

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC  
60692**

Première édition  
First edition  
1980-01

---

---

**Densimètres à rayonnements ionisants –  
Définitions et méthodes d'essais**

**Density meters utilizing ionizing radiation –  
Definitions and test methods**

IECNORM.COM: Click to view the PDF of IEC 60692:1980



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 60692: 1980

## 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 les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

## Validité de la présente publication

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

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI\*
- **Catalogue des publications de la CEI**  
Publié annuellement et mis à jour régulièrement  
(Catalogue en ligne)\*
- **Bulletin de la CEI**  
Disponible à la fois au «site web» de la CEI\* et comme périodique imprimé

## Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI)*.

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

\* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

## Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

## Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

## Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical Committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site\***
- **Catalogue of IEC publications**  
Published yearly with regular updates  
(On-line catalogue)\*
- **IEC Bulletin**  
Available both at the IEC web site\* and as a printed periodical

## Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)*.

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

\* See web site address on title page.

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC  
60692

Première édition  
First edition  
1980-01

---

---

**Densimètres à rayonnements ionisants –  
Définitions et méthodes d'essais**

**Density meters utilizing ionizing radiation –  
Definitions and test methods**

© IEC 1980 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

e-mail: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch)

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland  
IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

M

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

## SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE . . . . .	4
PRÉFACE . . . . .	4
Articles	
1. Généralités . . . . .	6
1.1 Domaine d'application . . . . .	6
1.2 Objet . . . . .	6
2. Définitions . . . . .	6
2.1 Définitions concernant la mesure ou le contrôle . . . . .	6
2.2 Définitions concernant l'appareil . . . . .	8
3. Méthodes d'essais . . . . .	14
3.1 Instabilités . . . . .	14
3.2 Temps de réponse moyen . . . . .	16
3.3 Temps d'établissement moyen . . . . .	16
3.4 Temps de restitution . . . . .	18
3.5 Linéarité . . . . .	18
3.6 Essais spéciaux . . . . .	18
3.7 Variations de la tension d'alimentation . . . . .	18
3.8 Humidité . . . . .	20
3.9 Température . . . . .	20
ANNEXE A — Extraits de la Publication 359 de la CEI . . . . .	22

IEC NORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60692-1:1980

## CONTENTS

	Page
FOREWORD .....	5
PREFACE .....	5
Clause	
1. General .....	7
1.1 Scope .....	7
1.2 Object .....	7
2. Definitions .....	7
2.1 Definitions relating to the measurement or control function .....	7
2.2 Definitions relating to the apparatus .....	9
3. Test methods .....	15
3.1 Instability .....	15
3.2 Mean response time .....	17
3.3 Mean settling time .....	17
3.4 Recovery time .....	19
3.5 Linearity .....	19
3.6 Special tests .....	19
3.7 Supply voltage changes .....	19
3.8 Humidity .....	21
3.9 Temperature .....	21
APPENDIX A — Extracts from IEC Publication 359 .....	23

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60692-1:1980

---

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**DENSIMÈTRES À RAYONNEMENTS IONISANTS**  
**DÉFINITIONS ET MÉTHODES D'ESSAIS**

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° 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Baden-Baden en 1977. A la suite de cette réunion, un projet, document 45(Bureau Central)125, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en décembre 1978. Des modifications, document 45(Bureau Central)134, furent soumises à l'approbation des Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en janvier 1980.

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

Afrique du Sud (République d')	Italie
Allemagne	Japon
Autriche	Pays-Bas
Belgique	Pologne
Bulgarie	Roumanie
Canada	Royaume-Uni
Chine	Suède
Egypte	Tchécoslovaquie
Espagne	Turquie
Etats-Unis d'Amérique	Union des Républiques
Finlande	Socialistes Soviétiques
France	

*Autres publications de la CEI citées dans la présente norme :*

Publications n°s 359: Expression des qualités de fonctionnement des équipements de mesure électroniques.

577: Epaisseurmètres par rayonnement ionisant pour matériaux sous forme de feuilles, de revêtements ou de laminés.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**DENSITY METERS UTILIZING IONIZING RADIATION**  
**DEFINITIONS AND TEST METHODS**

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. 45: Nuclear Instrumentation.

A first draft was discussed at the meeting held in Baden-Baden in 1977. As a result of this meeting, a draft, Document 45(Central Office)125, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in December 1978. Amendments, Document 45(Central Office)134, were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in January 1980.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Austria	Netherlands
Belgium	Poland
Bulgaria	Romania
Canada	South Africa (Republic of)
China	Spain
Czechoslovakia	Sweden
Egypt	Turkey
Finland	Union of Soviet
France	Socialist Republics
Germany	United Kingdom
Italy	United States of America
Japan	

*Other IEC publications quoted in this standard:*

Publications Nos. 359: Expression of the Functional Performance of Electronic Measuring Equipment.

577: Ionizing Radiation Thickness Meters for Materials in the Form of Sheets, Coatings or Laminates.

## DENSIMÈTRES À RAYONNEMENTS IONISANTS

### DÉFINITIONS ET MÉTHODES D'ESSAIS

---

#### 1. Généralités

##### 1.1 *Domaine d'application*

Cette norme est applicable uniquement aux densimètres à rayonnements ionisants destinés à mesurer la densité de liquides, de boues ou de pulvérulents.

Le terme « densité » utilisé dans cette norme s'applique à la densité moyenne de la matière irradiée faisant l'objet de la mesure.

La norme s'applique uniquement aux appareils à transmission. Chaque référence de correspondance à cette norme devra indiquer les éventuelles variations qui ont été introduites et leurs raisons d'être.

Les aspects de la sécurité ne sont pas considérés dans cette norme, mais les exigences des normes internationales s'y rapportant devraient être remplies.

##### 1.2 *Objet*

Etablir des définitions et des méthodes d'essais pour les densimètres.

