

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC**

60268-13

Deuxième édition
Second edition
1998-03

Equipements pour systèmes électroacoustiques –

**Partie 13:
Essais d'écoute des haut-parleurs**

Sound system equipment –

**Part 13:
Listening tests on loudspeakers**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60268-13:1998

Numéros des publications

Depuis le 1er 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 des 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 ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Accès en ligne*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Accès en ligne)*

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*.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

* 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 revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
On-line access*
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line access)*

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*.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

* See web site address on title page.

**RAPPORT
TECHNIQUE – TYPE 3**

**CEI
IEC**

**TECHNICAL
REPORT – TYPE 3**

60268-13

Deuxième édition
Second edition
1998-03

Equipements pour systèmes électroacoustiques –

**Partie 13:
Essais d'écoute des haut-parleurs**

Sound system equipment –

**Part 13:
Listening tests on loudspeakers**

© IEC 1998 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
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
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Généralités	8
1.1 Domaine d'application	8
1.2 Documents de références	8
1.3 Explication des termes	10
2 Conditions d'écoute	12
2.1 Local d'écoute	12
2.1.1 Dimensions du local	12
2.1.2 Temps de réverbération	14
2.1.3 Conditions d'environnement	16
2.2 Position et orientation des haut-parleurs	16
2.2.1 Reproduction monophonique	18
2.2.2 Reproduction stéréophonique deux voies	18
2.2.3 Reproduction stéréophonique multivoie	18
2.3 Position d'écoute	18
2.4 Réglage du niveau	20
2.4.1 Niveau d'écoute	20
2.4.2 Niveau relatif	20
2.5 Exigences électriques	22
2.5.1 Source de signal et amplificateur	22
2.5.2 Système de commutation	22
2.5.3 Liaisons	22
2.5.4 Réponse globale en fréquence	24
3 Auditeurs	24
4 Programme	24
5 Procédure expérimentale et évaluation	26
5.1 Procédure expérimentale	26
5.1.1 Procédure d'évaluation par stimuli isolés	28
5.1.2 Procédures d'évaluation et de comparaison par paires	28
5.2 Echelles d'évaluation et attributs perceptuels	30
5.2.1 Echelles d'évaluation	30
5.2.2 Attributs perceptuels et définition de ces attributs dans le cadre de ce rapport	30
5.3 Durée de l'essai	32
5.4 Instructions et essais préliminaires	32
5.5 Traitement statistique des résultats	32
6 Rapport d'essai	34
Annexes	
A Instructions pour les essais d'écoute	36
B Traitement statistique des résultats provenant des essais d'écoute	40

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 General.....	9
1.1 Scope	9
1.2 Reference documents	9
1.3 Explanation of terms	11
2 Listening conditions.....	13
2.1 Listening room	13
2.1.1 Room dimensions.....	13
2.1.2 Reverberation time.....	15
2.1.3 Environmental conditions.....	17
2.2 Loudspeaker position and orientation	17
2.2.1 Monophonic reproduction	19
2.2.2 Two-channel stereophonic reproduction.....	19
2.2.3 Multi-channel stereophonic reproduction.....	19
2.3 Listening position	19
2.4 Level setting	21
2.4.1 Listening level	21
2.4.2 Relative level.....	21
2.5 Electrical requirements.....	23
2.5.1 Signal source and amplifiers.....	23
2.5.2 Switching system.....	23
2.5.3 Connections	23
2.5.4 Overall frequency response	25
3 Listeners	25
4 Programme material.....	25
5 Experimental procedure and evaluation	27
5.1 Experimental procedure	27
5.1.1 Single stimulus ratings procedure	29
5.1.2 Paired ratings and paired comparisons procedures	29
5.2 Rating scales and perceptual attributes	31
5.2.1 Rating scales	31
5.2.2 Perceptual attributes and their definitions for this report.....	31
5.3 Test duration.....	33
5.4 Instructions and preliminary trials	33
5.5 Statistical treatment of the data	33
6 Test report	35
Annexes	
A Instructions for listening tests	37
B Statistical treatment of the data from listening tests	41

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ÉQUIPEMENTS POUR SYSTÈMES ÉLECTROACOUSTIQUES –

Partie 13: Essais d'écoute des haut-parleurs

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant des questions techniques, représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se représentent sous la forme de recommandations internationales; ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La tâche principale des comités d'études de la CEI est d'élaborer des Normes internationales. Exceptionnellement, un comité d'études peut proposer la publication d'un rapport technique de l'un des types suivants:

- type 1, lorsque, en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale;
- type 2, lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou lorsque, pour une raison quelconque, la possibilité d'un accord pour la publication d'une Norme internationale peut être envisagée pour l'avenir mais pas dans l'immédiat;
- type 3, lorsqu'un comité d'études a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales, cela pouvant comprendre, par exemple, des informations sur «l'état de la technique».

Les rapports techniques des types 1 et 2 font l'objet d'un nouvel examen trois ans au plus tard après leur publication afin de décider éventuellement de leur transformation en Normes internationales. Les rapports techniques du type 3 ne doivent pas nécessairement être révisés avant que les données qu'ils contiennent ne soient plus jugées valables ou utiles.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SOUND SYSTEM EQUIPMENT –
Part 13: Listening tests on loudspeakers**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. In exceptional circumstances, a technical committee may propose the publication of a technical report of one of the following types:

- type 1, when the required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts;
- type 2, when the subject is still under technical development or where for any other reason there is the future but no immediate possibility of an agreement on an International Standard;
- type 3, when a technical committee has collected data of a different kind from that which is normally published as an International Standard, for example "state of the art".

Technical reports of types 1 and 2 are subject to review within three years of publication to decide whether they can be transformed into International Standards. Technical reports of type 3 do not necessarily have to be reviewed until the data they provide are considered to be no longer valid or useful.

La CEI 60268-13, rapport technique de type 3, a été établie par le sous-comité 100C de la CEI: Equipements et systèmes dans le domaine des techniques audio, vidéo et multimédia, du comité d'études 100 de la CEI: Systèmes et appareils audio, vidéo et multimédia.

Le texte de ce rapport technique est issu des documents suivants:

Projet de comité	Rapport de vote
100C/121/CDV	100C/210/RVC

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

Le présent rapport est un rapport technique de type 3 de caractère entièrement informatif. Il ne doit pas être considéré comme Norme internationale.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 60268-13:1998

IEC 60268-13, which is a technical report of type 3, has been prepared by subcommittee 100C: Audio, video and multimedia subsystems and equipment, of IEC technical committee 100: Audio video and multimedia systems and equipment.

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

Committee draft	Report on voting
100C/121/CDV	100C/210/RVC

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

This technical report of type 3 is of purely informative nature. It is not to be regarded as an International Standard.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 60268-13:1998

ÉQUIPEMENTS POUR SYSTÈMES ÉLECTROACOUSTIQUES – Partie 13: Essais d'écoute des haut-parleurs

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

Les recommandations faites dans ce rapport s'appliquent aux haut-parleurs (ou enceintes) destinés aux systèmes et aux environnements domestiques. Bien que les procédures décrites soient spécifiquement envisagées pour les haut-parleurs en tant que composants distincts de systèmes électroacoustiques destinés à la reproduction monophonique, deux voies stéréophoniques ou multivoies stéréophoniques, elles peuvent également s'appliquer à d'autres dispositifs tels que les récepteurs de radio et de télévision avec son incorporé.

Ce rapport donne des recommandations pour établir, mener et interpréter des essais d'écoute sur des haut-parleurs. Même si certains aspects sont encore en discussion, le présent rapport est destiné à donner les orientations générales.

Certains aspects peuvent varier, en particulier le local d'écoute peut refléter des pratiques régionales de fabrication. Les essais indiqués dans ce rapport technique sont à effectuer dans un local dont les dimensions et les caractéristiques acoustiques ressemblent à celles d'une salle de séjour «moyenne». Des recommandations particulières concernent les dimensions du local, les propriétés acoustiques, la disposition des haut-parleurs et des auditeurs, ainsi que les conditions ambiantes.

Ce rapport décrit des procédures expérimentales comportant des recommandations sur le choix du programme, ainsi que sur le traitement et la présentation des résultats. Il peut être utile, en utilisant les méthodes données dans cette publication, de tenir compte également de certaines recommandations de la norme AES 20, en particulier celles concernant la gamme des attributs perceptuels indiqués en 5.2.2.

Il convient de savoir que les questions portant sur la conception et la réalisation expérimentale ainsi que sur les analyses statistiques sont complexes, et que l'on ne peut donner à ce jour que les orientations les plus générales. Il est recommandé que les professionnels ayant des connaissances en conception expérimentale et en statistiques soient consultés ou invités dès que possible à participer à la conception de l'essai d'écoute.

