

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC**

60959

Première édition
First edition
1990-04

**Simulateur provisoire de tête et de torse
pour les mesures acoustiques des appareils
de correction auditive à conduction aérienne**

**Provisional head and torso simulator for
acoustic measurements and air conduction
hearing aids**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60959: 1990

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC
60959**

Première édition
First edition
1990-04

**Simulateur provisoire de tête et de torse
pour les mesures acoustiques des appareils
de correction auditive à conduction aérienne**

**Provisional head and torso simulator for
acoustic measurements and air conduction
hearing aids**

© IEC 1990 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

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

U

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

SOMMAIRE

	Pages
PREAMBULE	4
PREFACE	4
INTRODUCTION	6
 Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Définitions	8
3. Caractéristiques physiques du mannequin	14
3.1 Torse	14
3.2 Tête	24
3.3 Pavillon	32
3.4 Simulateur d'oreille	40
3.5 Matériaux	40
3.6 Marquages	40
3.7 Tolérances	40
4. Caractéristiques acoustiques du mannequin	42
4.1 Conditions de mesure	42
4.2 Réponse fréquentielle en champ libre	44
4.3 Tolérances	46
5. Autres propriétés	48
5.1 Orifices	48
5.2 Essai d'étanchéité acoustique	48
ANNEXE A - Rapport de pression du conduit auditif	50
ANNEXE B - Mannequin sans pavillons d'oreille	52
ANNEXE C - Bibliographie	56

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
INTRODUCTION	7
 Clause	
1. Scope	7
2. Definitions	9
3. Physical characteristics of the manikin	15
3.1 Torso	15
3.2 Head	25
3.3 Pinna	33
3.4 Ear simulator	41
3.5 Materials	41
3.6 Markings	41
3.7 Tolerances	41
4. Acoustical characteristics of the manikin	43
4.1 Measurement conditions	43
4.2 Free field frequency response	45
4.3 Tolerances	47
5. Other properties	49
5.1 Openings	49
5.2 Test for sound leakage	49
APPENDIX A - Ear canal sound pressure ratio	51
APPENDIX B - Manikin without pinnae	53
APPENDIX C - Bibliography	56

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**SIMULATEUR PROVISoire DE TETE ET DE TORSE
POUR LES MESURES ACOUSTIQUES
DES APPAREILS DE CORRECTION AUDITIVE A CONDUCTION AERIEENNE**

PREAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes ou sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PREFACE

Le présent rapport a été établi par le Comité d'Etudes n° 29 de la CEI: Electroacoustique.

Le texte de ce rapport est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
29C(BC)52	29(BC)148

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

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans le présent rapport:

Publications n° 118-8 (1983): Appareils de correction auditive, Huitième partie: Méthodes de mesure des caractéristiques fonctionnelles des appareils de correction auditive dans des conditions simulées de fonctionnement in situ.

711 (1981): Simulateur d'oreille occluse pour la mesure des écouteurs couplés à l'oreille par des embouts.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PROVISIONAL HEAD AND TORSO SIMULATOR FOR ACOUSTIC MEASUREMENTS
ON AIR CONDUCTION HEARING AIDS

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This report has been prepared by IEC Technical Committee No. 29: Electroacoustics.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
29(C0)52	29(C0)148

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

The following IEC publications are quoted in this report:

Publications Nos. 118-8 (1983): Hearing aids, Part 8: Methods of measurement of performance characteristics of hearing aids under simulated in situ working conditions.

711 (1981): Occluded-ear simulator for the measurement of earphones coupled to the ear by ear inserts.

SIMULATEUR PROVISOIRE DE TÊTE ET DE TORSE POUR LES MESURES ACOUSTIQUES DES APPAREILS DE CORRECTION AUDITIVE A CONDUCTION AÉRIENNE

INTRODUCTION

Le présent rapport décrit un simulateur de tête et de torse destiné aux mesures des appareils de correction auditive. Le dispositif est conçu pour les mesures acoustiques effectuées par voie aérienne et ne convient pas aux mesures qui impliquent des chemins de conduction de vibrations tels que la conduction osseuse. Le simulateur de tête et de torse a été étudié pour créer une diffraction acoustique semblable à celle qui existe autour d'une tête et d'un torse humains moyens: de ce fait, il peut se révéler utile pour d'autres mesures acoustiques. Pour le moment, il n'a cependant été validé que pour les mesures d'appareils de correction auditive; les autres applications nécessiteront des études de validation complémentaires. Quelques-unes de ces études ont déjà montré que le simulateur de tête et de torse n'était pas approprié pour l'étalonnage des écouteurs externes, à cause de la mauvaise répétabilité de leur positionnement. Les erreurs peuvent dépasser 10 dB.

Des informations se rapportant aux autres applications sont fournies dans les annexes A et B.

1. Domaine d'application

1.1 Le présent rapport décrit un simulateur de tête et de torse (mannequin) qui reproduit approximativement les effets acoustiques d'un être humain adulte moyen, y compris la diffraction qui affecte les caractéristiques d'un appareil de correction auditive porté par une personne. Le dispositif est constitué par une tête montée sur un torse allant jusqu'à la taille. La tête est équipée de pavillons simulés et de cavités cylindriques terminées par des impédances acoustiques et munies de microphones placés à des positions qui correspondent à celles des tympans d'un adulte moyen.

Notes 1.- Les résultats de mesure obtenus avec le mannequin peuvent être notablement différents de ceux qui sont obtenus sur une personne donnée, en raison des variations anatomiques.

2.- Les valeurs médianes ont été obtenues à partir des échantillons de populations décrits dans la bibliographie (voir annexe C).

1.2 Le rapport donne une description ainsi que des prescriptions concernant les caractéristiques physiques aussi bien qu'acoustiques du mannequin.

1.3 Le dispositif décrit dans ce rapport est provisoire, en attendant des recherches ultérieures qui pourraient déboucher sur un dispositif plus simple géométriquement, sans que cette simplification affecte la précision des mesures sur les appareils de correction auditive.

PROVISIONAL HEAD AND TORSO SIMULATOR FOR ACOUSTIC MEASUREMENTS ON AIR CONDUCTION HEARING AIDS

INTRODUCTION

This report describes a head and torso simulator for hearing aid measurements. The device is intended for airborne acoustic measurements, and is not suitable for measurements which depend on vibration conduction paths such as bone conduction. The head and torso simulator has been designed to provide acoustic diffraction similar to that encountered around the median human head and torso, and as such may be useful for other acoustical measurements. At present it has, however, only been validated for hearing aids; and other applications will require additional validity studies. Some such studies have already shown that the head and torso simulator may not be suitable for the calibration of external earphones due to poor repeatability of their positioning; errors may exceed 10 dB.

Information relating to other applications is presented in appendices A and B.

1. Scope

- 1.1 This report describes a head and torso simulator (manikin) which reproduces approximately the acoustical effects of a median human adult, including diffraction affecting the performance of a hearing aid on a person. The device consists of a head mounted on a torso that extends to the waist. The head is equipped with simulated pinnae and with cylindrical cavities having acoustic impedance terminations and microphones located at positions corresponding to those of the eardrums on a median human adult.

Notes 1.- Measurement results obtained with the manikin may differ substantially from similar results obtained on an individual person, due to anatomical variations.

2.- The median values were drawn from the population samples described in the bibliography (see Appendix C).

- 1.2 The manikin is described physically as well as acoustically, and requirements are specified for both descriptions.
- 1.3 The device described in this report is provisional, pending further investigations which might result in a geometrically simpler device without jeopardizing the accuracy of hearing aid measurements.

2. Définitions

(Voir aussi les figures 1 et 2.)

2.1 *Mannequin (simulateur de tête et de torse)*

Pour les besoins de ce rapport, on définit un mannequin qui représente un simulateur de tête et de torse allant du sommet de la tête jusqu'à la taille et qui est conçu pour simuler la diffraction acoustique produite par la tête et le torse d'un adulte moyen. La tête comprend deux simulateurs de pavillons d'oreille, et contient au moins un simulateur d'oreille.

2.2 *Simulateur de pavillon d'oreille*

Dispositif qui possède approximativement la forme et les dimensions du pavillon d'une oreille d'adulte moyen.

2.3 *Simulateur d'oreille*

Pour les besoins de ce rapport, un simulateur d'oreille est un dispositif qui simule les propriétés acoustiques du conduit auditif depuis la conque auriculaire jusqu'au tympan inclus. Il comprend un prolongateur de conduit auditif et un simulateur d'oreille occluse.

2.4 *Simulateur d'oreille occluse*

Simulateur d'oreille qui simule la partie interne du conduit auditif, depuis la position que devrait prendre l'extrémité d'un embout (le plan de référence du simulateur d'oreille occluse) jusqu'au tympan. Il est constitué essentiellement d'une cavité principale, de réseaux acoustiques de charge et d'un microphone étalonné. L'emplacement du microphone est choisi de façon que la pression acoustique sur le microphone corresponde approximativement à la pression acoustique existant sur le tympan humain.

2.5 *Prolongateur de conduit auditif*

Dispositif qui fournit une liaison entre le plan de référence d'un simulateur d'oreille occluse et l'orifice d'un dispositif simulant la conque.

2.6 *Plan de référence du simulateur d'oreille*

Plan perpendiculaire à l'axe du conduit auditif, à la jonction du simulateur d'oreille occluse et du prolongateur de conduit auditif.

2.7 *Point de référence du mannequin*

Point milieu du segment de droite joignant les centres des orifices des conduits auditifs (à la jonction de la conque et du conduit auditif).

2. Definitions

(Refer also to Figures 1 and 2.)

2.1 *Manikin (head and torso simulator)*

For the purpose of this report, a manikin is defined as a head and torso simulator extending downward from the top of the head to the waist and designed to simulate the acoustic diffraction produced by a median adult human head and torso. The head includes two pinna simulators, and contains at least one ear simulator.

2.2 *Pinna simulator*

A device which has the approximate shape and dimensions of a median adult human pinna.

2.3 *Ear simulator*

For the purpose of this report, an ear simulator is a device which simulates the acoustic properties of the ear canal from the concha up to and including the eardrum. It comprises an ear canal extension and an occluded ear simulator.

2.4 *Occluded ear simulator*

An ear simulator which simulates the inner part of the ear canal, from the position that would be occupied by the tip of an earmould (the reference plane of the occluded ear simulator) to the eardrum. It consists essentially of a principal cavity, acoustic load networks and a calibrated microphone. The location of the microphone is chosen so that the sound pressure at the microphone corresponds approximately to the sound pressure existing at the human eardrum.

2.5 *Ear canal extension*

A device that provides a connection between the reference plane of an occluded ear simulator and the aperture of a device simulating the concha.

2.6 *Ear simulator reference plane*

A plane perpendicular to the axis of the ear canal, at the junction between the occluded ear simulator and the ear canal extension.

2.7 *Reference point of the manikin*

The point bisecting the line joining the centres of the openings of the ear canals (at the junction between concha and ear canal).

2.8 *Plan de symétrie du mannequin*

Plan passant par le point de référence du mannequin et qui divise les parties droite et gauche du mannequin en moitiés symétriques, les expressions "droite" et "gauche" ayant la même interprétation que pour le torse humain.

2.9 *Axe de rotation du mannequin*

Droite autour de laquelle le mannequin peut tourner. Cette droite passe par le point de référence du mannequin et est située dans le plan de symétrie du mannequin. Elle présente une direction qui serait verticale si le mannequin était monté dans une position correspondant à celle d'une personne qui se tient debout.

2.10 *Plan de référence du mannequin*

Plan perpendiculaire à l'axe de rotation contenant le point de référence du mannequin.

2.11 *Point de mesure*

Point de l'espace où est mesuré le niveau de pression acoustique en l'absence du mannequin et où on doit placer, de manière reproductible, le point de référence du mannequin pour les mesures.

2.12 *Axe de mesure*

Droite joignant le point de mesure et le centre de la source sonore (voir figure 2).

2.13 *Plan de mesure (pour la mesure de l'uniformité du front d'onde en champ libre)*

Plan perpendiculaire à l'axe de mesure et contenant le point de mesure.

2.14 *Angle d'azimut pour l'incidence du son (θ)*

Angle formé par le plan de symétrie du mannequin (voir figure 2) avec le plan passant par l'axe de rotation et contenant l'axe de mesure. Quand le mannequin fait face à la source sonore, l'angle d'azimut pour l'incidence du son est égal par définition à 0° . Quand l'oreille droite du mannequin fait face à la source sonore, cet angle est égal à $+90^\circ$; quand l'oreille gauche du mannequin fait face à la source, cet angle est égal à $+270^\circ$.

2.15 *Angle d'élévation pour l'incidence du son (α)*

Angle formé par l'axe de mesure et le plan de référence du mannequin (voir figure 2). Quand le sommet de la tête du mannequin est dirigé vers la source sonore, l'angle d'élévation est égal à $+90^\circ$. Lorsque l'axe de mesure se trouve dans le plan de référence, l'angle d'élévation est égal à 0° .

2.8 *Plane of symmetry of the manikin*

A plane passing through the reference point of the manikin that divides the left and right portions of the manikin into symmetrical halves, left and right to be interpreted as for the human torso.

2.9 *Axis of rotation of the manikin*

A straight line about which the manikin can be rotated, passing through the reference point of the manikin and lying in the plane of symmetry of the manikin, and having a direction that would be vertical if the manikin were mounted in a position corresponding to that of a standing person.

2.10 *Reference plane of the manikin*

A plane perpendicular to the axis of rotation that contains the reference point of the manikin.

2.11 *Test point*

A reproducible position in the test space at which the sound pressure level is measured with the manikin absent and at which the reference point of the manikin is to be located for test purposes.

2.12 *Test axis*

The line joining the test point and the centre of the sound source (see Figure 2).

