IEC 62276

Edition 4.0 2025-03

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Single crystal wafers for surface acoustic wave (SAW) device applications – Specifications and measuring methods

Tranches monocristallines pour applications utilisant des dispositifs à ondes acoustiques de surface (OAS) – Spécifications et méthodes de mesure

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.140

ISBN 978-2-8327-0246-8

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.

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD....5
1 Scope....7
2 Normative references....7
3 Terms and definitions....7
3.1 Flatness....7
3.2 Appearance defects....11
3.3 Other terms and definitions....11
3.4 Terms and definitions related to LN and LT wafers....12
4 Requirements....13
4.1 General....13
4.2 Diameters and tolerances....13
4.3 Thickness and tolerance....14
4.4 Orientation flat....14
4.5 Secondary flat....14
4.6 Front (propagation) surface roughness....14
4.7 Back surface roughness....14
4.8 Warp....14
4.9 TV5 and TTV....14
4.10 LTV and PLTV....15
4.11 Front surface defects....16
4.12 Tolerance of surface orientation....16
4.13 Inclusions....16
4.14 Position of seed in synthetic quartz wafer....16
4.15 Electrical twins in synthetic quartz wafer....16
4.16 Bevel....16
4.17 Bulk resistivity (conductivity) for reduced LN and reduced LT....16
4.18 Transmittance....16
4.19 Lightness....17
4.20 Colour difference....17
5 Sampling plan....17
5.1 General....17
5.2 Sampling....17
6 Test methods....18
6.1 Diameter....18
6.2 Thickness....18
6.3 Existence and position of OF and SF....18
6.4 Dimensions of OF and SF....18
6.5 Orientation of OF and SF....18
6.6 TV5....18
6.7 Warp....18
6.8 TTV, LTV and PLTV....18
6.9 Front surface defects....18
6.10 Inclusions....18
6.11 Position of seed in synthetic quartz wafer....18
6.12 Electrical twins in synthetic quartz wafer....19
6.13 Bevel....19

6.14 Front surface and back surface roughness 19
6.15 Orientation 19
6.16 Bulk resistivity 19
6.17 Transmittance 19
6.18 Lightness 19
6.19 Colour difference 19
7 Identification, labelling, packaging, delivery condition 19
7.1 Packaging 19
7.2 Labelling and identification 20
7.3 Delivery condition 20
8 Measurements of orientation by X-ray 20
8.1 Measurement principle 20
8.2 Measurement method 21
8.3 Measuring surface orientation 21
8.4 Measuring OF flat orientation 21
8.5 Typical wafer orientations and reference planes 21
9 Measurement of bulk resistivity 22
9.1 Resistance measurement 22
9.2 Electrode 23
9.3 Bulk resistivity 23
10 Visual inspections – Front surface defects and inclusions inspection method 24
11 Measurement of thickness and thickness variation 25
11.1 Measurement principle 25
11.1.1 Contact measurement 25
11.1.2 Contactless measurement 25
11.2 Sample 25
11.3 Measurement method 25
11.3.1 Contact measurement 25
11.3.2 Contactless measurement 25
12 Measurement of transmittance 26
12.1 Measurement principle 26
12.2 Sample 26
12.3 Measurement method 26
13 Measurement of lightness and colour difference 26
13.1 Measurement principle 26
13.2 Sample 26
13.3 Measurement method 27
Annex A (normative) Expression using Euler angle description for piezoelectric single crystals 29
Annex B (informative) Manufacturing process for SAW wafers 32
B.1 Crystal growth methods 32
B.1.1 Czochralski growth method 32
B.1.2 Vertical Bridgman method 35
B.1.3 Hydrothermal temperature gradient method 36
B.2 Standard mechanical wafer manufacturing 36
B.2.1 Process flow-chart 36
B.2.2 Cutting both ends and cylindrical grinding 37
B.2.3 Marking orientation 37

B.2.4 Slicing 38
B.2.5 Double-sided lapping 38
B.2.6 Bevelling (edge rounding) 38
B.2.7 Polishing 38
Annex C (informative) Measurement principle of lightness and colour difference 39
Bibliography 40

