

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

216-4-1

Troisième édition
Third edition
1990-03

**Guide pour la détermination des propriétés
d'endurance thermique de matériaux isolants
électriques**

Partie 4:

Etuves de vieillissement

Section 1: Etuves à une seule chambre

**Guide for the determination of thermal
endurance properties of electrical insulating
materials**

Part 4:

Ageing ovens

Section 1: Single-chamber ovens



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 216-4-1: 1990

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

CEI
IEC

INTERNATIONAL
STANDARD

216-4-1

Troisième édition
Third edition
1990-03

**Guide pour la détermination des propriétés
d'endurance thermique de matériaux isolants
électriques**

Partie 4:
Etuves de vieillissement
Section 1: Etuves à une seule chambre

**Guide for the determination of thermal
endurance properties of electrical insulating
materials**

Part 4:
Ageing ovens
Section 1: Single-chamber ovens

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

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

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

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

J

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

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

GUIDE POUR LA DETERMINATION DES PROPRIETES
D'ENDURANCE THERMIQUE DE MATERIAUX ISOLANTS ELECTRIQUES

Quatrième partie: Etuves de vieillissement
Section 1: Etuves à une seule chambre

PREAMBULE

- 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.

PREFACE

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 15B: Essais d'endurance, du Comité d'Etudes n° 15 de la CEI: Matériaux isolants.

L'ancienne publication 216-4 (1980), deuxième édition est annulée. La troisième édition de la publication 216-4-1 traite d'un autre sujet, selon la nouvelle structure de l'ensemble de la publication 216. Voir l'introduction page 4.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
15B(BC)72	15B(BC)78

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne 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 n^{OS} 335: Sécurité des appareils électrodomestiques et analogues.

811-1-2 (1985): Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques, Première partie: Méthodes d'application générale, Section deux - Méthodes de vieillissement thermique.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

GUIDE FOR THE DETERMINATION OF THERMAL ENDURANCE
PROPERTIES OF ELECTRICAL INSULATING MATERIALSPart 4: Ageing ovens
Section 1: Single-chamber ovens

FOREWORD

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

PREFACE

This standard has been prepared by Sub-Committee 15B: Endurance tests, of IEC Technical Committee No. 15: Insulating materials.

The former publication 216-4 (1980), second edition, is cancelled. The third edition of the publication 216-4-1 deals with a different subject, following the reorganized structure of the IEC 216 series. See introduction page 5.

The text of this publication is based upon the following documents:

Six Months' Rule	Report on Voting
15B(C0)72	15B(C0)78

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

The following IEC publications are quoted in this standard:

Publications Nos. 335: Safety of household and similar electrical appliances.

811-1-2 (1985): Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables, Part 1: Methods for general application, Section Two - Thermal ageing methods.

GUIDE POUR LA DETERMINATION DES PROPRIETES D'ENDURANCE THERMIQUE DE MATERIAUX ISOLANTS ELECTRIQUES

Quatrième partie: Etuves de vieillissement Section 1: Etuves à une seule chambre

Introduction

La Publication 216 de la CEI: Guide pour la détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques, est composée de plusieurs parties:

- Première partie: Guide général relatif aux méthodes de vieillissement et à l'évaluation des résultats d'essai (Publication 216-1 de la CEI).
- Deuxième partie: Choix de critères d'essai (Publication 216-2 de la CEI).
- Troisième partie: Instructions pour le calcul des caractéristiques d'endurance thermique (Publication 216-3 de la CEI).
- Quatrième partie: Etuves de vieillissement (Publication 216-4 de la CEI).
- Cinquième partie: Guide pour l'utilisation des caractéristiques d'endurance thermique (Publication 216-5 de la CEI).

Note.- Ce travail peut être poursuivi. En ce qui concerne les révisions et les nouvelles parties, consulter le dernier catalogue de publications de la CEI pour avoir la liste la plus récente.

1. Domaine d'application

La présente norme définit les exigences minimales concernant les étuves à une seule chambre, chauffées électriquement et ventilées, avec ou sans circulation forcée d'air, et servant à évaluer l'endurance thermique de l'isolation électrique. Elle couvre les étuves conçues pour fonctionner sur tout ou partie de la gamme de températures allant de 20 °C au-dessus de l'ambiante à 500 °C. Elle décrit les essais de réception et les essais de contrôle en service des étuves de vieillissement.