#### 2. Définitions

##### 2.1 *Définitions concernant la mesure ou le contrôle*

###### 2.1.1 *Densimètre (par rayonnement ionisant)*

Ensemble de mesure comprenant une source de rayonnements ionisants et destiné à déterminer la densité moyenne d'une matière homogène ou d'un mélange hétérogène, en utilisant la variation, dans une configuration définie, de l'absorption du rayonnement ionisant.

###### 2.1.2 *Densimètre à transmission (de rayonnement ionisant)*

Densimètre utilisant la mesure du rayonnement transmis après absorption dans le matériau mesuré (V.E.I. 392-04-06).

###### 2.1.3 *Domaine nominal*

Domaine assigné à un équipement par le constructeur pour la ou les grandeurs à mesurer, à observer, à afficher ou à fournir (Publication 359 de la CEI: Expression des qualités de fonctionnement des équipements de mesure électroniques).

###### 2.1.4 *Etendue de mesure*

Partie du domaine nominal dans laquelle l'équipement satisfait aux prescriptions relatives aux limites d'erreur (Publication 359 de la CEI).



# DENSITY METERS UTILIZING IONIZING RADIATION

## DEFINITIONS AND TEST METHODS

### 1. General

#### 1.1 Scope

This standard is applicable to density meters utilizing ionizing radiation, designed for the measurement of the density of liquids, slurries or fluidized solids.

The term "density" used in this standard means the density of the irradiated material being measured.

The standard applies to transmission-type instruments only. Reference to compliance with this standard shall identify any deviations and the reasons for such deviations.

Safety aspects are not included in this standard but should fulfil the requirements of all relevant internationally accepted standards.

#### 1.2 Object

To lay down definitions and test methods for density meters.

### 2. Definitions

#### 2.1 Definitions relating to the measurement or control function

##### 2.1.1 Density meter (ionizing radiation)

A measuring assembly having an ionizing radiation source and designed to determine the average density of a homogeneous material or of a heterogeneous mixture, using the variation, within a defined configuration, of the absorption of the ionizing radiation.

##### 2.1.2 Transmission density meter (ionizing radiation)

A density meter that utilizes the radiation transmitted through the material being measured (I.E.V. 392-04-06).

##### 2.1.3 Rated range

The range of quantity to be measured, observed, supplied or set which the manufacturer has assigned to the apparatus (IEC Publication 359: Expression of the Functional Performance of Electronic Measuring Equipment).

##### 2.1.4 Effective range

That part of the rated range, where measurements can be made within the stated limits of error (IEC Publication 359).

### 2.1.5 *Plage de variation*

Différence algébrique entre les valeurs supérieure et inférieure de la grandeur à mesurer.

### 2.1.6 *Grandeur d'influence*

Grandeur généralement extérieure à l'équipement susceptible d'exercer une influence sur son fonctionnement (Publication 359 de la CEI).

### 2.1.7 *Conditions de référence*

Série de valeurs assorties de tolérances ou de domaines réduits fixées pour les grandeurs d'influence et si nécessaire pour les caractéristiques d'influence, qui sont spécifiés pour effectuer les essais comparatifs ou les essais de calibrage (Publication 359 de la CEI).

### 2.1.8 *Domaine nominal de fonctionnement*

Domaine des valeurs que peut prendre une grandeur d'influence quand les prescriptions concernant l'erreur de fonctionnement sont remplies (Publication 359 de la CEI).

### 2.1.9 *Equation ou courbe d'étalonnage*

Représentation analytique ou graphique du signal de sortie  $Y$  en fonction de la variable à mesurer  $X$ .

### 2.1.10 *Valeur conventionnellement vraie*

La meilleure valeur possible de la quantité mesurée qui est utilisée comme étalon dans des opérations d'étalonnage.

## 2.2 *Définitions concernant l'appareil*

### 2.2.1 *Tête de mesure* (Publication 577 de la CEI)

Sous-ensemble comprenant les sources de rayonnement constituant le bloc émetteur, les détecteurs constituant le bloc récepteur, et les dispositifs associés.

### 2.2.2 *Sous-ensemble électrique de mesure*

Sous-ensemble qui, au moyen de dispositifs électriques ou électroniques incorporés, sert à traiter les signaux électriques fournis par la tête de mesure et à fournir des grandeurs électriques de valeur convenable pour la mesure (Publication 577 de la CEI: Epaisseurmètres par rayonnement ionisant pour matériaux sous forme de feuilles, de revêtements ou de laminés).

### 2.2.3 *Entrefer* (Publication 577 de la CEI)

Densimètre à transmission: intervalle entre le bloc émetteur de rayonnement et le bloc détecteur, dans lequel on place le matériau à mesurer (distance « a », figure 1, page 10).

#### 2.2.3.1 *Parcours total de mesure*

Distance « b » entre la source et le détecteur (voir figure 1).

*Note.* — Cette distance « b » est généralement prise en partant de « centres actifs » convenus préalablement.

### 2.1.5 *Span*

The algebraic difference between the upper and lower range-values of the measured variable.

### 2.1.6 *Influence quantity*

Any quantity, generally external to an apparatus, which may affect its performance (IEC Publication 359).

### 2.1.7 *Reference conditions*

A set of values with tolerances, or restricted ranges of influence quantities, and, if necessary, of influencing characteristics, specified for making comparison and calibration tests (IEC Publication 359).

### 2.1.8 *Rated range of use*

The range of values for an influence quantity within which the requirements concerning operating error are satisfied (IEC Publication 359).

### 2.1.9 *Calibration equation/curve*

Analytical and/or graphical representation of the output signal  $Y$  as a function of the variable to be measured  $X$ .

### 2.1.10 *Converted true value*

The best obtainable value of the quantity being measured used as a standard for calibration purposes.

