

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60758

1993

AMENDEMENT 2
AMENDMENT 2
2001-07

Amendement 2

**Cristal de quartz synthétique –
Spécifications et guide d'utilisation**

Amendment 2

**Synthetic quartz crystal –
Specifications and guide to the use**

© IEC 2001 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

K

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le comité d'études 49 de la CEI: Dispositifs piézoélectriques et diélectriques pour la commande et le choix de la fréquence.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
49/501/FDIS	49/511/RVD

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

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant 2005. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

Page 4

SOMMAIRE

Ajouter, après l'annexe B, l'annexe C comme suit:

C Exemple de sélection d'échantillon de référence

Supprimer «C» devant «Bibliographie».

Page 8

1.3 Termes et définitions

Ajouter les termes et définitions suivants après 1.3.2:

1.3.2.1 Cristal de quartz synthétique non usiné après croissance

Monocristal de quartz qui est produit par la méthode hydrothermale. Le terme «non usiné après croissance» désigne le stade de traitement et indique le stade précédant tout traitement en excluant les opérations de contrôle de la qualité.

1.3.2.2 Barreau Y non usiné après croissance

Cristal qui est produit en utilisant le germe ayant la plus grande dimension dans la direction de l'axe Y.

FOREWORD

This amendment has been prepared by IEC technical committee 49: Piezoelectric and dielectric devices for frequency control and selection.

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

FDIS	Report on voting
49/501/FDIS	49/511/RVD

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

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments will remain unchanged until 2005. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

Page 5

CONTENTS

Add, after annex B, annex C as follows:

C Example of reference sample selection

Delete "C" before "Bibliography"

Page 9

1.3 Terms and definitions

Add the following terms and definitions after 1.3.2:

1.3.2.1 As-grown synthetic quartz crystal

Single crystal quartz grown hydrothermally. "As-grown" refers to the state of processing and indicates a state prior to whatever treatment after growth, excluding quality control operations.

1.3.2.2 As-grown Y-bar

Crystal which is produced using a seed with the largest dimension in the Y-direction.

1.3.2.3 Barreau Z

Cristal dans lequel le secteur Z cultivé est considérablement plus grand que le secteur X cultivé. La dimension relative du secteur de croissance est contrôlée par la dimension X du germe.

Page 10

1.3.4 Germe

Remplacer la définition existante par ce qui suit:

Lame ou barreau de quartz de section rectangulaire parallélépipédique à utiliser comme noyau pour la croissance du cristal.

Page 10

Ajouter les termes et définitions suivants après 1.3.7.1:

1.3.7.2 Lame de coupe AT

Lame de quartz de coupe Y obtenue par rotation, orientée selon un angle d'environ $+35^\circ$ à partir de l'axe X ou d'environ -3° à partir de la face Z (petite face rhomboédrique), comme montré à la figure 3.

1.3.7.3 Lame de coupe Z (petite face rhomboédrique)

Lame de quartz parallèle à la face z (petite face rhomboédrique), comme montré à la figure 3a.

1.3.7.4 Lame de coupe X

Lame de quartz perpendiculaire à l'axe X, comme montré à la figure 3b.

1.3.7.5 Lame de coupe Y

Lame de quartz perpendiculaire à l'axe Y, comme montré à la figure 3b.

1.3.7.6 Lame de coupe Z

Lame de quartz perpendiculaire à l'axe Z, comme montré à la figure 3b.

Page 10

1.3.8 Dimensions

Remplacer le texte existant par ce qui suit:

Dimensions propres à la croissance sur un germe de coupe Z orienté selon un angle inférieur à 20° à partir de l'axe Y.

1.3.2.3 Z-bar

Crystal in which the Z-grown sector is much larger than the X-grown sector. The relative size of the growth sector is controlled by the X-dimension of the seed.

Page 11

1.3.4 Seed

Replace the existing definition by the following:

The rectangular parallelepiped quartz plate or bar to be used as a nucleus for crystal growth.

Page 11

Add the following terms and definitions after 1.3.7.1:

1.3.7.2 AT-cut plate

A rotated Y-cut crystal plate oriented at an angle of about $+35^\circ$ around the X-axis or about -3° from the z (minor rhombohedral)-face as shown in figure 3.

1.3.7.3 z (minor rhombohedral)-cut plate

Crystal plate parallel to the z (minor rhombohedral)-face as shown in figure 3a.