2.13 *Test plane for measurement of the uniformity of the free field wavefront*

A plane perpendicular to the test axis and containing the test point.

2.14 *Azimuth angle of sound incidence (θ)*

The angle between the plane of symmetry of the manikin (see Figure 2) and the plane defined by the axis of rotation and the test axis. When the manikin faces the sound source, the azimuth angle of sound incidence is defined as 0° . When the right ear of the manikin faces the sound source, the angle is defined as $+90^\circ$. When the left ear of the manikin faces the sound source, the angle is defined as $+270^\circ$.

2.15 *Elevation angle of sound incidence (α)*

The angle between the reference plane of the manikin and the test axis (see Figure 2). When the vertex points towards the sound source the elevation angle is defined as $+90^\circ$. When the test axis lies in the reference plane, the elevation angle is defined as 0° .

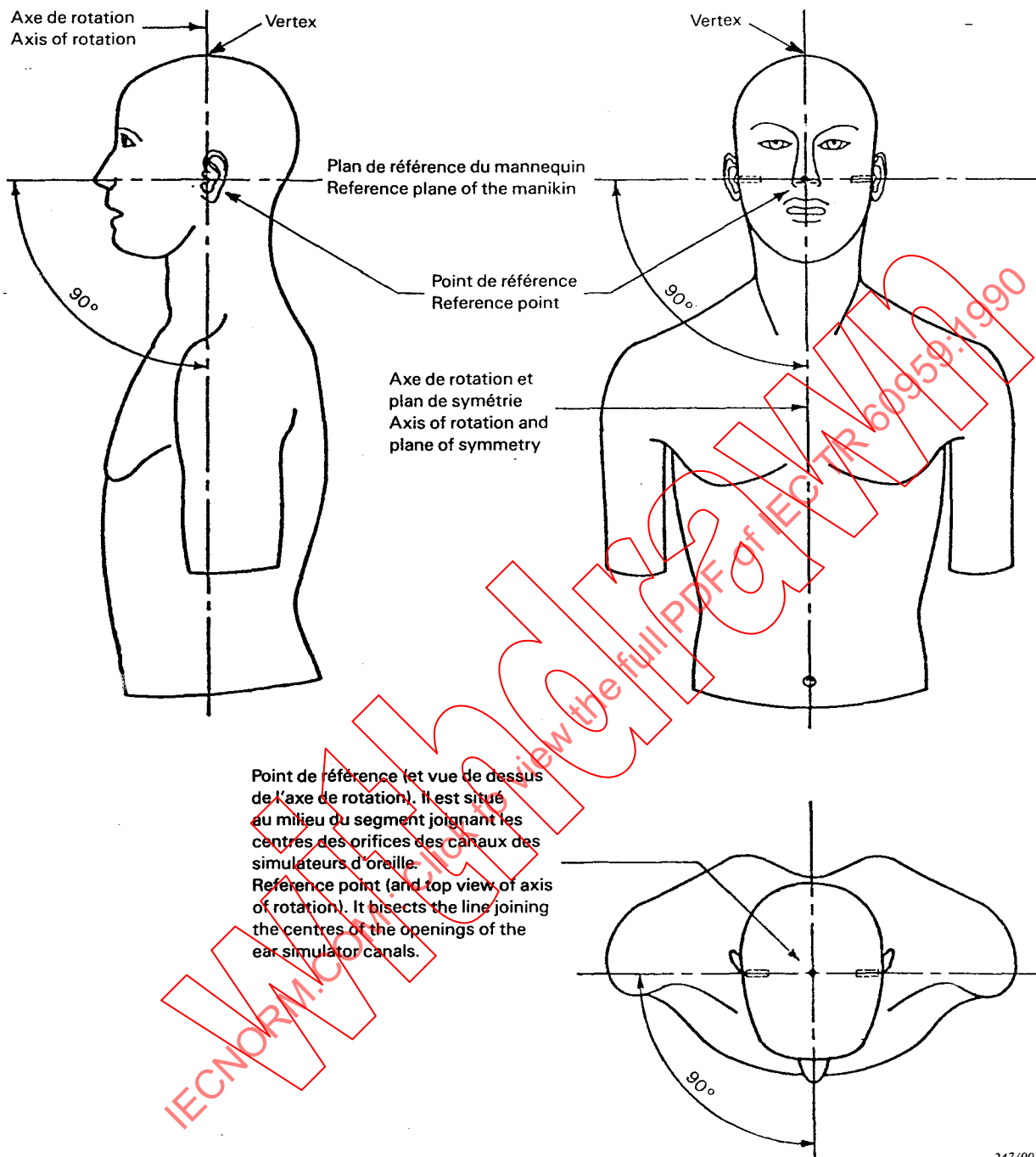
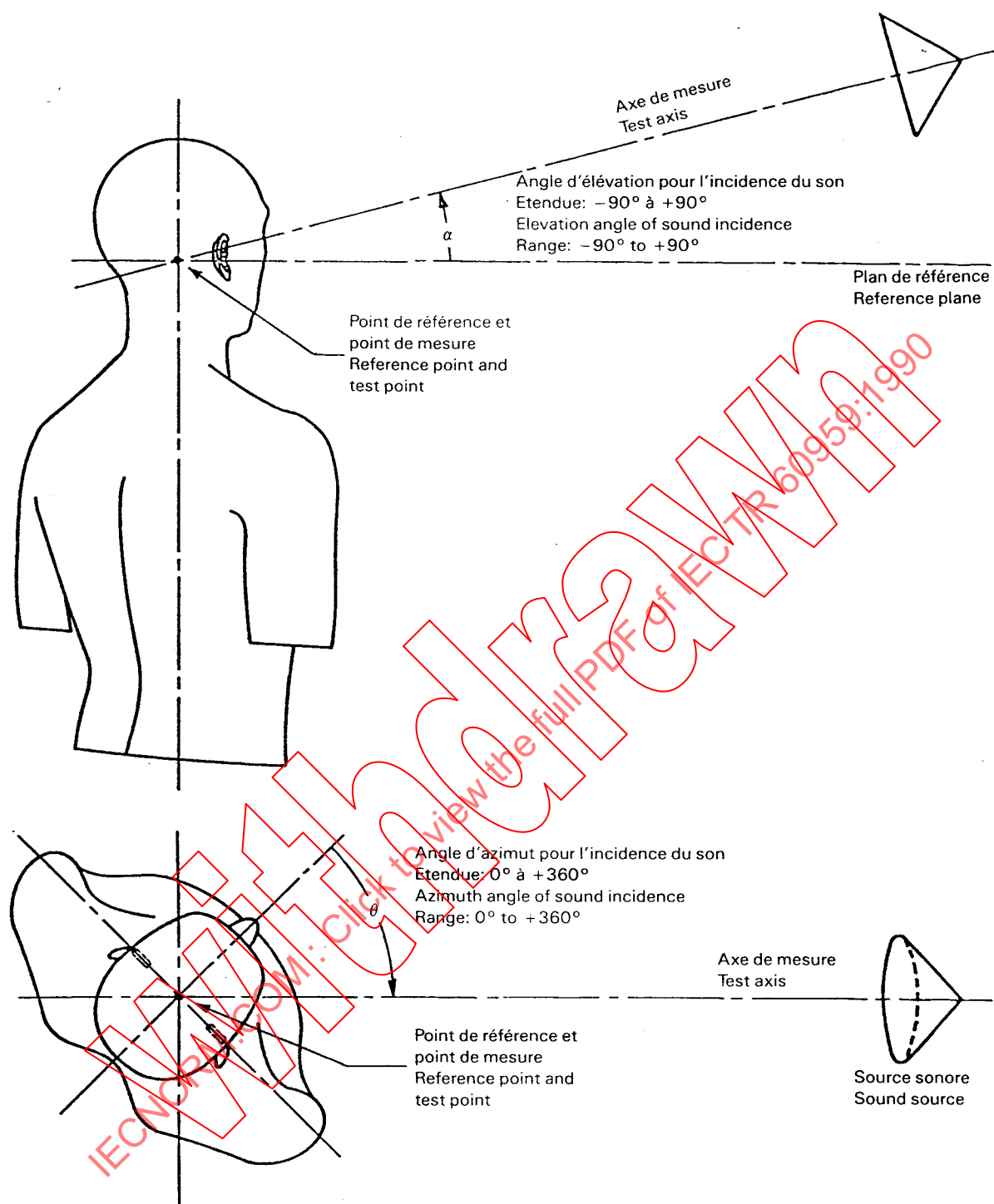


Fig. 1. - Références géométriques du mannequin.

Manikin geometrical references.



248/90

Fig. 2. - Axes de coordonnées pour les angles d'azimut et d'élévation.

Coordinate scheme for azimuth and elevation angles.

2.16 Position de référence du mannequin dans la zone d'essai

Position du mannequin dans la zone d'essai qui remplit les conditions suivantes:

- le point de référence coïncide avec le point de mesure;
- les angles d'azimut et d'élévation sont tous les deux nuls.

2.17 Réponse fréquentielle du mannequin en champ libre

Différence, en fonction de la fréquence, entre le niveau de pression acoustique sur le microphone du simulateur d'oreille, le point de référence du mannequin étant placé au point de mesure, et le niveau de pression acoustique au point de mesure, en l'absence du mannequin.

3. Caractéristiques physiques du mannequin

3.1 Torse

3.1.1 Les dimensions principales du torse du mannequin sont représentées sur la figure 3 et sont données (à titre indicatif seulement) dans le tableau 1. Les spécifications concernant la réalisation du torse sont données au paragraphe 3.1.2.

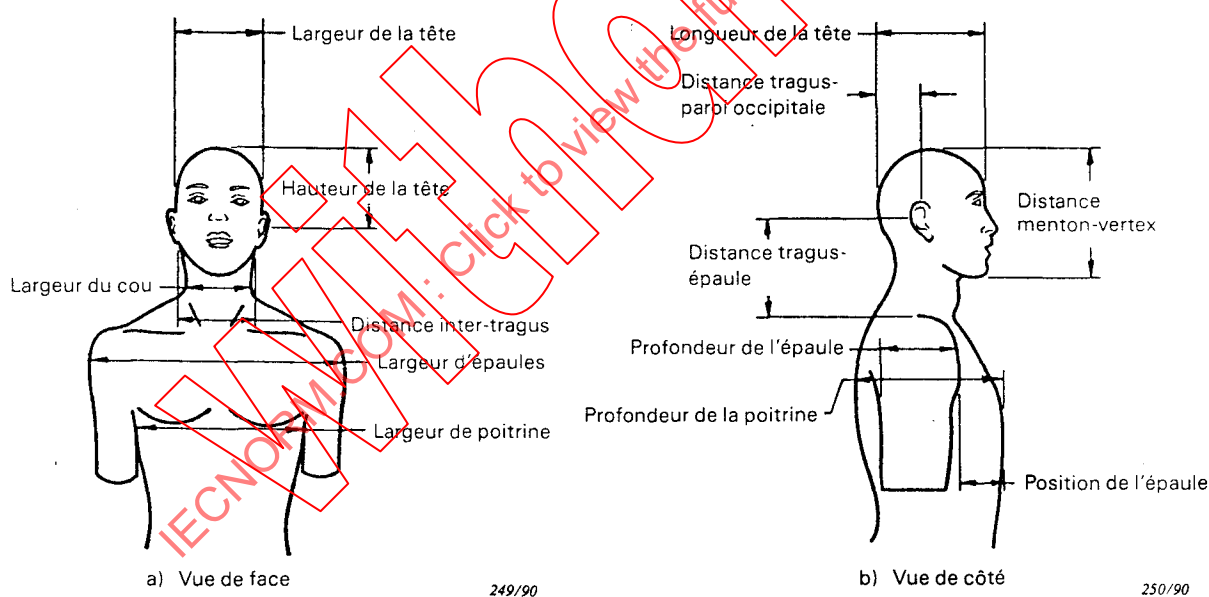


Fig. 3. - Représentation des dimensions de la tête et du torse du mannequin. (Pour la position du tragus, voir figure 14.)

2.16 Reference position of the manikin

The position of the manikin in the test space that meets the following conditions:

- the reference point coincides with the test point;
- the azimuth and elevation angles are both equal to zero.

2.17 Manikin free field frequency response

The difference, as a function of frequency, between the sound pressure level at the ear simulator microphone with the reference point of the manikin at the test point and the sound pressure level at the test point with the manikin absent.

3. Physical characteristics of the manikin

3.1 Torso

3.1.1 The principal dimensions of the manikin torso are illustrated in Figure 3, and listed in Table 1 (for information only). The realization of the torso is specified in Sub-clause 3.1.2.