Note.- Les exigences pour les étuves à chambres multiples sont à l'étude.

GUIDE FOR THE DETERMINATION OF THERMAL ENDURANCE PROPERTIES OF ELECTRICAL INSULATING MATERIALS

Part 4: Ageing ovens Section 1: Single-chamber ovens

Introduction

The Publication 216, Guide for the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials, is composed of several parts:

- Part 1: General guidelines for ageing procedures and evaluation of test results (IEC Publication 216-1).
- Part 2: Choice of test criteria (IEC Publication 216-2).
- Part 3: Instructions for calculating thermal endurance characteristics (IEC Publication 216-3).
- Part 4: Ageing ovens (IEC Publication 216-4).
- Part 5: Guidelines for application of thermal endurance characteristics (IEC Publication 216-5).

Note.- This work may be continued. For revisions and new parts, see the current catalogue of IEC publications for an up-to-date list.

1. Scope

This specification covers minimum requirements for ventilated and electrically heated single-chamber ovens, with or without forced air circulation, for thermal endurance evaluation of electrical insulation. It covers ovens designed to operate over all or part of the temperature range from 20 °C above ambient to 500 °C. It gives acceptance tests and in-service monitoring tests for ageing ovens.

Note.- Requirements for multiple-chamber ovens are under consideration.

2. Définitions

2.1 Taux de ventilation

Nombre de renouvellements d'air par heure mesuré comme spécifié ci-après, réglé si besoin est par des événements et des régulateurs de tirage.

2.2 Fluctuation de température

Variation de température en un point de l'étuve sur une période de temps.

Note.- La fluctuation de température dépend de facteurs tels que la sensibilité et le type de régulation utilisé (tout ou rien, ou proportionnel) et de la masse de l'élément chauffant par rapport à sa surface.

2.3 Gradient de température

Variation de température à un instant donné en différents points de l'étuve.

Note.- Le gradient de température dépend de facteurs tels que l'uniformité de la température de l'élément chauffant, de la position de l'élément chauffant dans l'étuve et des lignes d'écoulement d'air dans l'étuve.

2.4 Variation de température

Variation de température due à la combinaison de la fluctuation de température et du gradient de température.

2.5 Constante de temps

Mesure de la vitesse à laquelle une éprouvette témoin à température ambiante sera portée à un pourcentage arbitraire de la température de l'étuve. La propriété principale de l'étuve qui détermine cette vitesse de montée en température sera la vitesse de circulation de l'air dans l'étuve.

3. Exigences de construction

L'étuve doit être solidement construite avec des matériaux appropriés et tous les dispositifs électriques et autres auxiliaires doivent être aisément accessibles aux fins de maintenance.

L'intérieur de l'étuve doit être fait de matériaux appropriés non absorbants et résistants à la corrosion, montés de telle façon que tous les joints soient étanches et non sujets à la corrosion. Les surfaces intérieures doivent être faciles à nettoyer.

Le châssis de la porte et la partie antérieure de l'étuve doivent être fermés avec une pression suffisante pour fournir une étanchéité efficace, au moyen d'un joint si nécessaire, entre l'intérieur de l'étuve et l'atmosphère extérieure lorsque la porte est fermée.

2. Definitions

2.1 Rate of ventilation

The number of air changes per hour when measured as specified herein, adjusted by vents and dampers if required.

2.2 Temperature fluctuation

The variation of temperature at one point in the oven over a period of time.

Note.- The temperature fluctuation depends on such factors as the sensitivity and type of control (on/off or proportional) used and the heater mass in relation to surface area.

2.3 Temperature gradient

The variation of temperature at one time at different points in the oven.

Note.- The temperature gradient depends on such factors as uniformity of heater temperature, heater distribution about the oven, and air flow patterns within the oven.

2.4 Temperature variation

The variation of temperature due to the combination of temperature fluctuation and temperature gradient.

2.5 Time constant

A measure of the rate at which a standard specimen at room temperature will be brought up to an arbitrary percentage of the oven temperature. The main property of the oven that determines this rate of temperature rise will be the rate of air circulation within the oven.

3. Constructional requirements

The oven shall be soundly constructed of suitable materials and all electrical and other ancillary fittings shall be readily accessible for maintenance purposes.

