

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 577
Première édition — First edition
1977

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

Ionizing radiation thickness meters for materials
in the form of sheets, coatings or laminates



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

Révision de la présente publication

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

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Rapport d'activité de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie utilisée dans la présente publication

Seuls sont définis ici les termes spéciaux se rapportant à la présente publication.

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Symboles graphiques et littéraux

Seuls les symboles graphiques et littéraux spéciaux sont inclus dans la présente publication.

Le recueil complet des symboles graphiques approuvés par la CEI fait l'objet de la Publication 117 de la CEI.

Les symboles littéraux et autres signes approuvés par la CEI font l'objet de la Publication 27 de la CEI.

Autres publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les autres publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

Revision 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 on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology used in this publication

Only special terms required for the purpose of this publication are defined herein.

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

Graphical and letter symbols

Only special graphical and letter symbols are included in this publication.

The complete series of graphical symbols approved by the IEC is given in IEC Publication 117.

Letter symbols and other signs approved by the IEC are contained in IEC Publication 27.

Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists other IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 577
Première édition — First edition
1977

Epaisseurètres par rayonnement ionisant
pour matériaux sous forme de feuilles, de revêtements ou de laminés

Ionizing radiation thickness meters for materials
in the form of sheets, coatings or laminates



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

1, rue de Varembé
Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
SECTION UN — GÉNÉRALITÉS	
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Définitions concernant la mesure et le contrôle	6
3.1 Epaisseurmètre (par rayonnement ionisant)	6
3.2 Epaisseurmètre à transmission (de rayonnement ionisant)	8
3.3 Epaisseurmètre à rétrodiffusion bêta (gamma)	8
3.4 Epaisseurmètre à fluorescence X	8
3.5 Domaine nominal	8
3.6 Etendue de mesure	8
3.7 Epaisseur massique (masse surfacique)	8
3.8 Grandeur d'influence	8
3.9 Surface de mesure totale	8
3.10 Surface de mesure effective	8
3.11 Conditions de référence	8
3.12 Domaine nominal de fonctionnement	10
3.13 Résolution	10
3.14 Longueur de résolution géométrique	10
4. Définitions concernant les appareils	10
4.1 Tête de mesure	10
4.2 Sous-ensemble électrique de mesure	10
4.3 Dispositif de balayage transversal	10
4.4 Entrefer	10
4.5 Ligne de passe	10
4.6 Ligne de passe de référence	10
4.7 Erreur de profil avec échantillon	10
4.8 Erreur de ligne de passe	12
4.9 Temps de réponse moyen	12
4.10 Temps d'établissement moyen	12
4.11 Instabilité électrique	12
4.12 Instabilité radiométrique totale	12
SECTION DEUX — PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES	
5. Généralités	12
5.1 Epaisseurmètres en général	12
5.2 Epaisseurmètres à transmission et à balayage transversal	14
SECTION TROIS — PRESCRIPTIONS RELATIVES AUX ESSAIS	
6. Détermination des limites d'erreur	14
6.1 Procédure d'essais	14
6.2 Caractéristiques fonctionnelles	14
6.3 Grandeurs d'influence	18
7. Autres caractéristiques fonctionnelles	18
7.1 Temps d'établissement moyen	18
7.2 Résolution	20
7.3 Longueur de résolution géométrique	22
7.4 Temps de réponse moyen	22
7.5 Surfaces de mesure	22
ANNEXE A	30

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
SECTION ONE — GENERAL	
Clause	
1. Scope	7
2. Object	7
3. Definitions related to the measurement or control function	7
3.1 Thickness meter (ionizing radiation)	7
3.2 Transmission thickness meter (ionizing radiation)	9
3.3 Beta (gamma) backscatter thickness meter	9
3.4 X-ray fluorescence thickness meter	9
3.5 Rated range	9
3.6 Effective range	9
3.7 Mass per unit area (surface mass, surface density, mass cross-section)	9
3.8 Influence quantity	9
3.9 Total measurement area	9
3.10 Effective measurement area	9
3.11 Reference conditions	9
3.12 Rated range of use	11
3.13 Resolution	11
3.14 Geometrical resolution length	11
4. Definitions related to the apparatus	11
4.1 Measuring head	11
4.2 Electrical measuring sub-assembly	11
4.3 Traversing mechanism	11
4.4 Measuring gap	11
4.5 Pass line	11
4.6 Reference pass line	11
4.7 Sample profile error	11
4.8 Pass line error	13
4.9 Mean response time	13
4.10 Mean settling time	13
4.11 Electrical instability	13
4.12 Overall radiometric instability	13
SECTION TWO — GENERAL REQUIREMENTS	
5. General	13
5.1 Thickness meters in general	13
5.2 Traversing transmission thickness meters	15
SECTION THREE — TEST REQUIREMENTS	
6. Determination of the limits of error	15
6.1 Test procedure	15
6.2 Performance characteristics	15
6.3 Influence quantities	19
7. Other performance characteristics	19
7.1 Mean settling time	19
7.2 Resolution	21
7.3 Geometrical resolution length	23
7.4 Mean response time	23
7.5 Measurement areas	23
APPENDIX A	31

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**ÉPAISSEURMÈTRES PAR RAYONNEMENT IONISANT
POUR MATÉRIAUX SOUS FORME DE FEUILLES, DE REVÊTEMENTS
OU DE LAMINÉS**

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 Londres en 1972, puis révisé lors des réunions suivantes. A la suite de la réunion de Milan en 1974, un projet, document 45(Bureau Central)94, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en novembre 1975.

