

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

IEC STANDARD

Publication 645

Première édition — First edition,

1979

Audiomètres

Audiometers



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

Révision de la présente publication

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

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous :

- **Bulletin de la CEI**
- **Rapport d'activité de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du V.E.I., soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, symboles littéraux et signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera :

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique ;
- la Publication 117 de la CEI: Symboles graphiques recommandés.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 117 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Autres publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les autres publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

Revision 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 on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the I.E.V. or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology ;
- IEC Publication 117: Recommended graphical symbols.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 117, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists other IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

IEC STANDARD

Publication 645

Première édition — First edition

1979

Audiomètres

Audiometers

Descripteurs: équipement électromédical :
audiomètres, exigences,
essais, propriétés,
définitions.

Descriptors: electromedical equipment :
audiometers, requirements,
testing, properties,
definitions.



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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Définition des termes	8
3.1 Audiomètre tonal	8
3.2 Audiomètre vocal	8
3.3 Conduction aérienne	8
3.4 Conduction osseuse	8
3.5 Niveau équivalent liminaire (écoute monaurale)	8
3.6 Niveau de référence équivalent liminaire	10
3.7 Niveau d'audition pour les sons purs	10
3.8 Niveau liminaire d'audition pour les sons purs	10
3.9 Oreille artificielle	10
3.10 Coupleur acoustique	10
3.11 Coupleur mécanique	10
3.12 Masquage	10
3.13 Sujet otologiquement normal	10
4. Recommandations pour les différentes classes d'audiomètres	12
5. Spécifications générales	14
5.1 Sécurité	14
5.2 Durée de mise en température	14
5.3 Variation de l'alimentation et conditions d'environnement	14
5.4 Rayonnement acoustique indésirable	14
6. Générateurs de signaux	16
6.1 Générateur de sons purs	16
6.2 Générateur de sons vocaux	20
6.3 Générateur de bruit de masque	24
7. Commande des niveaux de signal	26
7.1 Marquage	26
7.2 Exactitude des niveaux de pression acoustique et des niveaux de vibration	26
7.3 Niveau de référence pour la parole	28
7.4 Commande de niveau d'audition	28
7.5 Bruit de masque	28
7.6 Interruption du son	30
8. Recommandations pour le son de référence	34
8.1 Fréquences	34
8.2 Commande de niveau du son de référence	34
9. Transducteurs	36
9.1 Conduction aérienne	36
9.2 Conduction osseuse	36
10. Marquage et notice technique	38
ANNEXE A — Essais subjectifs suggérés pour la vérification des caractéristiques des audiomètres	40

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Scope	7
2. Object	7
3. Explanation of terms	9
3.1 Pure tone audiometer	9
3.2 Speech audiometer	9
3.3 Air conduction	9
3.4 Bone conduction	9
3.5 Equivalent threshold level (monaural listening)	9
3.6 Reference equivalent threshold level	11
3.7 Hearing level for pure tones	11
3.8 Hearing threshold level for pure tones	11
3.9 Artificial ear	11
3.10 Acoustic coupler	11
3.11 Mechanical coupler	11
3.12 Masking	11
3.13 Otologically normal subject	11
4. Recommendations for specific types of audiometers	13
5. General requirements	15
5.1 Safety requirements	15
5.2 Warm-up time	15
5.3 Supply variation and environmental conditions	15
5.4 Unwanted acoustic radiation	15
6. Signal sources	17
6.1 Pure tone source	17
6.2 Speech source	21
6.3 Masking sounds	25
7. Signal level control	27
7.1 Marking	27
7.2 Accuracy of sound pressure and vibration levels	27
7.3 Reference level for speech	29
7.4 Hearing level control	29
7.5 Masking sound	29
7.6 Tone switching	31
8. Recommendations for reference tone facilities	35
8.1 Frequencies	35
8.2 Reference tone level control	35
9. Transducers	37
9.1 Air conduction	37
9.2 Bone conduction	37
10. Marking and instruction manual	39
APPENDIX A — Suggested subjective tests for verification of audiometer performance	41

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

AUDIOMÈTRES

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où 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.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 29C: Dispositifs de mesure, du Comité d'Etudes N° 29 de la CEI: Electroacoustique.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion de Gaithersburg en avril 1976. A la suite de cette réunion, un projet, document 29C(Bureau Central)34, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en février 1978.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	Norvège
Australie	Pays-Bas
Belgique	Roumanie
Danemark	Royaume-Uni
Egypte	Suède
Espagne	Suisse
Etats-Unis d'Amérique	Tchécoslovaquie
Italie	Turquie

Cette publication remplace les Publications 177 et 178 de la CEI.

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

Publications n°s 268-3: Equipements pour systèmes électroacoustiques, Troisième partie: Amplificateurs pour systèmes électroacoustiques.

- 303: Coupleur de référence provisoire de la CEI pour l'étalonnage des écouteurs utilisés en audiométrie.
- 318: Une oreille artificielle de la CEI, à bande large, pour l'étalonnage des écouteurs utilisés en audiométrie.
- 373: Un coupleur mécanique de la CEI destiné à l'étalonnage des ossivibrateurs ayant une surface de contact spécifiée, appliqués avec une force statique spécifiée.
- 601-1: Sécurité des appareils électromédicaux, Première partie: Règles générales.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

AUDIOMETERS

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 standard has been prepared by Sub-Committee 29C, Measuring Devices, of IEC Technical Committee No. 29, Electro-acoustics.

A first draft was discussed at the meeting held in Gaithersburg in April 1976. As a result of this meeting, a draft, Document 29C(Central Office)34, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in February 1978.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Romania
Belgium	South Africa (Republic of)
Czechoslovakia	Spain
Denmark	Sweden
Egypt	Switzerland
Italy	Turkey
Netherlands	United Kingdom
Norway	United States of America

This publication supersedes IEC Publications 177 and 178.

Other IEC publications quoted in this standard:

Publications Nos. 268-3: Sound System Equipment, Part 3: Sound System Amplifiers.

- 303: IEC Provisional Reference Coupler for the Calibration of Earphones Used in Audiometry.
- 318: An IEC Artificial Ear, of the Wide Band Type, for the Calibration of Earphones Used in Audiometry.
- 373: An IEC Mechanical Coupler for the Calibration of Bone Vibrators Having a Specified Contact Area and Being Applied with a Specified Static Force.
- 601-1: Safety of Medical Electrical Equipment. Part 1: General Requirements.

AUDIOMÈTRES

1. Domaine d'application

La présente norme décrit des spécifications applicables aux audiomètres, essentiellement conçus pour servir à déterminer les pertes d'audition par rapport à un niveau de seuil normalisé choisi comme référence *.

2. Objet

Le but de cette norme est de s'assurer :

- a) que les mesures de l'audition d'une oreille humaine donnée, en particulier du seuil d'audition, effectuées avec différents audiomètres satisfaisant à cette norme donnent sensiblement les mêmes résultats dans des conditions comparables;
- b) que les résultats obtenus représentent une bonne comparaison entre l'audition de l'oreille mesurée et le seuil d'audition normalisé.

Les audiomètres peuvent être classés de la manière suivante : selon le type de signal d'essai qu'ils produisent (c'est-à-dire sons purs ou signaux vocaux ou les deux), selon leur mode de fonctionnement ou selon leur complexité ou les domaines de fonctions auditives qu'ils permettent d'explorer (c'est-à-dire audiomètre pour diagnostic clinique, audiomètre de dépistage, etc.). Cependant, afin d'obtenir une classification rationnelle des audiomètres, cinq classes sont définies. Les audiomètres avec lesquels il est possible d'obtenir un diagnostic clinique, permettant au minimum des mesures de conduction aérienne et de conduction osseuse, font partie des classes 1, 2 et 3. Les appareils qui ne permettent que la mesure de la conduction aérienne font partie des classes 4 et 5.

Les divers audiomètres et les autres appareils destinés aux essais audiologiques subjectifs peuvent être considérés comme étant constitués de parties fonctionnelles. Cette norme fournit les spécifications générales des audiomètres complets aussi bien que celles de leurs parties fonctionnelles : générateurs de signaux, commandes des niveaux de signal et transducteurs.

De plus, comme ces parties fonctionnelles constituent la plupart des appareils de mesure utilisés en audiométrie, les instruments qui ne sont pas nécessairement des audiomètres tonaux conventionnels, mais qui contiennent des circuits pour la mesure de la sensibilité auditive ou pour la présentation de signaux à des niveaux supraliminaires (tels que les impédancemètres, admittancemètres acoustiques ou générateurs de bruits à bande étroite) doivent, si possible, être conformes aux spécifications des articles correspondants de cette norme. En utilisant le tableau I, le lecteur sera capable de trouver les articles appropriés (5 à 9) de cette norme, qui spécifient les caractéristiques d'un instrument donné.

Cette norme n'a absolument pas pour but de restreindre ou d'empêcher le développement et l'incorporation de nouvelles caractéristiques ou d'autres améliorations susceptibles d'apporter une aide aux mesures audiologiques, spécialement des instruments destinés aux mesures de l'ouïe par des méthodes objectives.

* Les procédures de mesure correspondantes sont à l'étude à l'ISO.

AUDIOMETERS

1. Scope

This standard specifies requirements for audiometers designed primarily for use in determining hearing threshold levels in comparison with a chosen standard reference threshold level *.

2. Object

The purpose of this standard is to ensure:

- a) that tests of hearing, particularly threshold, on a given human ear performed with different audiometers which comply with this standard shall give substantially the same results under comparable conditions;
- b) that the results obtained shall represent a good comparison between the hearing of the ear tested and the reference threshold of hearing.

Audiometers can be classified in the following ways: according to the type of test signal they generate (i.e. pure tone or speech or both), according to the mode of operation or according to their complexity or the range of auditory functions they test (i.e. diagnostic, screening, etc.). However, in order to rationalize the classification of audiometers, five types are defined. Audiometers with which it is possible to make a diagnostic assessment (i.e. having as a minimum both air and bone conduction facilities) are classified as Types 1, 2 and 3. Instruments with air conduction facilities only are classified as Types 4 and 5.

All audiometers and other equipment for subjective audiological tests can be considered as a series of functional units. This standard covers the general requirements for audiometers as a whole as well as their functional units: signal sources, signal level controls and transducers.

In addition, since the units specified cover the majority of audiometric applications, instruments which may not necessarily be conventional pure tone audiometers (such as an acoustic impedance-admittance system or a narrow-band noise generator) but which contain circuitry for measurement of auditory sensitivity or presentation of supraliminal signals shall, where possible, conform to the appropriate clauses of this standard. By using Table I, the reader should be able to find the appropriate clauses (5 to 9) of this standard which describe the performance requirements for a given instrument.

