

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC  
551**

Deuxième édition  
Second edition  
1987

---

---

**Détermination des niveaux de bruit  
des transformateurs et des bobines  
d'inductance**

**Determination of transformer and reactor  
sound levels**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 551: 1987

## 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 auprès du Bureau Central 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**  
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**  
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

## Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

## Symboles graphiques et littéraux

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

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique*;
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*;
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas*;

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale*.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

## 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.

## 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 from the IEC Central Office.

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**  
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**  
Published yearly with regular updates

## Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

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

## Graphical and letter symbols

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

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology*;
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets*;
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams*;

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice*.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

## 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.

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC  
551

Deuxième édition  
Second edition  
1987

Détermination des niveaux de bruit  
des transformateurs et des bobines  
d'inductance

Determination of transformer and reactor  
sound levels

© CEI 1995 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



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     |
| Articles                                                                                         |       |
| 1. Domaine d'application .....                                                                   | 6     |
| 2. Définitions .....                                                                             | 6     |
| 3. Appareils de mesure .....                                                                     | 8     |
| 4. Conditions de mesure .....                                                                    | 8     |
| 5. Mesure des niveaux de pression acoustique .....                                               | 10    |
| 6. Calcul du niveau de pression acoustique surfacique et du niveau de puissance acoustique ..... | 18    |
| 7. Présentation des résultats .....                                                              | 22    |
| FIGURES.....                                                                                     | 28    |
| ANNEXE A – Méthode de qualification de l'environnement d'essai .....                             | 34    |

Withdrawn

## CONTENTS

|                                                                            | Page |
|----------------------------------------------------------------------------|------|
| FOREWORD .....                                                             | 5    |
| PREFACE .....                                                              | 5    |
| Clause                                                                     |      |
| 1. Scope .....                                                             | 7    |
| 2. Definitions .....                                                       | 7    |
| 3. Instruments .....                                                       | 9    |
| 4. Conditions for measurement .....                                        | 9    |
| 5. Measurement of sound pressure levels .....                              | 11   |
| 6. Calculation of surface sound pressure level and sound power level ..... | 19   |
| 7. Presentation of results .....                                           | 23   |
| FIGURES .....                                                              | 28   |
| APPENDIX A – Test environment qualification procedure .....                | 35   |

Withdram

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

# DÉTERMINATION DES NIVEAUX DE BRUIT DES TRANSFORMATEURS ET DES BOBINES D'INDUCTANCE

## 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° 14 de la CEI: Transformateurs de puissance.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| Règle des Six Mois | Rapport de vote | Procédure de Deux Mois | Rapports de vote     |
|--------------------|-----------------|------------------------|----------------------|
| 14(BC)58           | 14(BC)66        | 14(BC)67<br>14(BC)68   | 14(BC)69<br>14(BC)70 |

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

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

Publications nos      76: Transformateurs de puissance.  
                              76-1 (1976): Première partie: Généralités.  
                              289 (1968): Bobines d'inductance.  
                              651 (1979): Sonomètres.  
                              726 (1982): Transformateurs de puissance de type sec.

*Autre publication citée:*

Norme ISO 3746 (1979): Acoustique – Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit – Méthode de contrôle.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

# DETERMINATION OF TRANSFORMER AND REACTOR SOUND LEVELS

## 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. 14: Power transformers.

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

| Six Months' Rule | Report on Voting | Two Months' Procedure | Reports on Voting    |
|------------------|------------------|-----------------------|----------------------|
| 14(CO)58         | 14(CO)66         | 14(CO)67<br>14(CO)68  | 14(CO)69<br>14(CO)70 |

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 IEC publications are quoted in this standard:*

Publications Nos. 76: Power transformers.  
76-1 (1976): Part 1: General.  
289 (1968): Reactors.  
651 (1979): Sound level meters.  
726 (1982): Dry-type power transformers.

*Other publication quoted:*

ISO Standard 3746 (1979): Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources – Survey method.