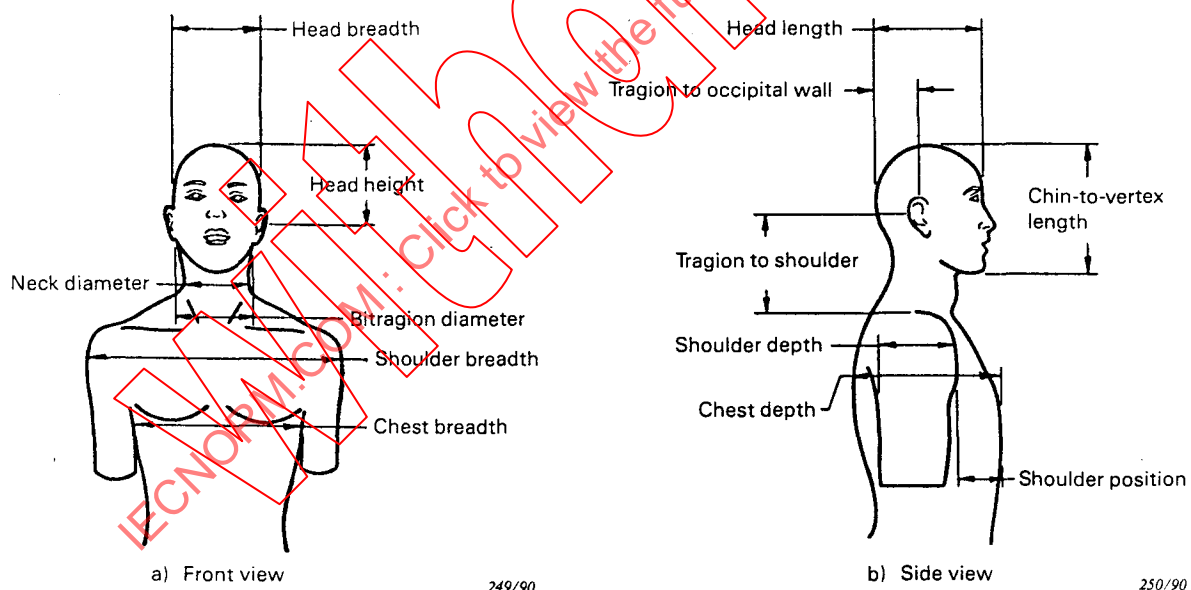


Fig. 3. - Illustration of manikin head and torso dimensions.
(For position of tracion, see Figure 14.)

Tableau 1 - Dimensions de la tête et du torse
du mannequin (en millimètres)

Largeur de la tête	152
Longueur de la tête	191
Hauteur de la tête	125
Distance inter-tragus	143
Distance tragus - paroi occipitale	97
Distance tragus - épaule	175
Largeur du cou	113
Largeur d'épaules	440
Largeur de la poitrine	282
Distance menton-vertex	224
Profondeur de la poitrine	235
Profondeur de l'épaule	110
Position de l'épaule	80

3.1.2 Les coupes parallèles au plan de référence sont représentées sur les figures 4 à 8. Chaque coupe est identifiée par la distance (en millimètres, comptée positivement vers le vertex) entre le plan de coupe et le plan de référence du mannequin. Les cercles indiquent la position de l'axe de rotation du mannequin. Les lignes de quadrillage sont espacées de 20 mm.

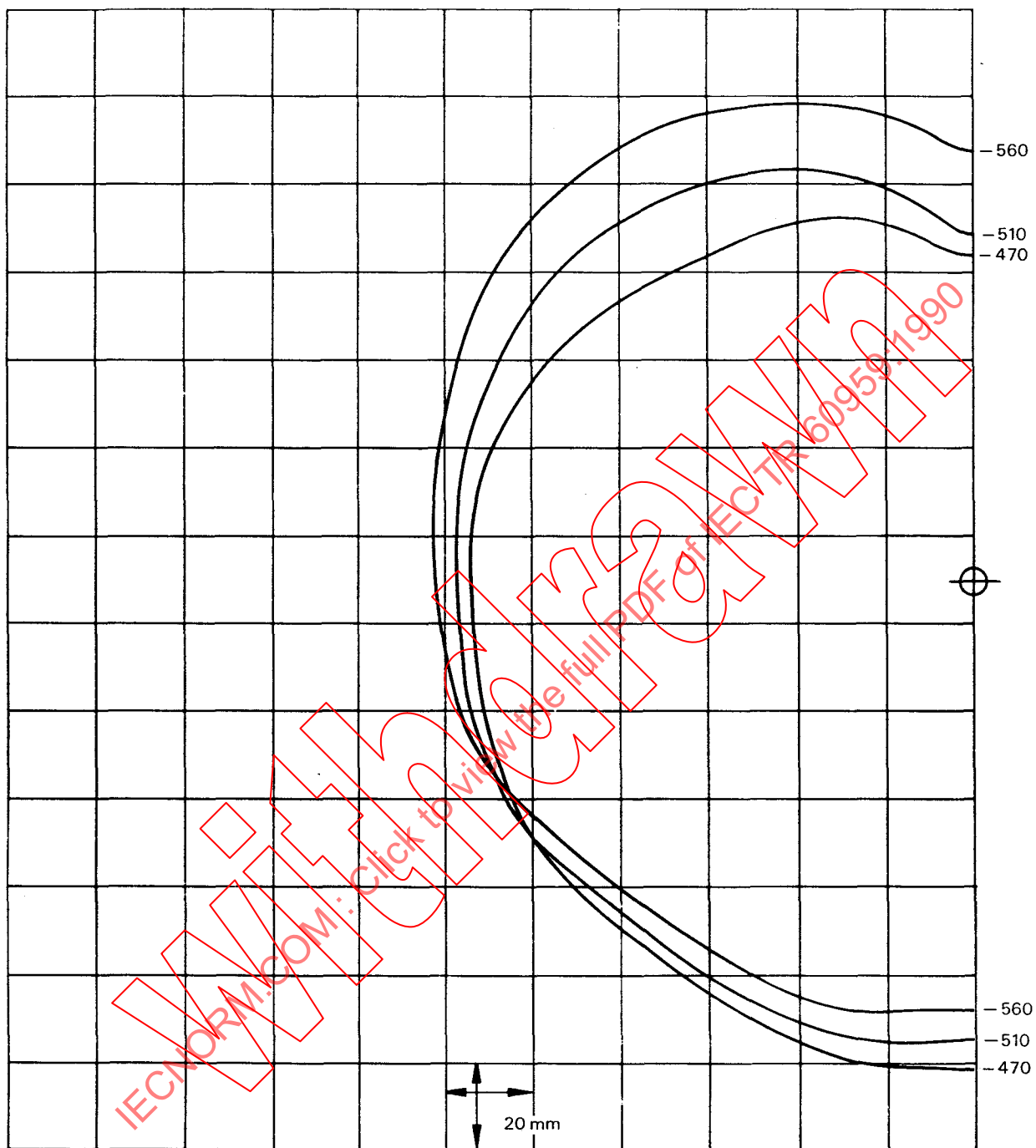
Note.- Le torse est symétrique; les coupes sont uniquement des représentations du côté droit vu de dessus.

Table 1 - Head and torso dimensions for the manikin (in millimetres)

Head breadth	152
Head length	191
Head height	125
Bitracion diameter	143
Tracion to occipital wall	97
Tracion to shoulder	175
Neck diameter	113
Shoulder breadth	440
Chest breadth	282
Chin-to-vertex length	224
Chest depth	235
Shoulder depth	110
Shoulder position	80

3.1.2 Cross-sections parallel to the reference plane are given in Figures 4 to 8. Each cross-section is identified by the distance (in millimetres, positive toward the vertex) from the reference plane of the manikin. Circles indicate the position of the axis of rotation of the manikin. Grid lines are spaced 20 mm.

Note.- The torso is symmetrical; cross-sections are shown only for the top view of the right side.

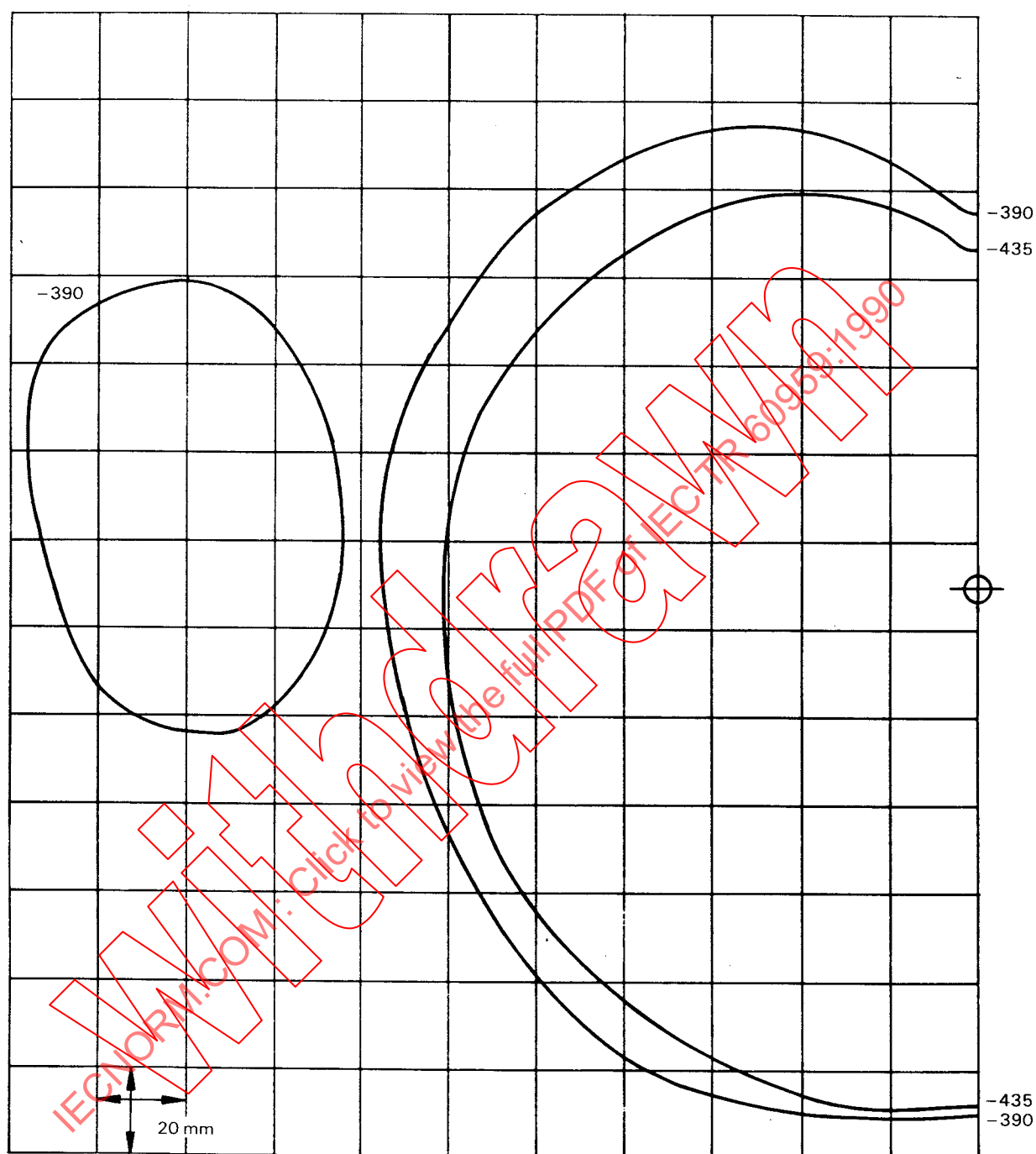


251/90

Fig. 4. - Coupes du torse. La tolérance est de ± 3 mm.
Cross-sections of torso. Tolerance ± 3 mm.

Note.- Figure non à l'échelle; convertir en fonction des dimensions de la grille.

Not to scale, convert grid as dimensioned.

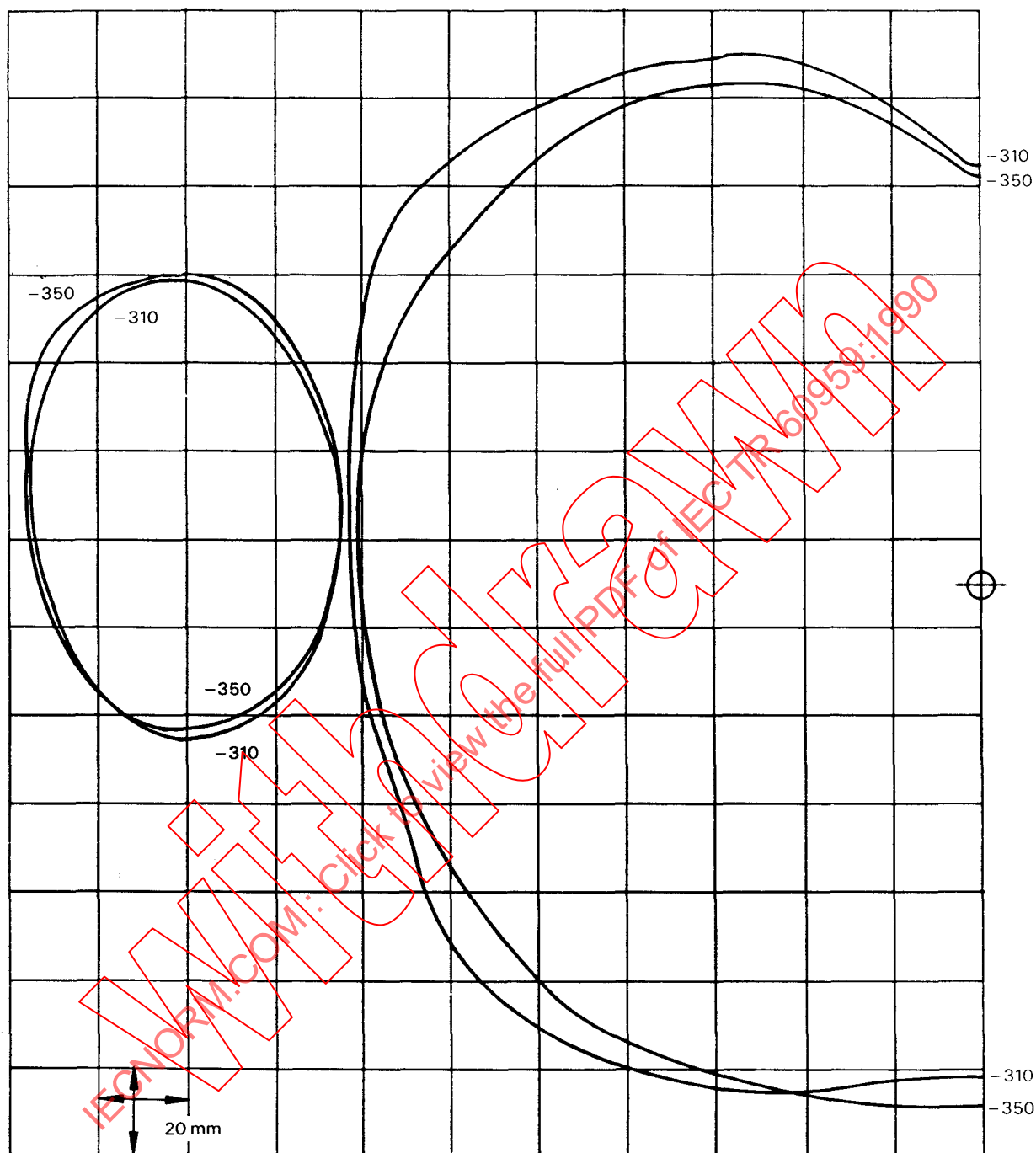


252/90

Fig. 5. - Coupes du torse. La tolérance est de ± 3 mm.
Cross-sections of torso. Tolerance ± 3 mm.

