

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61027

Première édition
First edition
1991-03

**Impédancemètres ou admittancemètres
utilisés en audiologie**

**Instruments for the measurement of aural
acoustic impedance/admittance**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61027: 1991

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.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61027

Première édition
First edition
1991-03

**Impédancemètres ou admittancemètres
utilisés en audiologie**

**Instruments for the measurement of aural
acoustic impedance/admittance**

© IEC 1991 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

S

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
INTRODUCTION	6
 Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Définitions	6
4. Caractéristiques à spécifier par le constructeur	10
5. Spécifications concernant les impédancemètres/admittancemètres utilisés en audiologie	14
6. Méthodes de mesure des caractéristiques	24
7. Cavités d'étalonnage	32
8. Prescriptions générales	32
9. Symboles utilisés et présentation des données concernant l'impédance et l'admittance acoustiques	34
 ANNEXE A — Unités et termes recommandés	 38

Withdrawn

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1. Scope	7
2. Object	7
3. Definitions	7
4. Characteristics to be specified by the manufacturer	11
5. Specifications for aural impedance/admittance instruments	15
6. Methods of test of performance	25
7. Calibration cavities	33
8. General requirements	33
9. Symbols, forms and formats for acoustic impedance/admittance data	35
ANNEX A — Recommended units and terms	39

Withholding

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

IMPÉDANCEMÈTRES OU ADMITTANCEMÈTRES UTILISÉS EN AUDIOLOGIE

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 Comité d'Etudes n° 29 de la CEI: Electroacoustique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote	Procédure des Deux Mois	Rapport de vote
29C(BC)56	29(BC)143	29(BC)144	29(BC)155

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur les votes ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans la présente norme:

Publications n°s

- 126 (1973): Coupleur de référence de la CEI pour la mesure des appareils de correction auditive utilisant des écouteurs couplés à l'oreille par des embouts.
- 601-1 (1977): Appareils électromédicaux, Première partie Règles générales.
- 645-1 (19xx): Audiomètres, Première partie: Audiomètres tonaux.
- 711 (1981): Simulateur d'oreille occluse pour la mesure des écouteurs couplés à l'oreille par des embouts.

Autre publication citée:

Norme ISO 389 (1985): Acoustique — Zéro normal de référence pour l'étalonnage des audiomètres à sons purs en conduction aérienne.
Additif 01: 1983
Additif 02: 1986

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INSTRUMENTS FOR THE MEASUREMENT OF AURAL ACOUSTIC
IMPEDANCE/ADMITTANCE**

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 IEC Technical Committee No. 29: Electroacoustics.

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

Six Months' Rule	Report on Voting	Two Months' Procedure	Report on Voting
29C(CO)56	29(CO)143	29(CO)144	29(CO)155

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the Voting Reports, indicated in the above table.

The following publications are quoted in this standard:

Publications Nos. 126 (1973): IEC reference coupler for the measurement of hearing aids using earphones coupled to the ear by means of ear inserts.
601-1 (1977): Medical electrical equipment, Part 1: General requirements.
645-1 (19xx): Audiometers, Part 1: Pure tone audiometers.
711 (1981): Occluded-ear simulator for the measurement of earphones coupled to the ear by ear inserts.

Other publication quoted:

ISO Standard 389 (1985): Acoustics — Standard reference zero for the calibration of pure tone air conduction audiometers.
Addendum 01: 1983.
Addendum 02: 1986

IMPÉDANCÉMÈTRES OU ADMITTANCÉMÈTRES UTILISÉS EN AUDIOLOGIE

Introduction

Les progrès réalisés dans le domaine des mesures sémiologiques en audiologie ont entraîné la production de différents instruments destinés à évaluer l'impédance ou l'admittance acoustique de l'oreille humaine, à l'aide de sondes acoustiques présentant des caractéristiques fréquentielles ou temporelles diverses. L'utilisation pratique de tels instruments concerne dans une large mesure les modifications de l'impédance ou de l'admittance acoustique, provoquées soit par une variation de la pression d'air dans le conduit auditif, soit par l'excitation du réflexe stapédien.