Figure 1 – Wafer sketch and measurement points 8
Figure 2 – Schematic diagram of a TTV 8
Figure 3 – Schematic diagram of a warp 9
Figure 4 – Schematic diagram of a sori 9
Figure 5 – Example of the distribution of sites for measurement of the LTV 10
Figure 6 – LTV defined within each site on the wafer surface 10
Figure 7 – Measurement method by X-ray 20
Figure 8 – Relationship between cut angle and lattice planes 21
Figure 9 – Measuring circuit 22
Figure 10 – Resistance measuring equipment 22
Figure 11 – Shape of electrode 23
Figure 12 – Measurement points for lightness and colour difference determination 27
Figure A.1 – Definition of Euler angles to rotate coordinate system (X, Y, Z) onto (x_1, x_2, x_3) 29
Figure A.2 – SAW wafer coordinate system 30
Figure A.3 – Relationship between the crystal axes, Euler angles, and SAW orientation for some wafer orientations 31
Figure B.1 – Czochralski crystal growth method 33
Figure B.2 – Example of non-uniformity in crystals grown from different starting melt compositions 35
Figure B.3 – Schematic of a Vertical Bridgman furnace and example of temperature distribution 36
Figure B.4 – Process flow-chart 37
Figure C.1 – Sketch for CIE LAB colour space 39

Table 1 – Roughness, warp, TV5 and TTV specification limits 15
Table 2 – LTV and PLTV specification for LN and LT 15
Table 3 – Sampling plan 17
Table 4 – Crystal planes to determine surface and OF orientations 21
Table 5 – Electrode size 23
Table A.1 – Selected SAW substrate orientations and corresponding Euler angles 30

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

SINGLE CRYSTAL WAFERS FOR SURFACE ACOUSTIC WAVE (SAW) DEVICE APPLICATIONS – SPECIFICATIONS AND MEASURING METHODS

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) IEC draws attention to the possibility that the implementation of this document may involve the use of (a) patent(s). IEC takes no position concerning the evidence, validity or applicability of any claimed patent rights in respect thereof. As of the date of publication of this document, IEC had not received notice of (a) patent(s), which may be required to implement this document. However, implementers are cautioned that this may not represent the latest information, which may be obtained from the patent database available at https://patents.iec.ch. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IEC 62276 has been prepared by IEC technical committee 49: Piezoelectric, dielectric and electrostatic devices and associated materials for frequency control, selection and detection. It is an International Standard.

This fourth edition cancels and replaces the third edition published in 2016. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

a) The terms and definitions, the technical requirements, sampling frequency, test methods and measurement of transmittance, lightness, colour difference for LN and LT have been added in order to meet the needs of industry development;
b) The term “inclusion” (mentioned in 4.13 and 6.10) and its definition have been added because there was no definition for it in Clause 3;

c) The specification of LTV and PLTV, and the corresponding description of sampling frequency for LN and LT have been added, because they are the key performance parameters for the wafers;

d) The tolerance of Curie temperature specification for LN and LT have been added in order to meet the development requirements of the industry;

e) Measurement of thickness, TV5, TTV, LTV and PLTV have been completed, including measurement principle and method of thickness, TV5, TTV, LTV and PLTV.

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

Draft	Report on voting
49/1454/CDV	49/1460/RVC

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

SINGLE CRYSTAL WAFERS FOR SURFACE ACOUSTIC WAVE (SAW) DEVICE APPLICATIONS – SPECIFICATIONS AND MEASURING METHODS

1 Scope

This document applies to the manufacture of synthetic quartz, lithium niobate (LN), lithium tantalate (LT), lithium tetraborate (LBO), and lanthanum gallium silicate (LGS) single crystal wafers intended for use as substrates in the manufacture of surface acoustic wave (SAW) filters and resonators.