Note.- Figure non à l'échelle; convertir en fonction des dimensions de la grille.

Not to scale, convert grid as dimensioned.

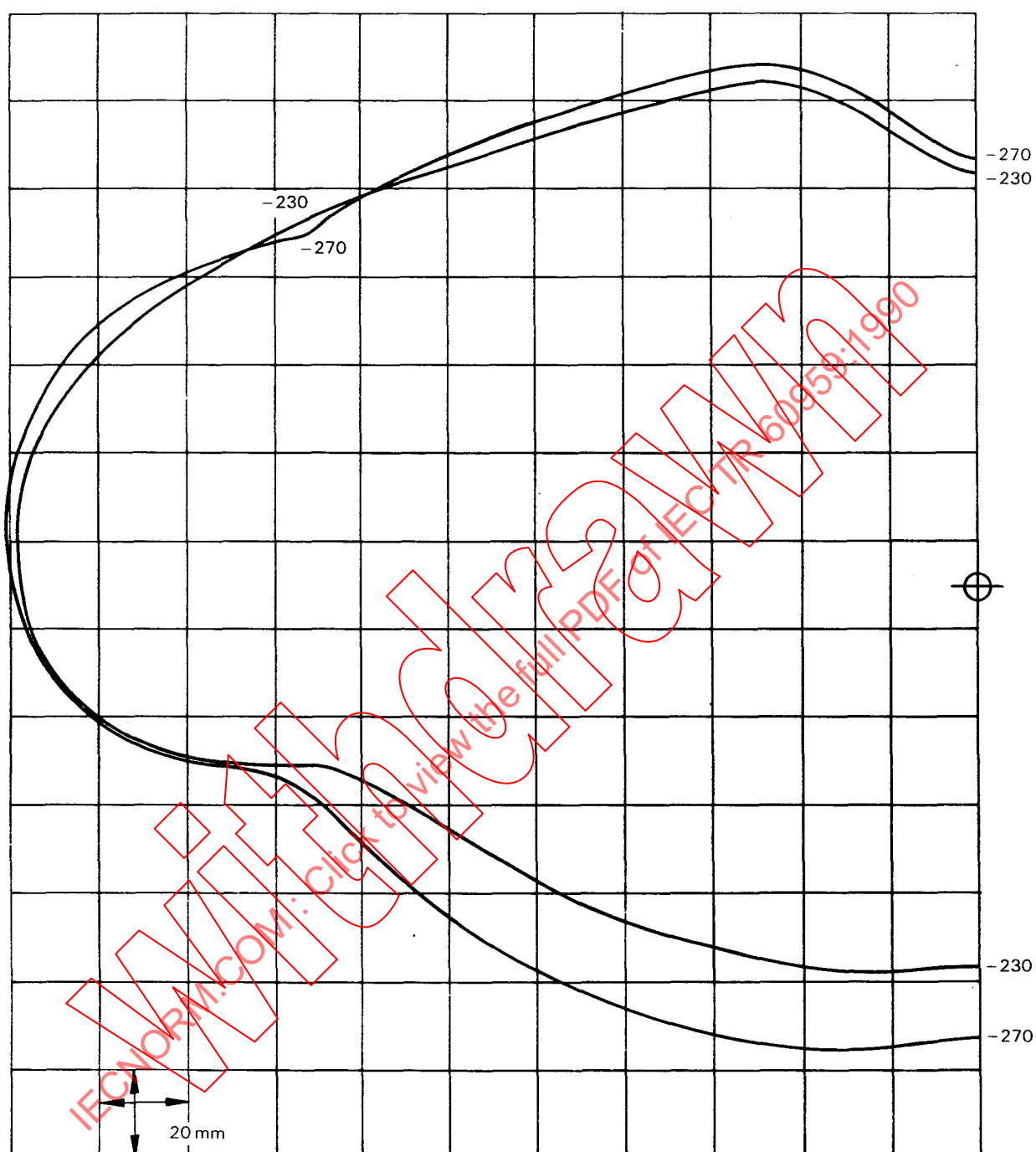


253/90

Fig. 6. - Coupes du torse. La tolérance est de ± 3 mm.
Cross-sections of torso. Tolerance ± 3 mm.

Note.- Figure non à l'échelle; convertir en fonction des dimensions de la grille.

Not to scale, convert grid as dimensioned.

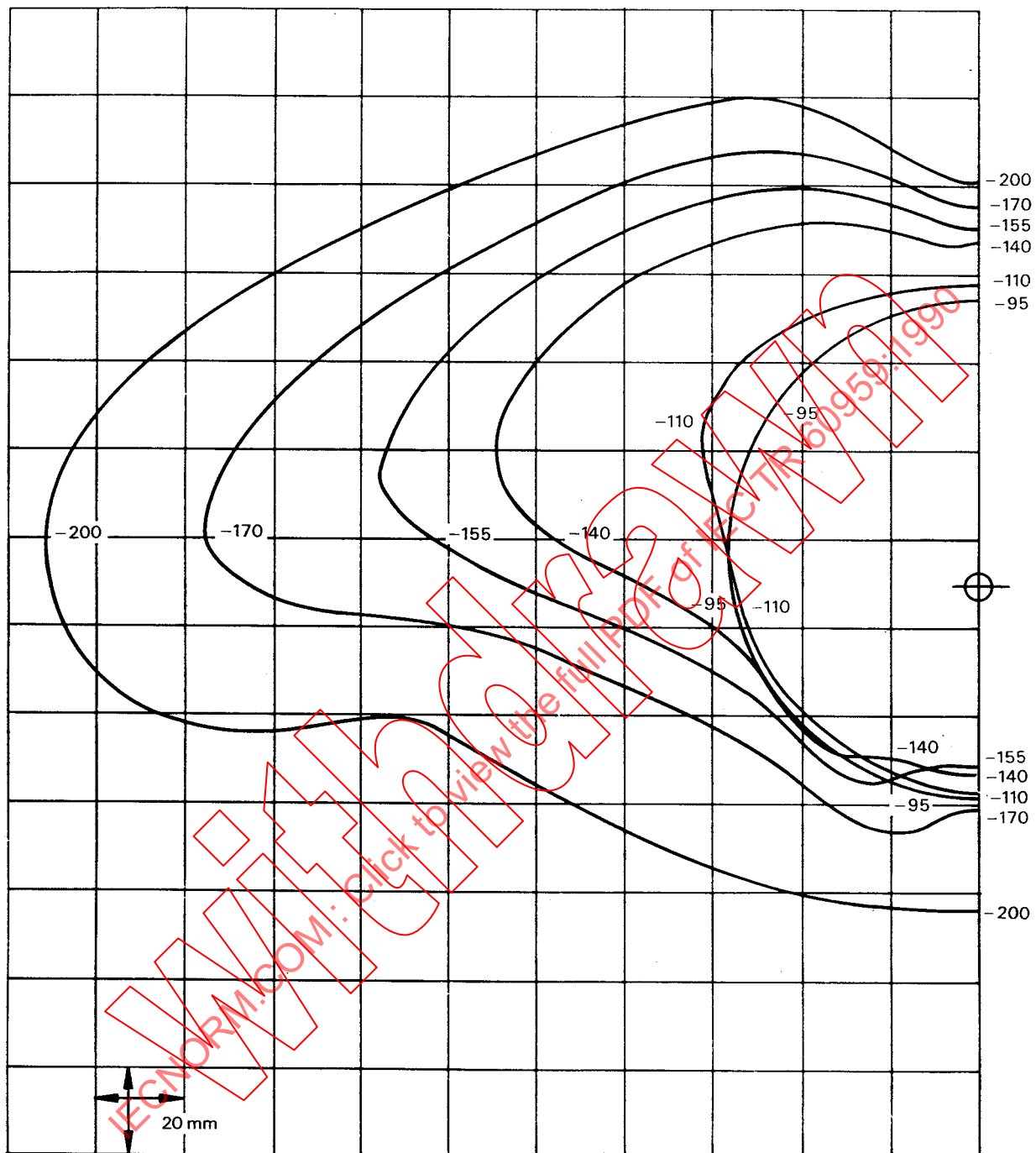


254/90

Fig. 7. - Coupes du torse. La tolérance est de ± 3 mm.
Cross-sections of torso. Tolerance ± 3 mm.

Note.- Figure non à l'échelle; convertir en fonction des dimensions de la grille.

Not to scale, convert grid as dimensioned.



255/90

Fig. 8. - Coupes du torse. La tolérance est de ± 3 mm.
Cross-sections of torso. Tolerance ± 3 mm.

Note.- Figure non à l'échelle; convertir en fonction des dimensions de la grille.

Not to scale, convert grid as dimensioned.

- Page blanche -

- Blank page -

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TR 60959:1990

Withd2Am

3.2 Tête

3.2.1 Les dimensions principales de la tête du mannequin sont représentées sur la figure 3 et sont données (à titre indicatif seulement) dans le tableau 1. Les spécifications concernant la réalisation de la tête sont données au paragraphe 3.2.2.

3.2.2 Les coupes parallèles au plan de référence sont représentées sur les figures 9 à 13. Chaque coupe est identifiée par la distance (en millimètres, positive vers le vertex, négative vers la taille) entre le plan de section et le plan de référence du mannequin. Les cercles indiquent la position de l'axe de rotation du mannequin. Le point sur les figures 10 à 12 indique la position de la jonction entre la conque et le conduit auditif. Une droite passant par ce point, parallèle à l'axe de rotation, est l'axe de référence du pavillon et est utilisée comme référence pour la localisation des coupes de pavillons. Les lignes de quadrillage sont espacées de 20 mm.

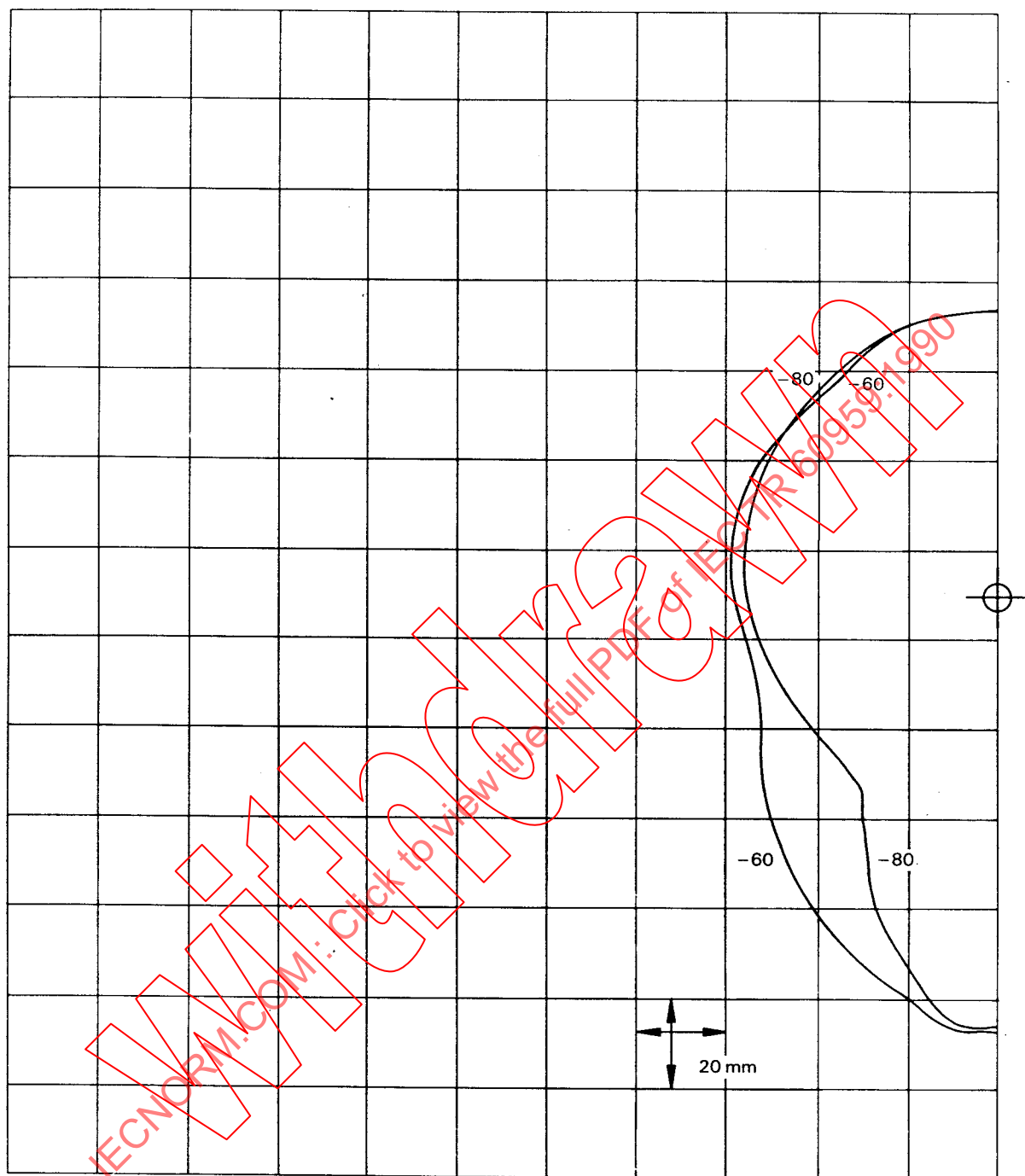
Note.- La tête est symétrique; les coupes sont uniquement des représentations du côté droit vu de dessus.