This standard is in no sense intended to restrict or inhibit the development and incorporation of new features or other improvements likely to assist with audiological measurement, especially instruments designed to test hearing by objective methods.

* Procedures for this purpose are under consideration by ISO.

TABLEAU I

Spécifications générales

Caractéristiques	Générateurs de signaux	Commande des niveaux de signal	Transducteurs
5.1 Sécurité	6.1 Sons purs	7.1 Marquage	9.1 Conduction aérienne
5.2 Durée de mise en température	6.2 Sons vocaux	7.2 Exactitude des niveaux de pression acoustique et des niveaux de vibration	9.2 Conduction osseuse
5.3 Variation de l'alimentation et conditions d'environnement	6.3 Bruit de masque	7.4 Commande de niveau d'audition	
5.4 Rayonnement acoustique indésirable		7.5 Bruit de masque	
		7.6 Interruption du son	

3. Définition des termes

Pour les besoins de cette norme, on utilisera les définitions suivantes:

3.1 Audiomètre tonal

Instrument destiné à la mesure de l'audition pour les sons purs et, en particulier, à la mesure du seuil d'audition.

3.1.1 Audiomètre manuel

Audiomètre tonal pour lequel la présentation des signaux, les réglages de la fréquence et du niveau ainsi que la notation des résultats sont effectués manuellement.

3.1.2 Audiomètre automatique enregistreur

Audiomètre tonal pour lequel la présentation des signaux, la variation du niveau d'audition, la sélection de la fréquence ou la variation de la fréquence ainsi que l'enregistrement des réponses du sujet sont exécutés automatiquement.

3.2 Audiomètre vocal

Instrument destiné à la mesure de l'audition pour des signaux d'essais vocaux.

3.3 Conduction aérienne

Transmission des ondes acoustiques à l'oreille interne par l'intermédiaire de l'oreille externe et de l'oreille moyenne.

3.4 Conduction osseuse

Transmission d'un signal à l'oreille interne par l'intermédiaire de la vibration mécanique des os du crâne et des tissus mous.

3.5 Niveau équivalent liminaire (écoute monaurale)

Le niveau équivalent liminaire pour une oreille, à une fréquence spécifiée, pour un type de transducteur spécifié appliqué avec une force d'application spécifiée sur la tête humaine, est le niveau de vibration ou le niveau de pression acoustique produit par le transducteur, à cette fréquence, dans un coupleur ou une oreille artificielle spécifiés, le transducteur étant alimenté par la tension correspondant au seuil d'audition lorsque le transducteur est appliqué à l'oreille concernée.

TABLE I
General requirements

Characteristics	Signal sources	Signal level control	Transducers
5.1 Safety	6.1 Pure tones	7.1 Marking	9.1 Air conduction
5.2 Warm-up time	6.2 Speech	7.2 Accuracy of sound pressure and vibration levels	9.2 Bone conduction
5.3 Supply variation and environmental conditions	6.3 Masking sounds	7.4 Hearing level control	
5.4 Unwanted acoustic radiation		7.5 Masking sound	
		7.6 Tone switching	

3. Explanation of terms

For the purpose of this standard the following terms apply:

3.1 *Pure tone audiometer*

An instrument for the measurement of hearing for pure tones and in particular the auditory threshold.

3.1.1 *Manual audiometer*

A pure tone audiometer in which the signal presentations, frequency and hearing level selection and recording of the results are performed manually.

3.1.2 *Automatic recording audiometer*

A pure tone audiometer in which signal presentations, hearing level variation, frequency selection or frequency variation, and recording of subject responses are implemented automatically.

3.2 *Speech audiometer*

An instrument for the measurement of hearing for speech test material.

3.3 *Air conduction*

Transmission of sound through the external and middle ear to the internal ear.

3.4 *Bone conduction*

Transmission of sound to the internal ear mediated by mechanical vibration of the cranial bones and soft tissues.

3.5 *Equivalent threshold level (monaural listening)*

The equivalent threshold level of an ear at a specified frequency, for a specified type of transducer and for a stated force of application of the transducer to the human head is the vibration level or sound pressure level set up by the transducer at that frequency in a specified coupler or artificial ear when the transducer is actuated by that voltage which, with the transducer applied to the ear concerned, would correspond with the threshold of hearing.

3.6 Niveau de référence équivalent liminaire *

Le niveau de référence équivalent liminaire, à une fréquence spécifiée, pour un type de transducteur spécifié et pour un modèle spécifié de coupleur ou d'oreille artificielle, est la valeur modale, à cette fréquence, des niveaux équivalents limbaires d'un nombre suffisamment important d'oreilles de sujets otologiquement normaux dont l'âge est compris entre 18 et 30 ans (inclusivement).

Note. — Les valeurs des niveaux de référence équivalents de pression acoustique limbaires, pour la conduction aérienne, sont spécifiées dans la norme ISO 389.

3.7 Niveau d'audition pour les sons purs

Pour un type de transducteur spécifié, appliqué d'une manière spécifiée, le niveau d'audition d'un son pur de fréquence spécifiée est égal à la différence entre le niveau de vibration ou de pression acoustique de ce signal, produit par le transducteur dans le coupleur spécifié ou l'oreille artificielle spécifiée, et le niveau de référence équivalent liminaire correspondant, pour la conduction osseuse ou la conduction aérienne selon le cas.

3.8 Niveau liminaire d'audition pour les sons purs

Pour une oreille donnée et un son pur de fréquence spécifiée, c'est le niveau d'audition correspondant au seuil d'audition de cette oreille.

3.9 Oreille artificielle

Dispositif destiné à l'étalonnage d'un écouteur, qui présente à l'écouteur une impédance acoustique équivalente à celle d'une oreille humaine moyenne. Il est équipé d'un microphone étalonné pour la mesure de la pression acoustique produite par l'écouteur.

Note. — Une oreille artificielle est spécifiée dans la Publication 318 de la CEI: Une oreille artificielle de la CEI, à large bande, pour l'étalonnage des écouteurs utilisés en audiométrie.

3.10 Coupleur acoustique

Cavité de forme et de volume déterminés, utilisée pour l'étalonnage d'un écouteur, grâce à un microphone étalonné qui permet de mesurer la pression acoustique produite dans la cavité.

Note. — Un coupleur acoustique est spécifié dans la Publication 303 de la CEI: Coupleur de référence provisoire de la CEI pour l'étalonnage des écouteurs utilisés en audiométrie.

3.11 Coupleur mécanique

Dispositif destiné à l'étalonnage d'un ossivibrateur et qui présente à l'ossivibrateur une impédance mécanique spécifiée. Il est équipé d'un transducteur qui permet de mesurer une force vibratoire ou une accélération.

Note. — Un coupleur mécanique est spécifié dans la Publication 373 de la CEI: Un coupleur mécanique de la CEI destiné à l'étalonnage des ossivibrateurs ayant une surface de contact spécifiée, appliqués avec une force statique spécifiée.

3.12 Masquage

Processus par lequel le seuil d'audition d'un son est augmenté en raison de la présence d'un autre son.

3.13 Sujet otologiquement normal

Pour les besoins de cette norme, personne en bonne santé, ne présentant pas de signes ou de symptômes de troubles auditifs, dont le canal n'est pas obstrué par du cérumen et qui n'a pas été exposée au bruit de façon anormale au cours de son existence.

* Les valeurs des niveaux de référence de vibrations équivalents limbaires, pour la conduction osseuse, sont à l'étude à l'ISO.

3.6 *Reference equivalent threshold level **

The reference equivalent threshold level at a specified frequency, for a specified type of transducer, and for a specified pattern of coupler or artificial ear, is the modal value, at that frequency, of the equivalent threshold levels of an adequately large number of ears of otologically normal subjects within the inclusive age limits 18 to 30 years.

Note. — The values of reference equivalent threshold sound pressure levels for air conduction are specified in ISO Standard 389.

3.7 *Hearing level for pure tones*

The hearing level of a pure tone at a specified frequency, for a specific type of transducer and for a specified manner of application, is the vibration level or the sound pressure level of this signal set up by the transducer in a specified coupler or artificial ear minus the appropriate reference equivalent threshold level for bone or air conduction as applicable.

3.8 *Hearing threshold level for pure tones*

The hearing threshold level of a given ear at a specified frequency is the threshold level at that frequency expressed as hearing level.

3.9 *Artificial ear*

Device for the calibration of an earphone which presents to the earphone an acoustic impedance equivalent to the impedance presented by the average human ear. It is equipped with a calibrated microphone for the measurement of the sound pressure developed by the earphone.

Note. — An artificial ear is specified in IEC Publication 318, An IEC Artificial Ear, of the Wide Band Type, for the Calibration of Earphones Used in Audiometry.

3.10 *Acoustic coupler*

Cavity of predetermined shape and volume which is used for the calibration of an earphone in conjunction with a calibrated microphone to measure the sound pressure developed within the cavity.

Note. — An acoustic coupler is specified in IEC Publication 303, IEC Provisional Reference Coupler for the Calibration of Earphones Used in Audiometry.

3.11 *Mechanical coupler*

Device for calibration of a bone vibrator which presents to the bone vibrator a specified mechanical impedance. It is equipped with a transducer suitable for the measurement of vibromotive force or acceleration.

Note. — A mechanical coupler is specified in IEC Publication 373, An IEC Mechanical Coupler for the Calibration of Bone Vibrators Having a Specified Contact Area and Being Applied with a Specified Static Force.

3.12 *Masking*

Process by which the threshold of audibility of a sound is raised by the presence of another sound.

3.13 *Otologically normal subject*

For the purpose of this standard an otologically normal subject is understood to be a person in a normal state of health who is free from all signs or symptoms of ear disease and from wax in the ear canal and has no history of undue exposure to noise.

* The values of reference equivalent threshold vibration levels for bone conduction are under consideration by ISO.

4. Recommandations pour les différentes classes d'audiomètres

Les caractéristiques minimales exigées obligatoirement pour chaque classe d'audiomètre figurent au tableau II. Il n'est pas interdit d'offrir d'autres caractéristiques, et on a inclus dans le tableau celles qui sont particulièrement recommandées. Les autres options, cependant, ne sont pas spécifiées en détail dans cette norme.