L'utilisation de formats multivoies, principalement pour des présentations domestiques de cinéma, est de plus en plus largement répandue. Les procédures décrites dans ce rapport sont applicables pour un nombre quelconque de voies de lecture. En raison de la rapidité avec laquelle évoluent les possibilités dans ce domaine, seules sont données les orientations les plus générales.

1.2 Documents de référence

CEI 60651:1979, *Sonomètres*

ISO 1996 (toutes les parties), *Acoustique – Caractérisation et mesurage du bruit de l'environnement*

ISO 3382:1997, *Acoustique – Mesure de la durée de la réverbération des salles en référence à d'autres paramètres acoustiques*

AES 20:1996, *Pratique recommandée par l'AES pour le matériel audio professionnel – Evaluation subjective des haut-parleurs*¹⁾

¹⁾ L'AES 20 existe uniquement en version anglaise.

SOUND SYSTEM EQUIPMENT –

Part 13: Listening tests on loudspeakers

1 General

1.1 Scope

The recommendations in this report apply to loudspeakers intended for residential systems and environments. Although the procedures are specifically designed for loudspeakers which are separate sound system components for either monophonic, two-channel stereophonic or multichannel stereophonic reproduction, they may also be applied to other devices such as complete audio and television receivers with integrated sound.

This report gives recommendations for establishing, conducting and evaluating listening tests on loudspeakers. Although various aspects are under continuing discussion, this report is intended to give the general guidelines.

Certain aspects may vary – in particular, the listening room may reflect regional construction practices. The tests described in this report are to be performed in a room the size and acoustical properties of which are similar to those of an "average" living room. Specific recommendations about the room size, acoustical properties, arrangements of loudspeakers and listeners, and environmental conditions are given.

This Technical Report describes experimental procedures, including recommendations on the choice of programme material and the processing and presentation of the final data. It may be useful, when applying the methods of this publication, to also consider some of the recommendations in AES 20, especially as concerns the range of perceptual attributes as listed in 5.2.2.

It should be understood that the topics of experimental design, experimental execution, and statistical analysis are complex, and that only the most general guidelines can be given. It is recommended that professionals with expertise in experimental design and statistics should be consulted or brought in early in the planning of the listening test.

The use of multi-channel formats, principally for domestic presentation of cinema, is becoming more widespread. The procedures described in this report are applicable to any number of channels of reproduction. Because of the rapidity with which the practices in this area are evolving, only the most general guidelines are given.

1.2 Reference documents

IEC 60651:1979, *Sound level meters*

ISO 1996 (all parts), *Acoustics – Description and measurement of environmental noise*

ISO 3382:1997, *Acoustics – Measurement of the reverberation time of rooms with reference to other acoustical parameters*

AES 20:1996, *AES recommended practice for professional audio – Subjective evaluation of loudspeakers*

1.3 Explication des termes

Dans ce rapport un certain nombre de termes sont utilisés avec les significations suivantes.

NOTE – Pour les commodités du lecteur, certains termes particuliers sont définis au paragraphe 5.2, là où ils sont utilisés.

1.3.1

extrait de programme

brève séquence de musique, parole ou d'un autre type d'événement sonore, d'une durée d'environ 60 s, adaptée à l'évaluation des caractéristiques individuelles de la qualité sonore d'un haut-parleur soumis à un essai

1.3.2

stimulus

reproduction d'un extrait de programme donné sur un haut-parleur déterminé dans le cas d'une reproduction monophonique ou sur un ensemble de haut-parleurs dans le cas d'une reproduction stéréophonique à deux voies ou stéréophonique multivoie

1.3.3

attribut

caractéristique perçue d'un événement sonore conforme à une définition écrite ou verbale donnée

1.3.4

échantillon d'écoute

totalité du groupe d'auditeurs produisant les résultats issus d'un essai d'écoute

1.3.5

session

groupe d'essais qui sont à évaluer par un auditeur ou un échantillon d'écoute au cours d'une période de temps continue

1.3.6

essai

sous-ensemble d'une session débutant avec la présentation d'un ensemble de stimuli et se terminant par leur classement

1.3.7

répétition

écoute renouvelée du même stimulus visant à réduire l'écart type de la valeur moyenne

1.3.8

fiabilité

1.3.8.1 fiabilité intra-individuelle

concordance entre les évaluations répétées d'un même stimulus par un auditeur donné

1.3.8.2 fiabilité inter-individuelle

concordance entre les évaluations d'un même stimulus par différents auditeurs

1.3.9

interaction

une interaction entre deux variables signifie que les effets de l'une d'elles sont influencés par le niveau de l'autre. Appliquée aux évaluations dans un essai d'écoute, une interaction entre les haut-parleurs et les extraits de programme peut signifier que les écarts d'évaluation entre deux (ou plusieurs) haut-parleurs sont différents pour des programmes différents

1.3 Explanation of terms

In this report, a number of special terms are used with the following meanings.

NOTE – For the convenience of the reader, some special terms are defined in 5.2, where they are used.

1.3.1

programme excerpt

short piece of music, speech or other type of sound event of approximately 60 seconds' duration suitable for assessing the individual characteristics of the sound quality of a loudspeaker under test

1.3.2

stimulus

reproduction of a certain programme excerpt over a certain loudspeaker for monophonic reproduction or a set of loudspeakers for two channel stereophonic or multi-channel stereophonic reproduction

1.3.3

attribute

perceived characteristic of a hearing event according to a given verbal or written definition

1.3.4

listening panel

whole group of listeners that produce the data from a listening test

1.3.5

session

group of trials which are to be evaluated by a listener or listening panel in a continuous time period

1.3.6

trial

subset of a session which begins with the presentation of a set of stimuli and ends with their gradings

1.3.7

replication

repeated application of the same stimulus in order to reduce the standard deviation of the mean value

1.3.8

reliability

1.3.8.1 intra-individual reliability

agreement between a certain listener's repeated ratings of the same stimulus

1.3.8.2 inter-individual reliability

agreement between different listeners' ratings of the same stimulus

1.3.9

interaction

interaction between two variables means that the effects of one variable are different for different values of the other variable. Applied to the ratings in a listening test, an interaction between loudspeakers and programme excerpts may mean that the differences between the ratings of two (or more) loudspeakers are different for different programme excerpts

2 Conditions d'écoute

2.1 Local d'écoute

Il convient idéalement que le local d'écoute simule un environnement d'écoute domestique de la zone géographique dans laquelle les résultats d'essai sont applicables. Les principes connus pour une bonne conception du local d'écoute sont indiqués ci-après. Le but est d'aider l'utilisateur à éviter les principaux défauts qui pourraient affecter négativement le résultat des essais.

2.1.1 Dimensions du local

2.1.1.1 Contraintes générales

Dans les locaux ayant des dimensions quelconques la réponse aux basses fréquences sera affectée par la distribution des fréquences propres.

Pour s'assurer d'une distribution raisonnablement uniforme des fréquences propres, il convient que le local réponde de préférence aux rapports dimensionnels suivants:

$$(W/H) \leq (L/H) \leq (4,5 (W/H) - 4)$$

où

L est la longueur;

H est la hauteur;

W est la largeur.

En outre, il convient que les conditions $L/H < 3$ et $W/H < 3$ s'appliquent.

Il convient de spécifier la hauteur du local d'écoute au moment de sa conception. En suivant les critères de conception, il est possible de calculer les valeurs acceptables des rapports longueur/hauteur, largeur/hauteur et longueur/largeur. A partir de là, il est facile de trouver les dimensions possibles du local.

Pour une reproduction monophonique ou stéréophonique deux voies, il convient de préférence que la pièce ait une superficie de 25 m² à 40 m², une superficie de 30 m² à 45 m² étant préférable pour une lecture multivoie stéréophonique.

2.1.1.2 Local de référence

Si les dimensions du local peuvent être librement choisies, les dimensions suivantes doivent être prises en considération pour constituer un local d'écoute de référence ou normalisé:

$$L = 7,0 \text{ m};$$

$$W = 5,3 \text{ m};$$

$$H = 2,7 \text{ m}.$$

L'utilisation de ce local d'écoute normalisé permet de comparer directement les résultats d'essai de locaux différents.

2.1.1.3 Local de petites dimensions

Dans les locaux de petites dimensions il peut être nécessaire de faire quelques ajustements aux recommandations données en 2.1.2, 2.2 et 2.3. Il convient de noter ces ajustements conformément aux exigences de l'article 6.

2 Listening conditions

2.1 Listening room

Ideally the listening room should approximate a residential listening environment in the geographical region where the test results are intended to apply. Known principles of good listening-room design are presented below. The intention is to assist the user in avoiding major defects which might adversely affect the test results.