1 Domaine d'application

La présente norme s'applique aux instruments conçus principalement pour la mesure du module de l'impédance ou de l'admittance acoustique dans le conduit auditif en utilisant une sonde dont le signal présente une fréquence de 226 Hz. Il est admis que d'autres signaux de sonde peuvent également être utilisés. La norme définit les caractéristiques qui doivent être spécifiées par le constructeur, donne des spécifications concernant quatre classes d'instruments et spécifie les possibilités qui doivent être offertes pour trois de ces classes. On spécifie également des méthodes de mesure qui sont à utiliser plutôt pour des approbations de modèles que pour des étalonnages courants.

2 Objet

L'objet de cette norme est de s'assurer que les mesures effectuées dans des conditions d'essais comparables, avec différents instruments satisfaisant à la norme, sont cohérentes. Il n'est pas dans les intentions de cette norme d'empêcher le développement de nouvelles possibilités ni de décourager les innovations.

3 Définitions

Dans le cadre de la présente norme, les définitions suivantes sont applicables.

NOTE — Cette norme utilise les unités du Système International d'Unités (SI). En audiologie les résultats des essais ont souvent été donnés traditionnellement en utilisant d'autres unités. On trouvera en annexe A un tableau de conversion de ces unités en unités du système SI.

3.1 impédance ou admittance aurale: Dans toute cette norme, l'expression «impédance/admittance aurale» est employée comme terme général pour couvrir tous les aspects de l'impédance ou de l'admittance acoustique de l'oreille sauf lorsqu'on fait référence à des expressions spécifiques.

3.2 impédance acoustique: Pour une surface donnée, rapport complexe de la valeur moyenne de la pression acoustique sur la surface au flux de vitesse à travers cette surface. Le symbole est Z_a et l'unité est le pascal seconde par mètre cube ($\text{Pa} \cdot \text{s}/\text{m}^3$). On mesure habituellement le module de l'impédance acoustique.

3.3 résistance acoustique: Composante réelle de l'impédance acoustique complexe. Le symbole est R_a et l'unité est le pascal seconde par mètre cube ($\text{Pa} \cdot \text{s}/\text{m}^3$).

3.4 réactance acoustique: Composante imaginaire de l'impédance acoustique complexe. Le symbole est X_a et l'unité est le pascal seconde par mètre cube ($\text{Pa} \cdot \text{s}/\text{m}^3$).

3.5 admittance acoustique: Pour une surface donnée, inverse de l'impédance acoustique pour la même surface. Le symbole est Y_a et l'unité est le mètre cube par pascal seconde ($\text{m}^3/\text{Pa} \cdot \text{s}$). L'admittance acoustique pour une surface donnée est donc le rapport complexe du flux de vitesse à travers la surface à la pression acoustique moyenne sur la surface. On mesure habituellement le module.

INSTRUMENTS FOR THE MEASUREMENT OF AURAL ACOUSTIC IMPEDANCE/ADMITTANCE

Introduction

Developments in the field of diagnostic hearing measurement have resulted in a number of instruments designed to evaluate the acoustic impedance/admittance of the human ear by means of acoustic probe signals having different frequencies and temporal characteristics. The practical use of such instruments concerns to a large extent the changes in acoustic impedance/admittance caused either by varying the air pressure in the external acoustic meatus or by activating the middle ear muscle reflex.

1 Scope

This standard covers instruments designed primarily for the measurement of modulus of acoustic impedance/admittance in the human external acoustic meatus using a probe tone of 226 Hz. It is recognized that other probe signals may also be used. The standard defines the characteristics to be specified by the manufacturer, lays down performance specifications for four types of instrument and specifies the facilities to be provided on three of these types. Methods of test to be used for approval testing rather than routine calibration are also specified.

2 Object

The purpose of this standard is to ensure that measurements made under comparable test conditions with different instruments complying with the standard will be consistent. The standard is not intended to restrict development or incorporation of new features, nor to discourage innovative approaches.

3 Definitions

For the purpose of this standard the following definitions shall apply.

NOTE — The units in this standard conform to the International System of Units (SI). However, for audiological measurements test results have traditionally often been reported in other units. To provide information on the conversion from such units to SI units, annex A has been compiled.