TABLEAU II
Caractéristiques des diverses classes d'audiomètres

Possibilités	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
Conduction aérienne	×	×	×	×	×
Deux écouteurs	×	×	×	×	
Conduction osseuse	×	×			
<i>Masquage des sons purs</i>					
1. Bruit à bande étroite	×	×			
2. Bruit à bande étroite ou autre	×	×	×		
3. Bruit à large bande	×	×	×		
<i>Masquage des sons vocaux</i>	o	×			
<i>Application du bruit de masque</i>					
Ecouteur contralatéral	×	×	×		
Ecouteur ipsilatéral	×	×			
Ossivibrateur	×	o			
<i>Son pur de référence</i>					
Alterné	×	×			
Simultané	×				
Alterné, monaural, à deux fréquences	o				
Signalisation de la réponse du patient	×	×	×	×	
Sortie auxiliaire (par exemple: haut-parleur)	×	o	o		
Entrée pour un générateur de signal extérieur (par exemple: parole)	×	×	o		
Domaine de niveaux d'audition et de fréquence	Voir tableau III				
<i>Commande de la fréquence</i>					
1. Fréquences fixes	×	×	×	×	×
2. Fréquence continûment variable	o				
<i>Présentation du son</i>					
1. Son continu	×	×	×	×	×
2. Son pulsé automatiquement	×	×		×	
Indicateur de signal d'essai	×	×			
Contrôle acoustique du signal d'essai	o	o			
Communication vocale entre le sujet et l'opérateur	o	o			
Ecouteurs protégeant du bruit				o	o

× : Spécification obligatoire minimale.

o : Possibilité supplémentaire souhaitable.

1) Si une entrée pour la parole existe, un bruit à spectre pondéré selon la parole (voir paragraphe 6.3.2c)) peut être utilisé comme alternative.

2) Exigé seulement lors de l'emploi avec une source extérieure de parole. Dans ce cas, le bruit de masque peut être soit à large bande, soit à spectre pondéré selon la parole.

3) Pour les audiomètres à enregistrement automatique, cette caractéristique n'est pas exigée.

4) Pour les audiomètres à fonctionnement manuel, cette caractéristique n'est pas exigée.

4. Recommendations for specific types of audiometers

The minimum mandatory facilities required for each type of audiometer are given in Table II. Other facilities are not precluded and those which are particularly recommended are included in the table. Optional facilities, however, are not specified in detail in this standard.

TABLE II
Facilities of various types of audiometers

Capability	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5
Air conduction	×	×	×	×	×
Two earphones	×	×	×	×	
Bone conduction	×	×	×		
<i>Masking (pure tones)</i>					
1. Narrow-band noise	×	×			
2. Narrow-band noise or other	×	1)	×		
3. Broad-band noise	×	2)			
<i>Masking (speech)</i>	o	×			
<i>Routing of masking</i>					
Contralateral earphone	×	×	×		
Ipsilateral earphone	×	×			
Bone vibrator	×	o			
<i>Reference tone</i>					
Alternate	×	3)			
Simultaneous	×				
Alternate, monaural, bi-frequency	o				
<i>Patient's response</i>					
Signal system	×	×	×	×	4)
Auxiliary output (e.g. loudspeaker)	×	o	o		
Input for external signal source (e.g. speech)	×	×	o		
Hearing level and frequency range	See Table III				
<i>Frequency control</i>					
1. Fixed frequencies	×	×	×	×	×
2. Continuously variable frequency	o				
<i>Tone presentation</i>					
1. Continuous tone	×	×	×	×	×
2. Automatic pulsed tone	×	×		×	
Test signal indicating device	×	×			
Audible monitoring of test signal	o	o			
Operator to subject speech communication	o	o			
Noise-reducing earphones				o	o

× : Mandatory minimum requirement

o : Desirable additional facility

1) If an input for external speech source is provided, speech weighted random noise (see Sub-clause 6.3.2c)) may be used as an alternative

2) Only required for use with an external speech source. In this case, the masking sound may be either broad-band or speech weighted random noise

3) For automatic recording audiometers this feature is not required

4) For manual audiometers this feature is not required.

5. Spécifications générales

5.1 Sécurité

Les instruments fonctionnant sur secteur doivent être conformes aux exigences minimales de la CEI concernant la sécurité (voir Publication 601-1 de la CEI: Sécurité des appareils électromédicaux, Première partie : Règles générales.

5.2 Durée de mise en température

La durée maximale de mise en température doit être spécifiée par le constructeur et ne doit pas excéder 10 min lorsque l'appareil a été entreposé à la température de la salle. Les caractéristiques spécifiées par cette norme doivent être satisfaites après la durée de mise en température spécifiée et après que tout réglage initial eut été effectué selon la manière prescrite par le constructeur.

5.3 Variation de l'alimentation et conditions d'environnement

5.3.1 Fonctionnement sur secteur

Les spécifications doivent être satisfaites pour toute variation combinée la plus défavorable de la tension et de la fréquence du secteur, les variations de la tension étant limitées à $\pm 10\%$ et les variations de la fréquence du réseau à $\pm 5\%$.

5.3.2 Fonctionnement sur batteries

Le constructeur doit indiquer les limites des tensions de batterie à l'intérieur desquelles les spécifications sont satisfaites, et l'audiomètre doit comporter un indicateur convenable de manière à s'assurer que les tensions de batterie restent à l'intérieur des limites spécifiées.

5.3.3 Domaines de température et d'humidité

Les spécifications doivent être satisfaites pour toute combinaison de valeurs de la température comprises entre $+15^{\circ}\text{C}$ et $+35^{\circ}\text{C}$ et de valeurs de taux d'humidité relative comprises entre 30 % et 90 %.

5.3.4 On peut démontrer la conformité à chacune des spécifications décrites aux paragraphes 5.3.1, 5.3.2 et 5.3.3, en mesurant sur un écouteur la fréquence, la distorsion et le niveau de pression acoustique du son lorsque la fréquence affichée est égale à 1 000 Hz et le niveau d'audition affiché est égal à 100 dB ou à la valeur maximale affichable (on choisira la plus petite des deux valeurs). Les mesures de distorsion doivent être effectuées comme indiqué au paragraphe 6.1.4.

Notes 1. — Pour l'essai spécifié au paragraphe 5.3.3, on peut sortir temporairement l'écouteur de l'environnement d'essai de l'audiomètre.

2. — Si la fréquence de 1 000 Hz n'existe pas sur un audiomètre de classe 5, il est recommandé de choisir la fréquence la plus proche.

5.4 Rayonnement acoustique indésirable

5.4.1 Généralités

Pour la vérification de certaines caractéristiques des audiomètres, les mesures acoustiques objectives peuvent se révéler difficiles. Dans de tels cas, des essais subjectifs (par exemple ceux qui sont décrits à l'annexe A) doivent être effectués par une équipe constituée d'un nombre convenable de sujets otologiquement normaux, sélectionnés, dont les niveaux liminaires d'audition ne dépassent pas 10 dB pour les fréquences d'essai de 250 Hz à 4 000 Hz, et ne dépassent pas 20 dB pour les fréquences de 125 Hz, 6 000 Hz et 8 000 Hz.

5. General requirements

5.1 Safety requirements

Mains (power-line) operated instruments shall conform to minimum IEC safety requirements (see IEC Publication 601-1, Safety of Medical Electrical Equipment. Part 1: General Requirements).

5.2 Warm-up time

The maximum warm-up time shall be specified by the manufacturer and shall not exceed 10 min when the unit has been stored at room temperature. The performance requirements of this standard shall be met after the stated warm-up time has elapsed and after any setting-up adjustments have been carried out in the manner prescribed by the manufacturer.

5.3 Supply variation and environmental conditions

5.3.1 Mains operation

The specifications shall be met when any deviation in supply voltage or mains frequency in combination is least favourable within the limits of $\pm 10\%$ supply voltage and $\pm 5\%$ mains frequency.

5.3.2 Battery operation

The manufacturer shall state the limits of battery voltages within which the specifications will be met, and a suitable indicator shall be provided to ensure that the battery voltages are within the specified limits.

5.3.3 Temperature and humidity operating range

The specifications shall be met for all combinations of values of temperature within the range $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$ and relative humidity within the range 30 % to 90 %.

5.3.4 Conformity with each of the specifications in Sub-clauses 5.3.1, 5.3.2 and 5.3.3 may be demonstrated, with one earphone, by measuring frequency, distortion and sound pressure level at 1 000 Hz indicated frequency at a hearing level of 100 dB or at the maximum hearing level setting, whichever is lower. Distortion measurements shall be made as indicated in Sub-clause 6.1.4.

Notes 1. — For the test specified in Sub-clause 5.3.3, the earphone may be temporarily removed from the test environment.

2. — If 1 000 Hz is not provided on a Type 5 instrument, the nearest frequency should be used.

5.4 Unwanted acoustic radiation

5.4.1 General

Objective acoustical measurements may be impracticable for testing certain characteristics of audiometer performance. In such cases, subjective tests (e.g. as described in Appendix A) shall be performed using a test crew consisting of an adequate number of selected otologically normal subjects whose hearing threshold levels shall not exceed 10 dB for the test frequencies 250 Hz to 4 000 Hz and not exceed 20 dB for the frequencies 125 Hz, 6 000 Hz and 8 000 Hz.

5.4.2 *Sons indésirables d'origine électrique émis par un écouteur*

Les sons parasites d'origines diverses doivent présenter une amplitude telle que le niveau de pression acoustique dans n'importe quelle bande de tiers d'octave soit inférieur d'au moins 10 dB au niveau de référence équivalent liminaire pour la fréquence d'essai correspondante; toutefois, il n'est pas nécessaire que ce niveau soit inférieur de plus de 70 dB au niveau du signal utile produit par l'écouteur en fonctionnement. (Des méthodes d'essais subjectifs sont suggérées pour compléter ces mesures et sont décrites à l'annexe A.)

5.4.3 *Sons indésirables émis par un ossivibrateur*

Pour toute fréquence d'essai, l'ossivibrateur ne doit pas rayonner de son qui soit susceptible, en atteignant l'oreille par conduction aérienne à travers le canal auditif non bouché, d'altérer la validité de la mesure en conduction osseuse. Ainsi qu'une équipe de sujets otologiquement normaux peut en juger, le rayonnement acoustique émis par l'ossivibrateur doit produire un niveau inférieur d'au moins 10 dB au niveau que l'ossivibrateur engendre par conduction osseuse lorsqu'il est en contact avec la tête.

La conformité à cette spécification doit être vérifiée comme suit:

- a) On détermine d'abord le seuil en conduction osseuse de la manière habituelle.
- b) On détermine ensuite le seuil d'audition, le vibreur étant sensiblement dans la même position, si ce n'est que son extrémité normale de contact est recouverte d'un protecteur d'isolement acoustique donnant un affaiblissement d'au moins 20 dB au-dessus de 1 000 Hz. L'affaiblissement du protecteur peut être mesuré grâce à un coupleur mécanique. Le seuil d'audition doit être supérieur d'au moins 10 dB à la valeur trouvée précédemment. On doit considérer la moyenne des résultats obtenus sur au moins dix oreilles otologiquement normales.