1.3.7.4 X-cut plate

Crystal plate perpendicular to the X-axis as shown in figure 3b.

1.3.7.5 Y-cut plate

Crystal plate perpendicular to the Y-axis as shown in figure 3b.

1.3.7.6 Z-cut plate

Crystal plate perpendicular to the Z-axis as shown in figure 3b.

Page 11

1.3.8 Dimensions

Replace the existing text by the following:

Dimensions pertaining to growth on Z-cut seed rotated less than 20° from the Y-axis.

1.3.8.1 Dimensions brutes

Dimensions maximales suivant les axes X, Y, ou Y', et Z ou Z' mesurées le long des axes X, Y' et Z'.

1.3.8.1.1 Dimension effective suivant l'axe Z

Dimension effective suivant l'axe Z obtenue après croissance qui est définie comme une mesure minimale dans la direction de l'axe Z ($\theta = 0^\circ$) ou Z' dans la région utilisable Y ou Y' des cristaux obtenus après croissance et est désignée par Z_{eff} , comme montré à la figure 1.

1.3.8.1.2 Dimension minimale suivant l'axe Z

Distance minimale à partir de la surface du germe à la surface Z. Elle est décrite comme Z_{min} , comme montré à la figure 1d.

1.3.8.2 Dimensions propres à la croissance sur un germe de coupe Z orienté selon un angle supérieur à 20° à partir de l'axe X

A l'étude.

Page 12

1.3.12 Concentration des impuretés

Remplacer le texte de ce paragraphe comme suit:

La concentration des impuretés est donnée par rapport aux atomes de silicium.

Ajouter, après 1.3.13, les nouvelles définitions suivantes:

1.3.13.1 Canal de corrosion

Lacune approximativement cylindrique qui est présente le long de la ligne de dislocation après la corrosion d'une lame d'essai préparée à partir d'un cristal de quartz.

1.3.13.2 Autoclave

Vaisseau désigné pour créer les conditions de la pression élevée et de la température élevée nécessaires pour la croissance du cristal de quartz synthétique.

1.3.13.3 Quartz droit ou quartz gauche

La polarité d'un cristal de quartz comme déterminé en observant le sens de polarité d'une rotation optique dans la lumière polarisée. Le quartz droit est le cristal dextrogyre et le quartz gauche est le cristal lévogyre.

1.3.13.4 Macles

Les macles suivent les lois de cristallographie en reliant la symétrie aux faces ou axes spécifiques.

1.3.8.1 Gross dimensions

The maximum dimensions along the X-, Y-, or Y'-, and Z- or Z'-axes measured along the X-, Y'- and Z'-axes.

1.3.8.1.1 Effective Z-dimension

As-grown effective Z dimension which is defined as the minimum measure in the Z ($\theta = 0^\circ$) or Z' direction in usable Y or Y' area of an as-grown crystal and is described by Z_{eff} as shown in figure 1.

1.3.8.1.2 Minimum Z-dimension

Minimum distance from seed surface to Z-surface. It is described by Z_{min} as shown in figure 1d.

1.3.8.2 Dimensions pertaining to the growth on a Z-cut seed rotated more than 20° from the X-axis

Under consideration.

Page 13

1.3.12 Impurity concentration

Replace the existing text of this subclause by the following:

The concentration of impurities is given relative to silicon atoms.

Add, after 1.3.13, the following new definitions:

1.3.13.1 Etch channel

A roughly cylindrical void that is present along a dislocation line after etching a test wafer prepared from a quartz crystal.

1.3.13.2 Autoclave

Vessel for the high pressure, high temperature condition required for growth of synthetic quartz crystal.

1.3.13.3 Right-handed quartz or left-handed quartz

Handedness of quartz crystal as determined by observing the sense of handedness of the optical rotation in the polarized light. Right-handed quartz is the crystal of dextrorotatory and left-handed quartz is the crystal of levorotary.

1.3.13.4 Twins

Twins follow laws of crystallography relating symmetry to specific faces or axes.

Les types suivants de macles ont été identifiés dans les cristaux de quartz synthétique:

a) Macles électriques

Cristal de quartz dans lequel des régions avec l'axe Z commun existent, montrant un renversement de polarité de l'axe X électrique.

b) Macles optiques

Cristal de quartz dans lequel les régions avec l'axe Z commun exhibent le renversement de la polarité de l'axe Z optique.