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 60758:2016, *Synthetic quartz crystal – Specifications and guidelines for use*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 45
1 Domaine d'application 47
2 Références normatives 47
3 Termes et définitions 47
3.1 Planéité 47
3.2 Défauts d'aspect 51
3.3 Autres termes et définitions 51
3.4 Termes et définitions liés aux tranches LN et LT 53
4 Exigences 54
4.1 Généralités 54
4.2 Diamètres et tolérances 54
4.3 Épaisseur et tolérance 54
4.4 Plat d'orientation 54
4.5 Plat secondaire 54
4.6 Rugosité de la surface avant (propagation) 55
4.7 Rugosité de la surface arrière 55
4.8 Gauchissement 55
4.9 TV5 et TTV 55
4.10 LTV et PLTV 56
4.11 Défauts de la surface avant 56
4.12 Tolérance d'orientation de la surface 56
4.13 Inclusions 56
4.14 Position du germe de la tranche de quartz synthétique 57
4.15 Jumeaux électriques dans une tranche de quartz synthétique 57
4.16 Biseau 57
4.17 Résistivité volumique (conductivité) pour LN réduit et LT réduit 57
4.18 Transmission 57
4.19 Clarté 57
4.20 Différence de couleur 57
5 Plan d'échantillonnage 57
5.1 Généralités 57
5.2 Échantillonnage 57
6 Méthodes d'essai 58
6.1 Diamètre 58
6.2 Épaisseur 58
6.3 Existence et position de l'OF et du SF 58
6.4 Dimensions de l'OF et du SF 58
6.5 Orientation de l'OF et du SF 59
6.6 TV5 59
6.7 Gauchissement 59
6.8 TTV, LTV et PLTV 59
6.9 Défauts de la surface avant 59
6.10 Inclusions 59
6.11 Position du germe de la tranche de quartz synthétique 59
6.12 Jumeaux électriques dans une tranche de quartz synthétique 59
6.13 Biseau 59

6.14 Rugosité des surfaces avant et arrière 59
6.15 Orientation 60
6.16 Résistivité volumique 60
6.17 Transmission 60
6.18 Clarté 60
6.19 Différence de couleur 60
7 Identification, étiquetage, emballage, conditions de livraison 60
7.1 Emballage 60
7.2 Étiquetage et identification 60
7.3 Conditions de livraison 60
8 Mesures de l'orientation par rayons X 61
8.1 Principe de mesure 61
8.2 Méthode de mesure 61
8.3 Mesure de l'orientation de la surface 61
8.4 Mesure de l'orientation de l'OF 62
8.5 Plans de référence et orientations de tranches types 62
9 Mesure de la résistivité volumique 63
9.1 Mesure de la résistance 63
9.2 Électrode 64
9.3 Résistivité volumique 64
10 Contrôles visuels – Méthode de contrôle des défauts et inclusions de la surface avant 65
11 Mesure de l'épaisseur et de la variation de l'épaisseur 66
11.1 Principe de mesure 66
11.1.1 Mesure par contact 66
11.1.2 Mesure sans contact 66
11.2 Échantillon 66
11.3 Méthode de mesure 66
11.3.1 Mesure par contact 66
11.3.2 Mesure sans contact 66
12 Mesure de la transmission 67
12.1 Principe de mesure 67
12.2 Échantillon 67
12.3 Méthode de mesure 67
13 Mesure de la clarté et de la différence de couleur 67
13.1 Principe de mesure 67
13.2 Échantillon 68
13.3 Méthode de mesure 68
Annexe A (normative) Expression utilisant la description de l'angle d'Euler pour les monocristaux piézoélectriques 70
Annexe B (informative) Processus de fabrication pour tranches OAS 73
B.1 Méthodes de croissance des cristaux 73
B.1.1 Méthode de croissance de Czochralski 73
B.1.2 Méthode de Bridgman verticale 76
B.1.3 Méthode hydrothermale à gradient de température 77
B.2 Fabrication mécanique normalisée de tranches 77
B.2.1 Organigramme de processus 77
B.2.2 Découpe des deux extrémités et meulage cylindrique 78

B.2.3 Marquage d'orientation 78
B.2.4 Découpe en tranches 79
B.2.5 Rodage double face 79
B.2.6 Biseautage (arrondissement des bords) 79
B.2.7 Polissage 79
Annexe C (informative) Principe de mesure de la clarté et de la différence de couleur 80
Bibliographie 81