## DÉTERMINATION DES NIVEAUX DE BRUIT DES TRANSFORMATEURS ET DES BOBINES D'INDUCTANCE

### 1. Domaine d'application

La présente norme définit les méthodes par lesquelles les niveaux de bruit des transformateurs, des bobines d'inductance et de leurs dispositifs de refroidissement associés doivent être mesurés de telle sorte que l'on puisse contrôler la conformité à des exigences spécifiées et déterminer les caractéristiques du bruit émis en service.

Cette norme s'applique aux mesures effectuées dans les ateliers du constructeur, car les conditions peuvent être très différentes lorsque les mesures sont faites sur place, en raison de la proximité d'objets étrangers, de bruits de fond extérieurs, etc. Néanmoins, les mêmes règles générales que celles qui figurent dans la présente norme peuvent être suivies en cas de mesures effectuées sur place.

Dans les cas où l'on dispose, à l'usine, d'une puissance suffisante pour permettre la pleine excitation des bobines d'inductance, les méthodes à suivre pour celles-ci sont les mêmes que pour les transformateurs. De telles mesures nécessitent un accord entre le constructeur et l'acheteur. Dans les autres cas, les mesures peuvent être effectuées sur place si les conditions y sont appropriées.

Les méthodes indiquées sont applicables aux transformateurs et aux bobines d'inductance concernés par les Publications 76, 726 et 289 de la CEI, sans autre limite de puissance ou de tension, lorsqu'ils sont munis de leurs auxiliaires normaux, pour autant que ceux-ci aient une influence sur le résultat de la mesure.

Bien que le texte suivant ne se réfère qu'aux transformateurs, il s'applique également aux bobines d'inductance étant donné qu'il est connu que le courant absorbé par une bobine d'inductance dépend de la tension appliquée et que, par conséquent, une bobine d'inductance ne peut pas être essayée à vide.

La présente norme fournit une base pour le calcul des niveaux de puissance acoustique.

Les méthodes de mesure, ainsi que la méthode de qualification de l'environnement d'essai donnée dans l'annexe A, sont conformes à la Norme ISO 3746. Les mesures effectuées selon la présente norme de la CEI donnent généralement des écarts types inférieurs ou égaux à 3 dB.

### 2. Définitions

Les définitions suivantes s'appliquent dans le cadre de la présente norme.

#### 2.1 Niveau de pression acoustique, $L_p$

Valeur exprimée en décibels, égale à 20 fois le logarithme de base 10 du rapport entre la pression acoustique et la pression acoustique de référence.

*Note.* — Dans le cadre de la présente norme, on utilise des niveaux de pression acoustique, avec réseau de pondération A,  $L_{pA}$  = niveau de pression acoustique pondéré A. La pression acoustique de référence est de 20  $\mu$ Pa.

#### 2.2 Niveau pondéré A de pression acoustique surfacique, $\overline{L_{pA}}$

Niveau pondéré A de pression acoustique moyenné sur la surface de mesure, exprimé en décibels, conformément à l'article 6.

## DETERMINATION OF TRANSFORMER AND REACTOR SOUND LEVELS

---

### 1. Scope

This standard defines the methods by which the sound levels of transformers, reactors and their associated cooling equipment shall be determined so that compliance with any specification requirements may be confirmed and the characteristics of the noise emitted in service determined.

This standard is intended to apply to measurements made in the manufacturer's works since conditions may be very different when measurements are made on site because of the proximity of other objects, background extraneous noises, etc. Nevertheless, the same general rules as are given herein may be followed when on-site measurements are made.

In those cases where sufficient power is available in the factory to permit full energization of reactors, the methods to be followed are the same as for transformers. Such measurements shall be made by agreement between the manufacturer and the purchaser. Alternatively, measurements may be made on site where conditions are suitable.

The methods are applicable to transformers and reactors covered by IEC Publications 76, 726 and 289, without further limitation as regards size or voltage and when fitted with their normal auxiliary equipment, inasmuch as it may influence the measurement result.