2.1.1 Room dimensions

2.1.1.1 General constraints

In rooms of any size the low-frequency response will be affected by the frequency distribution of the room eigentones.

In order to ensure a reasonably uniform distribution of low-frequency eigentones the room should preferably have the following dimension ratios:

$$(W/H) \leq (L/H) \leq (4,5 (W/H) - 4)$$

where

L is the length;

H is the height;

W is the width.

Additionally, the condition $L/H < 3$ and $W/H < 3$ should apply.

Initially, when designing a listening room the height should be specified. By following the design criteria, the range of acceptable values for the length/height ratio, the width/height ratio and the length/width ratio can be calculated. From there, it is a simple matter to find the possible room dimensions.

For monophonic or two-channel stereophonic reproduction the floor area should preferably be within the range 25 m² to 40 m², and for multichannel stereophonic reproduction 30 m² to 45 m².

2.1.1.2 Reference room

If the room size can be freely chosen, the following dimensions shall be considered to constitute a reference or standard listening room:

$$L = 7,0 \text{ m};$$

$$W = 5,3 \text{ m};$$

$$H = 2,7 \text{ m}.$$

The use of such a standard listening room allows test results from different locations to be directly compared.

2.1.1.3 Small room

In small rooms, some adjustments to the recommendations in 2.1.2, 2.2 and 2.3 may be required. These adjustments should be reported in accordance with the requirements of clause 6.

2.1.2 Temps de réverbération

Les sons réfléchis et réverbérants du local d'écoute ont une influence majeure sur le timbre et l'ampleur. L'efficacité et l'emplacement des matériaux absorbants affectent le temps de réverbération, le degré de diffusion et les interactions entre le haut-parleur et le local. Les pratiques et les préférences régionales affecteront ce qui est typique en la matière.

Au plan technique, le temps de réverbération T et sa variation selon la fréquence sont importants. Il convient de mesurer T conformément à l'ISO 3382 à des intervalles de $1/3$ d'octave, l'ameublement étant en place, mais sans la présence d'auditeurs. Il convient de faire particulièrement attention aux basses fréquences afin d'obtenir des données valables.

Il convient que la valeur moyenne du temps de réverbération T_m , mesurée de 200 Hz à 4 000 Hz, soit comprise entre 0,3 s et 0,6 s. Si le résultat des essais d'écoute sont d'un intérêt supérieur à un intérêt régional ou à des intérêts particuliers, il est recommandé d'utiliser les limites indiquées à la figure 1. La figure 1 s'applique également au local de référence décrit en 2.1.1.2 ci-dessus, avec la recommandation supplémentaire pour que T_m soit de 0,4 s.

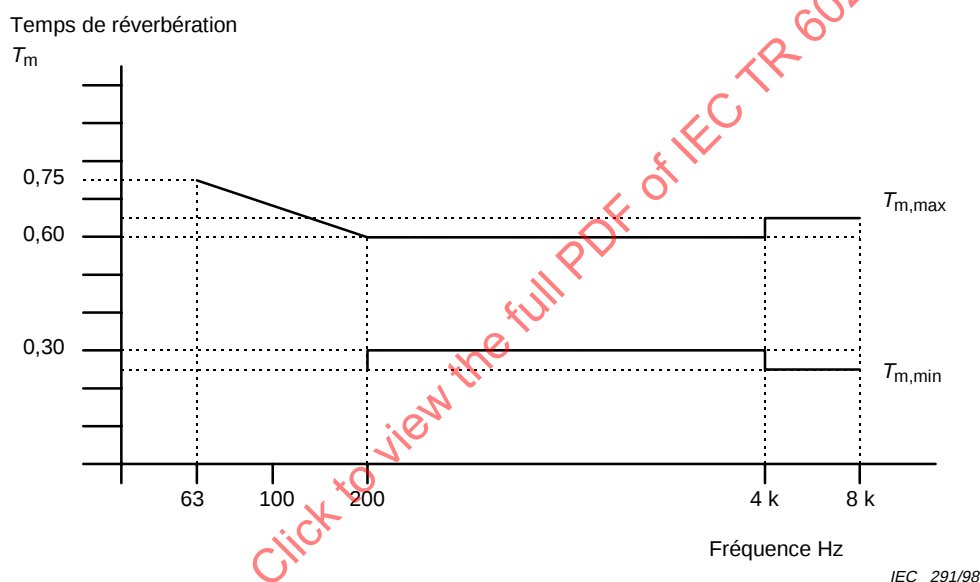


Figure 1 – Limites de la tolérance pour le temps de réverbération par rapport à la valeur moyenne, T_m

Les tolérances à appliquer pour T_m , sur toute la gamme de fréquences comprises entre 63 Hz et 8 000 Hz sont indiquées à la figure 1. Il convient que le local d'écoute ait un plafond plutôt réfléchissant et un sol plutôt absorbant. Il est recommandé un ameublement ordinaire pour le local afin d'obtenir une diffusion sonore et des propriétés d'absorption similaires à celles des locaux d'habitation. Si une absorption supplémentaire est nécessaire, il convient de répartir uniformément sur les murs les matériaux absorbants afin d'obtenir le temps de réverbération spécifié et de supprimer les échos de scintillement.

Il convient que les chaises soient confortables avec des dossiers moins hauts que le niveau des épaules d'un auditeur en position assise.

Il convient d'utiliser un rideau acoustiquement transparent pour empêcher la localisation visuelle des haut-parleurs. Il convient de mesurer la transparence acoustique du rideau comme étant la différence existant entre les réponses du local mesurées depuis la position d'écoute avec et sans rideau. Pour chaque bande de $1/3$ d'octave jusqu'à 10 kHz, il convient que cette différence soit inférieure à 0,3 dB.

2.1.2 Reverberation time

Reflected and reverberant sounds in the listening room have a major influence on both timbre and spaciousness. The effectiveness and placement of absorbing materials affect the reverberation time, the degree of diffusion and the interaction between the loudspeaker and the room. Regional practices and preferences will affect what is "typical" in this regard.

Technically, both the reverberation time T , and its variation with frequency are important. T should be measured according to ISO 3382 at $1/3$ octave intervals with furnishing but with no listeners present. Specific attention should be paid at low frequencies in order to obtain valid data.

The average value of the reverberation time, T_m , measured from 200 Hz to 4 000 Hz should be within the range from 0,3 s to 0,6 s. Where the results of the listening tests are of more than just regional or other specific interest, it is recommended that the limits shown in figure 1 be adhered to. Figure 1 also applies to the reference room described in 2.1.1.2, with the additional recommendation that T_m should be 0,4 s.

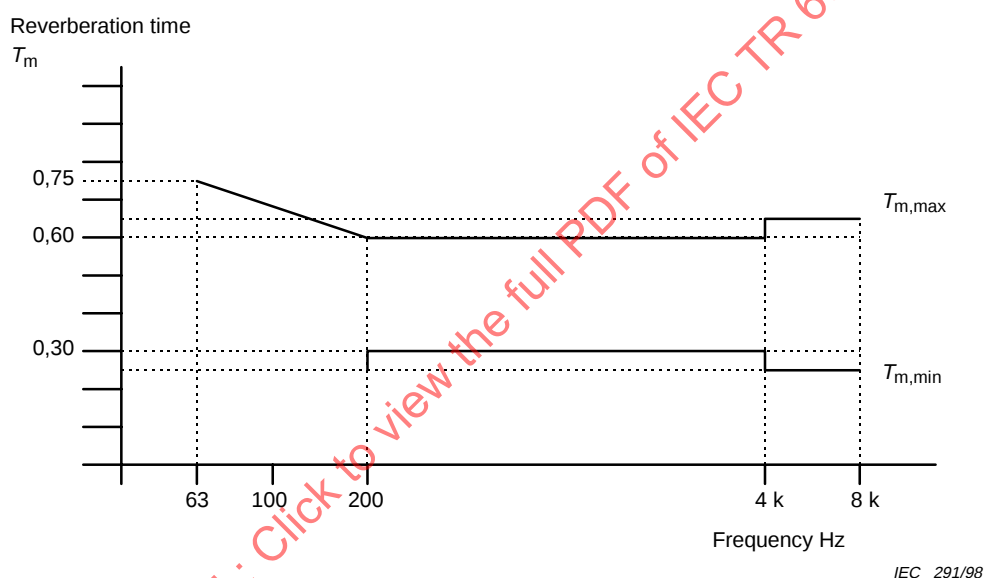


Figure 1 – Tolerance limits for the reverberation time relative to the average value, T_m

The tolerances to be applied to T_m over the frequency range 63 Hz to 8 000 Hz are given in figure 1. The listening room should have a ceiling that is mostly reflective and a floor that is mostly absorbent. Ordinary room furnishings are recommended in order to obtain sound diffusing and absorbing properties that are similar to living rooms. If further sound absorption is needed additional sound absorbing material should be uniformly distributed on the walls in order to obtain the specified reverberation time and to suppress flutter echoes.