3.1 aural impedance/admittance: Throughout this standard the term aural impedance/admittance will be employed as a general term covering all aspects of aural acoustic impedance/admittance, except where reference is made to specific derivatives.

3.2 acoustic impedance: At a given surface, the complex ratio of sound pressure averaged over the surface to volume velocity through it. The symbol is Z_a and the unit is the pascal second per metre to the third power ($\text{Pa} \cdot \text{s}/\text{m}^3$). The quantity usually measured is the modulus.

3.3 acoustic resistance: The real component of complex acoustic impedance. The symbol is R_a and the unit is the pascal second per metre to the third power ($\text{Pa} \cdot \text{s}/\text{m}^3$).

3.4 acoustic reactance: The imaginary component of complex acoustic impedance. The symbol is X_a and the unit is the pascal second per metre to the third power ($\text{Pa} \cdot \text{s}/\text{m}^3$).

3.5 acoustic admittance: At a given surface, the reciprocal of acoustic impedance at the same surface. The symbol is Y_a and the unit is the metre to the third power per pascal second ($\text{m}^3/\text{Pa} \cdot \text{s}$). Thus, the acoustic admittance at a given surface is the complex ratio of the volume velocity through the surface to the sound pressure averaged over the surface. The quantity usually measured is the modulus.

3.6 conductance acoustique: Composante réelle de l'admittance acoustique complexe. Le symbole est G_a et l'unité est le mètre cube par pascal seconde ($\text{m}^3/\text{Pa} \cdot \text{s}$).

3.7 susceptance acoustique: Composante imaginaire de l'admittance acoustique complexe. Le symbole est B_a et l'unité est le mètre cube par pascal seconde ($\text{m}^3/\text{Pa} \cdot \text{s}$).

3.8 inertance acoustique: Rapport de la pression acoustique exercée à la vitesse de variation du flux de vitesse. Le symbole est M_a et l'unité est le pascal seconde carrée par mètre cube ($\text{Pa} \cdot \text{s}^2/\text{m}^3$).

3.9 élasticité acoustique: Rapport de la variation de volume à la pression acoustique. Le symbole est C_a et l'unité est le mètre cube par pascal (m^3/Pa).

3.10 volume équivalent: Volume d'une cavité cylindrique à parois rigides et remplie d'air dont l'impédance/admittance acoustique est équivalente. Ce volume est donné par la formule:

$$V_e = \gamma \cdot p_s \cdot C_a = \varrho \cdot c^2 \cdot C_a$$

où

V_e est le volume équivalent en mètres cubes;

γ est le rapport des capacités thermiques massiques à pression constante et à volume constant (1,40 environ);

p_s est la pression atmosphérique en pascals;

ϱ est la masse volumique de l'air (en kilogrammes par mètre cube) à la température et à la pression de la mesure;

c est la célérité du son en mètres par seconde, à la pression et à la température de la mesure;

C_a est l'élasticité acoustique en mètres cubes par pascal.

NOTES

1 Il est de pratique courante de rattacher l'impédance/admittance aurale, pour le signal de la sonde à 226 Hz, à un volume d'air équivalent.

2 Pour un signal de la sonde à 226 Hz, le volume d'air équivalent est égal à son volume physique, à condition que celui-ci ne dépasse pas 5 cm^3 .

3.11 pression relative dans le conduit auditif: Différence entre la pression de l'air dans le conduit auditif et la pression atmosphérique, en décapascals.

NOTE — De manière traditionnelle en impédancemétrie acoustique, la pression relative d'air a été exprimée sous forme de la hauteur de la colonne d'eau qu'elle peut équilibrer. L'unité utilisée était le mm H_2O . L'unité appropriée du système SI est le décapascal. Pour faciliter les comparaisons avec des mesures traditionnelles, l'emploi du décapascal (daPa) est recommandé dans cette norme. (1 daPa = 1,02 mm H_2O .)

3.12 sonde: Dispositif de couplage inséré dans le conduit auditif, qui permet de relier l'instrument à l'oreille.

3.13 embout de sonde: Dispositif utilisé pour assurer l'étanchéité entre la sonde et le conduit auditif.

3.14 signal de sonde: Signal acoustique émis dans le conduit auditif au moyen de la sonde. Ce signal sert à mesurer l'impédance ou l'admittance acoustique.