Although the following text refers only to transformers, it is equally applicable to reactors provided that it is recognized that the current taken by a reactor is dependent on the voltage applied and, consequently, that a reactor cannot be tested at no-load.

This standard provides a basis for calculation of sound power levels.

The methods of measurement and the environmental qualification procedure given in Appendix A are in accordance with ISO Standard 3746. Measurements made in conformity with this IEC standard tend to result in standard deviations which are equal to or less than 3 dB.

### 2. Definitions

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

#### 2.1 Sound pressure level, $L_p$

The value in decibels equal to twenty times the logarithm to the base of 10 of the ratio of the sound pressure to the reference sound pressure.

*Note.* — For the purposes of this standard, A-weighted values of  $L_p$  are used, i.e.,  $L_{pA}$  = A-weighted sound pressure level, and the reference sound pressure is 20  $\mu$ Pa.

#### 2.2 A-weighted surface sound pressure level, $\overline{L}_{pA}$

The A-weighted sound pressure level in decibels averaged over the measurement surface as required in Clause 6.

### 2.3 Niveau de puissance acoustique, $L_w$

Valeur exprimée en décibels, égale à dix fois le logarithme de base 10 du rapport entre une puissance acoustique donnée et la puissance acoustique de référence.

*Note.* — Dans le cadre de la présente norme, on utilise des niveaux de puissance acoustique, avec réseau de pondération A,  $L_{wA}$  = niveau pondéré A de puissance acoustique. La puissance acoustique de référence est de 1 pW ( $10^{-12}$  W).

### 2.4 Surface principale de rayonnement

Surface fictive entourant le transformateur ou le dispositif de refroidissement, à partir de laquelle on suppose que le bruit est rayonné.

*Note.* — La méthode de détermination de la surface principale de rayonnement d'un appareil particulier est indiquée au paragraphe 5.2.

### 2.5 Contour prescrit

Ligne horizontale, éloignée d'une distance spécifiée de la surface principale de rayonnement, le long de laquelle sont réparties les positions de mesure.

*Note.* — La méthode de détermination du contour prescrit d'un appareil particulier est indiquée au paragraphe 5.2.

### 2.6 Surface de mesure

Surface fictive d'aire  $S$  qui enveloppe la source et sur laquelle sont réparties les positions de mesure.

*Note.* — Les méthodes de détermination de cette aire sont indiquées au paragraphe 6.2.

### 2.7 Distance de mesure

Distance séparant la surface principale de rayonnement de la surface de mesure.

### 2.8 Bruit de fond

Niveau pondéré A de pression acoustique à chaque position du microphone dans les conditions indiquées au paragraphe 5.1, l'objet en essai étant hors tension.

## 3. Appareils de mesure

Les mesures doivent être faites en utilisant un sonomètre de classe 1 conforme à la Publication 651 de la CEI.

Un contrôle acoustique de l'équipement de mesure doit être effectué avec une source sonore étalon immédiatement avant et après la série des mesures.

Les appareils de mesure doivent être étalonnés conformément à la Norme ISO 3746.

## 4. Conditions de mesure

### 4.1 Critères d'aptitude de l'environnement d'essai

Un environnement d'essai idéal doit être exempt d'objets réfléchissants autres que le sol, de telle sorte que l'appareil en essai rayonne dans un champ libre au-dessus d'un plan réfléchissant. Les environnements d'essai qui conviennent pour effectuer des mesurages suivant cette norme sont ceux qui satisfont aux méthodes de qualification données dans l'annexe A.

### 2.3 Sound power level, $L_W$

The value in decibels equal to ten times the logarithm to the base 10 of the ratio of a given sound power to the reference sound power.

*Note.* — For the purposes of this standard, A-weighted values of  $L_W$  are used, i.e.  $L_{WA}$  = A-weighted sound power level, and the reference sound power is 1 pW ( $10^{-12}$  W).