Chairs should be comfortable with the chair-backs below the shoulders of the seated listeners.

An acoustically transparent curtain should be used in order to prevent visual observation of the loudspeakers. The acoustical transparency of the curtain should be measured as the difference between room responses measured at the listening position with and without the curtain. In any $1/3$ octave band up to 10 kHz the difference should be less than 0,3 dB.

2.1.3 Conditions d'environnement

Il convient d'éviter les conditions climatiques extrêmes. Les conditions aussi proches que possibles de celles existant dans un environnement domestique normal sont recommandées. Il convient d'indiquer dans le rapport d'essai les conditions de mesure.

Il convient que les conditions suivantes soient satisfaites:

température ambiante 18 °C à 27 °C;

humidité relative 25 % à 75 %;

pression barométrique 86 kPa à 106 kPa.

Il convient que le niveau du bruit de fond continu de bande d'octave (produit par un système de conditionnement d'air, par le matériel d'essai ou par d'autres sources), mesuré depuis la position d'écoute, sans la présence d'auditeurs n'excède en aucun cas NR 15. Voir le tableau 1. Cela correspond approximativement à un niveau de bruit de 20 dB à 25 dB A-pondéré SPL.

Il convient que le niveau de bruit ne soit pas de nature impulsive, cyclique ou tonale.

Tableau 1 – Niveau de bruit de fond

Fréquence centrale de la bande d'octave Hz	NR 10 SPL par rapport à 20 µPa dB	NR 15 SPL par rapport à 20 µPa dB
31,5	62	65
63	44	47
125	31	35
250	21	26
500	15	20
1 000	10	15
2 000	7	12
4 000	4	9
8 000	2	7

NOTES

1 Les valeurs du niveau de bruit dans le tableau sont issues des anciennes courbes de niveau de bruit de l'ISO R1996.

2 Il convient que le bruit de fond mesuré dans les bandes de fréquence d'octave n'excède pas les valeurs indiquées dans ce tableau.

2.2 Position et orientation des haut-parleurs

En général, il convient de placer et d'orienter les haut-parleurs conformément aux instructions du fabricant, tel qu'indiqué dans la notice technique. S'il manque des instructions, ou si elles sont trop vagues, il convient de consulter le fabricant si cela est possible. Si aucune information ne peut être obtenue, appliquer les directives indiquées ci-dessous.

- Il convient de placer au sol les haut-parleurs destinés à être ainsi. Il convient de positionner tous les autres systèmes de haut-parleurs de façon que l'unité fournissant les sons aigus ou les sons aigus/medium soit située au niveau des oreilles.

2.1.3 Environmental conditions

Extreme climatic conditions should be avoided. Conditions as close as possible to those existing in a normal domestic environment are recommended. Measured conditions should be stated in the test report.

The following conditions should be met:

ambient temperature 18 °C to 27 °C;
relative humidity 25 % to 75 %;
barometric pressure 86 kPa to 106 kPa.

The continuous octave-band background noise level (produced by an air-conditioning system, test equipment hardware or other sources) measured at the listening position with no listeners present should in no circumstances exceed NR 15. See table 1. This is approximately the same as 20 dB to 25 dB A-weighted SPL.

The background noise should not be perceptibly impulsive, cyclical or tonal in nature.

Table 1 – Background noise levels

Octave band centre frequency Hz	NR 10 SPL relative to 20 µPa dB	NR 15 SPL relative to 20 µPa dB
31,5	62	65
63	44	47
125	31	35
250	21	26
500	15	20
1 000	10	15
2 000	7	12
4 000	4	9
8 000	2	7

NOTES

- 1 The NR (noise rating) values in the table originate from the former ISO NR curves, ISO R1996.
- 2 The background noise measured in octave frequency bands should not exceed the values given in this table.

2.2 Loudspeaker position and orientation

In general, loudspeakers should be placed and oriented according to the recommendations of the manufacturer as set forth in the instruction manual. If this information is missing, or is too vague, the manufacturer should be consulted if this is practical. If no useful information can be obtained the following guidelines apply.

- Loudspeakers intended for floor placement should be placed accordingly. All other loudspeaker systems should be positioned so that the treble or treble/mid-range unit is at ear level.

- Il convient que les haut-parleurs destinés à être mis sur une étagère soient placés avec des livres autour, remplissant l'étagère de manière substantielle. Il convient également de noter que les haut-parleurs d'étagère sont fréquemment destinés à être placés verticalement et éloignés d'autres surfaces. Il faut que cette particularité soit respectée en raison de l'influence significative que les deux emplacements pourraient avoir sur la qualité du rendu.
- Il convient que les haut-parleurs soient orientés en direction du centre de la zone d'écoute sauf si la conception des haut-parleurs l'exclut explicitement.
- Des haut-parleurs à un seul pôle peuvent être placés relativement près d'un mur attendu que les haut-parleurs dipôles ou bipolaires peuvent nécessiter des emplacements plus éloignés des limites du local (probablement à plus de 1 m).
- L'emplacement des haut-parleurs peut avoir plus d'importance que leur qualité intrinsèque. Il est alors très important, en particulier pour des présentations de stimuli par paires, de changer la position des haut-parleurs.
- Il convient de donner dans le rapport final d'essai toutes les informations sur l'emplacement réel des haut-parleurs.

2.2.1 Reproduction monophonique

Il convient d'éviter de placer des haut-parleurs sur l'axe principal du local d'écoute.

2.2.2 Reproduction stéréophonique deux voies

Il convient que la distance séparant deux haut-parleurs soit comprise entre 2 m et 3,5 m. La distance préférentielle est de 3 m pour le local de référence en 2.1.1 ci-avant. Si deux ensembles de haut-parleurs sont à placer dans le local pour un essai par paire, l'expérience a démontré que les résultats les plus fiables étaient obtenus si la distance entre les haut-parleurs était exactement la même pour les deux paires (même si cela signifie que le centre stéréophonique se déplace légèrement quand on passe d'un ensemble à l'autre).

2.2.3 Reproduction stéréophonique multivoie

Habituellement ceci implique cinq haut-parleurs principaux, trois répartis sur l'avant et deux de part et d'autre de l'auditeur (haut-parleurs d'ambiance). Généralement il convient que la distance séparant les haut-parleurs avant gauche et avant droit soit comprise entre 2 m et 4 m. Il convient que les haut-parleurs situés à l'avant au centre soient placés sur la ligne de symétrie séparant les haut-parleurs situés à l'avant gauche et à l'avant droit.

Si les trois haut-parleurs situés à l'avant se positionnent sur un arc de cercle dont l'origine est la position centrale d'écoute, et que le haut-parleur placé au centre à l'avant est pris comme référence du 0°, alors les haut-parleurs gauche et droit peuvent être placés sur une partie de l'arc située à $\pm 110^\circ$.

D'autres dispositions sont également prescrites. Par exemple les trois haut-parleurs avant peuvent être mis sur la même ligne, et les deux haut-parleurs d'ambiance peuvent être des dipôles situés à $\pm 90^\circ$ par rapport à l'axe des haut-parleurs alignés en direction de l'auditeur.

2.3 Position d'écoute

La position d'écoute de référence est située sur l'axe de symétrie du local d'écoute, à une distance de 2,5 m à 3,5 m de la ligne reliant les haut-parleurs situés à l'avant gauche et à l'avant droit. En général il existe une seule position optimale pour l'auditeur. D'autres positionnements possibles de l'auditeur peuvent exister et se situer autour de la position d'écoute de référence. Il convient que tous les auditeurs soient assis au même niveau. Il convient qu'aucun auditeur ne se trouve à moins de 1 m des murs, de 2 m des haut-parleurs avant et de 1,5 m des haut-parleurs d'ambiance.

- Loudspeakers intended for placement on a bookshelf should be so placed and surrounded by books which substantially fill the shelf. Also it should be noted that bookshelf sized loudspeakers are frequently intended to be placed on stands and away from other surfaces. This distinction must be observed due to the significant influence the two placements might have on the perceived performance.
- The loudspeakers should be pointed toward the centre of the listening area unless the design of the loudspeaker explicitly precludes this.
- Monopole loudspeakers could be placed relatively close to a wall whereas dipole or bipole loudspeakers may require placement further from the room boundaries (probably further than 1 m).
- Placement of the loudspeakers can have a greater effect than the intrinsic performance of the loudspeakers. It is therefore very important, especially when doing paired stimulus presentations, to exchange the positions of the loudspeakers.
- All relevant information about actual loudspeaker placement should be given in the final report.