Note. — Il faut prendre en compte le fait que l'émission sonore de l'ossivibrateur chargé par un tel protecteur peut, dans certains cas, et pour certaines fréquences, être inférieure à ce qu'elle est lorsqu'il est chargé par l'os mastoïde humain.

5.4.4 *Sons indésirables émis par l'audiomètre*

Tout son dû au fonctionnement des commandes de l'audiomètre durant l'essai d'écoute réel ou à un rayonnement émis par l'audiomètre doit être inaudible pour n'importe quelle position de la commande de niveau jusqu'à la position 50 dB inclusivement. L'essai de conformité à cette spécification doit être effectué avec une équipe de sujets otologiquement normaux portant une paire d'écouteurs débranchés et placés à la position normale pour les essais, la sortie électrique de l'audiomètre étant fermée sur une charge résistive égale à l'impédance de l'écouteur à 1 000 Hz. Lorsque l'audiomètre permet les mesures de conduction osseuse, l'essai doit être répété en bouchant une seule oreille par un écouteur.

Note. — Cette limitation sur le bruit provenant des commandes s'applique à tout bruit qui pourrait fournir au patient une indication susceptible d'influer sur les résultats de mesure. Elle ne s'applique pas aux dispositifs tels que le sélecteur de sortie ou le commutateur à ressort du réglage de la fréquence, dont le bruit se produirait alors que le sujet n'est pas réellement en essai.

6. **Générateurs de signaux**

6.1 *Générateur de sons purs*

6.1.1 *Domaines de fréquence et de niveaux d'audition*

Pour chaque classe d'audiomètre, le tableau III indique les fréquences d'essai et les valeurs de niveaux d'audition qui doivent être prévues. Si d'autres fréquences supplémentaires sont prévues,

5.4.2 *Extraneous sound of electrical origin from the earphone*

Extraneous sounds from any cause shall be of such a magnitude that the sound pressure level in any one-third octave band is at least 10 dB below the reference equivalent threshold level for the corresponding test frequency, except that it need not be lower than a level of 70 dB below the signal from the “ON” earphone. (Suggested subjective test procedures to supplement these measurements are described in Appendix A.)

5.4.3 *Unwanted sound from a bone vibrator*

The bone vibrator shall not radiate sound at any test frequency to such an extent that the sound reaching the test ear by air conduction through the unoccluded ear canal might impair the validity of the bone conduction measurement. As judged by a test crew of otologically normal subjects, the sound radiation from the bone vibrator shall be heard at a level at least 10 dB below the level which the vibrator generates by bone conduction when in contact with the head.

Conformity with this requirement shall be tested as follows:

- a) First determine the bone conduction threshold in the usual manner.
- b) Then determine the auditory threshold with the vibrator in approximately the same position except that its normal contact area is covered with a vibration isolation pad providing an attenuation of at least 20 dB above 1 000 Hz. The attenuation of the isolation pad may be measured on a mechanical coupler. The auditory threshold shall be at least 10 dB greater than before. The mean shall be taken of the test results of at least ten otologically normal ears.

Note. — Allowance should be made for the fact that the sound radiation of the bone vibrator may be lower in some cases and at some frequencies when loaded with such a pad compared with the radiation when loaded with the human mastoid.

5.4.4 *Unwanted sound from an audiometer*

Any sound due to the operation of audiometer controls during the actual listening test, or to radiation from the audiometer, shall be inaudible at each setting of the hearing level dial up to and including 50 dB. The test for this requirement shall be made by a crew of otologically normal subjects wearing a pair of disconnected earphones and located at the normal test position, the electrical output of the audiometer being absorbed in a resistive load equal to the impedance of the earphone at 1 000 Hz; where a bone conduction facility is available, the test shall be repeated with one ear only occluded by an earphone.

Note. — This limitation on noise from controls applies to any noise that could furnish the patient with a clue which might influence the test results. It is not intended to apply to a mechanism such as an output selection switch or a detent on the frequency switch that might emit noise when the subject is not actually being tested.

6. **Signal sources**

6.1 *Pure tone source*

6.1.1 *Frequency and hearing level range*

Each type of audiometer shall have facilities for test frequencies for which hearing level values are indicated in the appropriate column of Table III. Other optional frequencies may be selected from

TABLEAU III
Fréquences et valeurs extrêmes des niveaux d'audition exigées pour les sons purs

Valeurs maximales des niveaux d'audition	Classe 1		Classe 2		Classe 3		Classe 4	Classe 5 1)
	Niveaux d'audition (dB)		Niveaux d'audition (dB)		Niveaux d'audition (dB)		Niveaux d'audition (dB)	Niveaux d'audition (dB)
	Conduction aérienne	Conduction osseuse *	Conduction aérienne	Conduction osseuse *	Conduction aérienne	Conduction osseuse *	Conduction aérienne seulement	Conduction aérienne seulement
Fréquence (Hz)								
125	70		70					
250	90	45	90	40	90	30	70	
500	120	60	110	60	100	50		
750 2)	120	60	110	60				
1 000	120	70	110	70	100	50	70	
1 500	120	70	110	70				
2 000	120	70	110	70	100	50	70	
3 000	120	70	110	70	100	50	70 **	
4 000	120	60	110	60	100	50	70	
6 000	110		100		90		70 **	
8 000	100		90		80			
Pour toutes les fréquences	-10	-10	-10	-10	-10	10	-10	
Valeurs minimales								

* Voir paragraphe 6.1.4b), note.

** Au moins l'une de ces deux fréquences est exigée.

1) Il n'y a pas de spécifications minimales.

2) La norme ISO R389 ne fournit pas le niveau de référence équivalent de pression acoustique linéaire pour 750 Hz. La norme ISO 389 sera révisée ultérieurement.

TABLE III

Frequencies to be provided and extreme values of hearing level for pure tones

Maximum values of hearing level	Type 1		Type 2		Type 3		Type 4	Type 5 ¹⁾
	Hearing levels (dB)		Hearing levels (dB)		Hearing levels (dB)		Hearing levels (dB)	Hearing levels (dB)
	Air conduction	Bone conduction *	Air conduction	Bone conduction *	Air conduction	Bone conduction *	Air conduction only	Air conduction only
125	70	45	70	40	90	30		
250	90	60	90	60	100	50	70	
500	120	60	110	60				
750 ²⁾	120	70	110	70	100	50	70	
1 000	120	70	110	70				
1 500	120	70	110	70	100	50	70	
2 000	120	70	110	70	100	50	70 **	
3 000	120	60	110	60	100	50	70	
4 000	120		110		100		70 **	
6 000	110		100		90			
8 000	100		90		80			
All frequencies	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	
Minimum values								

* See Sub-clause 6.1.4b), note.

** At least one of these two frequencies shall be provided.

1) No minimum requirements are specified.

2) ISO Standard 389 does not provide reference equivalent threshold levels for 750 Hz. ISO Standard 389 will be revised in due course.

elles doivent être choisies parmi celles qui figurent dans la colonne 1 de ce tableau. Ces fréquences comprennent celles pour lesquelles on connaît les niveaux de référence équivalents liminaires (voir norme ISO 389).

Note. — Si un audiomètre comporte un générateur de signaux modulés en fréquence, il est recommandé au constructeur de spécifier les caractéristiques de la modulation.

6.1.2 *Taux de variation de la fréquence*

Lorsqu'un balayage continu existe pour des systèmes à enregistrement automatique, le taux de variation de la fréquence doit être de une octave par minute. Si un audiomètre à enregistrement automatique délivre des sons de fréquences fixes, chacun doit avoir une durée au moins égale à 30 s.

6.1.3 *Exactitude de la fréquence*

La fréquence doit rester sensiblement constante et égale, à $\pm 3\%$ près, à la valeur indiquée.

6.1.4 *Distorsion harmonique*

La distorsion harmonique des signaux d'essai, exprimée par rapport au fondamental, ne doit pas dépasser les valeurs données au tableau IV. La distorsion doit être mesurée pour le réglage de la commande de niveau d'audition indiqué dans ce tableau, ou au réglage maximal de l'audiomètre; on choisira la plus petite de ces deux valeurs. La méthode décrite dans la Publication 268-3 de la CEI: Equipements pour systèmes électroacoustiques, Troisième partie: Amplificateurs pour systèmes électroacoustiques, doit être utilisée.

- a) Dans le cas de la conduction aérienne, la distorsion doit être mesurée « acoustiquement » à l'aide d'un coupleur acoustique ou d'une oreille artificielle, selon le dispositif utilisé pour la spécification du niveau de référence équivalent liminaire.

Note. — Comme les réponses en fréquences des écouteurs sont différentes sur l'oreille humaine et sur un coupleur acoustique, les valeurs de distorsion sur oreille humaine peuvent être supérieures à celles mesurées aux basses fréquences sur un coupleur, en particulier à 125 Hz.

- b) Pour la conduction osseuse, la distorsion doit être mesurée en utilisant un coupleur mécanique.

Note. — Compte tenu de la non-linéarité des ossivibrateurs actuels pour les fréquences basses, qui est la cause de distorsion harmonique importante, il n'est pas possible de spécifier une valeur maximale convenable de la distorsion harmonique permettant d'être sûr que des résultats de mesures de conduction osseuse soient corrects, quelle que soit la nature des pertes d'audition.

6.2 *Générateur de sons vocaux*

6.2.1 *Signification clinique de l'audiométrie vocale*

La signification clinique de l'audiométrie vocale dépend strictement de la disponibilité de signaux vocaux normalisés, préparés et enregistrés spécialement, et d'un signal d'étalonnage correspondant. Dans un audiomètre, une entrée directe pour la parole est prévue surtout pour faciliter la communication, car le manque de fiabilité d'essais utilisant des signaux de parole « en direct » peut conduire à des erreurs importantes.

6.2.2 *Entrée directe pour la parole*

La réponse en fréquence d'un canal d'émission de la voix en direct doit être telle que, le microphone étant placé dans un champ acoustique libre correspondant à un niveau de pression acoustique constant, le niveau de pression acoustique produit par l'écouteur de l'audiomètre dans le coupleur acoustique ou dans l'oreille artificielle pour les fréquences comprises entre 250 Hz et 4 000 Hz ne diffère pas de plus de ± 10 dB du niveau obtenu à 1 000 Hz et ne dépasse pas ce niveau de plus de 15 dB à n'importe quelle fréquence en dehors de cette bande.

column 1. The frequencies selected include those for which reference equivalent threshold levels are available (see ISO Standard 389).

Note. — If an audiometer is provided with a frequency modulated signal, the manufacturer should specify the characteristics of the modulation.