### 2.4 Principal radiating surface

A hypothetical surface surrounding the transformer or cooling equipment which is assumed to be the surface from which sound is radiated.

*Note.* — The method of determining the principal radiating surface for particular equipment is given in Sub-clause 5.2.

### 2.5 Prescribed contour

A horizontal line, spaced at a definite distance from the principal radiating surface, along which the measuring positions are located.

*Note.* — The method for determining the prescribed contour for particular equipment is given in Sub-clause 5.2.

### 2.6 Measurement surface

A hypothetical surface of area  $S$  which envelops the source and on which the measuring positions are located.

*Note.* — The methods for the determination of this area are given in Sub-clause 6.2.

### 2.7 Measurement distance

The distance between the principal radiating surface and the measurement surface.

### 2.8 Background noise

The A-weighted sound pressure level at each measuring position with conditions as given in Sub-clause 5.1, the test object being inoperative.

## 3. Instruments

Measurements shall be made using a Type 1 sound level meter complying with IEC Publication 651.

An acoustic check of the measuring equipment using a calibrated noise source shall be made immediately before and after the measurement sequence.

The instruments shall be calibrated in accordance with ISO Standard 3746.

## 4. Conditions for measurement

### 4.1 Criteria for adequacy of the test environment

Ideally, the test environment should be free from reflecting objects other than a reflecting floor so that the equipment under test radiates into a free field over a reflecting plane. Test environments that are suitable for measurements according to this standard are those which meet the qualification procedures of Appendix A.

#### 4.2 Conditions de fonctionnement de l'appareil pendant la mesure

Pour les mesures effectuées sur le transformateur avec ou sans ses organes de refroidissement, le transformateur doit être sous tension, à vide, à la tension assignée et à la fréquence assignée en utilisant une source de tension sinusoïdale ou pratiquement sinusoïdale, le changeur de prises (s'il y a lieu) étant sur la prise principale. La tension doit être mesurée conformément au paragraphe 8.5 de la Publication 76-1 de la CEI.

Si le transformateur est muni d'un changeur de prises en charge à bobine d'inductance de passage dont la bobine d'inductance peut, pour certaines positions de réglage, être excitée en permanence, les mesures doivent être faites en utilisant une prise qui implique cette condition et qui soit le plus près possible de la prise principale. La tension d'alimentation doit être appropriée à la prise utilisée.

*Notes 1.* — Pour des conditions spéciales d'utilisation intentionnelle du transformateur (en particulier pour un réglage à flux variable), il est acceptable de mesurer les niveaux de bruit sur une prise autre que la prise principale (ou avec une tension d'alimentation autre que la tension assignée sur un enroulement sans prise). Ceci doit alors être clairement indiqué dans le procès-verbal d'essais.

2. — Si la tension d'alimentation est appliquée brutalement au transformateur soumis à l'essai, il est recommandé de n'effectuer les mesures de bruit, sur les gros transformateurs, que quelques minutes après leur mise sous tension.

#### 4.3 Grandeurs à mesurer

Les niveaux pondérés A de pression acoustique doivent être mesurés pour le transformateur ainsi que pour les sources de bruit de fond. Afin d'éviter les erreurs dues aux influences perturbatrices, on utilisera la réponse rapide du sonomètre.

### 5. Mesure des niveaux de pression acoustique

#### 5.1 Mesure du bruit de fond

Le niveau pondéré A de pression acoustique du bruit de fond doit être mesuré immédiatement avant et après avoir effectué la mesure sur le transformateur.

Si le niveau de pression acoustique du bruit de fond est très nettement inférieur au niveau résultant à la fois du bruit de fond et du bruit du transformateur (différence supérieure ou égale à 10 dB), il est possible de n'effectuer les mesures du bruit de fond qu'en une seule position de mesure et aucune correction du niveau de bruit mesuré de l'appareil n'est nécessaire.