3.2 Head

3.2.1 The principal dimensions of the manikin head are illustrated in Figure 3, and listed in Table 1 (for information only). The realization of the head is specified in Sub-clause 3.2.2.

3.2.2 Cross-sections parallel to the reference plane are given in Figures 9 to 13. Each cross-section is identified by the distance (in millimetres, positive towards the vertex, negative towards the waist) from the reference plane of the manikin. Circles indicate the position of the axis of rotation of the manikin. The dot in Figures 10 to 12 indicates the position of the junction between concha and ear canal. A line through this point, and parallel to the axis of rotation, is the pinna reference axis and is used as a reference for location of the pinna cross-sections. Grid lines are spaced 20 mm.

Note.— The head is symmetrical; cross-sections are shown only for the top view of the right side.

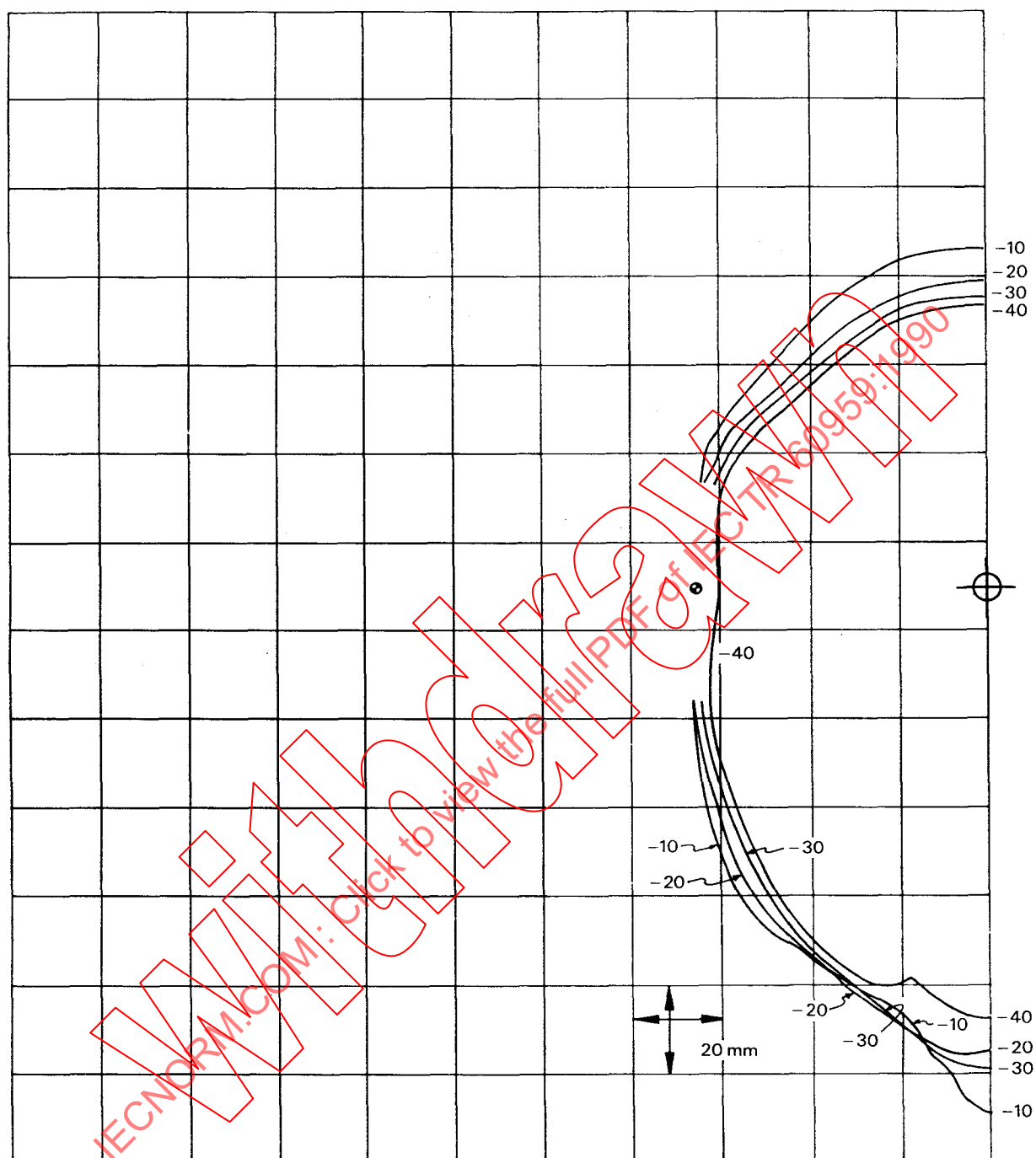


256/90

Fig. 9. - Coupes de la tête. La tolérance est de ± 2 mm.
Cross-sections of head. Tolerance ± 2 mm.

Note.- Figure non à l'échelle; convertir en fonction des dimensions de la grille.

Not to scale, convert grid as dimensioned.



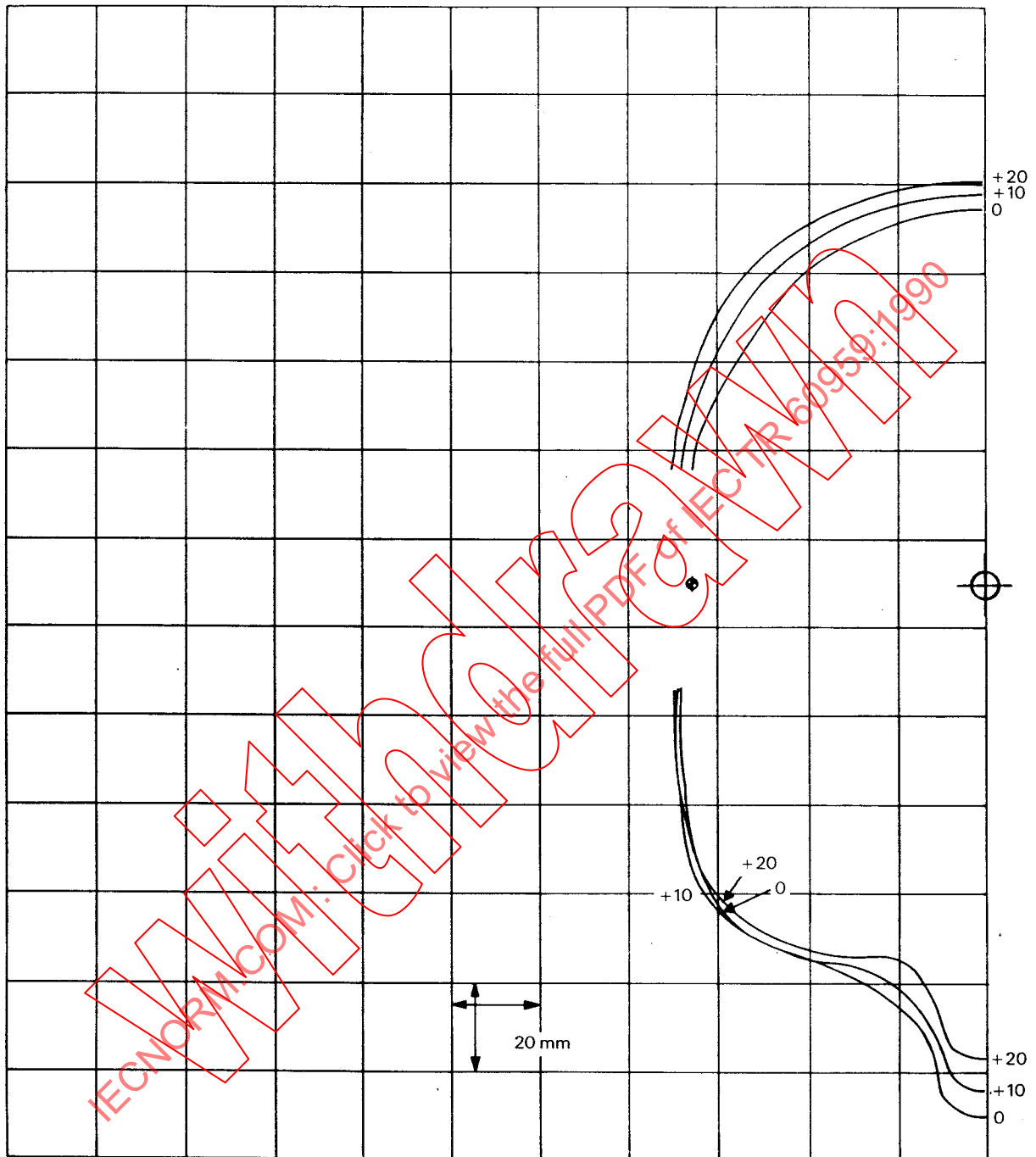
257/90

Fig. 10. - Coupes de la tête. Pour les portions manquantes, se reporter aux figures 15 à 17. La tolérance est de ± 2 mm.

Cross-sections of head. For missing segments refer to Figures 15 to 17. Tolerance ± 2 mm.

Note.- Figure non à l'échelle; convertir en fonction des dimensions de la grille.

Not to scale, convert grid as dimensioned.

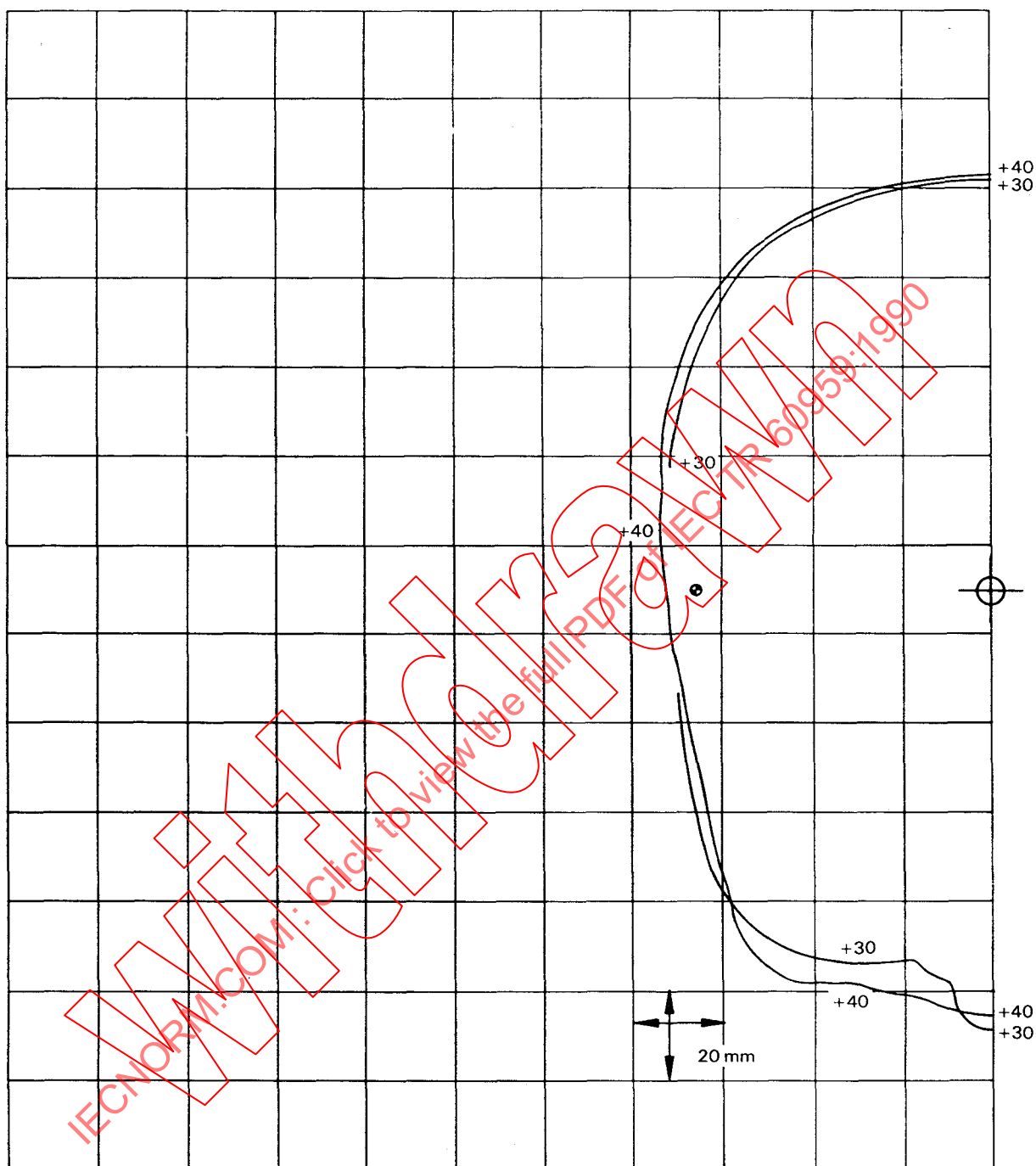


258/90

Fig. 11. - Coupes de la tête. Pour les portions manquantes, se reporter aux figures 15 à 17. La tolérance est de ± 2 mm.
Cross-sections of head. For missing segments refer to Figures 15 to 17. Tolerance ± 2 mm.

Note.- Figure non à l'échelle; convertir en fonction des dimensions de la grille.