Figure 1 – Croquis de tranche et points de mesure 48
Figure 2 – Représentation schématique d'une TTV 48
Figure 3 – Représentation schématique d'un gauchissement 49
Figure 4 – Représentation schématique d'un Sori 49
Figure 5 – Exemple de distribution des sites pour la mesure de la LTV 50
Figure 6 – LTV définie à l'intérieur de chaque site sur la surface de la tranche 50
Figure 7 – Méthode de mesure aux rayons X 61
Figure 8 – Relation entre l'angle de coupe et les plans du réseau cristallin 62
Figure 9 – Circuit de mesure 63
Figure 10 – Matériel de mesure de la résistance 63
Figure 11 – Forme de l'électrode 64
Figure 12 – Points de mesure pour la détermination de la clarté et de la différence de couleur 68
Figure A.1 – Définition des angles d'Euler pour la rotation du système de coordonnées (X, Y, Z) en (x_1, x_2, x_3) 70
Figure A.2 – Système de coordonnées d'une tranche OAS 71
Figure A.3 – Relation entre les axes cristallins, les angles d'Euler et l'orientation des OAS pour certaines orientations de tranche 72
Figure B.1 – Croissance de cristaux par la méthode de Czochralski 74
Figure B.2 – Exemple de non-uniformité dans des cristaux après croissance à partir de différentes compositions de fonte de départ 76
Figure B.3 – Représentation schématique d'un four de Bridgman vertical et exemple de distribution de températures 77
Figure B.4 – Organigramme de processus 78
Figure C.1 – Croquis de l'espace chromatique CIELAB 80

Tableau 1 – Limites des spécifications pour la rugosité, le gauchissement, la TV5 et la TTV 55
Tableau 2 – Spécification de LTV et PLTV pour le LN et le LT 56
Tableau 3 – Plan d'échantillonnage 58
Tableau 4 – Plans cristallins pour déterminer les orientations des surfaces et des OF 62
Tableau 5 – Taille de l'électrode 64
Tableau A.1 – Orientations de substrats OAS choisis et angles d'Euler correspondants 71

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

TRANCHES MONOCRISTALLINES POUR APPLICATIONS UTILISANT DES DISPOSITIFS À ONDES ACOUSTIQUES DE SURFACE (OAS) – SPÉCIFICATIONS ET MÉTHODES DE MESURE

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. 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. 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'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un brevet. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de propriété revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC n'avait pas reçu notification qu'un brevet pouvait être nécessaire à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse https://patents.iec.ch. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 62276 a été établie par le comité d'études 49 de l'IEC: Dispositifs piézoélectriques, diélectriques et électrostatiques et matériaux associés pour la détection, le choix et la commande de la fréquence. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition parue en 2016. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

a) les termes et définitions, les exigences techniques, la fréquence d'échantillonnage, les méthodes d'essai et la mesure de la transmission, de la clarté et de la différence de couleur pour le LN et le LT ont été ajoutés, afin de satisfaire aux besoins de développement industriel;

b) le terme « inclusion » mentionné en 4.13 et 6.10 et sa définition ont été ajoutés à l'Article 3, dans la mesure où ils n'était pas suffisamment défini;

c) la spécification de la LTV et du PLTV, et la description correspondante de la fréquence d'échantillonnage pour le LN et le LT ont été ajoutées, dans la mesure où elles correspondent aux paramètres de performances clés pour les tranches;

d) la tolérance de la spécification relative à la température de Curie pour le LN et le LT a été ajoutée afin de satisfaire aux exigences de développement de l'industrie;

e) la mesure de l'épaisseur, de la TV5, de la TTV, de la LTV et du PLTV a été réalisée, y compris le principe et la méthode de mesure de l'épaisseur, de la TV5, de la TTV, de la LTV et du PLTV.

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

Projet	Rapport de vote
49/1454/CDV	49/1460/RVC

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

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 webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

TRANCHES MONOCRISTALLINES POUR APPLICATIONS UTILISANT DES DISPOSITIFS À ONDES ACOUSTIQUES DE SURFACE (OAS) – SPÉCIFICATIONS ET MÉTHODES DE MESURE

1 Domaine d’application

Le présent document s’applique à la fabrication de tranches monocristallines de quartz synthétique, de niobate de lithium (LN), de tantalate de lithium (LT), de tétraborate de lithium (LBO) et de silicate de gallium et de lanthane (LGS), destinées à être utilisées comme substrats dans la fabrication de résonateurs et de filtres à ondes acoustiques de surface (OAS).

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils 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 60758:2016, *Cristal de quartz synthétique – Spécifications et lignes directrices d’utilisation*