6.1.2 *Rate of frequency change*

Where automatic recording facilities include a continuous sweep frequency, the rate of change shall be one octave per minute. If an automatic recording audiometer provides fixed frequencies, a minimum period of 30 s shall be allowed at each frequency.

6.1.3 *Frequency accuracy*

The frequency shall remain sensibly constant at a value within $\pm 3\%$ of the indicated value.

6.1.4 *Harmonic distortion*

The maximum level of the harmonics relative to the fundamental of the test tone shall not exceed the values given in Table IV. Distortion shall be measured at the hearing level listed or at the maximum hearing level setting on the audiometer, whichever is the lower, using the procedure in IEC Publication 268-3, Sound System Equipment, Part 3 Sound System Amplifiers.

- a) For air conduction, distortion shall be measured acoustically on an acoustic coupler or artificial ear, whichever is used for the specification of reference equivalent threshold level.

Note. — Because of the different frequency responses of earphones on human ears and on an acoustic coupler, larger distortion values may occur on human ears than those measured on a coupler at lower frequencies, particularly at 125 Hz.

- b) For bone conduction, the distortion shall be measured on a mechanical coupler.

Note. — Due to non-linearity in the low frequency range of current bone vibrators, reflected in high harmonic distortion products, it is not possible to specify maximum permissible harmonic distortion adequate to ensure that correct bone conduction results are obtained for all types of hearing losses.

6.2 *Speech source*

6.2.1 *Clinical significance of speech audiometry*

Clinical significance of speech audiometry is strictly related to the availability of standardized, specially prepared and recorded speech material, along with a calibration signal. Live voice facilities in the audiometer are provided primarily for communication purposes, as the inherent unreliability of live voice speech tests may lead to serious error.

6.2.2 *Live voice input*

The frequency response characteristics of a live voice channel shall be such that with the microphone in a free sound field having a constant sound pressure level, the sound pressure level developed by the earphone of the audiometer in the acoustic coupler or the artificial ear at frequencies in the range 250 Hz to 4 000 Hz does not differ from that at 1 000 Hz by more than ± 10 dB, and shall not rise at any frequency outside this band by more than 15 dB, relative to the level at 1 000 Hz.

TABEAU IV

Valeurs maximales de la distorsion harmonique, exprimées en pourcentage

	Conduction aérienne			Conduction osseuse		
Fréquence (Hz)	125	250 et 8 000	500 à 6 000	250	500 et 750	1 000 à 4 000
Niveau d'audition (dB)	75 *	90 *	110 *	20	50 *	60 *
Harmonique de rang 2	2	2	2	10	5	5
Harmonique de rang 3	2	2	2	5	2	2
Harmonique de rang 4 ou supérieur	0,3	0,3	0,3	2	2	2
Sous-harmonique	—	0,3	0,3	—	—	—
Distorsion harmonique globale	3	3	3	12	6	6

* Ou réglage du niveau de sortie maximal de l'audiomètre; on choisira la plus petite de ces valeurs.

Notes 1. — Compte tenu des limites des performances des coupleurs acoustiques, des oreilles artificielles et des coupleurs mécaniques, la mesure de la distorsion harmonique pour les sons de fréquences supérieures à 4 000 Hz peut ne pas décrire de manière précise les propriétés de non-linéarité du système. On doit alors effectuer des mesures électriques sur le signal aux bornes des écouteurs ou des ossivibrateurs, pour ces fréquences.

2. — Ces valeurs de distorsion ne sont pas nécessairement applicables aux écouteurs internes. Pour de tels transducteurs, on pourra déterminer la distorsion par une mesure électrique aux bornes des écouteurs.

6.2.3 Entrée « parole enregistrée »

La réponse en fréquence d'un canal pour la parole enregistrée doit être telle que, lorsque ce canal est utilisé avec un enregistrement d'essai comportant des signaux sinusoïdaux appropriés, le niveau de pression acoustique fourni par l'audiomètre dans le coupleur acoustique ou l'oreille artificielle pour les fréquences comprises entre 250 Hz et 6 000 Hz ne diffère pas de plus de ± 5 dB du niveau obtenu à 1 000 Hz et ne dépasse pas ce niveau de plus de 10 dB en dehors de cette bande. Cette exigence doit être satisfaite pour un niveau de pression acoustique à la sortie (re 20 μ Pa) voisin de 100 dB.

Note. — Il est recommandé qu'un enregistrement d'essai comportant des signaux étalonnés de référence soit fourni pour l'étalonnage du canal pour la parole.

6.2.4 Distorsion globale

Pour un son pur appliqué à l'entrée ne présentant pas de distorsion harmonique supérieure à 1 %, et l'amplificateur du canal vocal étant réglé pour fournir un signal supérieur de 9 dB au signal correspondant à la déviation de référence du volumètre, la distorsion harmonique globale mesurée à la sortie de l'audiomètre, à l'aide d'un coupleur ou d'une oreille artificielle, ne doit pas excéder 3 %. Les essais de conformité à cette spécification doivent être effectués avec la commande de niveau d'audition placée dans la position donnant le niveau de signal maximal à la sortie, ou de façon que le niveau de pression acoustique produit soit de 120 dB. On choisira le plus petit des deux niveaux. Les essais doivent être effectués aux fréquences 250 Hz, 500 Hz, 1 000 Hz, 2 000 Hz et 4 000 Hz.

TABLE IV

Maximum permissible harmonic distortion, expressed in percentage

	Air conduction			Bone conduction		
Frequency (Hz)	125	250 and 8 000	500 to 6 000	250	500 and 750	1 000 to 4 000
Hearing level (dB)	75 *	90 *	110 *	20	50 *	60 *
Second harmonic	2	2	2	10	5	5
Third harmonic	2	2	2	5	2	2
Fourth and each higher harmonic	0.3	0.3	0.3	2	2	2
All sub harmonics	—	0.3	0.3	—	—	—
Total harmonics	3	3	3	12	6	6

* Or relevant maximum output level for the audiometer, whichever is lower.

Notes 1. — Due to the limitations of acoustic couplers, artificial ears and mechanical couplers, measurements of harmonics occurring at frequencies above 4 000 Hz may not accurately describe the non-linear properties of the system. Electrical measurements should be made across the terminals of the earphones or bone vibrators, at these frequencies.

2. — These distortion values do not necessarily apply to insert earphones; for such transducers, electrical determination of distortion should be made across the terminals of the earphones.

6.2.3 Recorded speech input

The frequency response characteristics of a recorded speech channel shall be such that when used with an appropriate test recording of sinewaves, the sound pressure level developed by the audiometer in the acoustic coupler or the artificial ear at frequencies in the range 250 Hz to 6 000 Hz shall not differ from that at 1 000 Hz by more than ± 5 dB, and shall not rise at any frequency outside this band by more than 10 dB relative to the level at 1 000 Hz. Conformity with this requirement shall be made at an output sound pressure level (re 20 μ Pa) of approximately 100 dB.

Note. — It is recommended that a test recording of a calibrated reference signal be supplied to calibrate the speech channel.

6.2.4 Overall distortion

With a pure tone input having a total harmonic distortion not exceeding 1 %, and with the speech channel amplifier delivering a signal 9 dB above the standard reference deflection of the monitoring meter, the total harmonic distortion in the output of the audiometer, as measured in an acoustic coupler or artificial ear, shall not exceed 3 %. Tests for conformity with this requirement shall be made with the hearing level control set to the maximum output or so as to produce a sound pressure level of 120 dB, whichever is less. These tests shall be conducted at 250 Hz, 500 Hz, 1 000 Hz, 2 000 Hz and 4 000 Hz.

6.2.5 Appareil de contrôle

Les signaux vocaux doivent être réglés à un niveau spécifié de référence au moyen de l'appareil de contrôle inclus dans l'audiomètre. Cet appareil doit être relié en un point du circuit situé en amont de la commande de niveau. Des dispositions doivent être prises dans l'amplificateur pour permettre un ajustement précis de son gain de façon à obtenir le niveau de référence désiré, avec une possibilité d'adaptation à des différences de 20 dB dans le niveau global des signaux vocaux utilisés. Le constructeur doit spécifier les caractéristiques balistiques de l'appareil de contrôle.

6.3 Générateur de bruit de masque

Les audiomètres doivent fournir des bruits de masque pour les sons purs indiqués au tableau III. Toutes les mesures des niveaux des bruits de masque doivent être faites d'une manière acoustique, dans un coupleur ou une oreille artificielle.

Note. — Les bruits de masque peuvent aussi être transmis à travers l'ossificateur.

6.3.1 Bruit à bande étroite

Si l'audiomètre fournit un bruit de masque à bande étroite, les bandes de bruit doivent être géométriquement centrées autour de la fréquence du signal d'essai. Les limites de bande pour le bruit de masque doivent être celles qui figurent dans le tableau V. En dehors de la bande passante, la densité spectrale du bruit doit diminuer d'au moins 12 dB par octave.

Note. — Il est recommandé que cette dernière spécification soit satisfaite au moins sur deux octaves en dessous et au-dessus de la bande passante, et que, au delà, la densité spectrale soit inférieure d'au moins 40 dB à sa valeur dans la bande passante.

6.3.2 Autres types de bruit de masque

- a) *Bruit à large bande.* Si un bruit aléatoire à large bande est utilisé, sa densité spectrale de pression acoustique, mesurée dans un coupleur acoustique ou une oreille artificielle, ne doit pas différer de ± 5 dB de sa valeur à 1 000 Hz, dans le domaine de fréquences de 250 Hz à 6 000 Hz.
- b) *Bruit aléatoire pondéré pour le masquage des sons purs :* Si l'audiomètre fournit un bruit aléatoire pondéré destiné au masquage des sons purs, son spectre doit être tel que, pour un effet de masque nul, le niveau de pression acoustique dans chaque bande de tiers d'octave soit égal, à ± 5 dB près, de 250 Hz à 4 000 Hz, au niveau de référence équivalent de pression acoustique liminaire pour chaque fréquence d'essai, la mesure étant faite à l'aide d'un coupleur acoustique ou d'une oreille artificielle, selon le dispositif utilisé pour la spécification du niveau de référence équivalent liminaire.
- c) *Bruit aléatoire pondéré pour le masquage de la parole :* Si l'audiomètre fournit un bruit aléatoire pondéré destiné au masquage de la parole, le niveau de densité spectrale de pression acoustique doit être constant de 250 Hz à 1 000 Hz, puis décroître de 1 000 Hz à 6 000 Hz à raison de 12 dB par octave. Ces spécifications doivent être satisfaites à ± 5 dB près.

6.2.5 *Monitor*

The speech test material shall be adjusted to a specified reference level by means of the monitoring meter provided in the audiometer. The meter shall be connected at a point in the circuit before the hearing level control. Provisions shall be made in the amplifier for close adjustment of its gain to attain the desired reference level and to accommodate differences of 20 dB in the overall level of the speech material presented. The manufacturer shall state the ballistic characteristics of the monitor.