1.3.13.5 Valeur du coefficient d'extinction infrarouge α

Le coefficient (désignée comme la valeur de α) établi en déterminant la relation entre l'absorption des deux longueurs d'onde: l'une avec une absorption minimale due à l'impureté OH, l'autre avec une absorption élevée due à la présence d'impuretés OH dans le réseau du cristal. L'impureté OH est la cause des pertes mécaniques dans les résonateurs et sa présence a une bonne corrélation avec la présence d'autres impuretés provoquant des pertes. La valeur de α est une mesure de la concentration d'OH et elle a une corrélation avec des pertes mécaniques espérées dues aux impuretés du matériau. La valeur du coefficient d'extinction infrarouge α est déterminée en utilisant l'équation suivante:

$$\alpha = \frac{1}{t} \log \frac{T_1}{T_2}$$

où

α est le coefficient d'extinction infrarouge;

t est l'épaisseur d'échantillon de coupe Y, en centimètres;

T_1 est la transmission en pour-cent à un nombre d'ondes de 3 800 cm^{-1} ou 3 979 cm^{-1} ;

T_2 est la transmission en pour-cent à un nombre d'ondes de 3 410 cm^{-1} , 3 500 cm^{-1} ou 3 585 cm^{-1} .

1.4.1 Orientation du germe

Remplacer le texte existant par le nouveau texte suivant:

Les orientations normalisées des germes sont la coupe Z et les coupes obtenues par rotation autour de l'axe X, coupe parallèle à la petite face rhomboédrique, coupe Z + 1°30', coupe Z + 2°, coupe Z + 5° et coupe Z + 8°30', l'axe Z' des trois derniers germes étant tourné comme indiqué à la figure 2.

Page 16

1.5.3.2 Dimension suivant l'axe Z ou Z'

Remplacer le texte existant par le nouveau texte suivant:

La dimension suivant l'axe Z ou Z' doit être spécifiée comme la dimension maximale suivant l'axe Z ou Z' dans la grande zone X (voir figure 1c).

The following types have been identified in synthetic quartz crystals:

a) Electrical twins

Quartz crystal in which regions with the common Z-axis exist showing a polarity reversal of the electrical X-axis.

b) Optical twins

Quartz crystal in which regions with the common Z-axis exhibit handedness reversal of the optical Z-axis.

1.3.13.5 Infrared absorption coefficient α -value

The coefficient (referred to as the α -value) established by determining the relationship between absorption of two wavelengths: one with minimal absorption due to OH impurity, the other with high absorption due to presence of OH impurities in the crystal lattice. The OH impurity creates mechanical loss in resonators and its presence is correlated to the presence of other loss-inducing impurities. The α -value is a measure of OH concentration and is correlated with expected mechanical losses due to material impurities. The infrared absorption coefficient α -value is determined using the following equation:

$$\alpha = \frac{1}{t} \log \frac{T_1}{T_2}$$

where

α is the infrared absorption coefficient;

t is the thickness of Y-cut sample, in centimetres;

T_1 is the percent transmission at a wave number of 3 800 cm^{-1} or 3 979 cm^{-1} ;

T_2 is the percent transmission at a wave number of 3 410 cm^{-1} , 3 500 cm^{-1} or 3 585 cm^{-1} .

1.4.1 Orientation of the seed

Replace the existing text by the following new text:

Standard orientations for the seeds are Z-cuts and rotated X-cuts, minor rhombohedral (z-minor) cut, 1°30' rotated Z-cut, 2° rotated Z-cut, 5° rotated Z-cut, and 8°30' rotated Z-cut, the Z'-axis of the latter three seeds being rotated as shown in figure 2.

Page 17

1.5.3.2 Dimension along Z or Z'-axis

Replace the existing text by the following new text:

The dimension along the Z or Z'-axis shall be specified as maximum dimension along the Z or Z'-axis in greater X-zone (see figure 1c).

Ajouter les nouveaux paragraphes suivants:

1.5.3.2.1 Dimension Z_{eff} ou Z'_{eff}

La dimension Z_{eff} ou Z'_{eff} doit être spécifiée comme la dimension minimale suivant l'axe Z ou Z' (voir figure 1c).

1.5.3.2.2 Dimension Z_{min} ou Z'_{min}

La dimension doit être comme spécifié (voir figure 1d).