Si le niveau acoustique du bruit de fond est tel que la différence en dB, entre le niveau moyen de pression acoustique résultant à la fois du bruit du transformateur additionné du bruit de fond et le niveau moyen de pression acoustique du bruit de fond seul, est inférieure à 10 dB, mais au moins égale à 3 dB, il convient d'appliquer les corrections indiquées dans le tableau 1 du paragraphe 5.3. En pareil cas, le niveau du bruit de fond doit être déterminé en chacune des positions de mesure.

*Note 1.* — Lorsque le nombre total des positions de mesure est supérieur à 10, il est également permis de n'effectuer la mesure du niveau de pression acoustique du bruit de fond qu'en 10 positions réparties à des intervalles égaux autour du transformateur.

Si la différence est inférieure à 3 dB, l'essai ne sera pas accepté, à moins que le niveau résultant du bruit de fond et du bruit du transformateur ne soit inférieur à la valeur garantie. En pareil cas, on prendra pour cette différence une valeur inférieure, et le niveau total diminué de 3 dB pourra être considéré comme la limite supérieure du niveau de pression acoustique en cette position. Cette condition devra figurer au procès-verbal de l'essai.

*Note 2.* — Bien que l'on admette, conformément à la présente norme, une faible différence entre le niveau de bruit de fond et celui résultant à la fois de l'appareil et du bruit de fond, on s'efforcera d'obtenir une différence au moins égale à 6 dB.

#### 4.2 *Operating conditions of equipment during measurement*

For measurements made on the transformer with or without its auxiliary cooling plant, the transformer shall be on no-load and excited at rated voltage of sinusoidal or practically sinusoidal waveform and rated frequency with the tap-changer (if any) on the principal tapping. The voltage shall be measured in accordance with Sub-clause 8.5 of IEC Publication 76-1.

If the transformer is fitted with reactor-type on-load tap-changer equipment and the reactor may, on certain tap-change positions, be permanently energized, the measurements shall be made with the transformer on a tapping which involves this condition and as near as possible to the principal tapping. The excitation voltage shall be appropriate to the tapping in use.

- Notes 1.* — Under special conditions of intended application of the transformer (particularly under variable flux voltage variation) it may be agreed to measure the sound levels on a tapping other than the principal tapping (or with a voltage other than the rated voltage on an untapped winding). This should then be clearly indicated in the test report.
2. — If the supply is suddenly applied to the unit under test, it is advisable to delay noise measurements on large transformers for some minutes after the instant of switching.

#### 4.3 *Quantities to be measured*

The A-weighted sound pressure levels shall be measured for the transformer and the background noise sources. To avoid measurement errors due to disturbing influences, the fast response indication of the meter shall be used.

### 5. **Measurement of sound pressure levels**

#### 5.1 *Background noise measurement*

The A-weighted sound pressure level of the background noise shall be measured immediately before and after the measurement on the transformer.

If the background sound pressure level is clearly much lower than the combined level of the background and transformer (difference not less than 10 dB), measurements of background noise may be made at only one of the measuring positions and no correction of the measured sound level of the equipment is necessary.

If the background sound pressure level is such that the difference in dB, between the combined sound pressure level of the transformer plus the background and the background sound pressure level alone, is less than 10 dB but not less than 3 dB, the corrections shown in Sub-clause 5.3, Table I shall be applied. In such cases, the background level shall be determined at every measuring position.

*Note 1.* — When the total number of measuring positions exceeds 10, it is permissible to measure the background sound pressure level at only 10 positions equally distributed around the transformer.

If the difference is less than 3 dB, the test will not be valid unless the combined level of the background and transformer noise is less than the guaranteed value. In such a case, the lower value for this difference will be taken and the combined level minus 3 dB may be regarded as the upper value of the sound pressure level of this position. This condition shall be recorded in the test report.

*Note 2.* — While the present standard permits a small difference between the background noise level and that resulting from the combination of the equipment and background noise, every effort should be made to obtain a difference of at least 6 dB.