The interior of the oven shall be constructed of suitable corrosion-resistant, non-absorbent material, so fabricated that any joints are leak-proof and not subject to corrosion. The interior surfaces shall be easy to clean.

The frame of the door and the front of the oven shall be closed with sufficient pressure to provide an efficient seal, with a gasket if necessary, between the interior of the oven and the external atmosphere when the door is closed.

L'étuve doit être équipée d'un dispositif supplémentaire permettant de couper l'alimentation de l'étuve lorsque sa température réelle dépasse de beaucoup la température fixée, pour empêcher la perte inopinée de résultats de vieillissement.

Si cela est spécifié dans le contrat d'achat, des événements d'entrée doivent permettre l'admission d'air et/ou d'autres gaz à partir de sources contrôlées.

Note.- La présente norme ne couvre pas les aspects de sécurité. Des informations complémentaires peuvent être trouvées dans la Publication 335 de la CEI.

4. Méthodes d'essais et exigences de performance

4.1 Taux de ventilation

Le taux de ventilation est déterminé en mesurant la puissance additionnelle requise pour maintenir l'étuve à une température donnée avec ses orifices ouverts en plus de celle requise pour maintenir l'étuve à la même température avec ses orifices fermés.

4.1.1 L'étuve est essayée à chacune des températures suivantes:

- 100 °C, et
- la température maximale à laquelle l'étuve peut être utilisée.

4.1.2 Fermer hermétiquement tous les orifices d'évent, les portes, les orifices de thermomètre et particulièrement l'espace autour du conduit du ventilateur là où il pénètre dans l'étuve.

Brancher sur l'alimentation de l'étuve un compteur d'énergie dont la plus faible graduation permet une lecture de 1,0 Wh ou moins.

Notes 1.- Un ruban auto-adhésif par pression se révélera utile dans la plupart des cas. Si le conduit du ventilateur n'est pas accessible, il peut être nécessaire de couvrir entièrement le moteur du ventilateur et d'en assurer l'étanchéité. Pour la courte période requise, il convient que cela ne cause pas de surchauffe, et, si cette source de pertes n'était pas complètement rendue étanche, une erreur importante en résulterait.

2.- Avec les étuves à alimentation triphasée, un compteur d'énergie monophasé peut être satisfaisant si les éléments chauffants sont répartis uniformément sur les trois phases car la consommation totale en watts-heures peut être aisément calculée. Dans le cas où les éléments chauffants ne sont pas uniformément répartis sur les trois phases, par exemple sur deux phases seulement, ou lorsque le mode de connexion dépend de la température fixée, des compteurs triphasés sont indispensables.

The oven shall have additional equipment to switch off the oven when the actual oven temperature substantially exceeds the set temperature, to prevent the unforeseen loss of ageing data.

When specified in the purchase contract, inlet vents shall enable air and/or other gases to be supplied from controlled sources.

Note.- This standard does not cover safety aspects. Additional information may be found in IEC Publication 335.

4. Test methods and performance requirements

4.1 Rate of ventilation

The rate of ventilation is determined by measuring the additional power required to maintain the oven at a given temperature with its ports open, over that required to maintain the oven at the same temperature with its ports closed.

4.1.1 The oven is tested at each of the following temperatures:

- 100 °C, and
- the maximum temperature at which the oven may be used.

4.1.2 Seal all vent ports, doors, thermometer ports, and especially the space around the blower shaft where it enters the oven.

Connect a watt-hour meter, with the smallest division reading 1.0 Wh or less, in the oven supply line.

Notes 1.- Pressure-sensitive self-adhesive tape will be found useful in most areas. If the blower shaft is not accessible, it may be necessary to cover and seal in the entire blower motor. For the short period required, this should not cause overheating and a major error would result if this source of leakage were not completely sealed.

2.- With three-phase ovens, a single-phase watt-hour meter may be satisfactory if heaters are evenly distributed in all three phases as the total consumption in watt-hours may be readily calculated. In cases where the heaters are not evenly distributed in all three phases, for example in two phases only, or where the mode of connection depends on the set temperature, three-phase power meters are essential.