Not to scale, convert grid as dimensioned.

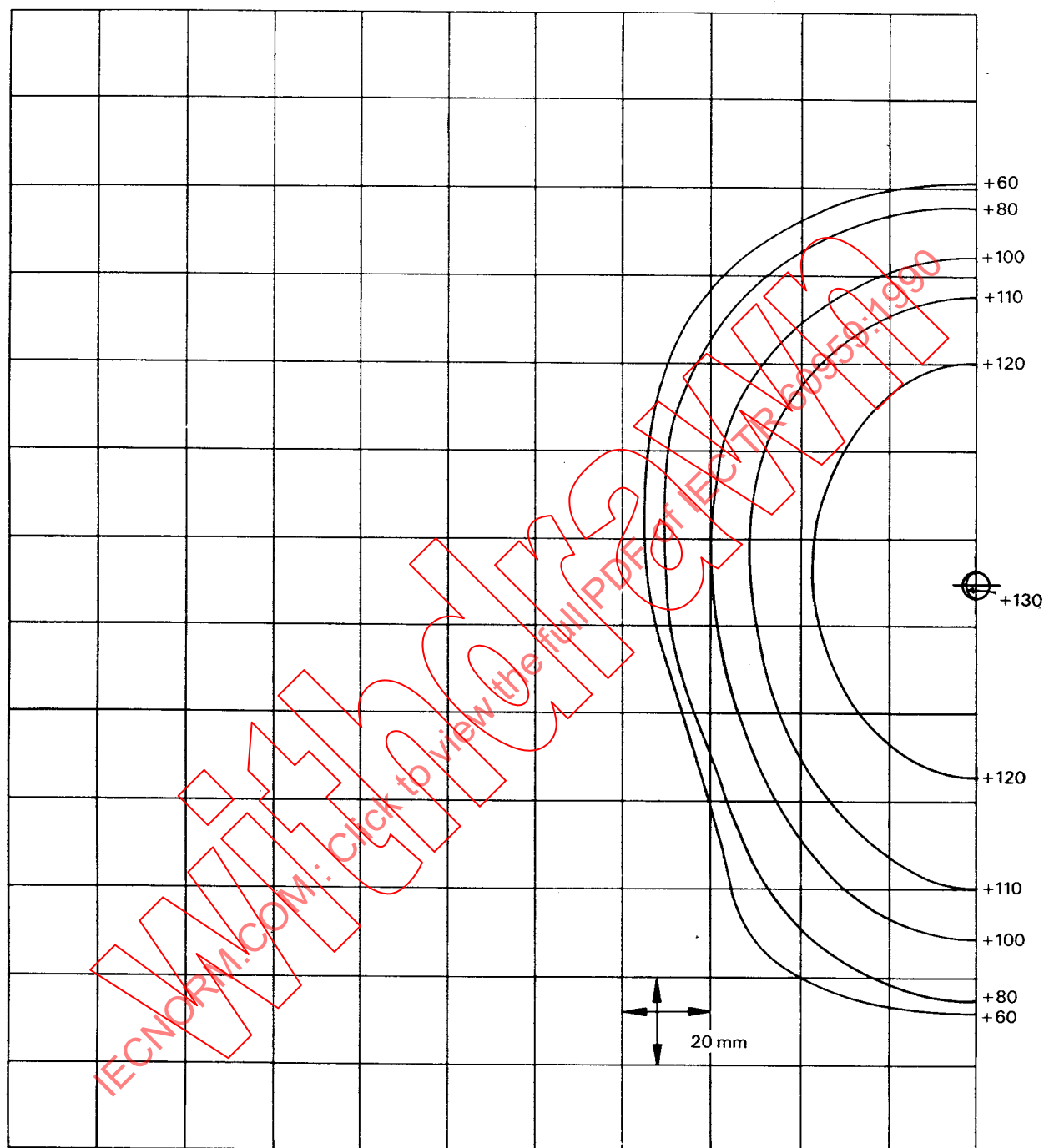


259/90

Fig. 12. - Coupes de la tête. Pour les portions manquantes, se reporter aux figures 15 à 17. La tolérance est de ± 2 mm.
 Cross-sections of head. For missing segments refer to Figures 15 to 17. Tolerance ± 2 mm.

Note.- Figure non à l'échelle; convertir en fonction des dimensions de la grille.

Not to scale, convert grid as dimensioned.



260/90

Fig. 13. - Coupes de la tête. La tolérance est de ± 2 mm.

Cross-sections of head. Tolerance ± 2 mm.

Note.- Figure non à l'échelle; convertir en fonction des dimensions de la grille.

Not to scale, convert grid as dimensioned.

- Page blanche -

- Blank page -

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TR 60959:1990

Withd2Am

3.3 Pavillon

3.3.1 Les dimensions principales et l'orientation du simulateur de pavillon d'oreille sont représentées sur la figure 14 et sont données (à titre indicatif seulement) dans le tableau 2. Les spécifications concernant la réalisation du simulateur de pavillon d'oreille sont données au paragraphe 3.3.2

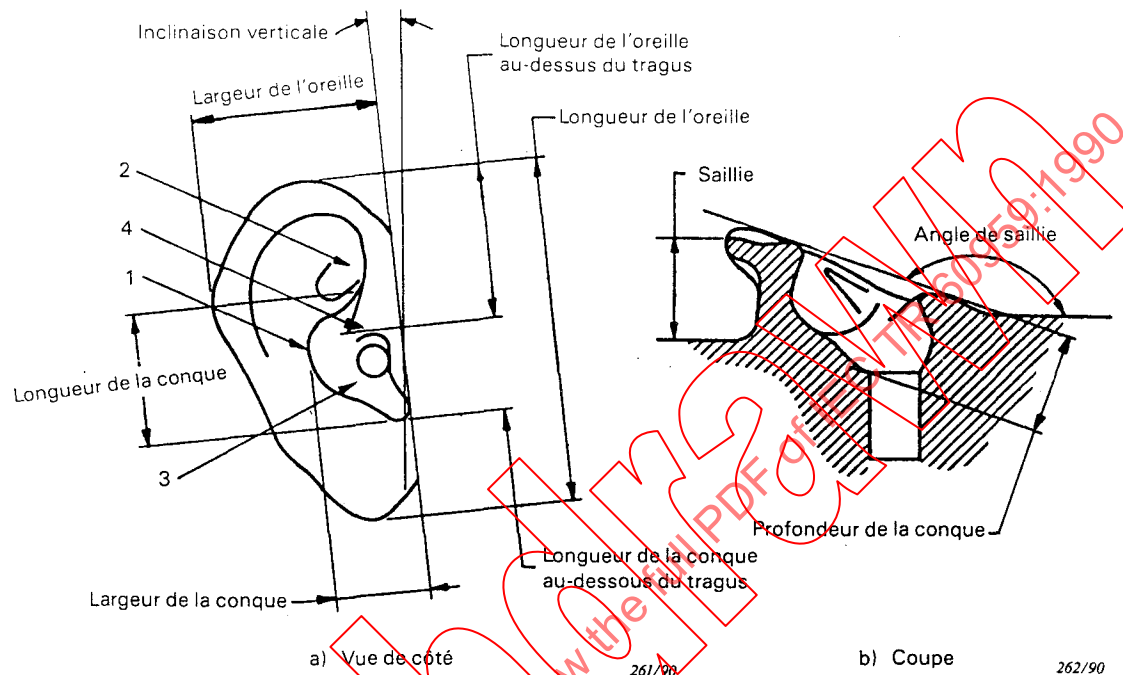


Fig. 14. - Représentation des dimensions du pavillon du mannequin:
1. anthélix; 2. fossette naviculaire; 3. conque; 4. tragus.

Tableau 2 - Dimensions du pavillon du mannequin
(en millimètres et degrés)

Longueur de l'oreille	66
Longueur de l'oreille au-dessus du tragus	30
Longueur de l'oreille	37
Saillie de l'oreille	23
Angle de saillie de l'oreille	160°
Inclinaison verticale vue de face	10°
Inclinaison verticale vue de côté	6°
Longueur de la conque	28
Longueur de la conque au-dessous du tragus	20
Largeur de la conque	23
Largeur de la conque du tragus à l'hélix	23
Profondeur de la conque	15

3.3 Pinna

3.3.1 The principal dimensions and orientation of the simulated pinna are illustrated in Figure 14, and listed in Table 2 (for information only). The realization of the simulated pinna is specified in Sub-clause 3.3.2.

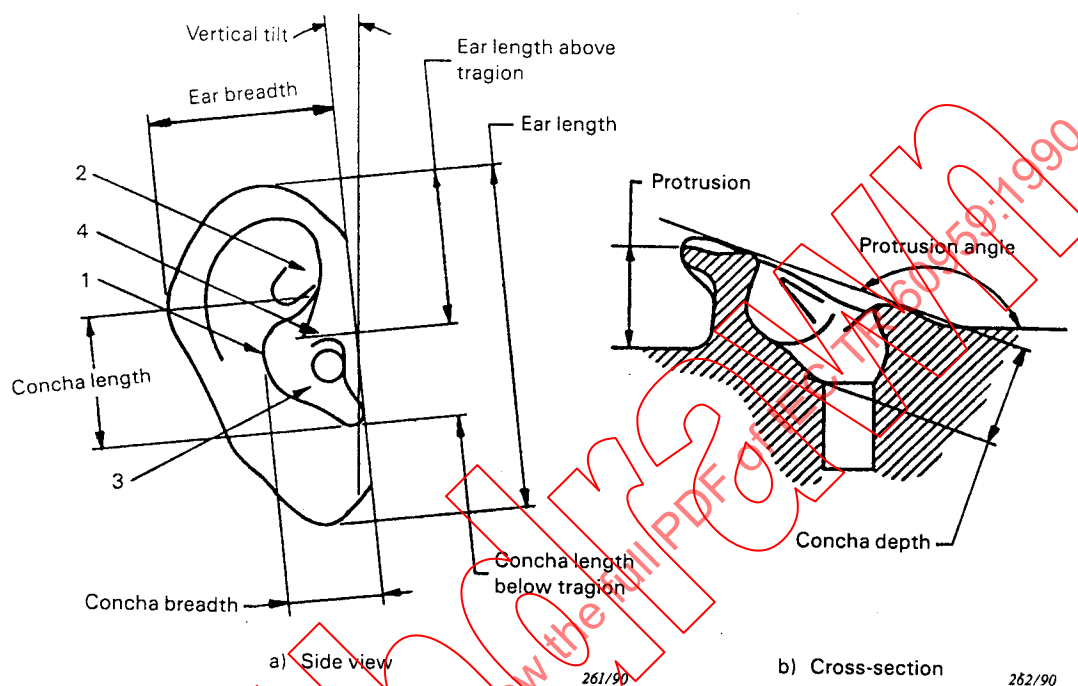


Fig. 14. - Illustration of manikin pinna dimensions.

1. anti-helix; 2. crus of helix; 3. concha; 4. trigion

Table 2 - Pinna dimensions for the manikin
(in millimetres and degrees)

Ear length	66
Ear length above trigion	30
Ear breadth	37
Ear protrusion	23
Ear protrusion angle	160°
Vertical tilt front view	10°
Vertical tilt side view	6°
Concha length	28
Concha length below trigion	20
Concha breadth	23
Concha breadth, trigion to helix	23
Concha depth	15

3.3.2 Les coupes parallèles au plan de référence du mannequin sont représentées sur les figures 15 à 17. Chaque coupe est identifiée par la distance (en millimètres, positive vers le vertex, négative vers la taille) entre le plan de section et le plan de référence du mannequin.

Les points indiquent la position de l'axe de référence du pavillon (voir paragraphe 3.2.2). Les lignes de quadrillage sont espacées de 10 mm. L'orientation des coupes est telle que l'avant de la tête est dirigé vers la gauche.

- Notes
- 1.- Les figures 15 à 17 sont des représentations du pavillon de l'oreille droite. Le pavillon de l'oreille gauche est déterminé en prenant l'image dans un miroir du pavillon de l'oreille droite.
 - 2.- La relation entre les dimensions du pavillon et ses caractéristiques acoustiques n'est pas parfaitement connue à l'heure actuelle; de légères modifications de la forme de la conque, de l'anthélix et de la fossette naviculaire, et de l'emplacement du pavillon par rapport au conduit auditif peuvent être nécessaires pour se conformer aux spécifications acoustiques (article 4), particulièrement aux fréquences élevées.
 - 3.- La position du simulateur d'oreille par rapport au pavillon est indiquée sur la figure 16.

3.3.2 Cross-sections parallel to the reference plane of the manikin are given in Figures 15 to 17. Each cross-section is identified by the distance (in millimetres, positive towards the vertex, negative towards the waist) from the section plane to the reference plane of the manikin.