La ou les hauteurs du ou des microphones pendant les mesures du bruit de fond doivent être les mêmes que pour les mesures du bruit du transformateur et les mesures du bruit de fond doivent être faites en des points du ou des contours prescrits.

## 5.2 Mesure du niveau de pression acoustique du transformateur

Les méthodes exposées ci-après recouvrent les différents modes de refroidissement employés, selon que les dispositifs de refroidissement sont éloignés de plus ou moins de 3 m de la surface principale de rayonnement de la cuve principale. Elles permettent également de calculer le niveau de puissance acoustique de l'appareil complet.

Bien que le texte des paragraphes 5.2.2 et 5.2.3 traite des appareils à refroidissement par air, les mêmes principes indiqués ci-dessous s'appliquent aux mesurages effectués sur les transformateurs avec refroidissement par eau.

*Notes 1.* — Dans le cas de certains appareils, il peut être nécessaire d'appliquer des spécifications d'essai différentes de celles qui sont indiquées ci-après (hauteur du contour prescrit et sa distance par rapport à l'objet en essai).

Ces spécifications d'essai doivent être conformes aux normes appropriées, s'il en existe; sinon, elles doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur.

Dans le cas des transformateurs munis de traversées haute tension horizontales, le contour utilisé doit être déterminé par des considérations de sécurité. Il suffit, pour obtenir ce résultat, de limiter le contour à la zone de sécurité (voir paragraphe 6.2, e)).

2. — En cas d'utilisation d'un appareil de mesure à mémoire muni d'un dispositif moyenneur et, lorsque les délais de mesure et d'enregistrement sont plus courts, il est possible de déplacer le microphone sans interruption et à vitesse constante sur le contour prescrit autour du transformateur et (ou) du dispositif de refroidissement pour déterminer la moyenne énergétique du niveau de pression acoustique. Le nombre des mesures enregistrées doit être au moins égal au nombre des positions de mesure.
3. — Dans les figures montrant les positions typiques du microphone, les distances entre positions de mesure sont indiquées par *D*.

### 5.2.1 Transformateurs sans refroidissement à air forcé, ou pourvus d'un refroidissement à air forcé monté sur un châssis éloigné d'au moins 3 m de la surface principale de rayonnement de la cuve principale. Transformateurs secs placés dans des enveloppes et transformateurs secs pourvus d'un refroidissement à air forcé situé à l'intérieur des enveloppes

Les mesures sur le transformateur seul seront effectuées conformément au présent paragraphe 5.2.1; celles qui sont relatives au refroidissement à air forcé seront effectuées conformément au paragraphe 5.2.3 ci-dessous.

La surface principale de rayonnement est la surface engendrée par la translation verticale, depuis le haut du couvercle de la cuve du transformateur (en excluant traversées, piètements et autres accessoires situés au-dessus du couvercle de la cuve) jusqu'à la base de la cuve, du contour décrit par une ficelle entourant le transformateur (voir figure 1, page 28). La surface principale de rayonnement doit comprendre le dispositif de refroidissement monté sur la cuve, les renforts de la cuve et les auxiliaires tels que boîtes à câbles, changeurs de prises, etc., et elle doit exclure les refroidisseurs à air forcé. Les traversées, les tuyauteries d'huile, les conservateurs d'huile, le soubassement de la cuve, les vannes et autres accessoires secondaires doivent également en être exclus.

Le contour prescrit doit être éloigné de 0,3 m de la surface principale de rayonnement définie ci-dessus.

Pour les transformateurs dont la hauteur de cuve est inférieure à 2,5 m, le contour prescrit sera situé sur le plan horizontal passant à mi-hauteur de la cuve.

Pour les transformateurs dont la hauteur de cuve est supérieure ou égale à 2,5 m, il convient d'utiliser deux contours prescrits situés dans les plans horizontaux passant au tiers et aux deux tiers de la hauteur de la cuve.