2.2.1 Monophonic reproduction

Loudspeaker positions on the major axis of the listening room should be avoided.

2.2.2 Two-channel stereophonic reproduction

The distance between the loudspeakers should be between 2 m and 3,5 m. The preferred distance is 3 m in the reference room of 2.1.1, above. If two sets of loudspeakers are to be placed in the room for a paired test, experience shows that the most reliable results are obtained if the distance between the loudspeakers is exactly the same for both pairs (although this means that the stereophonic centre moves slightly when switching between the two sets).

2.2.3 Multi-channel stereophonic reproduction

Usually this involves five principal loudspeakers, three across the front and two to either side of the listener (surround loudspeakers). Generally the distance between the front left and right loudspeakers should be in the range 2 m to 4 m. The front centre loudspeaker should be on the line of symmetry between the front left and right loudspeakers.

When the three front loudspeakers lie on an arc whose origin is the central listening position, and the front centre loudspeaker location is taken as 0° , then the left and right surround loudspeakers can be placed on an extension of the arc at $\pm 110^\circ$.

Other arrangements are also prescribed. For example, the three front loudspeakers might be in a straight line, and the surround loudspeakers might be dipoles located at $\pm 90^\circ$ with the nulls aligned toward the listener.

2.3 Listening position

The reference listening position is on the axis of symmetry of the listening room at a 2,5 m to 3,5 m distance from the line connecting the front left and right loudspeakers. Generally, only one optimum listener position exists. Further listener seating options should be available and clustered around the reference listening position. All listeners should be seated on the same level. No listener should be closer than 1 m to any wall, 2 m to any front loudspeaker and 1,5 m to any surround loudspeaker.

En situation d'essai, si la perception d'une image stéréophonique est souhaitée, il convient de toujours utiliser des positions d'écoute situées sur l'axe de symétrie des haut-parleurs, mais celles-ci peuvent être complétées par une ou plusieurs positions situées hors de l'axe.

Même s'il peut y avoir un certain nombre de positions d'écoute, il convient de limiter strictement le nombre d'auditeurs d'une session. Si plusieurs auditeurs participent au même moment il convient de leur donner des instructions particulières en insistant sur l'importance d'avoir des réponses individuelles et indépendantes les unes des autres.

Les essais d'écoute les plus critiques peuvent impliquer uniquement un seul auditeur, occupant un certain nombre de positions d'écoute différentes à des moments différents.

Dans le rapport final il convient de décrire les positions d'écoute.

2.4 Réglage du niveau

2.4.1 Niveau d'écoute

Pour chaque extrait de programme il convient que le niveau de pression sonore lu soit en principe égal au niveau d'écoute préféré de l'auditeur moyen. L'expérience a montré que ce niveau est souvent très proche du niveau de la parole ou de la musique d'origine, écoutée depuis la position normale d'un auditeur assistant à un spectacle en direct.

Il convient que le niveau d'écoute moyen préféré soit établi par un expérimentateur ou un auditeur qualifié pour chacun de ces essais, en écoutant chaque extrait de programme individuel dans le local d'écoute, en utilisant des haut-parleurs de haute qualité.

Certains matériels ayant des possibilités de sortie acoustique limitées peuvent nécessiter que l'essai soit effectué avec un niveau de pression sonore inférieur au niveau moyen préféré.

Au contraire il convient que certains types de musiques pop ou rock soient entendus avec des niveaux de pression sonore élevés, conformément à l'usage habituel de beaucoup d'auditeurs.

On peut utiliser plus d'un niveau d'écoute si on considère que cela est adapté et si cela est considéré comme une variable dans l'analyse statistique des résultats d'essai.

En général, il convient d'indiquer dans le rapport d'essai le ou les niveaux d'écoute.

2.4.2 Niveau relatif

Il est essentiel que tous les extraits de programme soient reproduit avec la même force pour tous les haut-parleurs qui sont essayés afin d'éviter une distorsion dans les résultats d'essai.

Ceci est obtenu en réglant les commandes de gain du système prévu pour faire la balance des haut-parleurs, jusqu'à obtenir des lectures identiques (différences inférieures à 0,5 dB) dans le mesureur de pression acoustique placé à la position d'écoute de référence. Il convient que le signal d'essai soit un bruit rose continu et que le mesureur de niveau acoustique soit conforme à la CEI 60651 (courbe de pondération de type B, classe 1, caractéristique temporelle S).

Il convient de vérifier subjectivement le résultat de cette méthode objective avec tous les extraits de programme. Il peut être nécessaire de faire la balance pour chaque force de chaque extrait de programme.

In test situations where the perception of stereophonic image is being addressed, listening positions on the axis of symmetry of the loudspeaker systems should always be used but could be supplemented by one or more off-axis listening positions.

Although there can be any number of listening positions the number of listeners at any session should be strictly limited. If more listeners participate at the same time they should be given specific instruction emphasizing the importance of individual and independent responses.

The most critical listening tests may involve only single listeners, occupying a number of different listening positions at different times.

Listening positions should be described in the final report.

2.4 Level setting

2.4.1 Listening level

For each programme excerpt the reproduced sound pressure level should in principle be the preferred listening level for the average listener. Experience shows that such a level is fairly close to the level of the original speech or music at a typical listener position during a live presentation.

The preferred average listening level should be established by a skilled experimenter or listener prior to any test by listening to each individual programme excerpt in the listening room using high-quality loudspeakers.

Some equipment of limited acoustic output capability may require the test to be conducted at a sound pressure level lower than the average preference.

On the contrary, certain types of pop/rock music should be reproduced at a significantly elevated sound pressure level in accordance with the common practice of many listeners.

More than one listening level can be used if it is considered of relevance and if it is treated as a variable in the statistical analysis of the test data.

Generally, listening level(s) should be stated in the final report.

2.4.2 Relative level

It is essential that all programme excerpts sound equally loud over all of the loudspeakers that are tested in order to avoid biasing of the test results.

This is achieved by adjusting the gain controls in the loudspeaker switching system until identical readings (differences below 0,5 dB) are obtained on a sound pressure level meter placed at the reference listening position. The test signal should be continuous pink noise and the sound pressure level meter should be in accordance with IEC 60651 (weighting curve B, class 1, time characteristics S).

The result of this objective method should always be checked subjectively on all programme excerpts. It may be necessary to do individual loudness balancing for each programme excerpt.

2.5 Exigences électriques

2.5.1 Source de signal et amplificateur

Si le résultat de l'essai d'écoute est à donner par une indication de la valeur réelle des différences entre haut-parleurs, il est essentiel de faire très attention aux matériels électriques.

2.5.1.1 Source de signal

Les sources de signaux numériques sont préférées pour cette application en raison de leur répétabilité. Des sources analogiques sont autorisées si leur fiabilité est soigneusement contrôlée. Les essais multivoies nécessitent souvent d'utiliser un décodage matriciel ou des sources numériques de débit réduit. Il convient d'identifier complètement le type de source de signaux dans le rapport final. Si des décodeurs sont utilisés, il convient qu'ils soient également identifiés dans le rapport final.

2.5.1.2 Amplificateur de commande

Il convient que l'amplificateur de commande soit de haute qualité, surtout pour le rapport signal sur bruit, les valeurs de la distorsion, et la linéarité de la réponse en amplitude.

2.5.1.3 Amplificateur de puissance

Il convient que le ou les amplificateurs de puissance soient de haute qualité, surtout le rapport signal sur bruit, les valeurs de la distorsion, et la linéarité de la réponse en amplitude.

Il convient que les marges de puissance en sortie soient suffisantes pour alimenter sans écrêtage tous les haut-parleurs d'essai avec le niveau le plus élevé de pression acoustique rencontré dans le programme. En général il est de bonne pratique de contrôler la sortie de l'amplificateur sur un oscilloscope pour vérifier que l'écrêtage du signal ne se produit pas.

Il convient que l'impédance de sortie (module) pour toute la gamme allant de 20 Hz à 20 kHz soit inférieure à 1/40 de l'impédance assignée du haut-parleur en cours d'essai.

2.5.2 Système de commutation

Pendant l'essai de plus d'un ensemble de haut-parleurs il est recommandé d'utiliser plus d'une paire d'amplificateurs de puissance afin d'éviter le basculement après l'amplification de puissance. Il convient d'utiliser ici des amplificateurs de puissance identiques avec un dispositif de commutation entre l'amplificateur de commande et les amplificateurs de puissance.

Il convient que le système de commutation ne dégrade pas de façon mesurable la qualité de l'interconnexion de la commande de l'amplificateur, des amplificateurs de puissance et des haut-parleurs. De même il convient que le basculement soit exempt de gênes audibles.