## 2.2 *Definitions relating to the apparatus*

### 2.2.1 *Measuring head* (IEC Publication 577)

A sub-assembly comprising the radiation sources contained in an emitting assembly, the radiation detectors contained in a receiving assembly and associated devices.

### 2.2.2 *Electrical measuring sub-assembly*

A sub-assembly which by means of incorporated electrical or electronic devices, serves to process the electrical quantities delivered by the measuring head and to supply electrical quantities having convenient values for measurement purposes (IEC Publication 577: Ionizing Radiation Thickness Meters for Materials in the Form of Sheets, Coatings or Laminates).

### 2.2.3 *Measuring gap* (IEC Publication 577)

Transmission density meter: The distance between opposing faces of the radiation emitting assembly and the receiving assembly between which the material being measured is located (distance "a" in Figure 1, page 11).

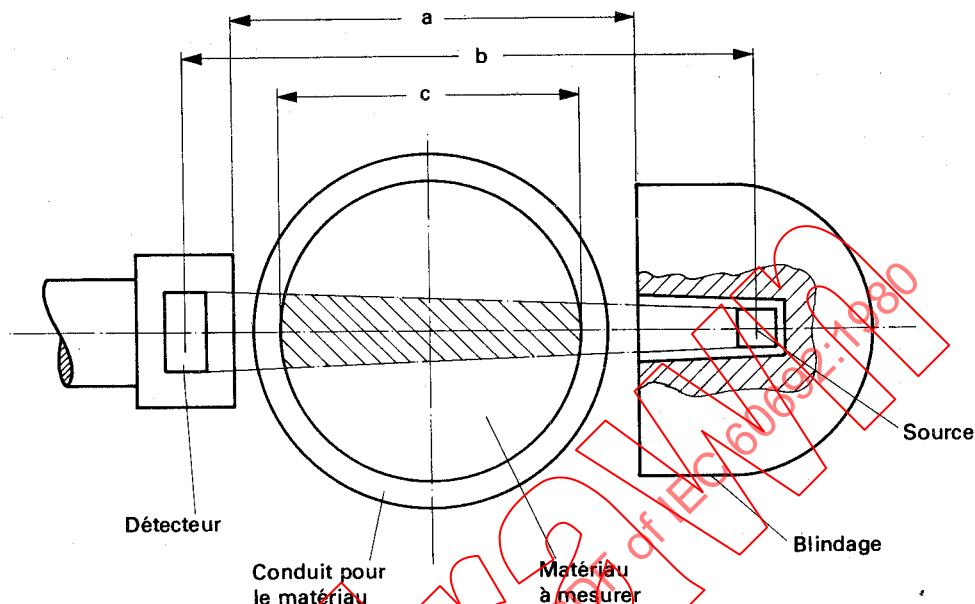
#### 2.2.3.1 *Total measuring path*

The distance "b" between the source and the detector (see Figure 1).

*Note.* — This distance "b" is generally taken between "active centres" previously defined.

### 2.2.3.2 Parcours effectif de mesure

Longueur « c » du matériau irradié à mesurer. Cette longueur « c » peut correspondre au diamètre intérieur d'un conduit irradié (voir figure 1).



397/80

FIG. 1. — Exemple de configuration pour la mesure de densité.

### 2.2.4 Limites d'erreur

Valeurs maximales de l'erreur assignée par le constructeur sur la valeur d'une grandeur indiquée ou fournie par un équipement lorsque celui-ci est utilisé dans les conditions spécifiées dans les méthodes d'essais (article 3).

*Note.* — Les limites d'erreur doivent être indiquées pour des valeurs déterminées de l'activité de la source, du temps de réponse moyen, de l'entrefer et pour une étendue de référence spécifiée de valeurs de densité d'un matériau mesuré.

Dans le cas où l'épaisseur de paroi n'est pas constante, des mesures appropriées pourront être prises pour corriger les effets des variations d'épaisseur de paroi dues à l'érosion, la corrosion ou l'apport de matière.

### 2.2.5 Erreur intrinsèque

Erreur déterminée dans les conditions de référence (Publication 359 de la CEI).

### 2.2.6 Linéarité

Déviation de la courbe représentant les variations de l'indication de sortie en fonction des variations de la grandeur d'entrée par rapport à une ligne droite de référence (voir figure 2, page 12).

*Note.* — Généralement, on mesure une non-linéarité, mais on l'exprime comme une linéarité qui peut être chiffrée en valeur absolue ou relative. Par exemple: un écart standard ou maximal entre une courbe moyenne et une ligne droite. La courbe de réponse moyenne est déterminée après au moins deux excursions complètes de l'étendue de mesure dans chaque sens. Sauf spécification contraire, la linéarité qualifie le signal de sortie.

### 2.2.3.2 Effective measuring path

The length “c” of the irradiated material to be measured. This length may be the inside diameter of the pipe or vessel being irradiated (see Figure 1).