Page 18

1.5.5.3 Densité des inclusions

Remplacer le texte existant par le nouveau texte suivant:

Les deux méthodes de mesure suivantes sont utilisées et chaque méthode peut être choisie.

Méthode 1:

Les inclusions dans la gamme des dimensions exigée par l'utilisateur sont comptées visuellement par cm^3 dans des volumes échantillons du cristal, en utilisant un microscope stéréoscopique binoculaire à grossissement 30 à 40, équipé pour un comptage dans un champ circulaire ou carré d'une échelle réticulaire calibrée permettant la détermination des dimensions des particules, un éclairage latéral intense (lampes halogènes, par exemple) sur un fond noir mat, un liquide d'indice de réfraction adapté ($n = 1,55$ environ) pour la transparence et les moyens appropriés de mesure des dimensions des volumes échantillons choisis pour le comptage.

Méthode 2:

Lorsqu'il est difficile d'appliquer la méthode 1, les cristaux sont comparés avec les échantillons de référence représentant convenablement chaque gamme de classes en les immergeant dans un liquide d'indice de réfraction adapté ($n = 1,55$ environ) pour la transparence ou en appliquant un tel liquide à leurs surfaces. Les échantillons de référence doivent être agréés entre le fabricant et l'utilisateur. Un exemple d'échantillon de référence est donné à l'annexe C.

Page 22

1.5.6 Evaluation de la qualité par la méthode de mesure du coefficient d'extinction infrarouge α

Ajouter, à la fin du premier alinéa, ce qui suit:

Les deux méthodes de mesure suivantes sont utilisées et chacune de ces méthodes peut être choisie.

Méthode 1: Le nombre d'ondes est fixé et les données positionnelles de transmission sont mesurées en balayant l'échantillon.

Méthode 2: L'échantillon est fixé et les données de transmission sont mesurées aux nombres d'ondes choisis à plusieurs points de l'échantillon.

Add the following new subclauses:

1.5.3.2.1 Dimension Z_{eff} or Z'_{eff}

The Z_{eff} or Z'_{eff} –dimension shall be specified as minimum dimension along the Z or Z'-axis (see figure 1c).

1.5.3.2.2 Dimension Z_{min} or Z'_{min}

The dimension shall be as specified (see figure 1d).

Page 19

1.5.5.3 Inclusion density

Replace the existing text by the following new text:

The following two measuring methods are used and either one may be chosen.

Method 1:

Inclusions within stated ranges are counted visually per cm^3 in sample volumes within a crystal using a stereo binocular microscope operating at 30 to 40 magnification equipped for counting within either a circular or a square field and with a calibrated reticule scale for determining particle sizes, intense side illumination (such as halogen lamps) over a recessed black matt background, an index matching liquid ($n = 1,55$, approximately) for transparency, and means of measuring the dimensions of the sample volumes counted.

Method 2:

In the case when it is difficult to apply method 1, crystals are compared with reference samples appropriately representing each grade range, immersing within an index matching liquid ($n = 1,55$, approximately) for transparency, or applying such liquid to the surface. The reference samples shall be agreed upon between supplier and user. An example for the reference sample selection procedure is mentioned in annex C.

Page 23

1.5.6 Evaluation of infra-red quality by α -measurement

Add, at the end of the first paragraph, the following:

The following two measuring methods are used and either one shall be chosen.

Method 1: The wave number is fixed and the positional transmission data are measured by scanning the sample.

Method 2: The sample is fixed and the transmission data are measured at chosen wave numbers on several points in the sample.

Page 30

1.5.9 Concentration des impuretés d'aluminium

Supprimer le numéro et le titre de ce paragraphe et déplacer le texte de ce paragraphe à la fin du nouveau paragraphe 2.6.3, à la page 42.

Page 32

1.5.10 Quartz électriquement purifié

Supprimer ce paragraphe.

1.6 Marquage

Ajouter, après 1.6, le nouveau paragraphe 1.6.1 suivant:

1.6.1 Exigences de livraison

Ces exigences doivent être agréées entre acheteurs et vendeurs.

Page 42

2.6.3 Contenu d'aluminium

Remplacer le texte existant par le nouveau texte suivant:

Une faible concentration en aluminium (Al^{3+}) (impureté substitutionnelle occupant le nœud Si^{4+}) diminue aussi des ions monovalents compensant la charge qui accompagnent Al (Na^+ et Li^+ principalement). Une vérification de cette concentration peut être parfois exigée lorsqu'il est nécessaire que le produit soit résistant à l'assombrissement dû au rayonnement ou aux variations de la fréquence. (Le texte du paragraphe 1.5.9 de la page 30 doit être inséré ici.)