6.3 *Masking sounds*

Audiometers shall provide masking sounds for the pure tone signals indicated in Table III. All measurements of the masking sounds shall be made acoustically in the coupler or in the artificial ear.

Note. — Masking sounds may also be transmitted through the bone vibrator.

6.3.1 *Narrow-band noise*

If the audiometer provides narrow-band masking, the noise bands shall be centred geometrically around the test tones. The band limits for the masking noise shall be as given in Table V. Outside the passband the spectral density of the noise shall fall at a rate of at least 12 dB per octave.

Note. — It is recommended that the last requirement should extend at least two octaves above and below the passband and thereafter the spectral density should be at least 40 dB below that in the passband.

6.3.2 *Other masking sounds*

- a) *Broad-band noise:* If broad-band (random) noise is used it shall have a spectrum pressure level, as measured in the acoustic coupler or artificial ear, which is uniform within ± 5 dB relative to the 1 000 Hz level over the frequency range of 250 Hz to 6 000 Hz.
- b) *Weighted random noise for the masking of pure tones:* If the audiometer provides weighted random noise for pure tone masking, its spectrum shall be so shaped that for zero masking the sound pressure level in each one-third octave band is equal within ± 5 dB from 250 Hz to 4 000 Hz to the reference equivalent threshold level for each test frequency when measured in the acoustic coupler or artificial ear, whichever is used for the specification of reference equivalent threshold level.
- c) *Weighted random noise for the masking of speech:* If the audiometer provides weighted random noise for speech, the spectrum pressure level shall be constant from 250 Hz to 1 000 Hz with a 12 dB/octave fall-off from 1 000 Hz to 6 000 Hz. The above characteristics shall be met within ± 5 dB.

TABLEAU V

Bruits de masque à bande étroite : Fréquences de coupure inférieures et supérieures, pour un affaiblissement de 3 dB de la densité spectrale

Fréquence médiane (Hz)	Fréquence de coupure inférieure (Hz)		Fréquence de coupure supérieure (Hz)	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
125	105	111	140	149
250	210	223	281	297
500	420	445	561	595
750	631	668	842	892
1 000	841	891	1 120	1 190
1 500	1 260	1 340	1 680	1 780
2 000	1 680	1 780	2 240	2 380
3 000	2 520	2 670	3 370	3 570
4 000	3 360	3 560	4 490	4 760
6 000 *	5 050	5 350	6 730	7 140
8 000 *	6 730	7 130	8 920	9 510

* Compte tenu des limites des coupleurs et oreilles artificielles existants, des mesures acoustiques ne sont pas exigées.

Note. — Les bandes de bruit définies dans le tableau V correspondent au minimum à des bandes de tiers d'octave et au maximum à des bandes de demi-octave. De telles bandes sont plus larges que les bandes critiques et nécessitent, par conséquent, un niveau de pression acoustique supérieur d'environ 3 dB à celui des bandes critiques pour obtenir un masquage effectif. Ces bandes plus larges sont recommandées car elles rendent minimale la perception d'une tonalité pour le bruit de masque.

7. Commande des niveaux de signal

7.1 Marquage

Les audiomètres étalonnés conformément à cette norme doivent porter une marque d'identification « niveau d'audition ISO ». Cette marque doit apparaître soit sur le panneau avant, soit sur la commande de niveau d'audition. Le niveau maximal mesurable doit être indiqué pour chaque fréquence et pour chaque transducteur.

Note. — Les niveaux de référence équivalents liminaires ne sont actuellement spécifiés par l'ISO que pour la conduction aérienne et pour certaines combinaisons spécifiées d'écouteurs et de coupleurs acoustiques.

7.2 Exactitude des niveaux de pression acoustique et des niveaux de vibration

Le niveau de pression acoustique produit par l'écouteur ou le niveau de vibration produit par l'ossivibrateur rapporté au niveau de référence équivalent liminaire ne doit pas différer de plus de ± 3 dB de la valeur indiquée pour les fréquences comprises entre 125 Hz et 4 000 Hz ni de plus de ± 5 dB pour les fréquences 6 000 Hz et 8 000 Hz, et ce pour n'importe quelle indication du cadran de niveau d'audition.

Si plusieurs canaux (utilisés pour les signaux ou le bruit de masquage) peuvent être connectés simultanément à un seul transducteur, le niveau de sortie du signal ou du bruit de masque émis par le transducteur ne doit pas différer du niveau obtenu lorsqu'un seul canal est connecté, avec une tolérance inférieure à ± 1 dB. Cette exigence doit être satisfaite pour le domaine de fréquences 125 Hz à 4 000 Hz; aux fréquences plus élevées la tolérance sera de $+2$ dB.

Ces spécifications doivent s'appliquer aussi pour des valeurs du niveau d'audition inférieures de 20 dB au niveau de sortie maximal.

TABLE V

Narrow-band masking noise: Upper and lower cut-off frequencies at the 3 dB points of the spectral density

Centre frequency (Hz)	Lower cut-off frequency (Hz)		Upper cut-off frequency (Hz)	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
125	105	111	140	149
250	210	223	281	297
500	420	445	561	595
750	631	668	842	892
1 000	841	891	1 120	1 190
1 500	1 260	1 340	1 680	1 780
2 000	1 680	1 780	2 240	2 380
3 000	2 520	2 670	3 370	3 570
4 000	3 360	3 560	4 490	4 760
6 000 *	5 050	5 350	6 730	7 140
8 000 *	6 730	7 130	8 980	9 510

* Due to the limitations of existing couplers and artificial ears, acoustic measurements are not required.

Note. — The bands of noise defined by Table V correspond to one-third octave as a minimum and one-half octave as a maximum. These bands are wider than the critical bands and thus require a sound pressure level approximately 3 dB greater than critical bands for effective masking. These wider bands are recommended to minimize perceived tonality in the masking noise.

7. Signal level control

7.1 Marking

Audiometers calibrated to this standard shall be identified by the designation “ISO Hearing Level”. This marking shall appear either on the front panel or on the hearing level control. The maximum hearing level setting for each frequency and transducer shall be indicated.

Note. — Reference equivalent threshold levels are at present specified by ISO only for air conduction and for certain specified combinations of earphone and acoustic coupler.

7.2 Accuracy of sound pressure and vibration levels

The sound pressure level produced by the earphone(s) or the vibration level produced by the vibrator as referred to the reference equivalent threshold level shall differ by not more than ± 3 dB from the indicated value at any setting of the hearing level dial at indicated frequencies in the range 125 Hz to 4 000 Hz and by not more than ± 5 dB at 6 000 Hz and 8 000 Hz.

If more than one channel for signal and/or noise can be connected simultaneously to a single transducer, the output level of either signal (or noise) from the transducer with both channels connected shall differ by less than ± 1 dB from the level obtained when one channel is connected. This requirement shall be met at frequencies from 125 Hz to 4 000 Hz and with a tolerance of ± 2 dB at higher frequencies.

These requirements shall also apply to hearing levels up to 20 dB below the maximum output level.

7.3 Niveau de référence pour la parole

Le constructeur devra spécifier le niveau de sortie mesuré sur un coupleur ou une oreille artificielle, lorsque la commande de niveau d'audition est réglée à 0 dB et que l'entrée pour la parole est alimentée par un signal de référence étalonné qui crée une déviation spécifiée de l'appareil de contrôle.

7.4 Commande de niveau d'audition

7.4.1 Audiomètres manuels

Le cadran de niveau d'audition doit posséder une échelle unique et une extrémité d'index fixe. Pour les audiomètres des classes 1, 2, 3 et 4, les graduations du cadran doivent comporter des échelons inférieurs ou égaux à 5 dB, la graduation 0 dB correspondant, pour chaque fréquence, au niveau de référence équivalent liminaire.

Notes 1. — Les mesures de conformité aux spécifications ci-dessus peuvent être effectuées acoustiquement ou électriquement; dans ce dernier cas, elles sont faites à l'entrée du transducteur monté sur un coupleur ou une oreille artificielle; on peut aussi remplacer le transducteur par une charge fictive qui simule l'impédance du transducteur à la fréquence d'essai.

2. — S'il existe des dispositifs à affichage numérique, il est souhaitable que les mêmes principes soient appliqués.

7.4.2 Audiomètres à enregistrement automatique

Pour les audiomètres de classe 1, 2 ou 3, un taux de variation du niveau égal à 2,5 dB/s doit être prévu. Si d'autres taux de variations existent, ils doivent être égaux à 1,25 dB/s et/ou 5 dB/s. Pour les audiomètres de classe 4 ou 5, le taux doit être égal à 2,5 dB/s ou 5 dB/s.

La précision de la commande de niveau d'audition doit être spécifiée par le constructeur.

7.4.3 Précision

Pour les audiomètres manuels, la différence mesurée sur le signal de la sortie, pour deux positions successives de la commande de niveau, ne doit pas différer de plus de trois dixièmes de la différence correspondante sur le cadran de niveau, exprimée en décibels, ou de 1 dB; on choisira la plus petite de ces deux valeurs.

Pour les audiomètres à enregistrement automatique, la différence mesurée sur le signal de la sortie, pour deux valeurs indiquées quelconques du niveau d'audition, ne doit pas différer de la différence indiquée de plus de 1 dB, ou de trois dixièmes de la différence indiquée; on choisira la plus petite de ces deux valeurs.

7.5 Bruit de masque

7.5.1 Echelons

Il est recommandé que le cadran de réglage du niveau de bruit de masque comporte une graduation unique et une extrémité d'index fixe. L'intensité du bruit de masque doit être ajustable par échelons de 5 dB ou moins. Cependant, en raison des différences considérables entre les lectures du niveau de bruit de masque pour le bruit à large bande et pour le bruit à bande étroite, une disposition comportant une double graduation est tolérée.

7.5.2 Niveaux de référence

- a) Pour le bruit à bande étroite, le cadran de réglage du niveau de bruit de masque doit être étalonné en effet de masque, exprimé en décibels.

7.3 *Reference level for speech*

The manufacturer shall state the output level as measured on the coupler or artificial ear, with the hearing level control set at 0 dB and the input for speech activated by a calibration reference signal bringing the monitor indicator to the specified deflection.

7.4 *Hearing level control*

7.4.1 *Manual audiometers*

The hearing level dial shall have only one scale and one fixed index point. Dial readings of hearing level controls for Types 1, 2, 3 and 4 audiometers shall be calibrated in intervals of 5 dB or less with the 0 dB setting at each frequency corresponding to the reference equivalent threshold level.