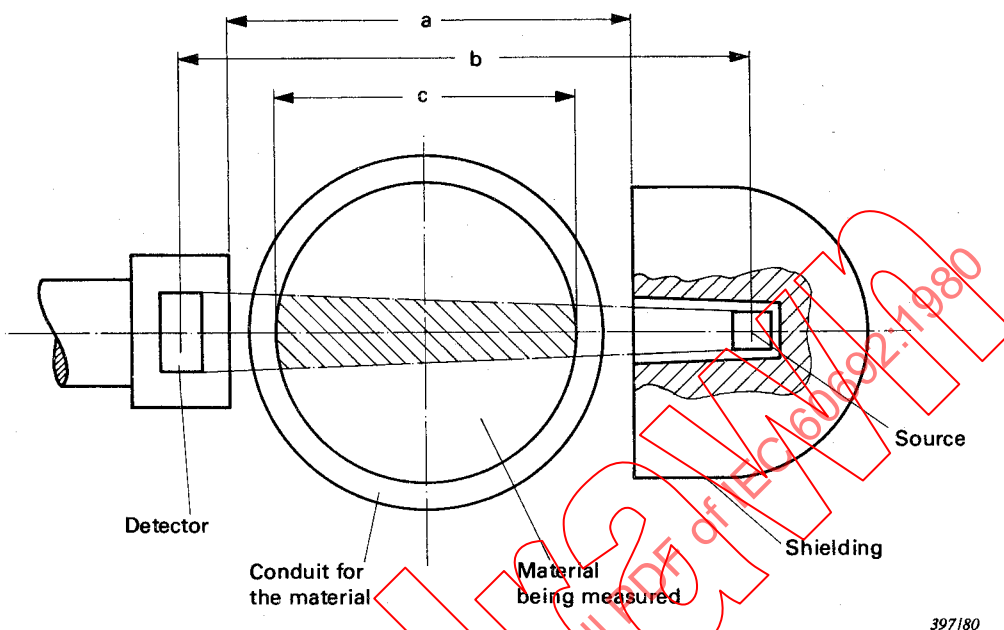


FIG. 1. — Example of a typical density measurement configuration.

### 2.2.4 Limits of error

The maximum values of error assigned by the manufacturer to a measured or supplied quantity of an apparatus operating under conditions specified in the test methods (Clause 3).

*Note.* — The limits of error should be given for specific values of source activity, mean response time, measuring gap and a stated reference range of density values of a measured material.

In cases where the wall thickness is not constant, appropriate measures may be provided to correct the effects of changes in wall thickness due to erosion, corrosion or build-up of material.

### 2.2.5 Intrinsic error

The error determined under reference conditions (IEC Publication 359).

### 2.2.6 Linearity

The closeness to which the actual calibration curve approximates a straight line, as defined in Figure 2, page 13.

*Note.* — It is usually measured as a non-linearity and expressed as linearity which may be either absolute or relative; e.g., a standard deviation or maximum deviation between an average curve and a straight line. The average curve is determined after making two or more full range excursions in each direction. The value of linearity is referred to the output unless otherwise stated.

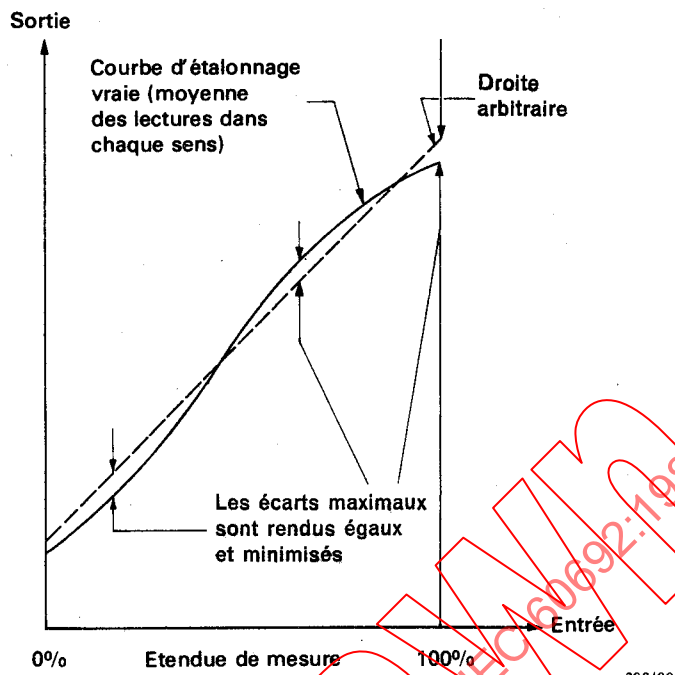


FIG. 2. — Courbe de linéarité.

### 2.2.7 Temps d'établissement moyen

Temps minimal nécessaire après une variation échelon déterminée de la grandeur à mesurer dans l'étendue de mesure pour que le signal de sortie atteigne et conserve une valeur située dans la bande de bruit encadrant à  $\pm 2\sigma$  la valeur moyenne finale (voir figure 3, page 18).

### 2.2.8 Temps de restitution

Temps nécessaire pour que le signal de sortie atteigne et conserve une nouvelle valeur stable à  $\pm 2\sigma$  près, quand la condition de mesure subit une variation échelon correspondant au passage de l'état d'absence de matériau dans l'entrefer de mesure à un nouvel état de présence de matériau d'une valeur spécifiée comprise dans l'étendue de mesure.

### 2.2.9 Temps de réponse moyen

Temps moyen nécessaire après une variation échelon de la grandeur à mesurer pour que le signal de sortie atteigne pour la première fois  $1 - 1/e = 63,2\%$  de sa valeur moyenne finale, compte tenu de la nature statistique du signal.

*Note.* — Le temps de réponse tel qu'il est défini peut aussi être appelé constante de temps.

### 2.2.10 Instabilités

Variations du signal de sortie qui se produisent alors que toutes les grandeurs d'influence sont maintenues constantes et que l'appareil fonctionne dans les conditions de référence à l'intérieur de l'étendue de mesure.

On distingue les instabilités suivantes:

#### a) Fluctuations statistiques du signal de sortie:

Par définition, variation de  $\pm 2$  écarts types à partir de la valeur finale du signal de sortie, déterminée en excluant toutes les dérives, lorsque le détecteur est dans les conditions d'irradiation.