3.15 oreille examinée: Oreille dans laquelle la sonde est introduite.

3.16 plan de mesure: Plan situé sur la face avant de la sonde, perpendiculaire au vecteur flux de vitesse.

3.17 tympanométrie: Mesure des changements de l'impédance/admittance aurale en fonction de la pression de l'air dans le conduit auditif.

NOTE — Les valeurs d'impédance/admittance acoustique mesurées peuvent dépendre de la vitesse et du sens de la variation de la pression d'air ainsi que de la durée d'application d'une certaine pression d'air constante dans le conduit auditif.

3.6 acoustic conductance: The real component of complex acoustic admittance. The symbol is G_a and the unit is the metre to the third power per pascal second ($\text{m}^3/\text{Pa} \cdot \text{s}$).

3.7 acoustic susceptance: The imaginary component of complex acoustic admittance. The symbol is B_a and the unit is the metre to the third power per pascal second ($\text{m}^3/\text{Pa} \cdot \text{s}$).

3.8 acoustic inertance: The ratio of the driving sound pressure to the resulting rate of change in volume velocity. The symbol is M_a and the unit is the pascal second to the second power per metre to the third power ($\text{Pa} \cdot \text{s}^2/\text{m}^3$).

3.9 acoustic compliance: The ratio of volume displacement to sound pressure. The symbol is C_a and the unit is the metre to the third power per pascal (m^3/Pa).

3.10 equivalent volume: The volume of an air-filled hard-walled cylindrical cavity that offers the equivalent acoustic impedance/admittance. The volume is given by the formula:

$$V_e = \gamma \cdot p_s \cdot C_a = \varrho \cdot c^2 \cdot C_a$$

where

V_e is the equivalent volume in m^3 ;

γ is the ratio of specific heat for air at constant pressure to that at constant volume (approximately 1,40);

p_s is the barometric air pressure in Pa;

ϱ is the ambient density of air in kg/m^3 , at the temperature and pressure of the measurement;

c is the speed of sound in m/s at the temperature and pressure of the measurement;

C_a is the acoustic compliance in m^3/Pa .

NOTES

1 It has been practice to refer to aural impedance/admittance at the probe tone frequency of 226 Hz as an equivalent volume of air.

2 For a probe tone frequency of 226 Hz, the equivalent volume of air is equal to its physical volume provided the latter does not exceed 5 cm^3 .

3.11 relative pressure in the external acoustic meatus: The difference between the pressure in the external acoustic meatus and the ambient barometric pressure in daPa.

NOTE — Traditionally, for audiological measurements, air pressure has been reported with respect to the height of a column of water it can support. The unit has been mm H_2O . The appropriate SI unit is the decapascal. For comparison with traditional measurements, the decapascal (daPa) is recommended in this standard. (1 daPa = 1,02 mm H_2O .)

3.12 probe: A coupling device that is inserted into the external acoustic meatus to connect the instrument to the ear.

3.13 probe cuff: A device used to provide a seal between the probe and the external acoustic meatus.

3.14 probe signal: An acoustic signal that is emitted into the external auditory meatus by means of a probe. The signal is used to measure acoustic impedance/admittance.

3.15 probe ear: The ear into which the probe is inserted.

3.16 measurement plane: A plane located at the frontal surface of the probe perpendicular to the volume velocity vector.

3.17 tympanometry: The measurement of changes of aural impedance/admittance as a function of air pressure in the external acoustic meatus.

NOTE — The measured acoustic impedance/admittance values may depend on rate and direction of change of air pressure as well as time spent with a certain constant air pressure in the external acoustic meatus.

3.17.1 tympanométrie dans le plan de mesure: Mesure des changements de l'impédance/admittance aurale dans le plan de mesure, qui comprend la combinaison de l'impédance/admittance de l'oreille moyenne et d'une partie du conduit auditif.

3.17.2 tympanométrie compensée: Mesure de la différence vectorielle entre l'impédance/admittance aurale obtenue pour la pression d'essai et celle qui est obtenue pour une pression de référence particulière dans le conduit auditif, pour un ajustement donné de la sonde. La pression de référence doit être telle qu'elle élimine effectivement l'influence de l'oreille moyenne.