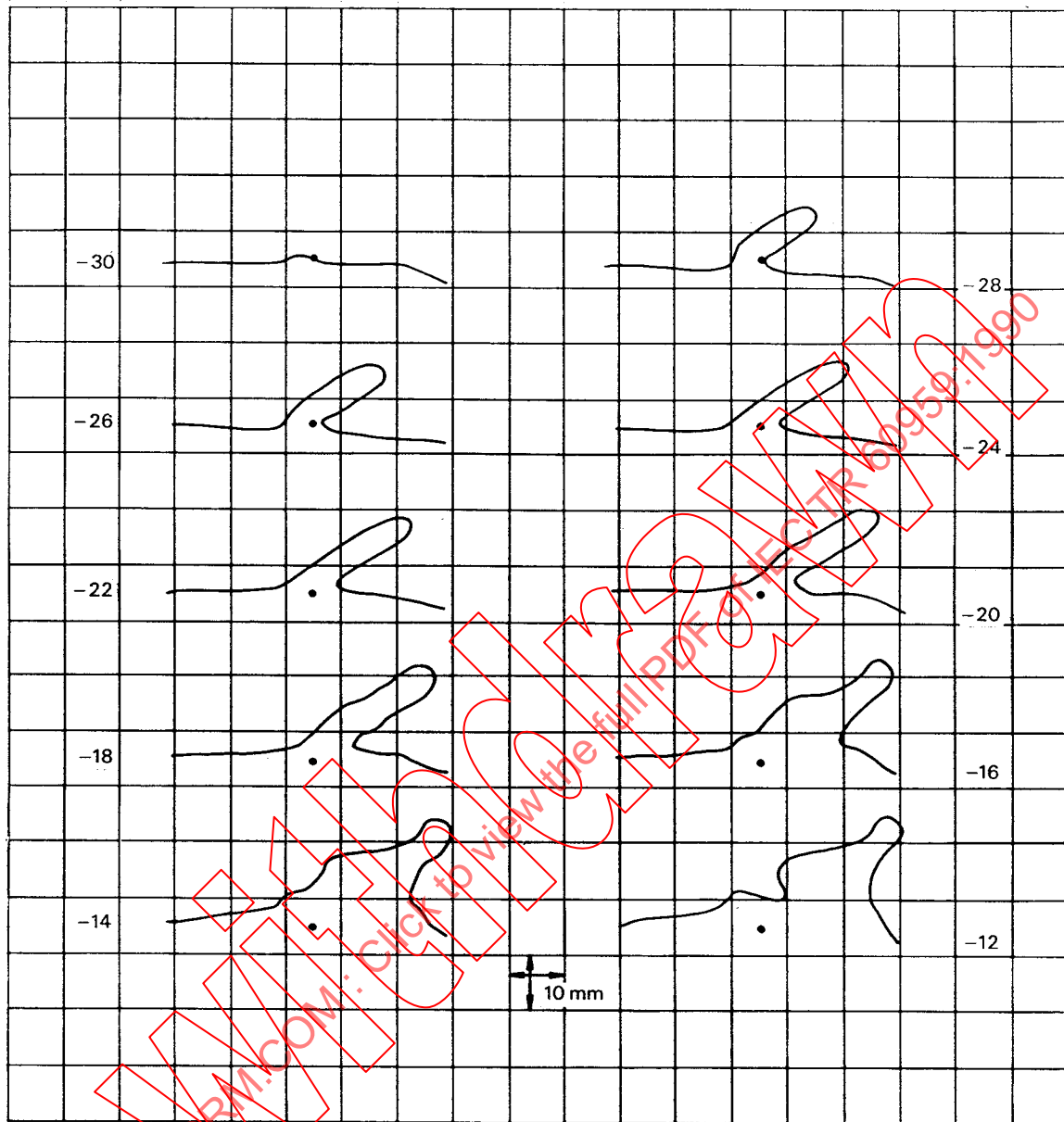
The dots indicate the position of the pinna reference axis (see Sub-clause 3.2.2). The grid lines are spaced 10 mm. The orientation of the cross-sections is such that the front of the head is towards the left.

Notes 1.- Figures 15 to 17 show cross-sections for the top view of the right pinna. The left pinna is determined as a mirror image of the right pinna.

2.- The relation between dimensional details and acoustical performance of the pinna are at present only partially understood, and minor adjustments of concha shape, anti-helix, crus of helix, and the location of pinna relative to ear canal may be necessary to conform with the acoustical specifications (Clause 4), particularly at high frequencies.

3.- The position of the ear simulator relative to the pinna is shown in Figure 16.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 959:1990



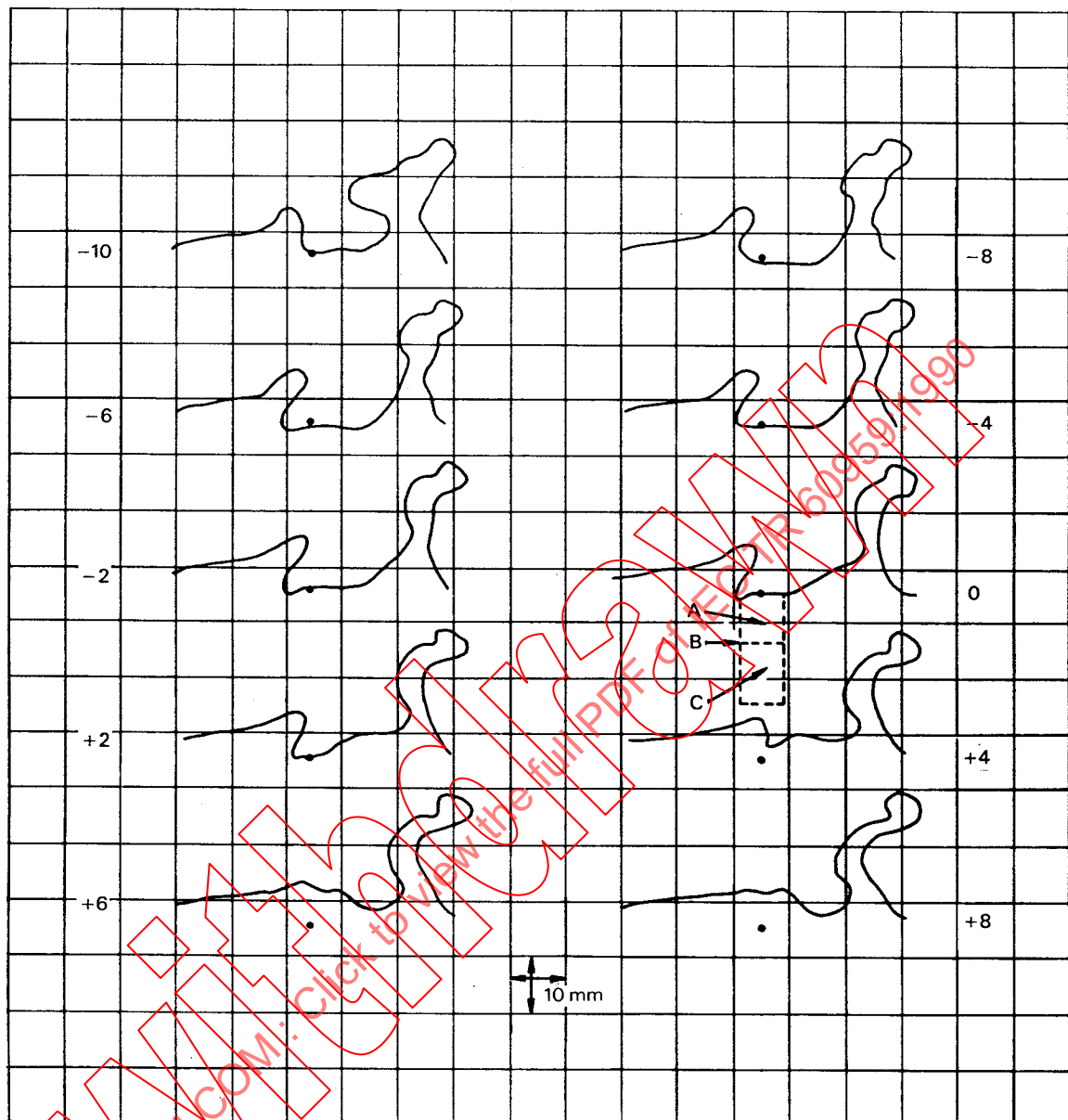
263/90

Fig. 15. - Coupes du pavillon. La tolérance est de $\pm 0,5$ mm.

Cross-sections of pinna. Tolerance ± 0.5 mm.

Note. - Figure non à l'échelle; convertir en fonction des dimensions de la grille.

Not to scale, convert grid as dimensioned.



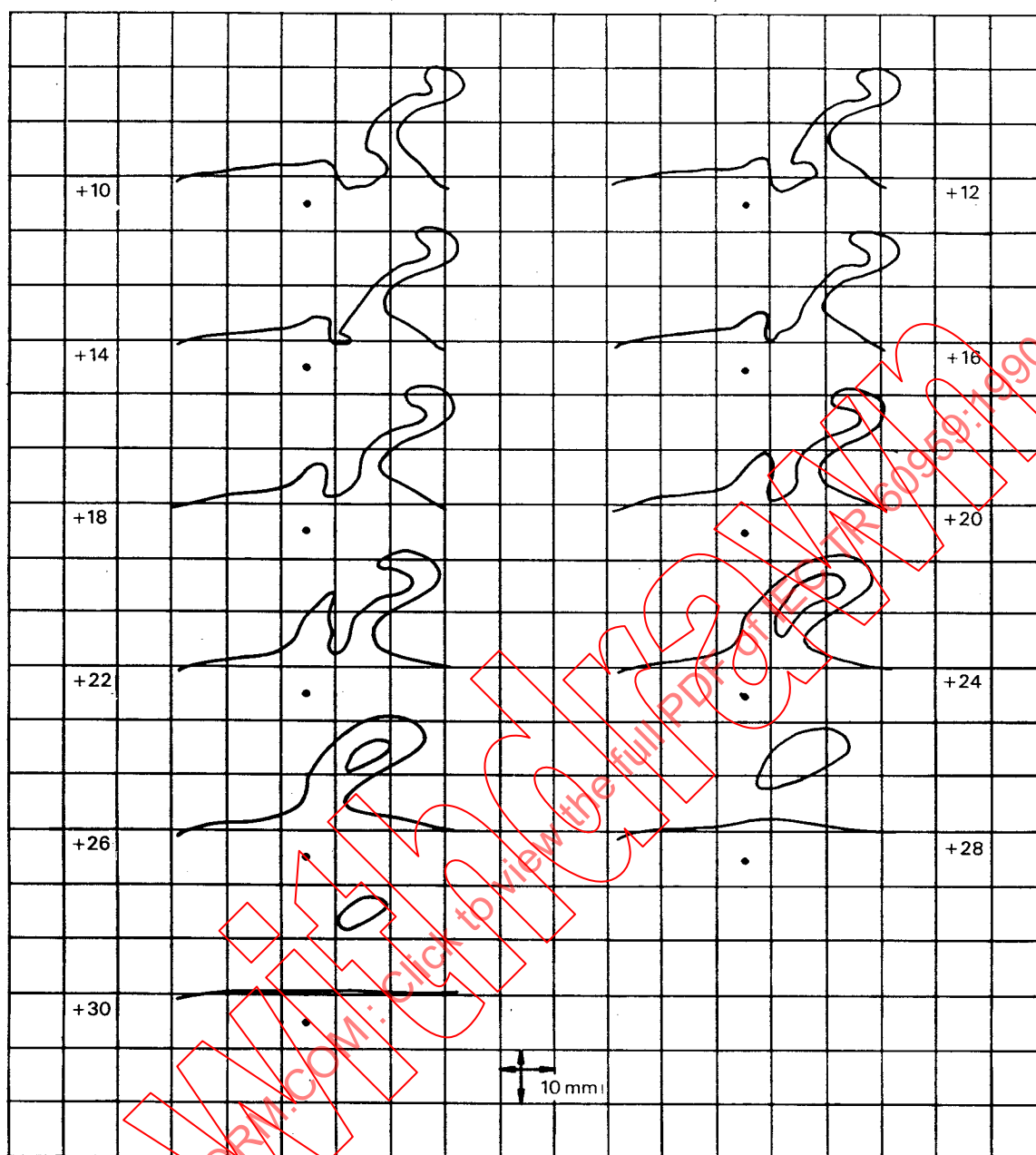
264/90

- A: Prolongateur de conduit auditif
Ear canal extension
- B: Plan de référence du simulateur d'oreille occluse
Occluded ear simulator reference plane
- C: Simulateur d'oreille occluse
Occluded ear simulator

Fig. 16. - Coupes du pavillon. La tolérance est de $\pm 0,5$ mm.
Cross-sections of pinna. Tolerance ± 0.5 mm.

Note.- Figure non à l'échelle; convertir en fonction des dimensions de la grille.

Not to scale, convert grid as dimensioned.



265/90

Fig. 17. - Coupes du pavillon. La tolérance est de $\pm 0,5$ mm.

Cross-sections of pinna. Tolerance ± 0.5 mm.

Note.- Figure non à l'échelle; convertir en fonction des dimensions de la grille.

Not to scale, convert grid as dimensioned.

- Page blanche -

- Blank page -

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TR 60959:1990

3.4 *Simulateur d'oreille*

Le simulateur d'oreille doit comprendre un simulateur d'oreille occluse tel qu'il est décrit dans la Publication 711 de la CEI, prolongé au-delà du plan de référence de ce simulateur d'oreille occluse par un cylindre circulaire de longueur égale à 8,8 mm et de diamètre égal à $7,5 \pm 0,02$ mm. Le prolongateur du conduit auditif se termine sur le plan de référence du simulateur d'oreille et est relié au pavillon comme l'indique la figure 16.

Note.- Des simulateurs d'oreille occluse différant dans les détails de celui qui est spécifié dans la Publication 711 de la CEI sont utilisés actuellement dans certains pays. Si de tels dispositifs sont employés comme partie du simulateur d'oreille, il convient de spécifier leurs caractéristiques lorsqu'on donne les résultats des mesures des appareils de correction auditive effectuées avec le simulateur de tête et de torse.

3.5 *Matériaux*

Le mannequin doit présenter une surface non poreuse et dont l'impédance acoustique est grande par rapport à celle de l'air; il doit être constitué d'un matériau qui garantisse sa stabilité dimensionnelle.

Note.- Pour permettre le positionnement convenable de l'appareil de correction auditive, il est recommandé que les pavillons et les surfaces voisines soient constitués d'un matériau souple et résilient.

3.6 *Marquages*

3.6.1 Pour faciliter le réglage de l'azimut, le simulateur de torse doit, à la taille, comporter des marquages qui indiquent la direction correspondant à l'angle d'azimut 0° .