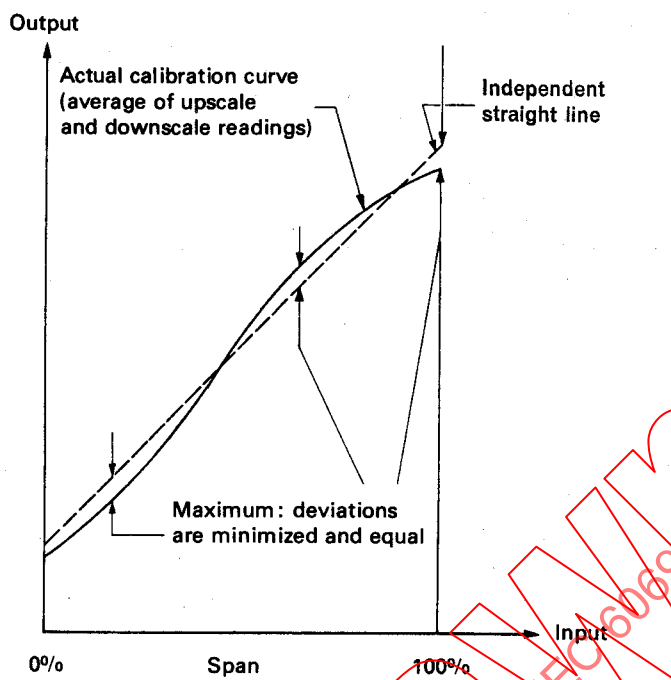


FIG. 2. — Linearity curve.

#### 2.2.7 Mean settling time

The minimum time required after a specified step variation within the effective range of the measured quantity until the output signal reaches and remains within the  $\pm 2\sigma$  noise band of its final value (see Figure 3, page 19).

#### 2.2.8 Recovery time

The time required for the output signal to reach and remain within the  $\pm 2\sigma$  noise band when the measuring condition undergoes a step change from no measured material present in the measuring gap to a new measuring condition corresponding to the presence in the measuring gap of a given sample of a material having a specified value within the effective measurement range.

#### 2.2.9 Mean response time

The mean time after a step variation in the measured quantity until the output signal reaches for the first time  $1 - 1/e = 63.2\%$  of its final mean value, due regard being given to the statistical nature of the signal.

*Note.* — This response time as defined may also be called time constant.

#### 2.2.10 Instabilities

Variations of the final output signal while all influence quantities are held constant and the instrument is operating under reference conditions within the effective range.

The instabilities comprise the following:

a) Statistical fluctuation of the final output signal:

Is defined as  $\pm 2$  standard deviations of the value of the final output signal determined excluding all drifts while the detector is in irradiated conditions.



b) **Instabilité électrique:**

Variation du signal de sortie qui se produit dans les conditions de référence lorsque toutes les grandeurs d'influence sont maintenues constantes et que le détecteur n'affecte pas la mesure.

c) **Dérives:**

Instabilités provoquées par d'autres causes que la nature statistique du rayonnement incident. Elles peuvent être déterminées pour des périodes allant de quelques minutes à quelques années.

i) **Dérive à long terme:**

Dérive observée pour des périodes allant de un jour à un an avec exclusion des effets dus à la décroissance de la source.

ii) **Dérive à court terme:**

Dérive excluant celles qui proviennent de causes extérieures comme la corrosion ou l'usure du récipient ou des tuyaux et le dépôt de matériau sur les parois des tuyaux ou du récipient. Les dérives à court terme sont considérées comme se référant à des périodes inférieures à un jour.

iii) **Dérive de la décroissance de la source:**

Erreur due à la décroissance de la source et aux circuits de compensation associés.

### 3. **Méthodes d'essais**

Le densimètre doit être soumis aux essais suivants pour déterminer les limites d'erreur pour chaque étendue de mesure spécifiée.

Si pour une raison quelconque certains essais ne sont pas effectués, ces omissions doivent faire l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le constructeur.

Toutes les conditions de référence étant maintenues constantes, on déterminera:

- l'instabilité;
- le temps de réponse moyen;
- le temps d'établissement moyen;
- le temps de restitution;
- la linéarité;
- les effets d'essais spéciaux.

Les conditions de référence étant maintenues constantes, sauf pour le paramètre en essai, on doit déterminer l'effet:

- des variations de tension d'alimentation;
- de l'humidité;
- de la variation de température.

Lorsque des valeurs et des domaines normalisés ne sont pas spécifiés dans cette section pour les grandeurs d'influence, il est recommandé d'utiliser les valeurs données dans l'annexe A.

#### 3.1 **Instabilités**

Les instabilités doivent être déterminées en maintenant constantes toutes les grandeurs d'influence et en faisant fonctionner l'appareil dans l'étendue de mesure. La distance source-détecteur et l'activité de la source sont considérées comme des grandeurs d'influence car leurs deux valeurs sont choisies pour satisfaire l'application considérée. La constante de temps ou le temps d'établissement doivent être spécifiés\*.

\* Indiquer les fluctuations en pourcentage de la valeur absolue ou en unités de la variable mesurée.



b) **Electrical instability:**

Variation of the output signal when the detector does not affect the measurement and while all influence quantities are held constant.

c) **Drift:**

Instability caused by all reasons other than the statistical nature of the incident radiation. It can be considered for periods ranging from minutes to years.

i) **Long-term drift:**

Drift observed in the periods ranging from one day to one year, excluding the effects of source decay.

ii) **Short-term drift:**

Excluding drifts arising from external causes such as vessel or pipe wall corrosion or wear and build-up of material on the pipe or vessel walls. The short-term drifts are considered to be drifts occurring in periods of less than 1 day.

iii) **Source decay drift:**

Error due to source decay and any associated compensating circuitry.

### 3. **Test methods**

The density meter shall be subjected to the following tests to determine the limits of error for any stated effective range.

If for any reason some tests are not carried out, these omissions shall be by agreement between the user and the manufacturer.

With all reference conditions held constant there shall be determined:

- instability;
- mean response time;
- mean settling time;
- recovery time;
- linearity;
- special test effects.

With all reference conditions held constant, except for the condition under test, there shall be determined the effect of:

- supply voltage change;
- humidity;
- temperature change.

