable ou non discriminatoire des termes ou conditions d'autorisation énoncés dans le cadre d'un Certificat d'assurance, lorsque la demande d'un tel certificat a été formulée, ou contenus dans tout accord d'autorisation. Les utilisateurs de cette norme sont expressément informés du fait que la détermination de la validité de tous droits de propriété industrielle, ainsi que les risques qu'implique la violation de ces droits, relèvent entièrement de leur seule responsabilité.

La Norme internationale IEC/IEEE 62704-4 a été établie par le comité d'études 106 de l'IEC: Méthodes d'évaluation des champs électriques, magnétiques et électromagnétiques en relation avec l'exposition humaine, en coopération avec le Comité international sur la sécurité électromagnétique de l'IEEE Standards Association, selon l'accord double logo IEC/IEEE.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants de l'IEC:

FDIS	Rapport de vote
106/515/FDIS	106/521/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.

Les Normes internationales sont rédigées selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC/IEEE 62704, publiées sous le titre général *Détermination du débit d'absorption spécifique (DAS) maximal moyenné dans le corps humain, produit par les dispositifs de communications sans fil, 30 MHz à 6 GHz*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité d'études de l'IEC et le comité d'études de l'IEEE ont décidé que le contenu de cette publication 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 à la publication recherchée. À 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

Les méthodes des éléments finis ont atteint un niveau de maturité permettant leur application pour évaluer le débit d'absorption spécifique (DAS) des dispositifs de communications sans fil à usage professionnel et grand public. Récemment, la conformité DAS des petits émetteurs était presque exclusivement évaluée par des mesurages. Certains dispositifs de communications sans fil sont utilisés dans des situations dans lesquelles l'évaluation expérimentale du DAS est extrêmement complexe ou pas du tout possible. Les organismes de réglementation nationaux (U.S. Federal Communications Commission, par exemple) encouragent le développement de normes de consensus, et sont également à l'origine de l'établissement du sous-comité 2 du comité d'études 34 de l'ICES. Les avantages pour les utilisateurs et les régulateurs incluent des protocoles normalisés et acceptés, des techniques de vérification et de validation, des données de référence, un format de consignation et des moyens d'estimation de l'incertitude globale d'évaluation afin de produire des données valables, répétables et reproductibles.

Le présent document a pour objet de spécifier les techniques et modèles numériques visant à déterminer les débits d'absorption spécifiques (DAS) moyennés. Le DAS est déterminé en appliquant des simulations de méthode des éléments finis des conditions de champ électromagnétique générées par des dispositifs de communications sans fil dans les modèles de l'anatomie humaine. Les utilisateurs concernés par cette pratique sont (entre autres) les fabricants de dispositifs de communications sans fil, les fournisseurs de services de communication sans fil qui doivent certifier que leurs produits sont conformes aux limites DAS applicables et les organismes gouvernementaux.

Plusieurs méthodes décrites dans le présent document s'appuient sur les techniques spécifiées dans l'IEC/IEEE 62704-1:2017.

DÉTERMINATION DU DÉBIT D'ABSORPTION SPÉCIFIQUE (DAS) MAXIMAL MOYENNÉ DANS LE CORPS HUMAIN, PRODUIT PAR LES DISPOSITIFS DE COMMUNICATIONS SANS FIL, 30 MHz À 6 GHz –

Partie 4: Exigences générales d'utilisation de la méthode des éléments finis pour les calculs du DAS

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC/IEEE 62704 décrit les concepts, techniques et limitations de la méthode des éléments finis (FEM – *finite-element method*) et spécifie les modèles et procédures de vérification, de validation et d'évaluation de l'incertitude de cette méthode FEM lorsqu'elle est utilisée pour déterminer le débit d'absorption spécifique maximal moyenné (psSAR) dans les fantômes ou les modèles anatomiques. Le présent document recommande et donne des recommandations en matière de modélisation des dispositifs de communications sans fil, et fournit les données de référence pour la simulation du DAS dans ce type de fantômes ou de modèles.

Le présent document ne recommande aucune limite de DAS particulière étant donné qu'elles sont définies dans d'autres normes (dans la norme IEEE C95.1 [1]¹ ou dans les lignes directrices publiées par l'ICNIRP (*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection* – Commission internationale sur la protection contre les rayonnements non ionisants) [2], par exemple).

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 62209-1, *Procédure de mesure pour l'évaluation du débit d'absorption spécifique de l'exposition humaine aux champs radiofréquences produits par les dispositifs de communications sans fil tenus à la main ou portés près du corps – Partie 1: Dispositifs utilisés à proximité de l'oreille (Plage de fréquences de 300 MHz à 6 GHz)*

IEC/IEEE 62704-1:2017, *Determining the peak spatial-average specific absorption rate (SAR) in the human body from wireless communications devices, 30 MHz to 6 GHz – Part 1: General requirements for using the finite-difference time-domain (FDTD) method for SAR calculations* (disponible en anglais seulement)

IEEE Std 1528, *IEEE Recommended Practice for Determining the Peak Spatial-Average Specific Absorption Rate (SAR) in the Human Head From Wireless Communications Devices: Measurement Techniques* (disponible en anglais seulement)

¹ Les chiffres entre crochets se réfèrent à la Bibliographie.