Ajouter, après 2.6.3, le nouveau paragraphe suivant:

2.6.3.1 Quartz électriquement purifié

Présent comme défaut dans le quartz, $\text{Al}^{3+}-\text{M}^+$ (l'ion monovalent de compensation de charge) est transformé en $\text{Al}^{3+}-\text{OH}$ lorsque l'ion d'alcali est dissocié par rayonnement. A cause de cette transformation, une relaxation élastique dans le centre $\text{Al}^{3+}-\text{M}^+$ est effacée et la constante élastique augmente. Pour cette raison, la variation de la fréquence du quartz est déclenchée dû au rayonnement. Mais la variation de la fréquence due au rayonnement peut être réduite lorsque les ions d'alcali dans le quartz sont préalablement éliminés par l'électrolyse (processus de diffusion du champ électrique) pour causer la transformation de $\text{Al}^{3+}-\text{M}^+$ à $\text{Al}^{3+}-\text{OH}$ ou $\text{Al}^{3+}-\text{e}^-$. Le quartz traité par électrolyse est appelé quartz purifié. Le quartz purifié est utilisé dans les résonateurs à quartz pour application dans les satellites fonctionnant dans les conditions d'environnement de radiation de l'espace, lorsque la tendance de déviation de la fréquence due au vieillissement existe. Le traitement par purification élimine l'ion d'alcali à une température élevée après l'application d'une tension d.c. élevée dans la direction de l'axe Z et déplace l'ion d'alcali le long de l'axe Z du quartz.

Page 31

1.5.9 Aluminium impurity content

Delete the subclause number and title and transfer the text to the end of the new subclause 2.6.3, page 43.

Page 33

1.5.10 Swept quartz

Delete this subclause.

1.6 Marking

Add, after subclause 1.6, the new subclause 1.6.1 as follows:

1.6.1 Shipping requirements

These requirements shall be specified upon agreement between supplier and user.

Page 43

2.6.3 Al content

Replace the existing text by the following new text.

Low Al^{3+} (a substitutional impurity occupying a Si^{4+} site) concentration also reduces the charge compensating monovalent ions that accompany Al (chiefly Na^+ and Li^+). Control is therefore sometimes required, as when resistance to radiation darkening or frequency change is needed. *(The text of the former subclause 1.5.9 from page 31 shall be inserted here.)*

Add, after 2.6.3, the following new subclause:

2.6.3.1 Swept quartz

$\text{Al}^{3+}\text{--M}^+$ (a monovalent charge compensating ion), defect in quartz, is transformed to $\text{Al}^{3+}\text{--OH}$ when the alkali ion is dissociated by radiation. By this transformation, an elastic relaxation in $\text{Al}^{3+}\text{--M}^+$ centre is erased and the elastic constant is increased. Frequency shift of quartz is triggered due to this reason by radiation. But frequency shift by radiation can be reduced if alkali ions in quartz are removed in advance by sweeping (electric field diffusion processing) to cause transformation from $\text{Al}^{3+}\text{--M}^+$ to $\text{Al}^{3+}\text{--OH}$ or $\text{Al}^{3+}\text{--e}^-$. Quartz processed through the sweeping is called swept quartz. Swept quartz is used in crystal units for satellites operating in a space radiation environment where frequency ageing shift tends to be caused. The sweeping treatment removes the alkali ion at a high temperature by applying a high d.c. voltage to the Z-axis direction and removes the alkali ion from the quartz along the Z-axis.

Page 42

2.7 Rédaction des commandes

Remplacer le texte existant par le nouveau texte suivant:

Les caractéristiques suivantes doivent être spécifiées à la commande. Les classes et les valeurs normalisées doivent être utilisées lorsque cela est possible:

- a) cristal de quartz synthétique non usiné après croissance ou cristal de quartz synthétique préébauché;
- b) type de quartz (droit ou gauche);
- c) orientation du germe;
- d) dimensions;
- e) classe du point de vue du coefficient d'extinction α ;
- f) spécification des classes optionnelles seulement lorsqu'elles sont exigées.