4.1.3 Chauffer l'étuve à la température d'essai. Mesurer la température ambiante en un point situé à 2 m de l'étuve, approximativement au niveau de l'entrée d'air de l'étuve et à 1 m au moins de tout objet solide. Lorsque la température de l'étuve s'est stabilisée, mesurer la consommation d'énergie électrique pendant une période déterminée d'une demi-heure approximativement. Commencer et arrêter l'essai à des points correspondants du cycle de variation de température, par exemple, au moment où les éléments chauffants sont enclenchés par le thermostat dans le cas d'une commande tout-ou-rien.

4.1.4 Enlever tous les dispositifs d'étanchéité, ouvrir les orifices de ventilation et les évents jusqu'au point que l'on estime fournir le nombre requis de renouvellements d'air, et mesurer la consommation d'énergie électrique pendant une demi-heure approximativement comme ci-dessus. Si nécessaire, régler de nouveau les évents et répéter jusqu'à ce que soit obtenu un taux de renouvellement dans la gamme requise.

4.1.5 Calculer le taux de ventilation dans l'étuve à partir de l'équation suivante:

$$N = 3,59 (P_2 - P_1) / V \rho \Delta T$$

où:

N = nombre de renouvellements d'air par heure

P_1 = puissance moyenne consommée en watts sans ventilation, obtenue en divisant l'énergie consommée, déterminée à partir des lectures du compteur d'énergie, par la durée de l'essai en heures

P_2 = puissance moyenne consommée en watts avec ventilation, calculée de la même manière

V = volume de la chambre d'essai, en décimètres cubes

ρ = masse volumique, en kilogrammes par décimètre cube, de l'air ambiant pendant l'essai; la masse volumique de l'air à une atmosphère et 20 °C est de $1,205 \cdot 10^{-3}$ kg/dm³

ΔT = différence de température entre l'étuve et l'air ambiant, en kelvins

4.1.6 Le taux de ventilation doit être compris entre 5 et 20 renouvellements d'air par heure aux deux températures d'essai. Si la norme du produit ou le contrat d'achat le spécifie, on peut utiliser d'autres nombres de renouvellements d'air.

Note.- Un guide sur l'effet de la vitesse de l'air dans l'étuve sur les essais de vieillissement thermique d'isolation électrique est à l'étude.

4.1.7 Toute autre méthode de précision équivalente peut être utilisée, par exemple la Publication 811-1-2 de la CEI.

4.1.3 Heat the oven to the test temperature. Measure the room temperature at a point 2 m from the oven, approximately level with the oven air intake, and at least 1 m from any solid object. When the temperature of the oven has stabilized, measure the consumption of electrical energy for a known period of approximately 1/2 hour. Start and stop the test at corresponding points of the cyclic temperature variation, for example, the moment when the heaters are switched on by the thermostat in the case of an "on/off" control.

4.1.4 Remove all the seals, open the ventilation ports and vents to a point estimated to give the required air changes, and measure the consumption of electrical energy for approximately 1/2 hour as before. If required, reset vents and repeat until a rate within the required range is obtained.

4.1.5 Calculate the rate of ventilation in the oven from the following equation:

$$N = 3.59 (P_2 - P_1) / V\rho\Delta T$$

where:

N = number of air changes per hour

P_1 = average power consumption in watts with no ventilation, obtained by dividing the energy consumption determined from the watt-hour meter readings by the duration of the test in hours

P_2 = average power consumption in watts during ventilation, computed in the same manner

V = volume of the testing chamber, in cubic decimetres

ρ = density, in kilogrammes per cubic decimetre, of the ambient room air during the test; the density of air at one atmosphere and 20 °C is $1.205 \cdot 10^{-3}$ kg/dm³

ΔT = difference in temperature between the oven and the ambient room air, in kelvins

4.1.6 The rate of ventilation shall be between 5 and 20 air changes per hour at both test temperatures. When specified in the product standard or purchase contract other rates of air change may be used.

Note.- Guidance on the effect of air velocity within the oven on the testing of electrical insulation thermal ageing is under consideration.

4.1.7 Any other method of equivalent accuracy may be used, for example, IEC Publication 811-1-2.

4.2 Variation de température

4.2.1 Placer neuf couples thermoélectriques étalonnés, faits de fils de fer-constantan ou de chromel-alumel de 0,5 mm de diamètre, ayant une jonction de 2,5 mm de long au plus, dans l'étuve vide avec les événements et les régulateurs de tirage réglés pour donner le taux requis de ventilation (5 à 20 renouvellements par heure). Placer un couple thermoélectrique à chacun des huit coins de l'étuve à 50 mm de chaque paroi, et placer le neuvième couple thermoélectrique à 25 mm près au centre géométrique de la chambre. Une longueur minimale de 300 mm de fil pour chaque couple thermoélectrique doit se trouver à l'intérieur de l'étuve pour minimiser la conduction de chaleur par le couple thermoélectrique.