When standard values and ranges of influence quantities are not specified in this section, it is recommended that the values given in Appendix A be used.

#### 3.1 *Instability*

Instabilities shall be determined while all reference quantities are held constant and the instrument is operating within the effective range. Source to detector separation and source activity are considered as reference quantities because both values are chosen to satisfy the application. The time constant or settling time must be specified.\*

\* Report the fluctuations as a percentage of the absolute value or in units of the measured variable.

### 3.1.1 *Fluctuations statistiques*

Des mesures doivent être faites avec des signaux du détecteur à l'intérieur de l'étendue de mesure à 10%, 50% et 90% de la plage de variation. Ces trois valeurs peuvent être fournies ou seulement la valeur maximale. Les temps de réponse moyens correspondants doivent être indiqués.

La fluctuation statistique du signal de sortie final doit être déterminée à  $\pm 2\sigma$  de la valeur finale du signal de sortie comme indiqué à la figure 3, page 18.

### 3.1.2 *Instabilité électrique*

L'instabilité électrique doit être déterminée comme la variation du signal de sortie de l'appareil pendant un temps donné de façon que le signal du détecteur n'influence pas la mesure (c'est-à-dire en mettant à la terre la sortie du détecteur ou en fournissant un signal de tension constante à la sortie du détecteur ou par tout autre moyen approprié).

### 3.1.3 *Dérive*

L'essai doit être effectué en insérant un absorbeur fixe dans le faisceau de rayonnement après préchauffage de l'appareil. On observe les variations du signal de sortie en fonction du temps et on les exprime de préférence comme une dérive de la valeur moyenne pour une période de temps déterminée.

### 3.2 *Temps de réponse moyen*

A l'aide d'un enregistreur à grande vitesse, d'un oscilloscope ou d'un autre appareil approprié, prendre un certain nombre d'enregistrements ou de photographies après avoir fourni une variation échelon à la grandeur d'entrée et déterminer à chaque fois le temps nécessaire pour atteindre pour la première fois  $1 - 1/e = 63,2\%$  de la valeur moyenne stable finale. Le temps de réponse moyen est la moyenne des temps relevée et doit être établi sur un minimum de trois mesures.

*Note.* — Le temps de réponse tel qu'il est défini peut aussi être appelé constante de temps.

### 3.3 *Temps d'établissement moyen*

Il doit être mesuré en introduisant une variation échelon de la densité apparente du matériau mesuré et en observant la réponse du système au point considéré (voir figure 3).

Il peut être mesuré à n'importe quel point qui permet aux deux limites de l'échelon de rester à l'intérieur de l'étendue de mesure de l'appareil.

Il est souhaitable que la variation échelon de la densité apparente ne dépasse pas 50% de l'étendue de mesure considérée. Il est également souhaitable que ces 50% soient pris pour une lecture comprise entre 30% et 80% de l'étendue de mesure.

Le temps d'établissement moyen doit être mesuré à la fois pour une lecture en augmentation et pour une lecture en diminution.

L'essai est effectué en insérant rapidement dans l'entrefer (et en retirant rapidement de l'entrefer) un absorbeur susceptible de provoquer une variation de lecture de 50% de l'étendue de mesure.

Lorsque les étendues de mesure de l'appareil sont grandes, l'essai doit être effectué en plus d'un point de l'étendue de mesure.

Pour l'essai du système, les temps nécessaires pour produire la variation échelon doivent être inférieurs d'au moins un facteur 10 au temps d'établissement escompté en utilisation normale.

### 3.1.1 *Statistical fluctuations*

Measurements shall be made with detector signals within the effective range at 10%, 50% and 90% of the span. All three values may be reported, or only the maximum value. The respective mean response times shall be stated.

The statistical fluctuation of the final output signal shall be determined as  $\pm 2\sigma$  from the final value of the output signal as illustrated in Figure 3, page 19.

### 3.1.2 *Electrical instability*

The electrical instability shall be determined as the variation of output signal of the meter in a given time in such a manner that the detector signal does not influence the measurement (i.e. by grounding the detector output or supplying a constant voltage signal at the detector output or other as appropriate).

### 3.1.3 *Drift*

The test shall be made by inserting a fixed absorber in the radiation beam after warm-up. Observations are made of the variations in the output as a function of time and should be expressed as drift of the mean value for a stated period of time.

### 3.2 *Mean response time*

Using a high-speed recorder, oscilloscope or other appropriate instrumentation, take a number of recordings or photographs after having produced a step variation in the measured quantity and determine the time required for each measurement to reach, for the first time,  $1 - 1/e = 63.2\%$  of the final steady-state mean value. The mean response time is the mean of the individual times and shall be based on a minimum of three measurements.

*Note.* — This response time as defined may also be called time constant.

### 3.3 *Mean settling time*

It shall be measured by introducing a step change of the apparent density of the measured material and observing the response of the gauge system at the point of interest (see Figure 3).

It may be measured at any point where both limits of the step change are within the effective range of the instrument.

It is recommended that the step change of the apparent density be not greater than 50% of the span of a given range. It is also recommended that this 50% be within a reading of 30% to a reading of 80% of the span.

The mean settling time for an increasing reading as well as a decreasing reading shall be measured.

The test is performed by inserting quickly into the measuring gap (and removing quickly from the measuring gap) an absorber, which will result in a change in reading of 50% of the effective span.

In the case when large ranges are covered by the instrument, the test shall be performed at more than one point of the effective range.

The times required to produce the step changes shall be at least a factor of 10 less than the settling times anticipated to arise in normal use for the system being tested.