2.5.3 Liaisons

Il convient que les fils de liaison entre les amplificateurs de puissance et les haut-parleurs soient aussi courts que possible. Il convient que la résistance continue totale du chemin de liaison vers n'importe lequel des haut-parleurs (y compris le système de commutation, s'il y en a dans le circuit) n'excède pas $0,2 \Omega$ ou 1/40 de l'impédance assignée la plus faible des haut-parleurs sous essai, quelle que soit la valeur la plus faible.

Il convient que les mesures et les évaluations d'écoute préliminaires confirment que la liaison avec l'appareil n'a pas introduit de modifications significatives dans les paramètres importants du résultat, comme la réponse en fréquence ou le bruit.

2.5 Electrical requirements

2.5.1 Signal source and amplifiers

If the result of the listening test is to be a true indicator of differences between loudspeakers it is essential that careful consideration be given to the electrical equipment.

2.5.1.1 Signal source

Digital signal sources are preferred for this application because of their repeatability. Analogue sources are permissible if their consistency of performance is carefully monitored. Multi-channel tests often require the use of matrix decoding or data-reduced digital sources. The types of signal sources should be fully identified in the final report. If decoders are used they should also be fully identified in the final report.

2.5.1.2 Control amplifier

The control amplifier should be of high quality with respect to signal-to-noise ratio, distortion figures, and amplitude response linearity.

2.5.1.3 Power amplifier

The power amplifier(s) should be of high quality with respect to signal-to-noise ratio, distortion, and amplitude response linearity.

The output power capability should be sufficient for driving all test loudspeakers at the highest sound pressure level encountered in the programme material without clipping. Generally, it is good practice to monitor the amplifier output on an oscilloscope in order to verify that signal clipping does not occur.

The output impedance (modulus) over the range 20 Hz to 20 kHz should be lower than 1/40 of the rated impedance of the loudspeaker being tested.

2.5.2 Switching system

When testing more than one set of loudspeakers it is recommended to use more than one pair of power amplifiers in order to avoid switching after the power amplification. Here identical power amplifiers should be used, with the switching device in the path between the control amplifier and the power amplifiers.

The switching system should not measurably degrade the interconnected performance of the control amplifier, the power amplifiers and the loudspeakers. Similarly the switching action should be free of audible artifacts.

2.5.3 Connections

The connecting wires from the power amplifiers to the loudspeakers should be as short as possible. The total d.c. resistance of the interconnecting path to any loudspeaker (including switching system, if any, in the path) should not exceed $0,2 \Omega$ or 1/40 of the lowest rated impedance of the loudspeakers under test, whichever is less.

Measurements and preliminary listening evaluations should confirm that the interconnection of apparatus has not introduced significant changes in important performance parameters, such as frequency response or noise.

2.5.4 Réponse globale en fréquence

Aucun dispositif de correction de la réponse en fréquence ne doit être appliqué sauf ceux fournis par le fabricant et qui font partie du système de haut-parleurs. Dans ce cas il est nécessaire d'utiliser le dispositif de correction et d'utiliser le niveau d'interface et les impédances adoptés par le fabricant.

3 Auditeurs

Il est recommandé que le panel des auditeurs comprennent de quatre à sept auditeurs, avec une distribution équitable des âges et des sexes.

Les auditeurs entraînés d'égale expérience démontrent normalement une fiabilité interindividuelle très élevée. Par conséquent, en utilisant des auditeurs entraînés le panel d'écoute peut être limité pour n'être composé que de quatre membres, en supposant qu'ils sont tous totalement disponibles pour chaque essai. Si ce n'est pas le cas, ou si le niveau d'entraînement et, de ce fait, la fiabilité, sont jugés insuffisants, il convient de préférence d'utiliser jusqu'à sept auditeurs dans le panel d'écoute.

Il convient que le choix des auditeurs soit impartial. Le choix des auditeurs est fait parmi des personnes qui ont un intérêt marqué pour écouter de la musique, en particulier des sons musicaux, et qui assistent fréquemment à des spectacles en direct avec ou sans amplification. Il convient qu'ils n'éprouvent pas de rejet pour un quelconque type de stimulus musical. Il convient que les auditeurs ne soient pas des musiciens professionnels.

Un essai audiométrique d'auditeurs peut être réalisé, si cela est souhaité, auquel cas il convient que les individus ayant des pertes bilatérales de seuil d'audition neuro sensoriel (HTL) ne soient pas exclus comme sujet. Les individus ayant un HTL unilatéral connu peuvent être exclus, mais il convient de préférer la méthode de l'écran pour exclure les anomalies statistiques révélées au cours de la période d'entraînement.

L'entraînement du panel d'écoute à communiquer les caractéristiques perçues des haut-parleurs est recommandée. Il convient que la description des attributs perceptuels tels que mentionnés en 5.2 soit l'objet de discussions et d'un entraînement intensif.

Un élément d'entraînement qui est considéré comme de grande importance consiste à donner au panel d'auditeurs l'opportunité d'assister régulièrement et fréquemment à des spectacles musicaux en direct.

Avant tout, il convient que les auditeurs soient autorisés à se familiariser avec les procédures d'essai et en particulier avec le programme, comme indiqué à l'article 4.

4 Programme

Malheureusement, il n'existe pas un programme unique, universellement adapté, correspondant à l'évaluation de tous les haut-parleurs dans toutes les conditions. Par conséquent, il convient que le programme comprenne un certain nombre d'exemples différant les uns des autres dans le fait qu'ils mettent en lumière différents aspects importants distinguant la qualité sonore perçue des haut-parleurs sous essai.

En choisissant le programme, il est important que les attributs à évaluer soient clairement définis. Il convient que la responsabilité du choix des extraits de programme soit déléguée à un groupe d'auditeurs qualifiés. Il est important de choisir le programme de manière structurée. Cela évite la redondance et l'imperfection du champ d'application du programme.

2.5.4 Overall frequency response

No frequency response correction devices may be applied except those which are supplied by the manufacturer as part of a loudspeaker system. In that case it is necessary to use the correction device and adhere to the manufacturer's interface level and impedances.

3 Listeners

It is recommended that the listening panel consists of four to seven listeners with an even distribution in both age and sex.

Trained listeners with equal experience normally show very high inter-individual reliability. Consequently, by using trained listeners the listening panel can be reduced to consist of only four members assuming that they are all available for every test. If this is not the case or if the level of training and thereby the reliability is judged to be insufficient up to seven listeners should preferably be included in the listening panel.

The choice of listeners should be unbiased. The selection of listeners is made from those who have a keen interest in listening to music, in particular reproduced sound, and who frequently attend live performances both with and without sound reinforcement. They should not have reservations towards any type of musical stimuli. The listeners should not be professional practising musicians.

Audiometric testing of listeners may be performed, if desired, in which case individuals having bilateral sensory-neural hearing-threshold loss (HTL) should not be excluded as subjects. Individuals having a known unilateral HTL may be excluded, but the preferred screening method should be exclusion based on statistical anomalies revealed during the training period.

Training of the listening panel in the communication of perceived loudspeaker characteristics is recommended. Specifically, the description of perceptual attributes as mentioned in 5.2 should be discussed and trained intensively.

A training element considered of great importance consists of giving the listening panel the opportunity to attend live music performances at regular and frequent intervals.

Prior to any test the listeners should be allowed to familiarize with the test procedures and in particular the programme material as mentioned in clause 4.

4 Programme material

Unfortunately, there is no single universally "suitable" programme material that is suitable for the assessment of all loudspeakers under all conditions. Consequently, the programme material should consist of a number of examples that differ from each other in ways that bring out different important aspects of the perceived sound quality of the loudspeakers under test.

When selecting the programme material, it is important that the attributes which are to be assessed are clearly defined. The responsibility for selecting the programme excerpts should be delegated to a group of skilled listeners. It is important to select the programme material in a structured way. This avoids redundancy or incompleteness of the programme material coverage.

Il convient que le programme soit de haute qualité technique. Il convient d'inclure au moins six sections de programme différentes couvrant la totalité de la gamme, depuis la parole humaine jusqu'à la musique classique, la musique pop ou rock, ainsi que la musique synthétique moderne et d'avant-garde.

Les exemples sont les suivants:

parole humaine (homme et femme);
opéra;
grandes orgues;
choeur;
musique de chambre;
orchestre de musique;
solo instrumental;
musique pop ou rock avec ou sans vocalises ni graves puissants;
musique pop ou rock avec ou sans aigus puissants;
musique échantillonnée ou synthétisée.

Il convient que les programmes d'essais de stéréophonie deux voies ou multivoies soient des enregistrements stéréophoniques deux voies ou multivoies. Pour les essais monophoniques il convient d'utiliser de préférence des enregistrements monophoniques, ou en cas d'enregistrements stéréophoniques deux voies, il est alors souvent judicieux d'utiliser uniquement une voie pour la lecture car la superposition des voies peut conduire à l'annulation de certaines composantes de signal.