Note. - Si l'on ne dispose pas de couples thermoélectriques étalonnés, on peut utiliser neuf couples thermoélectriques fabriqués à partir des mêmes bobines de fil pour couples thermoélectriques, pourvu que, lorsqu'ils sont placés tout près l'un de l'autre dans la chambre d'essai à 200 °C, ils donnent des valeurs de température qui ne diffèrent pas de plus de 0,2 K.

4.2.2 Porter l'étuve à sa température maximale de fonctionnement et la laisser se stabiliser pendant au moins 16 h. Mesurer la température des neuf couples thermoélectriques à 0,1 °C près, durant un cycle complet de variation de température, un nombre de fois suffisant pour permettre la détermination de la température maximale, minimale et moyenne de chaque couple thermoélectrique pendant un cycle. La température ambiante ne doit pas varier de plus de 10 °C en tout et la tension d'alimentation de l'étuve ne doit pas varier de plus de 5% pendant la période de mesure.

Calculer la moyenne des neuf températures moyennes à 0,1 °C près et noter cette valeur comme la température fixée de l'étuve.

Notes 1.- A partir de ces lectures, on peut calculer aisément la fluctuation de température en un point et le gradient de température à un instant donné.

2.- On peut utiliser également un enregistreur graphique ou un ordinateur pour faire les calculs.

3.- Il est judicieux d'utiliser un enregistreur multivoies pour cette opération.

4.2.3 Calculer la différence entre la plus élevée des températures maximales et la plus basse des températures minimales selon 4.2.2 et la consigner comme la variation de température. Elle ne doit pas dépasser les valeurs données dans le tableau 1.

4.2.4 Maintenir l'étuve à la même température pendant 5 jours, c'est-à-dire 120 h. La température ambiante et la tension d'alimentation doivent pendant ce temps rester dans les limites données en 4.2.2. Mesurer la variation de température une fois par jour selon 4.2.2 et 4.2.3. Celle-ci ne doit pas dépasser les valeurs données dans le tableau 1. La température fixée de l'étuve est déterminée selon 4.2.2 pendant chacune des six périodes de mesure. La variation maximale de la température fixée ne doit pas dépasser les valeurs données dans le tableau 1.

4.2 Temperature variation

4.2.1 Place nine calibrated thermocouples made from 0.5 mm diameter iron-constantan or chromel-alumel wire, and having a junction size of not more than 2.5 mm long in the empty oven with the vents and dampers set to give the required rate of ventilation (5 to 20 changes per hour). Locate one thermocouple in each of the eight corners of the oven 50 mm from each wall, and place the ninth thermocouple within 25 mm of the geometric centre of the chamber. A minimum length of 300 mm of wire for each thermocouple shall be inside the oven to minimize conduction of heat from the thermocouple.

Note.- If calibrated thermocouples are not available, nine thermocouples made from the same spools of thermocouple wire may be used provided that, when placed adjacent to one another in the testing chamber at 200 °C, they give values for temperature that do not differ by more than 0.2 K.

4.2.2 Bring the oven to its maximum operating temperature and allow it to stabilize for a minimum of 16 h. Measure the temperature of the nine thermocouples to 0.1 °C during one complete temperature variation cycle a number of times sufficient to permit the determination of the maximum, minimum and mean temperatures of each thermocouple during one cycle. Ambient room temperature shall vary not more than a total of 10 °C, and supply voltage to the oven shall vary by not more than 5% during this measuring period.

Calculate the average of the nine mean temperatures to 0.1 °C and record this value as the set temperature of the oven.

Notes 1.- From these readings, the temperature fluctuation at one point and the temperature gradient at one time can be easily calculated.

2.- Alternatively a chart recorder or a data processor may be used to make the calculations.

3.- It is advisable to use a data logger for this operation.

4.2.3 Calculate the difference between the highest maximum temperature and the lowest minimum temperature determined according to 4.2.2 and record this as the temperature variation. This shall not exceed the values given in Table 1.