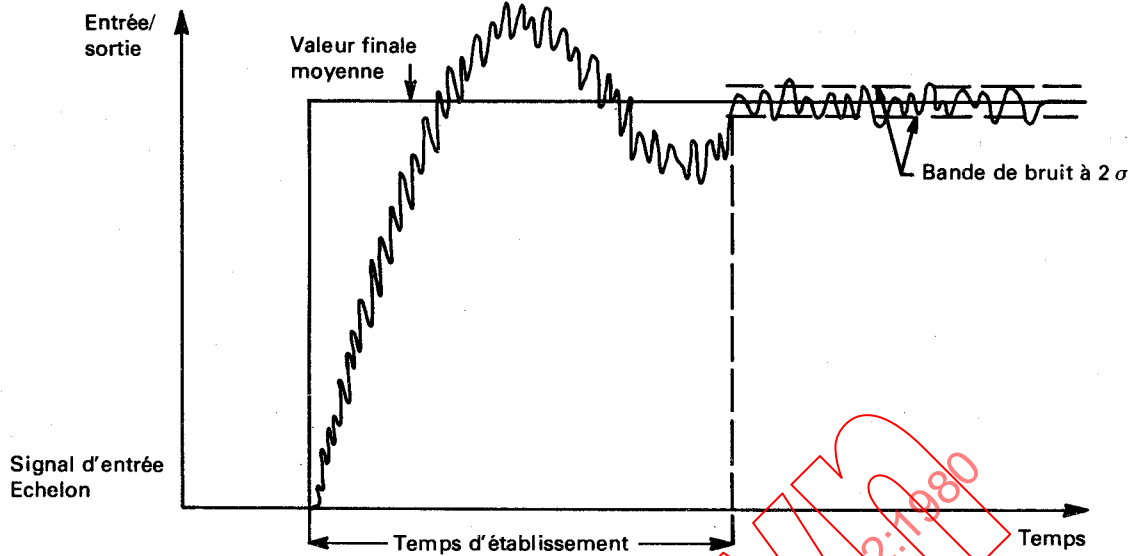


Fig. 3. — Courbe de réponse de sortie.

### 3.4 Temps de restitution

Le temps de restitution d'un instrument, à chaque point de son étendue de mesure, est déterminé en provoquant un brusque changement dans le matériau mesuré. Au moins deux essais doivent être effectués pour qualifier le densimètre:

- l'un correspondant au brusque passage d'une valeur de densité quasi nulle (conduit vide) à une valeur de densité approximativement située à 10% de son étendue de mesure;
- l'autre correspondant au brusque passage d'une valeur quasi nulle à une valeur de densité approximativement située à 90% de son étendue de mesure.

Le changement de densité peut être simulé (par exemple, par l'emploi d'une source et d'absorbants auxiliaires irradiant, de manière appropriée, le bloc détecteur).

Pour l'essai, le temps nécessaire pour produire la variation échelon doit être au moins 10 fois plus faible que le temps de restitution escompté en utilisation normale.

### 3.5 Linéarité

L'erreur de linéarité peut être déterminée soit graphiquement, soit analytiquement à partir des données d'étalonnage, comme illustré dans les définitions 2.1.9 et 2.2.6, et doit être exprimée en pourcentage ( $\pm$ ) de la valeur absolue réelle ou en unités de la grandeur réellement mesurée (par exemple  $\pm 0,001 \text{ g/cm}^3$ ). Pour tenir compte des fluctuations statistiques, la limite  $\pm 2\sigma$  doit être exprimée. La méthode de détermination de la linéarité doit être explicitée par le constructeur (l'analyse par régression linéaire est normalement employée).

### 3.6 Essais spéciaux

Ce sont des essais particuliers fixés en accord entre l'utilisateur et le constructeur. D'autres grandeurs d'influence peuvent être examinées, telles que les conditions de vibration, la corrosion, les effets du rayonnement solaire et des transitoires électriques.

### 3.7 Variations de la tension d'alimentation

Pour mesurer les effets dus aux variations de la tension d'alimentation, deux essais sont effectués: l'un en augmentant de 10%, l'autre en diminuant la tension d'alimentation de 12% de sa valeur nominale.

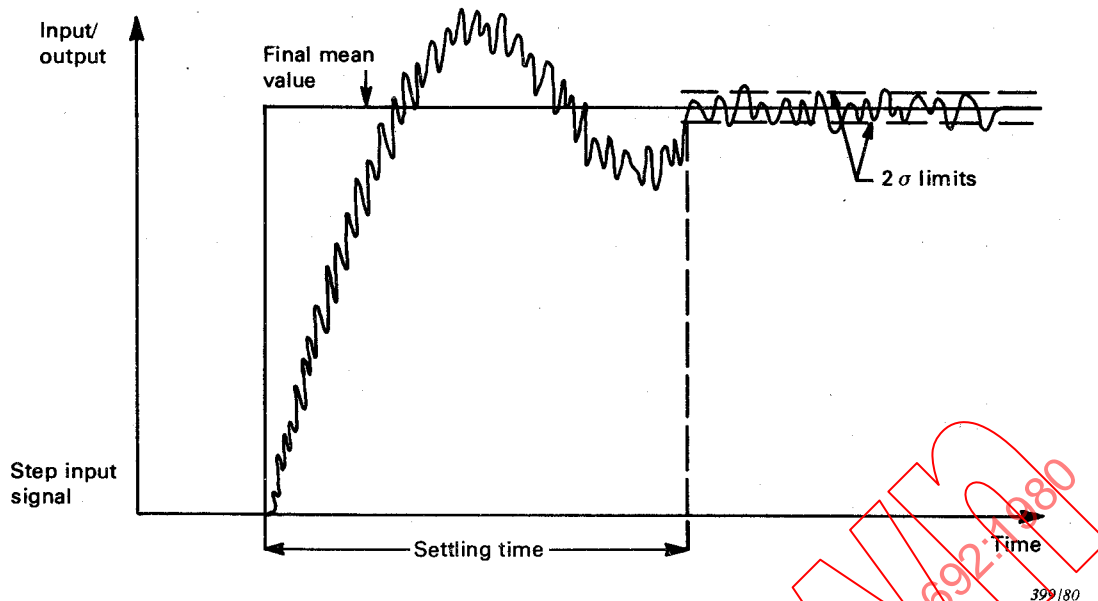


Fig. 3. — Output response curve.