3.6.2 Si la tête peut être séparée du torse, l'un et l'autre doivent comporter des marquages permettant un alignement correct.

3.6.3 Pour faciliter un positionnement reproductible des appareils de correction auditive à l'intérieur et autour des pavillons, les surfaces de la tête situées immédiatement autour des pavillons peuvent comporter des marquages d'axes de coordonnées rectangulaires. Ces axes doivent être respectivement parallèles à l'axe de rotation (axe des ordonnées) et au plan de référence du mannequin (axe des abscisses), et avoir pour origine le centre du conduit auditif à la jonction de la conque. Les abscisses sont comptées positivement vers l'avant du mannequin; les ordonnées sont comptées positivement vers le vertex.

3.7 *Tolérances*

Les tolérances en chaque point d'une coupe, relatives aux contours des figures, doivent être égales à ± 3 mm pour le torse (voir figures 4 à 8), à ± 2 mm pour la tête (voir figures 9 à 13) et à $\pm 0,5$ mm pour le pavillon (voir figures 15 à 17). Ces tolérances s'appliquent aussi aux distances entre les coupes et le plan de référence du mannequin.

Note.- Les tolérances ci-dessus sont provisoires et pourront être modifiées lors d'une révision future en fonction des résultats expérimentaux.

3.4 Ear simulator

The ear simulator shall comprise an occluded ear simulator as described in IEC Publication 711, extended beyond the occluded ear simulator reference plane by an 8.8 mm long circular cylinder having a diameter of 7.5 ± 0.02 mm. The ear canal extension terminates at the ear simulator reference plane and is connected to the pinna as shown on Figure 16.

Note.- Occluded ear simulators differing in detail from that specified in IEC Publication 711 are in current use in some countries. If such devices are used as part of the ear simulator, their characteristics should be stated when giving results of measurements of hearing aids made with the head and torso simulator.

3.5 Materials

The manikin shall have a non-porous surface, with an acoustic impedance which is large compared to that of air, and be of a material which ensures dimensional stability.

Note.- To permit convenient placement of the hearing aid it is recommended that the pinnae and their immediate surroundings be made of a flexible and resilient material.

3.6 Markings

- 3.6.1 To facilitate azimuth alignment, the torso shall, at the waist, be equipped with markings indicating the direction of 0° azimuth.
- 3.6.2 If the head is removable from the torso, both must be provided with markings to ensure correct alignment.
- 3.6.3 To assist reproducible placement of hearing aids in and around the pinna, the head surfaces in the immediate vicinity of the pinnae may be equipped with coordinate axis markings. The coordinate axes should be parallel to the axis of rotation (Y-axis) and the manikin reference plane (X-axis) respectively, and have the centre of the ear canal at the concha as their origin. Values on the X-axis shall be positive towards the front of the manikin, on the Y-axis positive towards the vertex.

3.7 Tolerances

The tolerance on a point of a cross-section relative to contours in the figures shall be ± 3 mm for the torso (Figures 4 to 8), ± 2 mm for the head (Figures 9 to 13) and ± 0.5 mm for the pinna (Figures 15 to 17). These tolerances also apply for the distance between cross-sections and the reference plane of the manikin.

Note.- The above tolerances are provisional and may be modified in a later revision as a result of experience.

4. Caractéristiques acoustiques du mannequin

4.1 Conditions de mesure

Les mesures des caractéristiques acoustiques du mannequin doivent être effectuées à l'aide de moyens d'essais conformes aux spécifications suivantes.

4.1.1 Zone d'essai et équipement de mesure

4.1.1.1 La zone d'essai et la source sonore doivent permettre d'obtenir approximativement des ondes planes progressives en champ libre, dans le domaine de fréquences 100 Hz-10 000 Hz.

On estime que ces conditions sont obtenues si les niveaux de pression acoustique, mesurés à des distances de 250 mm à partir du point de mesure, ne diffèrent pas de plus de ± 2 dB du niveau de pression acoustique au point de mesure. Les points choisis pour vérifier cette spécification doivent inclure deux points situés sur l'axe de mesure, respectivement vers la source sonore et en s'éloignant de celle-ci. Quatre autres points, placés dans le plan de mesure, doivent être inclus: deux dans le plan de référence, à droite et à gauche de la source sonore; les deux autres sur l'axe de rotation, au-dessus et au-dessous du point de mesure.

Notes 1.- L'élimination des réflexions dans la zone d'essai peut être obtenue soit par un revêtement acoustique absorbant sur les parois du local, soit par l'application d'une fenêtre temporelle au signal mesuré (technique de la réponse impulsionnelle), ou encore par un filtrage en fréquence temporisé du signal mesuré (spectrométrie temporelle).

2.- La différence permise entre le niveau de pression acoustique et celui qui existe au point de mesure tient compte de la loi de décroissance de la pression en fonction inverse de la distance, des écarts par rapport à cette loi et des écarts provenant des effets de directivité de la source sonore.

3.- Dans une salle anéchoïque, on estime que les conditions ci-dessus ne peuvent être généralement satisfaites que si le point de mesure est situé à plus de 1 m des parois et que si la source sonore est placée à au moins 2 m des parois.

4.1.1.2 La source sonore doit comporter une seule membrane vibrante ou être constituée d'éléments coaxiaux; le rapport de la dimension frontale maximale de la source à la distance de cette source doit être inférieur à 0,25. Pour éviter les réflexions, la partie frontale de l'écran doit être recouverte d'un matériau absorbant convenable.

4.1.1.3 Le signal acoustique d'essai doit être un signal sinusoïdal de fréquence égale à la fréquence nominale à $\pm 1\%$ près et présentant une distorsion harmonique inférieure à 2%.

4. Acoustical characteristics of the manikin

4.1 Measurement conditions

Measurement of acoustical characteristics of the manikin shall be performed with equipment conforming to the following specifications.

4.1.1 Test space and measurement equipment

4.1.1.1 The test space and sound source shall provide an approximation to plane progressive waves in free field conditions in the frequency range 100 Hz-10 000 Hz.

These conditions are deemed to exist if the sound pressure levels measured at distances of 250 mm from the test point do not deviate from the sound pressure level at the test point by more than ± 2 dB. The measurement points for testing compliances shall include two points on the test axis, respectively towards and away from the sound source. Four further measurement points in the test plane shall be included: two in the reference plane, to the left and right as viewed from the sound source; the other two on the axis of rotation, above and below the test point.

Notes 1.- Elimination of reflections in the test space may either be achieved by suitable absorbent lining of the enclosure boundaries, by temporal gating of the measured signal (impulse response technique), or by delayed frequency filtering of the measured signal (time delay spectrometry).

2.- The permitted deviation of sound pressure level relative to that at the test point includes the inverse pressure/distance law, deviations therefrom and deviations due to source directionality.

3.- For an anechoic room, compliance cannot generally be expected unless the test point is further than 1 m from the boundaries and the sound source is at least 2 m from the boundaries.

4.1.1.2 The sound source shall only contain coaxial elements or a single diaphragm, and the ratio of the maximum frontal sound source dimension to source distance shall be less than 0.25. In order to avoid reflections the frontal area of the sound source baffle shall be covered by a suitable absorbing material.

4.1.1.3 The acoustic test signal shall be a sinusoid with a frequency within $\pm 1\%$ of the nominal frequency, and with harmonic distortion less than 2%.

4.1.1.4 La zone d'essai doit être équipée de systèmes de fixation permettant un positionnement précis et reproductible du mannequin en fonction du point de mesure choisi.

4.1.1.5 Le niveau de pression acoustique du bruit de fond parasite doit être, dans la bande des fréquences de mesure, inférieur d'au moins 10 dB au niveau de pression acoustique du signal d'essai.

Note.- Cela peut être réalisé par un affaiblissement des signaux parasites fournis par les parois du local d'essai, par un moyennage ou par un filtrage sélectif du signal utile.

4.1.2 *Mesure du niveau de pression acoustique*

4.1.2.1 L'étalonnage en champ libre du microphone de référence utilisé pour mesurer le niveau de pression acoustique dans le champ non perturbé doit être exact à $\pm 0,5$ dB près pour les fréquences inférieures à 5 kHz et à $\pm 1,0$ dB près de 5 kHz à 10 kHz.

4.1.2.2 L'exactitude de l'étalonnage du simulateur d'oreille occluse doit être conforme aux spécifications de la Publication 711 de la CEI.

4.1.2.3 La distorsion harmonique de l'équipement de mesure ne doit pas dépasser 2% pour les fréquences et les niveaux de pression acoustique utilisés.

4.1.3 *Réglage des angles d'azimut et d'élévation du mannequin*

Les angles d'azimut et d'élévation du mannequin doivent être réglés avec une tolérance de $\pm 2^\circ$.

Note.- Si le mannequin possède deux simulateurs d'oreille, l'azimut 0° ou l'azimut 180° peut être réglé en ajustant l'angle d'azimut de façon à rendre minimale la différence temporelle entre les signaux de sortie des microphones des deux simulateurs d'oreille. Une autre méthode consiste à alimenter la source sonore par un bruit à large bande, à connecter les bornes de sortie des deux microphones des simulateurs d'oreille aux bornes des entrées horizontale et verticale d'un oscilloscope et à régler l'angle d'azimut pour obtenir une figure de Lissajous de largeur minimale.

4.2 *Réponse fréquentielle en champ libre*

Le tableau 3 donne la réponse fréquentielle du mannequin en champ libre pour les sons purs à des intervalles de tiers d'octave. Les valeurs sont données pour un angle d'élévation de 0° et pour des angles d'azimut de 0° , 90° , 180° et 270° pour l'oreille droite. Des angles d'azimut symétriques correspondants sont applicables à l'oreille gauche.

4.1.1.4 The test space shall be equipped with fixtures permitting an accurate and repeatable positioning of the manikin in accordance with the selected test point.

4.1.1.5 The effective sound pressure level of extraneous background noise, in the measurement frequency band, shall be at least 10 dB less than the sound pressure level of the test signal.

Note.- This may be achieved by suitable attenuation of extraneous signals by the test enclosure boundaries, by signal averaging, or by selective filtering.

4.1.2 *Measurement of sound pressure level*

4.1.2.1 The free field calibration of the reference microphone used to measure the unobstructed free field sound pressure level shall be accurate within ± 0.5 dB for frequencies up to 5 kHz and ± 1.0 dB from 5 kHz to 10 kHz.

4.1.2.2 The accuracy of the calibration of the occluded ear simulator shall conform to the specifications in IEC Publication 711.

4.1.2.3 Harmonic distortion of the measurement system shall not exceed 2% at the frequencies and sound pressure levels encountered.

4.1.3 *Alignment of manikin azimuth and elevation*

The azimuth and elevation angle shall be aligned with an accuracy of $\pm 2^\circ$.

Note.- If the manikin is equipped with two ear simulators, 0° or 180° azimuth alignment may be achieved by adjustment of the azimuth angle for minimum time difference between the microphone outputs from the two ear simulators. Alternatively a broadband noise may be fed to the sound source, the microphone outputs from the two ear simulators connected to the X and Y grids of an oscilloscope, and the azimuth angle adjusted for minimum width of the resulting Lissajous figure.

4.2 *Free field frequency response*

Table 3 gives the manikin free field frequency response for pure tones at 1/3 octave intervals, in decibels relative to the free field sound pressure level. Values are stated for an elevation angle of 0° , and the azimuth angles 0° , 90° , 180° and 270° for the right ear. Corresponding symmetrical azimuth angles apply for the left ear.

Notes 1.- Des difficultés peuvent apparaître lors de la mesure de la réponse fréquentielle du mannequin pour un angle d'azimut égal à 270°, aux fréquences supérieures à 4 kHz. Elles sont dues à l'effet combiné des réflexions sur les parois du local d'essai et de l'effet d'ombre de la tête. En conséquence, ces valeurs ont été omises dans le tableau 3.

2.- Les données figurant au tableau 3 sont fondées sur les études effectuées par Maxwell et Burkhard (1979), par Lyregaard (1980) et par Münster-Swendsen (1981) (voir annexe C).

4.3 Tolérances

Les tolérances sur la réponse fréquentielle en champ libre du mannequin sont données dans le tableau 3. Les valeurs indiquées comprennent les tolérances sur l'étalonnage du microphone du simulateur d'oreille occluse, mais ne comprennent pas celles du microphone de champ libre.

Tableau 3 - Réponse fréquentielle du mannequin en champ libre (exprimée en décibels)

Fréquence (Hz)	Angle d'azimut				Tolérance (dB)
	0°	90°	180°	270°	
100	0,0	0,0	0,0	0,0	±1,5
125	0,0	0,5	0,0	0,0	±1,5
160	0,0	1,0	- 0,5	0,0	±1,5
200	0,0	1,5	- 0,5	0,0	±1,5
250	0,5	2,0	0,0	0,0	±1,5
315	1,0	3,0	0,0	0,0	±1,5
400	1,5	4,0	1,0	0,5	±2,0
500	2,0	5,5	1,5	1,0	±2,0
630	2,5	7,0	2,5	2,0	±2,0
800	3,5	7,5	4,0	2,5	±2,0
1 000	3,5	7,5	5,0	2,5	±2,0
1 250	3,5	8,5	6,5	3,0	±2,0
1 600	5,0	9,5	7,0	4,5	±3,0
2 000	12,5	12,0	10,0	6,5	±3,0
2 500	18,5	17,0	14,0	9,0	±3,0
3 150	15,5	17,0	13,0	7,5	±3,0
4 000	13,0	12,5	10,5	-	±3,0
5 000	11,0	15,5	7,0	-	±3,0
6 300	5,0	17,0	0,5	-	±6,0
8 000	2,0	15,0	- 1,5	-	±8,0
10 000	7,0	3,0	- 6,0	-	±8,0