NOTE — La pression de référence doit normalement différer de 200 daPa par rapport à la pression indiquée qui donne l'admittance maximale ou l'impédance minimale, ou doit être fixée à 200 daPa par rapport à la pression ambiante.

3.18 tympanogramme: Représentation graphique d'une grandeur liée à l'impédance/admittance aurale, en fonction de la pression relative dans le conduit auditif.

3.19 réflexe musculaire de l'oreille moyenne (réflexe stapédien): Changement de la tonicité des muscles de l'oreille moyenne en réponse à un stimulus. Ce changement peut être mesuré comme une variation de l'impédance/admittance aurale à l'intérieur du conduit auditif.

3.19.1 réflexe acoustique: Réflexe stapédien qui est produit par un stimulus acoustique.

3.19.2 réflexe non acoustique: Réflexe stapédien qui est produit par un stimulus qui n'est pas acoustique.

3.20 stimulus d'excitation du réflexe acoustique: Stimulus acoustique qui est utilisé pour produire un réflexe acoustique.

3.21 oreille stimulée: Oreille à laquelle un stimulus d'excitation du réflexe acoustique est appliqué afin de produire un réflexe musculaire de l'oreille moyenne (stapédien).

3.22 réflexe ipsilatéral: Réflexe stapédien produit dans l'oreille moyenne stimulée.

3.23 réflexe contralatéral: Réflexe stapédien produit dans l'oreille opposée à l'oreille stimulée.

4 Caractéristiques à spécifier par le constructeur

4.1 Système de mesure de l'impédance ou de l'admittance aurale

4.1.1 Influence de la température ambiante et de la pression atmosphérique

L'influence de la température et de la pression atmosphérique constitue un facteur critique pour les mesures d'impédance. Le constructeur doit fournir à l'utilisateur des données qui lui permettent d'étalonner correctement l'appareil à l'aide des cavités d'essais appropriées comme spécifié à l'article 7.

4.1.2 Dimensions de la sonde

Le constructeur doit fournir des informations particulières concernant les dimensions de la sonde et des canalisations associées qui peuvent être utilisées entre la sonde et l'instrument.

NOTE — Il serait souhaitable de disposer de sondes de caractéristiques et de dimensions normalisées; cependant la recherche courante n'impose pas d'exigences spécifiques sur les dimensions.

4.1.3 Informations de maintenance

Le constructeur doit fournir des informations concernant les procédures recommandées pour le nettoyage, la maintenance et le remplacement de la sonde, des canalisations associées, ainsi que des embouts de sonde. Il doit aussi préciser la fréquence de répétition de ces procédures.

3.17.1 measurement plane tympanometry: The measurement of changes of the aural impedance/admittance at the measurement plane, comprising the combined impedance/admittance of the middle ear and part of the external acoustic meatus.

3.17.2 meatus-compensated tympanometry: The measurement of the vector difference between the aural impedance/admittance obtained at the test pressure and that obtained at a specific reference pressure in the external acoustic meatus for a given fitting of the probe. The reference pressure shall be such as to effectively eliminate the influence of the middle ear.

NOTE — The reference pressure will normally be 200 daPa different from the indicated pressure, which gives maximum admittance or minimum impedance indication, or fixed at 200 daPa relative to ambient pressure.

3.18 tympanogram: A graphic display of some quantity related to aural impedance/admittance as a function of air pressure in the external acoustic meatus.

3.19 middle-ear muscle reflex: A change in tonus of muscles of the middle ear in response to stimulation. The change may be measured as a variation in the acoustic impedance/admittance within the external auditory meatus.

3.19.1 acoustic reflex: A middle-ear muscle reflex elicited by an acoustic stimulus.

3.19.2 non-acoustic reflex: A middle-ear muscle reflex elicited by a non-acoustic stimulus.

3.20 acoustic reflex activating stimulus: An acoustic stimulus that is used to elicit an acoustic reflex.

3.21 stimulus ear: The ear to which a reflex activating stimulus is presented in order to elicit a middle ear muscle reflex.

3.22 ipsilateral reflex: The middle ear muscle reflex elicited in the stimulus ear.