### 3.4 Recovery time

Recovery time of an instrument at any point within its effective range is determined by introducing a step change in measured material. At least two tests shall be conducted to characterize the instrument:

- one from zero density (empty pipe) to a value of approximately 10% of the effective measurement range;
- the other from zero density to approximately 90% of the effective measurement range.

The density change may be simulated (e.g. by use of an auxiliary radiation source and solid absorbers to irradiate the detector assembly appropriately).

The time required to produce any step change shall be at least a factor of 10 less than the recovery time anticipated to arise in normal use for the system being tested.

### 3.5 Linearity

The linearity may be determined either graphically or analytically from the calibration data as illustrated in the definitions 2.1.9 and 2.2.6 and shall be expressed as a  $\pm$  percentage of the absolute actual value or in actual measured value units (e.g.  $\pm 0.001 \text{ g/cm}^3$ ). When expressed statistically, the  $\pm 2\sigma$  limit shall be stated. The method of determining linearity shall be specified by the manufacturer (regression analysis is normally used).

### 3.6 Special tests

These are special tests agreed upon by the user and the manufacturer. Other influence quantities that might be considered are conditions of vibration, corrosion, solar radiation effects, electrical transients.

### 3.7 Supply voltage changes

When measuring the effects due to changes of mains supply voltage, two tests are made: one by increasing the supply voltage by 10% and the other by decreasing the supply voltage by 12% from its rated value.

Les mesures suivantes doivent être enregistrées dans chaque cas:

a) Pendant la première minute:

La dérive maximale de la valeur indiquée ou fournie (comparée à la valeur précédant immédiatement la variation de tension).

b) Après 15 minutes:

La dérive de la valeur indiquée ou fournie (comparée à la valeur précédant immédiatement la variation de tension).

### 3.8 Humidité

On mesure les effets dus aux variations de l'humidité, en choisissant les valeurs de celle-ci parmi celles figurant au paragraphe 6.1.2 de l'annexe A.

Le constructeur doit préciser dans chaque cas quelles parties de l'équipement sont visées par l'essai.

### 3.9 Température

On mesure les effets dus aux variations de température en choisissant les valeurs de celle-ci parmi celles figurant au paragraphe 6.1.1 de l'annexe A.

Le constructeur doit préciser dans chaque cas quelles parties de l'équipement sont visées par l'essai.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60692:1989

Withdrawn

---

The following measurements shall be recorded in each case:

a) During the first minute:

The maximum shift of the indicated or supplied value (compared with that immediately before the supply voltage change).

b) After 15 minutes:

The shift of the indicated or supplied value (compared with that immediately before the supply voltage change).

### 3.8 Humidity

When measuring the effects due to changes in humidity, the values given for this quantity shall be taken from those mentioned in Appendix A, Sub-clause 6.1.2.

The manufacturer shall specify case by case to which part or parts of the equipment the test refers.

### 3.9 Temperature

When measuring the effects due to changes in temperature, the values given for this quantity shall be taken from those mentioned in Appendix A, Sub-clause 6.1.1.

The manufacturer shall specify case by case to which part or parts of the equipment the test refers.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60992:1989

Withdwn



## ANNEXE A

### EXTRAITS DE LA PUBLICATION 359 DE LA CEI

#### 6. Valeurs normales et domaines normaux recommandés pour les grandeurs d'influence\*

Les domaines nominaux de fonctionnement des grandeurs d'influence mentionnées ci-dessous ont été répartis dans les trois catégories d'utilisation suivantes:

- I. Pour usage à l'intérieur et dans les conditions rencontrées normalement dans les laboratoires et les usines, où l'appareil est manipulé avec précaution.
- II. Pour usage dans des ambiances protégées contre des conditions d'environnement extrêmes et dans des conditions de manipulation intermédiaires comprises entre celles des catégories I et III.
- III. Pour usage à l'extérieur et dans des endroits où l'appareil peut être soumis à des manipulations brutales.

#### 6.1 Conditions climatiques

##### 6.1.1 Température ambiante

Valeur de référence:	20 °C, 23 °C, 25 °C ou 27 °C
— en l'absence d'indication:	20 °C
Tolérance sur la valeur de référence selon la consommation des appareils:	≤ 50 W ... ± 1 °C > 50 W ... ± 2 °C
Domaines nominaux de fonctionnement	I: + 5 °C à + 40 °C II: - 10 °C à + 55 °C III: - 25 °C à + 60 °C**
Domaine limite de fonctionnement:	sauf indication contraire, identique au domaine nominal de fonctionnement
Domaine limite de stockage et de transport:	- 40 °C à + 60 °C**

##### 6.1.2 Humidité relative de l'air

Comme il est peu probable de rencontrer simultanément des valeurs extrêmes de température et d'humidité, le constructeur peut indiquer la limite de durée pendant laquelle ces valeurs peuvent être appliquées, et, si nécessaire, il doit indiquer les limitations des combinaisons pour un fonctionnement continu.

Domaine de référence à 20 °C, 23 °C, 25 °C ou 27 °C:	45% à 75%
Domaines nominaux de fonctionnement	I: 20% à 80% sans condensation II: 10% à 90% avec condensation III: 5% à 95% avec condensation
Domaine limite de fonctionnement:	} à l'étude
Domaine limite de stockage et de transport:	

\* La tête de mesure et l'électronique peuvent être destinées à différents groupes d'utilisation.

\*\* Cette valeur est inférieure à la valeur de 70 °C fixée dans la Publication 359 de la CEI (en raison des limites des possibilités de l'appareil).