Notes 1. — Measurements for conformity with the above requirements may be made acoustically or electrically at the input to the transducer with the transducer attached to a coupler or artificial ear. Alternatively, the transducer may be replaced by a dummy load which simulates the transducer impedance at that test frequency.

2. — If digital displays are provided, the same principles should apply.

7.4.2 *Automatic recording audiometers*

For Type 1, 2, or 3 audiometers, a rate of change of 2.5 dB/s shall be provided. If additional rates are provided, they shall be 1.25 dB/s and/or 5 dB/s. For Type 4 or 5 audiometers, the rate of change shall be 2.5 or 5 dB/s.

The resolution of the hearing level control shall be stated by the manufacturer.

7.4.3 *Accuracy of control*

For manual audiometers, the measured difference in output between two successive designations of hearing level shall not differ from the indicated dial difference by more than three-tenths of the dial interval measured in decibels or by 1 dB, whichever is smaller.

For automatic recording audiometers, the measured difference in output between any two designations of hearing level shall not differ from the indicated difference by more than 1 dB or three-tenths of indicated difference, whichever is smaller.

7.5 *Masking sound*

7.5.1 *Intervals*

The masking level dial should preferably have only one scale and a fixed index point. The masking level shall be adjustable in steps of 5 dB or less. However, in view of the considerable numerical differences in masking level readings for wide-band and narrow-band noise, a double scale arrangement may be accepted.

7.5.2 *Reference levels*

a) For narrow-band noise, the masking level control shall be calibrated in decibels of effective masking.

Pour la position 0 dB du cadran de bruit de masque et dans chaque bande de tiers d'octave centrée sur les fréquences indiquées au tableau III, le bruit de masque doit avoir un niveau de pression acoustique égal au niveau de référence équivalent liminaire correspondant augmenté de 3 dB, pour le son pur de même fréquence *.

- b) Pour les autres types de bruit, le cadran de réglage du niveau de bruit de masque doit être étalonné en niveau de pression acoustique, ou en effet de masque, mesuré lorsque l'écouteur est placé sur un coupleur acoustique ou une oreille artificielle, selon le dispositif utilisé pour spécifier le niveau de référence équivalent liminaire.

7.5.3 Spécification de l'effet de masque

Le constructeur doit fournir des données relatives à l'effet de masque pour chaque signal d'essai et les niveaux de pression acoustique correspondants produits dans un coupleur ou une oreille artificielle par l'écouteur utilisé.

7.5.4 Exactitude des niveaux de bruit de masque

La tolérance sur le niveau de bruit de masque produit par un écouteur est de ± 3 dB par rapport à la valeur indiquée. La différence mesurée sur le niveau du signal de sortie pour deux indications successives de niveaux de masque ne doit pas différer de la différence indiquée sur le cadran de plus de trois dixièmes de cette valeur, exprimée en décibels, ou de 1 dB; on choisira la plus petite de ces deux valeurs.

Note. — Les mesures de conformité à cette spécification peuvent être effectuées acoustiquement ou électriquement; dans ce dernier cas, elles sont faites à l'entrée du transducteur monté sur un coupleur; on peut aussi remplacer le transducteur par une charge fictive qui simule l'impédance du transducteur à la fréquence d'essai.

7.5.5 Domaine de variation du niveau de bruit de masque

Le bruit de masque doit pouvoir être produit à des niveaux suffisants pour masquer les sons purs correspondant à un niveau d'audition de 60 dB à 250 Hz, de 75 dB à 500 Hz et de 80 dB aux fréquences comprises entre 1 000 Hz et 4 000 Hz. Cependant, le niveau global de pression acoustique du bruit de masque ne doit pas excéder 125 dB. Le niveau de bruit de masque doit être ajustable à partir d'un niveau d'audition nul jusqu'aux valeurs données ci-dessus.

7.6 Interruption du son

7.6.1 Interrupteur de son des audiomètres manuels

Les audiomètres manuels doivent comporter un interrupteur de son pour la présentation et l'interruption du signal d'essai. Cet interrupteur et ses circuits associés doivent être tels que le sujet réponde au signal d'essai plutôt qu'au bruit mécanique (voir paragraphe 5.4.4) ou aux phénomènes transitoires.

Note. — Un audiomètre peut comprendre un circuit de porte qui commande la durée et/ou la fréquence de répétition d'un son pulsé; il est recommandé qu'un système de contrôle des sons pulsés soit aussi prévu.

7.6.2 Rapport émission/coupure pour les audiomètres manuels

Lorsque l'interrupteur est en position de coupure de son et que la commande de niveau est placée sur la position 60 dB ou inférieure, le niveau de sortie doit être inférieur d'au moins 10 dB au niveau de référence équivalent liminaire. Pour les positions de la commande de niveau supérieures à 60 dB, l'interrupteur étant toujours en position de coupure, le niveau de sortie ne doit pas croître de plus de 10 dB pour chaque augmentation de 10 dB de la commande du niveau d'audition.

* Cette dernière spécification pourra être révisée lorsque l'étude de l'effet de masque effectuée à l'ISO sera terminée.

The masking sound at the 0 dB setting of the masking level control, in each one-third octave band centred at the frequencies listed in Table III, shall have a sound pressure level equal to the corresponding reference equivalent threshold level + 3 dB at the frequency of the pure tone about which the band is centred.*

- b) For other sounds, the masking level control shall be calibrated in sound pressure level or in effective masking as measured with the earphone on an artificial ear or acoustic coupler whichever is used for the specification of the reference equivalent threshold level.

7.5.3 *Specification of masking effect*

The manufacturer shall supply data showing the masking effect for each test signal and the corresponding sound pressure level developed in the coupler or artificial ear by the earphone used.

7.5.4 *Accuracy of masking levels*

The level of the masking sound produced by an earphone shall differ from the indicated value by not more than ± 5 dB. The measured difference in output between any two successive designations of masking level shall differ from the indicated difference by not more than three-tenths of the dial interval measured in decibels or by 1 dB, whichever is smaller.

Note. — Measurements for conformity with this requirement may be made acoustically or electrically at the input to the transducer with the transducer attached to a coupler. Alternatively, the transducer may be replaced by a dummy load which simulates the transducer impedance at that test frequency.

7.5.5 *Masking level range*

The masking sound shall be available at levels at least sufficient to mask tones at 60 dB hearing level at 250 Hz, 75 dB at 500 Hz and 80 dB from 1 000 Hz to 4 000 Hz. However, the overall output sound pressure level of the masking sound shall not exceed 125 dB. The level of the masking sound shall be adjustable over a range from 0 dB hearing level to the above hearing levels.

7.6 *Tone switching*

7.6.1 *Tone switch for manual audiometers*

Manual audiometers shall be provided with a tone switch for the presentation and the interruption of the test tone. The switch and its associated circuitry shall be such that the subject will respond to the test tone rather than to mechanical noise (see Sub-clause 5.4.4) or to transients.

Note. — An audiometer may be equipped with a gating function for controlling the duration and/or repetition rate of a tone pulse. A monitoring system for the tone pulses should be provided.

7.6.2 *On/off ratio for manual audiometers*

With the switch in the “OFF” position and the hearing level control at 60 dB or below, the output shall be at least 10 dB below reference equivalent threshold level. At higher hearing level settings and with the switch still in the “OFF” position, the output shall not rise by more than 10 dB for each 10 dB increase in hearing level setting above 60 dB.

* This last requirement may be revised when a study of effective masking is completed by ISO.

7.6.3 Durée d'établissement et d'extinction du son pour les audiomètres manuels

- Position « émission » : lorsque l'interrupteur de son est manœuvré vers la position « émission », la durée d'établissement du son doit satisfaire aux spécifications suivantes (voir figure 1):

AC ne doit pas être supérieur à 200 ms
BC doit être au moins égal à 20 ms.

Entre B et C le niveau de pression acoustique doit croître de manière progressive.

- Position « coupure » : Lorsque l'interrupteur de son est manœuvré vers la position « coupure », la durée d'extinction du son doit satisfaire aux spécifications suivantes (voir figure 1):

DH ne doit pas être supérieur à 200 ms
EH doit être au moins égal à 20 ms.

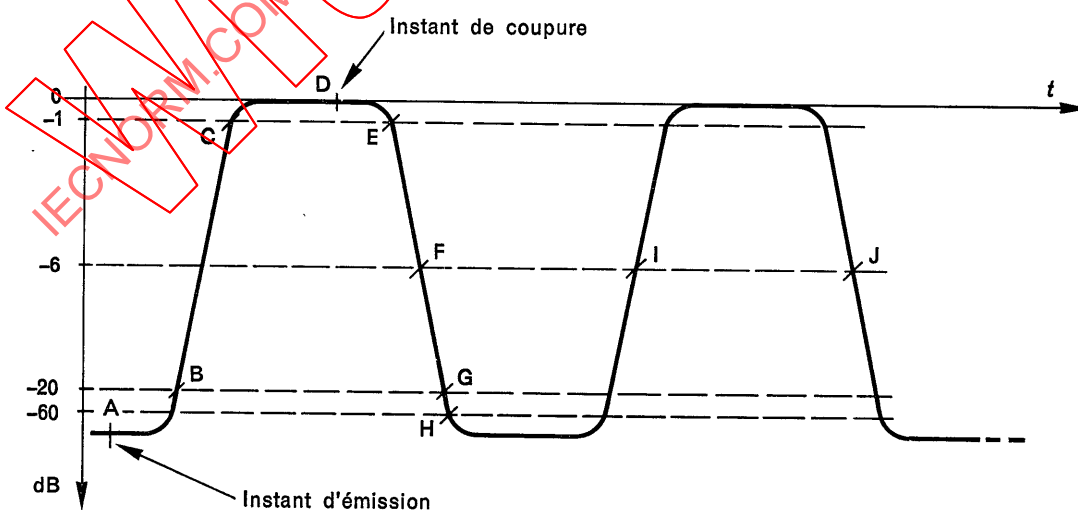
Entre E et H le niveau de pression acoustique doit décroître de manière progressive.

A aucun instant de l'établissement ou de la coupure du son, le niveau de pression acoustique produit par l'écouteur ne doit atteindre une valeur dépassant de 1 dB le niveau en régime permanent pour la position « émission ».

7.6.4 Sons pulsés des audiomètres à enregistrement automatique

L'audiomètre doit comporter un interrupteur pour la présentation automatique de signaux d'essais pulsés. La séquence de sons pulsés doit être produite de manière à satisfaire aux spécifications suivantes (voir figure 1):

- Durée d'établissement: BC doit être au moins égal à 20 ms et ne doit pas être supérieur à 50 ms.
- Durée d'extinction: EG doit être au moins égal à 20 ms et ne doit pas être supérieur à 50 ms.
- Rapports établissement/extinction: Entre B et C et entre E et G le niveau de pression acoustique doit varier de manière régulière et sans discontinuités.