3.23 contralateral reflex: The middle ear muscle reflex elicited in the ear contralateral to the stimulus ear.

4 Characteristics to be specified by the manufacturer

4.1 Aural impedance/admittance measurement system

4.1.1 Influence of ambient temperature and barometric pressure

The influence of ambient temperature and barometric pressure is a critical factor in impedance measurements. The manufacturer shall provide data to enable the user to obtain correct calibration with the appropriate test cavities as specified in clause 7.

4.1.2 Probe dimensions

The manufacturer shall provide specific information regarding the dimensions of the probe and any associated tubing that might be used between the probe and the instrument.

NOTE — It would be desirable to have probes of standardised features and dimensions; however, current research does not support any specific dimension requirements.

4.1.3 Maintenance information

The manufacturer shall provide data regarding the recommended procedures for cleaning, maintenance and replacement of the probe, any associated tubing and the probe cuffs. The manufacturer shall also advise as to how often these procedures need to be repeated.

4.1.4 *Caractéristiques du signal de sonde*

4.1.4.1 *Fréquence*

Pour les instruments des classes 1 à 3, la fréquence du signal de sonde doit être 226 Hz. Le constructeur peut fournir des fréquences supplémentaires pourvu que les tolérances spécifiées en 5.2.2 soient respectées.

NOTE — L'admittance acoustique d'une cavité de volume égal à 1 cm³, remplie d'air dans les conditions atmosphériques normalisées (pression atmosphérique 100 kPa, température 20°C), est égale à 10⁻⁸ m³/Pa · s pour une fréquence de 226 Hz.

4.1.4.2 *Niveau*

Le constructeur doit spécifier le niveau de pression acoustique des signaux de la sonde comme il est indiqué au 5.2.3, les tolérances et les variations en fonction du volume de charge, ainsi que les conditions dans lesquelles ces mesures ont été faites.

4.1.4.3 *Signaux de sonde non stationnaires*

Pour des signaux qui ne sont pas stationnaires, le constructeur doit indiquer leurs caractéristiques temporelles et spectrales. Il doit aussi spécifier les procédures de mesure des caractéristiques temporelles et spectrales, de même que leurs tolérances.

4.1.5 *Indicateur d'impédance/admittance acoustique*

Le constructeur doit spécifier le type d'indicateur, les unités utilisées, les étendues de mesure et leurs tolérances ainsi que leur variation en fonction de la pression atmosphérique.

4.1.6 *Sortie électrique*

Lorsqu'il existe une sortie électrique, la sensibilité doit être indiquée en unité de tension par unité de la grandeur ou des grandeurs affichée(s). Le constructeur doit également spécifier toute tension continue de polarisation, le type de circuit (asymétrique ou différentiel), le type de connecteur et les connexions des broches utilisées. La valeur minimale de l'impédance de charge électrique pour la sensibilité spécifiée doit aussi être indiquée. Le cas échéant, les caractéristiques temporelles du signal électrique de sortie doivent être spécifiées, comme il est indiqué au 4.1.7.

4.1.7 *Caractéristiques temporelles*

Pour les instruments qui permettent la mesure des caractéristiques temporelles du réflexe acoustique, la latence initiale, le temps de montée, la latence terminale, le temps de descente et les dépassements (rebondissements) supérieur ou inférieur sont des paramètres appropriés pour obtenir des mesures correctes. Pour toutes les classes d'instruments de mesure de l'impédance ou de l'admittance, le constructeur doit indiquer les caractéristiques du signal de sortie électrique et de tout système d'enregistrement; il doit aussi indiquer les tolérances pour chacune de ces caractéristiques.

4.2 *Système pneumatique*

4.2.1 *Système de commande de la pression*

La gamme des variations de pression par rapport à la pression atmosphérique (ambiante) doit être spécifiée. Lorsqu'il existe un système de changement automatique de la pression, les vitesses des changements doivent aussi être spécifiées.

4.2.2 *Indicateur de pression*

La pression dans le conduit auditif doit être affichée sous forme analogique ou sous forme numérique. La précision de l'afficheur doit être spécifiée ainsi que ses limitations concernant la pression atmosphérique et l'altitude au-dessus du niveau de la mer.