Page 44

Ajouter, après 3.2.1, les nouveaux paragraphes suivants:

3.2.1.1 Barreau Y préébauché

Barreaux de quartz qui sont préébauchés à partir d'un barreau Y non usiné après croissance.

3.2.1.2 Barreau Z préébauché

Barreaux de quartz qui sont préébauchés à partir d'un barreau Z non usiné après croissance.

Page 50

Remplacer la figure 3 existante par la nouvelle figure 3 suivante:

Page 43

2.7 Ordering

Replace the existing text by the following new text:

The following items shall be specified when ordering. Standard grades and values shall be used whenever possible:

- a) as-grown synthetic quartz crystal or lumbered synthetic quartz crystal;
- b) type of quartz (R.H.) or (L.H.);
- c) orientation of seed;
- d) dimensions;
- e) α -grade;
- f) additional grading specifications only as required.

Page 45

Add, after 3.2.1 the following new subclauses:

3.2.1.1 Lumbered Y-bar

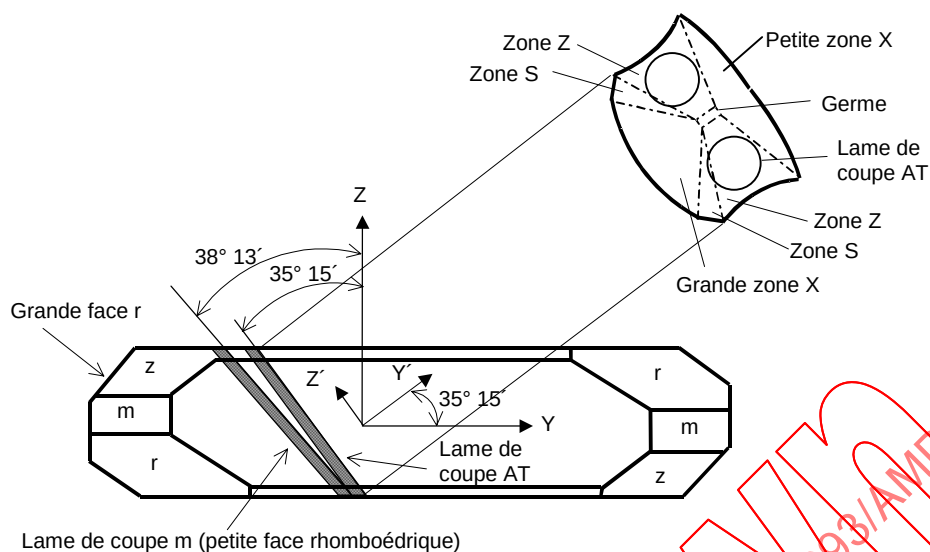
Quartz bars which are lumbered from an as-grown Y-bar.

3.2.1.2 Lumbered Z-bar

Quartz bars which are lumbered from an as-grown Z-bar.

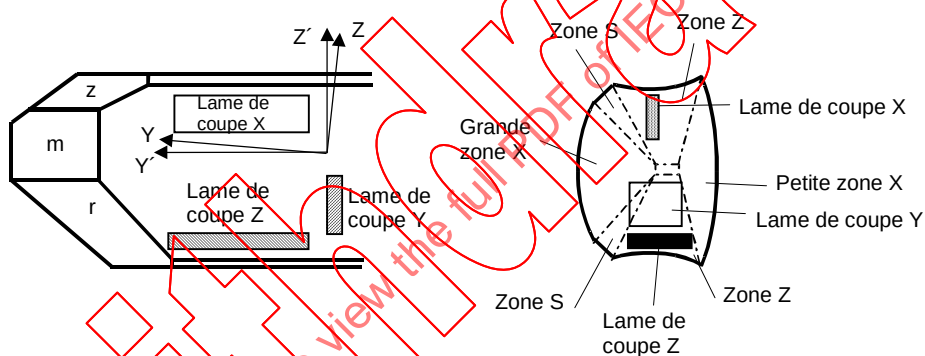
Page 50

Replace the existing figure 3 by the following new figure 3:



IEC 998/01

Figure 3a – Emplacement des lames de coupe AT dans le quartz synthétique droit avec une orientation de 0°



IEC 999/01

Figure 3b – Emplacement des lames de coupe X, de coupe Y et de coupe Z

Figure 3 – Exemple typique de découpage des lames de coupe AT, de coupe r (petite face rhomboédrique), de coupe X, de coupe Y et de coupe Z