057/79

FIG. 1. — Caractéristiques de l'enveloppe des signaux d'essai (établissement, extinction).

7.6.3 Rise/fall times for manual audiometers

- “ON” position: when the tone switch is moved to the “ON” position, the rise time requirements shall be as follows (see Figure 1):

AC shall not exceed 200 ms
BC shall be at least 20 ms.

Between B and C the sound pressure level shall rise in a progressive manner.

- “OFF” position: When the tone switch is moved to the “OFF” position, the fall time requirements shall be as follows (see Figure 1):

DH shall not exceed 200 ms
EH shall be at least 20 ms.

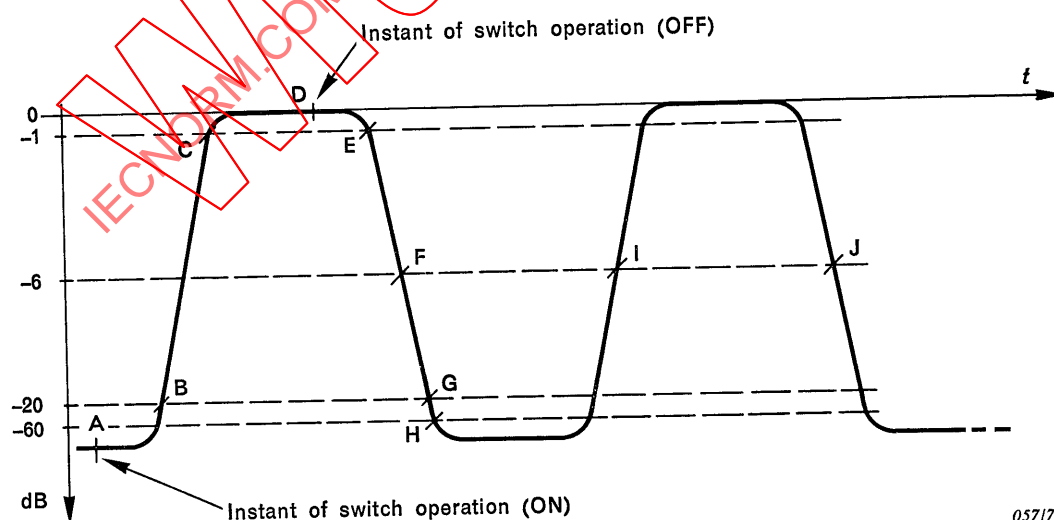
Between E and H the sound pressure level shall fall in a progressive manner.

At no time during the rise or decay of the tone shall the sound pressure level produced by the earphone attain a value exceeding +1 dB relative to its steady state level in the “ON” position.

7.6.4 Pulsed tones for automatic recording audiometers

The audiometer shall be provided with a switch for automatic pulsed presentation of the test tone. The pulse sequence shall be generated in accordance with the following requirements (see Figure 1):

- Rise time: BC shall be at least 20 ms and shall not exceed 50 ms.
- Fall time: EG shall be at least 20 ms and shall not exceed 50 ms.
- Rise/fall rates: Between B and C and between E and G the sound pressure level shall vary smoothly and without discontinuities.



057/79

FIG. 1. — Rise/fall envelope of test tones.

- Durée d'émission: CE doit être au moins égal à 150 ms.
- Taux de répétition/facteur de durée: FI et IJ doivent avoir des valeurs nominales de 200 ms.

Note. — Le taux de répétition préférentielle est de 2,5 par seconde. On fixe pour les intervalles FI et IJ des valeurs nominales sans tolérances, en reconnaissant cependant que des taux de répétitions inférieures (valeur typique 2 par seconde) existent sur beaucoup d'audiomètres existants.

- Rapport émission/coupeure: Entre G et B du cycle suivant, le niveau de sortie doit rester inférieur d'au moins 20 dB au niveau maximal atteint pendant la phase d'émission CE.

8. Recommandations pour le son de référence

Quand il est possible de présenter alternativement ou simultanément des sons de fréquences égales ou différentes sur les deux écouteurs, l'opérateur doit pouvoir aisément présenter les signaux pendant des durées et à des intervalles appropriés. En plus de la commande principale de niveau d'audition qui permet d'ajuster le niveau du signal d'essai, ce mode de fonctionnement nécessite une commande supplémentaire qui permet de régler le niveau du son de référence. Cette dernière commande sera dénommée dans ce qui suit « commande de niveau du son de référence ». Les spécifications relatives à l'exactitude de la fréquence, à la distorsion, à la stabilité, aux caractéristiques d'établissement et d'extinction du son de référence sont indiquées aux paragraphes correspondants de cette norme.

8.1 Fréquences

Le son de référence doit être fourni pour toutes les fréquences utilisées pour les essais de conduction aérienne et comprises entre 250 Hz et 6 000 Hz.

8.2 Commande de niveau du son de référence

8.2.1 Domaine de variation

La commande de réglage de niveau du son de référence doit couvrir un domaine de niveau d'audition s'étendant de 0 dB à au moins 80 dB à 250 Hz et à au moins 100 dB pour les fréquences comprises entre 500 Hz et 6 000 Hz.

8.2.2 Echelons

Pour les audiomètres de classes 1 et 2, soit le niveau de signal d'essai, soit le niveau du son de référence doivent être ajustables par échelons de 2,5 dB ou moins (voir tableau II). Si des audiomètres de la classe 3 comportent une commande de réglage du son de référence, elle doit être réglable par échelons de 5 dB ou moins.

Note. — La commande normalement prévue pour le niveau du bruit de masque peut être utilisée comme commande de réglage de niveau du son de référence pourvu que les spécifications des paragraphes 8.2.3, 8.2.4 et 8.2.5 soient respectées.

8.2.3 Etalonnage

Le cadran de la commande de réglage de niveau du son de référence doit être gradué en niveaux d'audition, exprimés en décibels.

- ON-phase: CE shall be at least 150 ms.
- Repetition rate/duty cycle: FI and IJ shall each have nominal values of 200 ms.

Note. — The preferred repetition rate is 2.5 per second. The intervals FI and IJ are however given as nominal values without tolerances recognizing that lower pulse rates, typically 2 per second, are provided on many existing audiometers.

- On/off ratio: Between G and B of the following cycle the output shall remain at least 20 dB below the maximum reached in the “ON” phase CE.

8. Recommendations for reference tone facilities

Where means are provided for alternate or simultaneous presentation of tones of the same or different frequencies via earphones, the operator shall be able to present the tones conveniently for suitable durations and intervals. In addition to the main hearing level control by which the sound pressure level of the test tone is adjusted, this test mode requires an additional hearing level control by which the level of the reference tone can be set. This latter control will in the following be denoted as the reference tone level control. The requirements with respect to frequency accuracy, distortion, stability, rise and fall of the reference tone are as specified in other relevant parts of this standard.

8.1 Frequencies

All test frequencies from 250 Hz to 6 000 Hz used in air conduction tests shall be available as reference tones.

8.2 Reference tone level control

8.2.1 Range

The reference tone level control shall cover a range from 0 dB hearing level to at least 80 dB hearing level at 250 Hz and to at least 100 dB hearing level at 500 Hz to 6 000 Hz.

8.2.2 Intervals

Either the test tone level or the reference tone level shall be adjustable in intervals of 2.5 dB or less for Types 1 and 2 audiometers (see Table II). If Type 3 audiometers are provided with a reference tone level control this shall be adjustable in intervals of 5 dB or less.

Note. — The control normally intended for the masking level may be used as the reference tone level control providing that the requirements of Sub-clauses 8.2.3, 8.2.4 and 8.2.5 are met.

8.2.3 Calibration

The reference tone level control shall be calibrated in decibels of hearing level.

8.2.4 Exactitude

L'exactitude de la commande du niveau du son de référence doit être conforme aux spécifications des paragraphes 7.2 et 7.4. De plus, pour les mêmes réglages du niveau et la même fréquence, le niveau de pression acoustique du son de référence ne doit pas s'écarter de plus de ± 3 dB du niveau du signal d'essai pour les fréquences comprises entre 500 Hz et 4 000 Hz. Pour les autres fréquences un écart de ± 5 dB est toléré.

8.2.5 Fonctionnement

Le fonctionnement de la commande de réglage de niveau du son de référence ne doit pas influencer sur la sortie du canal du signal d'essai.

9. Transducteurs

9.1 Conduction aérienne

9.1.1 Ecouteur à pavillon (*supra-aural*)

L'écouteur doit être conçu de façon à permettre une bonne étanchéité de l'oreille et un volume d'air enfermé bien défini. Il doit être possible d'obtenir une bonne précision dans le positionnement de l'écouteur et dans la stabilité de la force d'application sur l'oreille, en utilisant un serre-tête approprié ou des moyens équivalents.

L'écouteur doit être étalonné en utilisant l'oreille artificielle (voir paragraphe 3.9) ou le coupleur acoustique (voir paragraphe 3.10) normalisés par la C E I.

Les écouteurs « gauche » et « droit », quand ils existent tous les deux, doivent être aisément identifiables.

Note. — Il est recommandé que l'écouteur destiné à l'oreille gauche reçoive une marque bleue et que l'écouteur destiné à l'oreille droite soit marqué en rouge. Le serre-tête doit exercer une force statique nécessaire pour rendre applicable l'étalonnage fourni avec l'audiomètre.

9.1.2 Autres sources en conduction aérienne

Les haut-parleurs, les écouteurs à embouts ou les écouteurs possédant des coussins circumauraux combinés à des pavillons supra-auraux (écouteurs anti-bruit) peuvent être utilisés. Cependant, les méthodes d'étalonnages indispensables restent à établir.

9.2 Conduction osseuse

Ce paragraphe s'applique aux audiomètres permettant des mesures de conduction osseuse.

9.2.1 Surface de contact des ossivibrateurs

Un ossivibrateur doit être fourni, qui présente une surface de contact plane et circulaire de 175 ± 25 mm².

9.2.2 Serre-tête

Un serre-tête doit être fourni, qui permette de maintenir l'ossivibrateur en position et d'exercer une force statique de $5,4 \pm 0,5$ N. Le serre-tête doit permettre l'emploi simultané de l'un des écouteurs utilisé en conduction aérienne comme source de bruit de masque pour l'oreille qui n'est pas soumise à l'essai.

Note. — L'os mastoïde est reconnu comme un endroit de contact approprié de l'ossivibrateur avec la tête, mais cela n'exclut pas d'autres emplacements de contact, par exemple le front, pourvu que l'emplacement soit clairement indiqué et que les données d'étalonnage correspondantes soient fournies.