4.2.4 Maintain the oven at the same temperature for 5 days, i.e. 120 h. The ambient room temperature and the supply voltage shall be within the limits given in 4.2.2 during this time. Measure the temperature variation once a day according to 4.2.2 and 4.2.3. This shall not exceed the values given in Table 1. The set temperature of the oven is determined according to 4.2.2 during each of the six measuring periods. The maximum variation of the set temperature shall not exceed the values given in Table 1.

TABLEAU 1

Gamme de températures °C	Variation de température K
... ≤ 80	4
80 < ... ≤ 180	5
180 < ... ≤ 300	6
300 < ... ≤ 400	8
400 < ... ≤ 500	10

4.3 Constante de temps

4.3.1 Se munir d'une éprouvette témoin constituée d'un cylindre plein en laiton, de 10 mm de diamètre et 55 mm de long, auquel a été soudée l'une des jonctions d'un couple thermoélectrique différentiel.

4.3.2 Chauffer l'étuve à 200 ± 5 °C et la laisser se stabiliser pendant au moins 1 h. Laisser l'éprouvette témoin se stabiliser à la température ambiante pendant 1 h.

4.3.3 Laisser les éléments chauffants connectés et déconnecter la soufflerie et le ventilateur, s'il y a lieu, puis ouvrir la porte de l'étuve à 90°. Suspendre rapidement l'éprouvette témoin verticalement au centre géométrique de l'étuve. Utiliser un cordon résistant à la chaleur d'un diamètre maximal de 0,25 mm. Vérifier que la jonction libre du couple thermoélectrique est suspendue à une distance de 80 mm de l'éprouvette témoin. Laisser la porte ouverte pendant 60 ± 1 s, puis la fermer et enregistrer le gradient de température toutes les 10 s jusqu'à ce que le gradient maximal soit établi. Continuer l'enregistrement toutes les 30 s jusqu'à ce que le gradient de température soit tombé en dessous de 10% du maximum, et tracer le graphique des valeurs enregistrées en fonction du temps en secondes.

4.3.4 Diviser le gradient maximal de température par dix et le consigner comme T_{10} . Consigner alors comme constante de temps le temps en secondes mis par le gradient de température pour atteindre T_{10} , à partir du graphique du gradient de température en fonction du temps. Cette constante de temps ne doit pas dépasser 660 s.

4.4 Procès-verbal

Le fournisseur de l'étuve doit donner au moins les informations suivantes:

- a) la tension d'alimentation et la puissance consommée;
- b) les dimensions internes;
- c) les dimensions externes;
- d) la masse;
- e) les résultats obtenus dans chaque essai selon 4.1, 4.2 et 4.3.

TABLE 1

Temperature range °C	Temperature variation K
... ≤ 80	4
80 < ... ≤ 180	5
180 < ... ≤ 300	6
300 < ... ≤ 400	8
400 < ... ≤ 500	10

4.3 Time constant

4.3.1 Provide a standard specimen consisting of a solid brass cylinder 10 mm in diameter and 55 mm long to which one junction of a differential thermocouple has been soldered.

4.3.2 Heat the oven to 200 ± 5 °C and allow it to stabilize for at least 1 h. Allow the standard specimen to stabilize at room temperature for 1 h.

4.3.3 Leave heaters on and blower and fan off, if applicable, and open the door of the oven 90°. Quickly hang the standard specimen vertically in the geometric centre of the oven. Use a heat-resistant cord not larger than 0.25 mm diameter. See that the free junction of the thermocouple is suspended at a distance of 80 mm from the standard specimen. Leave the door open for 60 ± 1 s, and then close and record the temperature gradient every 10 s until maximum gradient has been established. Continue recording every 30 s until the temperature gradient has dropped below 10% of maximum, and plot the values recorded against the time in seconds.

4.3.4 Divide the maximum temperature gradient by ten and record as T_{10} . Then record as the time constant the time in seconds, taken from the plot of temperature gradient versus time, for the temperature gradient to reach T_{10} . This time constant shall not exceed 660 s.

4.4 Report

The supplier of the oven shall provide at least the following information:

- a) supply voltage and power consumption;
- b) internal dimensions;
- c) external dimensions;
- d) weight;
- e) data obtained in each test in accordance with 4.1, 4.2 and 4.3.