L'expérience démontre que les programmes de voix humaine sont très importants et révélateurs. Par conséquent, les enregistrements de voix humaine sont recommandés dans toutes les situations d'essai.

Il convient de faire particulièrement attention en choisissant et en enregistrant des extraits de programme de voix humaine. Il convient que ces enregistrements soient monophoniques et réalisés dans des conditions anéchoïques. Il convient de préférence que la voix soit familière aux auditeurs.

En général il convient que les auditeurs aient l'opportunité de se familiariser avec le programme dans leur propre environnement privé ou à l'occasion d'une session d'entraînement avant de débiter un essai d'écoute réel.

Comme les différents types de programme d'un essai d'écoute peuvent avoir une forte influence sur le résultat de l'essai, il convient de traiter chaque élément individuel d'extrait de programme comme étant une variable indépendante distincte.

5 Procédure expérimentale et évaluation

5.1 Procédure expérimentale

Une exigence de base pour un essai d'écoute est qu'il convient de le concevoir comme une expérience statistiquement contrôlée. La variable dépendante dans l'essai est le jugement de l'auditeur. Les variables indépendantes à manipuler par l'expérimentateur sont d'abord les haut-parleurs en essai et, après, les auditeurs, le programme, la position des haut-parleurs et des auditeurs. Il convient de conserver constantes toutes les autres conditions au cours de l'expérience afin d'éviter d'influencer les résultats de l'essai.

The programme material should be of high technical quality. At least six different programme sections should be included covering the complete range from human speech to classical and pop/rock music to advanced and modern synthesized music.

Examples are the following:

human speech (male and female);
opera;
pipe organ;
choir;
chamber music;
orchestral music;
instrumental soloists;
pop/rock with/without vocals and heavy bass;
pop/rock with/without strong sibilant sounds;
sampled/synthesized music.

Programme materials for two-channel or multichannel stereophonic tests should be two-channel or multichannel stereophonic recordings respectively. For monophonic tests, mono recordings should preferably be used, or in the case of two-channel stereophonic recordings, it is often advisable to use only one channel for reproduction because addition of channels can lead to cancellation of certain signal components.

Experience shows that human voice programme material is very important and revealing. So human voice recordings are recommended in all test situations.

Special attention should be paid in selecting/recording human voice programme excerpts. Such recordings should be monophonic and produced under anechoic conditions. Preferably the voice should be familiar to the listeners.

Generally the listeners should have the opportunity to familiarize themselves with the programme material in either their own private environment or as part of a training session before the start of an actual listening test.

As the different types of programme material for a listening test can have a strong effect on the results of the test, each individual element of programme excerpt should be treated as a separate independent variable.

5 Experimental procedure and evaluation

5.1 Experimental procedure

A basic requirement of a listening test is that it should be designed as a controlled statistical experiment. The dependent variable in the test is the listener's judgement. The independent variables to be manipulated by the experimenter are primarily the loudspeakers under test and secondly the listeners, the programme material, the loudspeaker positions and the listening positions. All other conditions should be kept constant during the experiment in order to avoid influencing the test results.

Une procédure minimale est que chaque auditeur juge chaque stimulus au moins une fois. Le calcul de la fiabilité d'un auditeur nécessite un certain nombre de réponses à chacun des stimuli. Il convient que ceci soit pris en compte au cours de la conception de l'expérience d'écoute.

Deux méthodologies d'essai différentes sont proposées. En général, le choix de la procédure à appliquer dépend de l'ensemble de la situation d'essai (le nombre de haut-parleurs, le nombre d'auditeurs et de positions d'écoute, le nombre de positions des haut-parleurs, le nombre d'extraits de programme, le nombre de réponses et le temps disponible pour effectuer l'essai).

Les orientations suivantes aident au choix de la méthode la plus avantageuse.

5.1.1 Procédure d'évaluation par stimuli isolés

Dans la procédure de l'évaluation par stimuli isolés (abréviation anglaise: SSR) chaque stimulus est présenté séparément et une évaluation est faite par l'auditeur avant de présenter le stimulus suivant.

La procédure SSR est normalement rentable en durée mais elle peut parfois nécessiter beaucoup de temps, en particulier si l'essai implique beaucoup de variables indépendantes, comme les haut-parleurs, leurs positions, les auditeurs, leurs positions d'écoute, les éléments matériels du programme.

La procédure SSR implique que l'auditeur n'ait rien à comparer excepté son souvenir de l'audition qui pourrait en avoir été faite. Par conséquent la procédure SSR est principalement recommandé si les auditeurs sont quelque peu entraînés et/ou si les différences existant entre les haut-parleurs sont supposées être clairement audibles.

5.1.2 Procédures d'évaluation et de comparaison par paires

Dans les procédures d'évaluation par paires (abréviation anglaise: PR) ou de comparaison par paires (abréviation anglaise: PC) tous les stimuli sont présentés par séquences de deux, chacune des paires consistant en un certain élément de programme reproduit sur l'un des deux haut-parleurs (ou l'un des deux ensembles de haut-parleurs). L'auditeur a la liberté de basculer entre les deux stimuli selon son désir. Toutes les paires possibles de stimuli sont présentés un même nombre de fois. Ceci implique que tous les stimuli sont présentés un certain nombre de fois, ce qui réduit automatiquement les demandes de répétitions. Si le nombre de haut-parleurs à vérifier est de trois ou plus, la fiabilité souhaitée est vraisemblablement atteinte sans d'autres répétitions.

Les procédures PR et PC nécessitent généralement plus de temps que la méthode SSR si le nombre total de haut-parleurs à essayer est supérieur à six.

Les méthodes PC et PR sont recommandées en particulier si les haut-parleurs en essai sont supposés être de qualité à peu près égale. L'expérience montre que les deux procédures PR et PC sont préférées des auditeurs non entraînés.

Dans la méthode PR il est demandé aux auditeurs de noter selon un barème les attributs de chacun des deux stimuli individuellement. Dans la méthode PC il est demandé aux auditeurs de donner un rang comparatif pour deux stimuli, c'est-à-dire quel stimulus il préfère.

A minimum procedure is that each listener judges each stimulus at least once. Calculation of a listener's reliability requires a number of replications for each stimulus. This should be taken into account when designing the listening experiment.

Two different test methodologies are recommended. Generally, the choice of procedure to be applied depends on the complete test situation (the number of loudspeakers, the number of listeners and listening positions, the number of loudspeaker positions, the number of programme material excerpts, the number of replications and the time available for running the test).

The following guidelines assist in selecting the most advantageous method.

5.1.1 Single stimulus ratings procedure

In the single stimulus ratings (SSR) procedure each stimulus is presented separately and a rating is made by the listener before the next stimulus is presented.

The SSR procedure is normally time-efficient but it could be rather time-consuming in particular if the test involves many independent variables like loudspeakers, loudspeaker positions, listeners, listening positions and programme material elements.

The SSR procedure implies that the listener has nothing to compare against except his or her memory of what the reproduction should sound like. Therefore the SSR procedure is recommended mainly if the listeners are somewhat trained and/or if the differences amongst the loudspeakers are expected to be clearly audible.

5.1.2 Paired ratings and paired comparisons procedures

In the paired ratings (PR) procedure and paired comparisons (PC) procedure all stimuli are presented in paired sequences, each pair consisting of a certain programme material element reproduced over one out of two loudspeakers (or one set out of two sets of loudspeakers). The listener has the freedom to switch between the two stimuli according to his/her wishes. All possible stimulus pairs are presented an equal number of times. This implies that all stimuli are presented a number of times which automatically reduces the demand for replications. If the number of loudspeakers to be tested is three or more, the desired reliability is likely to be reached without further replications.

The PR and PC procedures generally require more time than the SSR method if the total number of loudspeakers to be tested is greater than six.

PR or PC methods are recommended in particular when the loudspeakers under test are expected to be of about equal quality. Experience shows that both PR and PC procedures are preferred by non-trained listeners.

In the PR method the listeners are asked to rate on a rating scale the attributes of each of the two stimuli individually. In the PC method the listeners are asked to give a comparative ranking for the two stimuli, i.e. decide which stimulus is preferred.

5.2 Echelles d'évaluation et attributs perceptuels

5.2.1 Echelles d'évaluation

Dans les procédures SSR et PR décrites en 5.1.1 et 5.1.2, il est demandé aux auditeurs de rendre compte de leurs jugements sur la fidélité obtenue, à l'aide d'un barème d'évaluation s'étendant de 0 à 10. Avec ce barème, il est supposé que seules les valeurs allant de 1 à 9 sont réellement utilisées. Les valeurs correspondant à 0 et à 10 constituent les «points d'ancrage» définissant les extrémités de l'échelle d'évaluation. Une valeur égale à 10 est utilisée pour représenter une présentation qui ne se distingue pas du direct, ou qui correspond à l'image mentale de l'idéal fixé par l'auditeur de ce qu'un son pourrait être. Une valeur égale à 0 représente la pire des reproductions qui peut être imaginée. Par conséquent:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Toute description verbale de l'échelle d'évaluation est délibérément évitée car elle pourrait influencer la façon de l'utiliser.

Toute valeur comprise entre 0 et 10, y compris une valeur décimale, peut être utilisée pour caractériser le degré de fidélité de la reproduction.

Outre un jugement de qualité sonore globale, il convient que les évaluations soient divisées en attributs perceptuels distincts

5.2.2 Attributs perceptuels et définition de ces attributs dans le cadre de ce rapport

La liste des attributs perceptuels donnée ci-dessous est recommandée.

- a) Qualité sonore globale
- b) Qualité de l'équilibre hauteur global
 - 1) uniformité des sons médiums: équilibre ou timbre de l'intensité sonore souhaitée dans la partie inférieure du spectre des fréquences audibles;
 - 2) uniformité des sons moyens: équilibre ou timbre de l'intensité sonore souhaitée dans la partie médiane du spectre des fréquences audibles;
 - 3) uniformités des aigus: équilibre ou timbre de l'intensité sonore souhaitée dans la partie haute du spectre des fréquences audibles.
- c) Stabilité spatiale globale
 - 1) emplacement image: emplacement spatial perçu d'une source sonore reproduite. L'image peut être bien définie ou brouillée;
 - 2) stabilité d'image: l'emplacement perçu de la source sonore reproduite peut varier avec la tonie, l'intensité sonore ou le timbre. Il peut également varier en fonction de la position de l'auditeur, de la rotation de la tête ou d'autres mouvements normaux. Si ces effets sont limités, l'image sera stable;
 - 3) homogénéité en largeur: il convient que l'image stéréophonique soit uniformément distribuée entre les haut-parleurs.

5.2 Rating scales and perceptual attributes

5.2.1 Rating scales

In SSR and PR procedures described in 5.1.1 and 5.1.2, the listeners are required to report their fidelity judgements on a rating scale extending from 0 to 10. On this scale it is expected that only the ratings from 1 to 9 will actually be used. Scale values of 0 and 10 are the "anchors" defining the end points of a scale. A value of 10 is taken to represent a presentation which is indistinguishable from a live performance, or which corresponds to the listener's ideal mental image of what the sound should be. A value of 0 represents the worst imaginable reproduction. Thus:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Any verbal description on the rating scale is deliberately avoided as it might bias the use of the scale.

Any number between 0 and 10, including one decimal point, can be used to characterize the degree of fidelity in the reproduction.

Further to a judgement of overall sound quality, the ratings should be subdivided into separate perceptual attributes.

5.2.2 Perceptual attributes and their definitions for this report

The following list of perceptual attributes is recommended.

- a) Overall sound quality
- b) Overall tonal balance quality
 - 1) bass uniformity: a desirable loudness balance or timbre in the lower part of the audible frequency spectrum;
 - 2) mid-range uniformity: a desirable loudness balance or timbre in the middle part of the audible frequency spectrum;
 - 3) treble uniformity: a desirable loudness balance or timbre in the upper part of the audible frequency spectrum.
- c) Overall spatial quality
 - 1) image localization: the perceived spatial location of a reproduced sound source. The image may be well-defined or blurred;
 - 2) image stability: the perceived location of the reproduced sound source may change with pitch, loudness or timbre. It may also change as a function of listener position, head rotation or other normal movements. If these effects are small, the image will be stable;
 - 3) width homogeneity: the stereophonic image should be distributed uniformly between the loudspeakers.

- d) Reproduction de l'ambiance
 - 1) clarté: aptitude à convertir les aspects acoustiquement identifiables de l'espace enregistré;
 - 2) ampleur: degré auquel le son est perçu comme ouvert, sans contrainte vis-à-vis de l'emplacement des haut-parleurs.
- e) Dynamique et distorsion
 - 1) aptitude à la sonorité: aptitude à convertir les passages graves sans ressentir de déformation;
 - 2) distorsion: effet sur le signal reproduisant de nouveaux sons ou des variations de timbre, selon une fonction de la sonorité.

5.3 Durée de l'essai

La durée totale est fonction de facteurs comme la procédure d'essai, le nombre de haut-parleurs utilisés pour l'essai, le nombre d'auditeurs, le nombre de positions d'écoute, le nombre d'extraits de programme et le nombre de répétitions effectuées. Pour des raisons pratiques, il convient de diviser la totalité de l'essai en petites sections appelées sessions. Il convient de limiter la longueur d'une session à 30 min environ. Pour éviter des difficultés liées à la fatigue, il convient de ne pas engager d'auditeur pendant deux sessions consécutives.

En général il convient de ne pas engager d'auditeur pendant plus de 2 h d'écoute par jour.

5.4 Instructions et essais préliminaires

Les instructions données aux auditeurs ont un impact notable sur leurs jugements. Une partie très importante est la définition du barème tout autant que les indications sur la manière dont il doit être utilisé. C'est pourquoi il convient qu'un libellé particulier de cette partie de l'instruction soit joint à chaque méthode d'essai et utilisé à la lettre. Voir l'annexe A.

Il convient que les instructions soient données oralement et par écrit.

Après présentation des instructions, il convient d'effectuer un certain nombre d'essais préliminaires pour vérifier que tous les auditeurs sont familiarisés avec la procédure d'essai. Il convient que les stimuli dans ces essais soient les mêmes que pour l'essai réel. Il convient que le nombre d'essais préliminaires soit harmonisé avec le besoin individuel de familiarisation des auditeurs.

Si l'essai d'écoute consiste en plus d'une session, l'essai préliminaire prend uniquement place au début de l'expérience. Il est cependant recommandé d'inclure des essais de petits «échauffements» en début de chaque sous-session correspondante, en particulier si les sessions sont séparées dans le temps, d'une journée ou plus.

5.5 Traitement statistique des résultats

Pour l'analyse statistique des résultats provenant à la fois des expériences faites par des évaluations par stimuli isolés et par des évaluations par paire, il est recommandé d'appliquer une analyse de la variance (abréviation anglaise: ANOVA). Ceci permet de calculer le degré pour lequel chacune des variables indépendantes influence les résultats. De même les interactions entre ces facteurs peuvent être calculées. La méthode ANOVA peut être utilisée pour estimer la fiabilité des résultats, à la fois la fiabilité intra et inter individuelle. Des informations plus détaillées sur le traitement statistique des données sont fournies en annexe B.

d) Ambiance reproduction

- 1) clarity: ability to convey the acoustically identifiable aspects of the recorded space;
- 2) spaciousness: the degree to which the sound is perceived as open, not constrained to the locations of the loudspeakers.

e) Dynamics and distortion

- 1) loudness capability: the ability to convey loud passages without a sense of strain;
- 2) distortion: an effect on the signal which produces new sounds or timbre changes as a function of loudness.

5.3 Test duration

The total duration depends on such factors as the test procedure, the number of loudspeakers included in the test, the number of listeners, the number of listening positions, the number of programme material excerpts and the number of replications presented. For practical reasons the total test should be divided into smaller sections named sessions. The length of a session should be limited to approximately 30 min. To avoid fatigue problems no listener should be engaged in two consecutive sessions.

Generally, no listener should be engaged in more than 2 h of listening per day.

5.4 Instructions and preliminary trials

The instructions given to the listeners have a noticeable effect on their judgements. A very important part is the definition of the rating scale as well as indications of how it is to be used. Therefore, a specific wording of this part of the instruction should be included with each test procedure and should be followed precisely. See annex A.

The instructions should be given both orally and in written form.

After the presentation of the instructions, a number of preliminary trials should be made to establish that all listeners are familiarized with the test procedure. The stimuli in these trials should be similar to those in the real test. The number of preliminary trials should be harmonized with the listener's individual need for familiarization.

If the listening test consists of more than one session, the preliminary trial only takes place at the beginning of the experiment. It is, however, recommended to include a few "warm-up" trials at the beginning of each subsequent session in particular if the sessions are separated in time by a day or more.

5.5 Statistical treatment of the data

For statistical analysis of the data from both single stimulus ratings and paired ratings experiments it is recommended to apply an analysis of variance (ANOVA). This makes it possible to calculate the degree to which each of the independent variables influences the ratings. Also the interactions among these factors can be calculated. ANOVA can be useful in estimating the reliability of the ratings, both intra and inter-individual reliability. More detailed information on the statistical treatment of the data is given in annex B.