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

Afrique du Sud (République d')	Japon
Allemagne	Pays-Bas
Australie	Pologne
Belgique	Roumanie
Canada	Royaume-Uni
Danemark	Suède
Espagne	Suisse
Finlande	Tchécoslovaquie
France	Turquie
Israël	Union des Républiques
Italie	Socialistes Soviétiques

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

Publications n°s 50: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.).

359: Expression des qualités de fonctionnement des équipements de mesure électroniques.

476: Appareils électriques de mesure utilisant des sources radioactives.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**IONIZING RADIATION THICKNESS METERS FOR MATERIALS
IN THE FORM OF SHEETS, COATINGS OR LAMINATES**

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 London in 1972, and was revised during subsequent meetings. As a result of the meeting held in Milan in 1974, a draft, Document 45(Central Office)94, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in November 1975.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Netherlands
Belgium	Poland
Canada	Romania
Czechoslovakia	South Africa (Republic of)
Denmark	Spain
Finland	Sweden
France	Switzerland
Germany	Turkey
Israel	Union of Soviet
Italy	Socialist Republics
Japan	United Kingdom

Other IEC publications quoted in this standard:

- Publications Nos. 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.).
359: Expression of the Functional Performance of Electronic Measuring Equipment.
476: Electrical Measuring Instruments Utilizing Radioactive Sources.

ÉPAISSEURMÈTRES PAR RAYONNEMENT IONISANT POUR MATÉRIAUX SOUS FORME DE FEUILLES, DE REVÊTEMENTS OU DE LAMINÉS

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

La présente norme concerne les définitions et les méthodes d'essais relatives à tous les épaisseurmètres à radioéléments destinés soit à des mesures en continu, soit à des mesures de contrôle sur des matériaux sous forme de feuilles, de revêtements ou de laminés. Elle s'applique aux cas où le signal de sortie correspond directement à la grandeur mesurée ainsi qu'aux cas où il correspond à une différence avec une valeur fixée de cette grandeur. Les aspects relatifs à la sécurité ne sont pas examinés dans cette norme.

2. Objet

Les épaisseurmètres considérés dans cette norme sont généralement fabriqués pour des applications industrielles couvrant une très grande variété d'industries et de spécifications. En conséquence, une norme couvrant les spécifications de conception et de fonctionnement n'est pas réalisable. Des normes restreintes à des types particuliers d'appareils ou à des champs particuliers d'application pourront être établies en temps utile.

Le but actuel est d'établir une norme qui « facilite la comparaison des appareils objets de spécifications différentes », en fixant des recommandations générales et des méthodes d'essais.

Les valeurs numériques des diverses grandeurs ne sont pas traitées dans cette norme puisqu'elles font généralement l'objet d'accords entre l'utilisateur et le fournisseur selon les prescriptions particulières.

Dans cette norme, le terme « épaisseur » est utilisé dans le sens d'épaisseur massique. Les épaisseurmètres à radioéléments mesurent en général l'épaisseur massique. Ils ne peuvent être appelés épaisseurmètres que si le numéro atomique équivalent et la masse volumique du matériau à mesurer sont connus ou si l'appareil est étalonné avec des échantillons de la production réelle et si le numéro atomique équivalent et la masse volumique du matériau produit ne varient pas par rapport à ces échantillons au cours de la production.

On supposera que le résultat de la mesure est exprimé soit en épaisseur, soit en épaisseur massique suivant l'application particulière.

Ces méthodes d'essais peuvent s'appliquer aux appareils ayant un mécanisme fixe ou à déplacement transversal et fonctionnant par transmission, rétrodiffusion et fluorescence X.

3. Définitions concernant la mesure et le contrôle

3.1 Epaisseurmètre (par rayonnement ionisant)

Ensemble de mesure comportant une source de rayonnement ionisant et destiné à effectuer la mesure non destructive de l'épaisseur d'un matériau par l'emploi du rayonnement ionisant (Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.) 392-04-01).

IONIZING RADIATION THICKNESS METERS FOR MATERIALS IN THE FORM OF SHEETS, COATINGS OR LAMINATES

SECTION ONE — GENERAL

1. Scope

This standard relates to definitions, test methods and procedures for all radioactive isotope meters designed either for continuous operation or for check measurements on materials in the form of sheets, coatings or laminates. It applies to systems with output signals directly related to the measured quantity as well as to those related to a difference from a set value of the quantity. Safety aspects of equipment are not considered herein.

2. Object

The thickness meters considered in this standard are generally custom-built for industrial applications covering a very wide range of industries and specifications; in consequence, a standard covering design or performance specifications is impractical. Restricted standards for particular types of equipment or for particular fields of application may be prepared in due course.

The present aim is to prepare a standard which “facilitates comparison of equipments of differing specifications” by laying down general recommendations and test procedures.

The numerical magnitudes of the various quantities have been omitted in this standard since these are generally agreed upon between user and supplier according to the particular requirements.

In this standard, the term “thickness” is taken to mean mass per unit area. Radiometric thickness meters in general measure mass per unit area and can be termed thickness meters only if the effective atomic number and density of the material being measured are known, or if the meter is calibrated against actual production samples and if the effective atomic number and density of the material produced do not change in relation to these samples.

However, it will be assumed that the result of the measurement is expressed either as a thickness or a mass per unit area according to the particular application.

These test methods may be applied to instruments with fixed or traversing mechanisms for transmission, backscattering and X-ray fluorescence.

3. Definitions related to the measurement or control function

3.1 *Thickness meter (ionizing radiation)*

A measuring assembly that includes an ionizing radiation source and is designed to measure non-destructively the thickness of a material by means of ionizing radiation (International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.) 392-04-01).

3.2 *Épaisseurmètre à transmission (de rayonnement ionisant)*

Épaisseurmètre utilisant la mesure du rayonnement transmis après absorption dans le matériau mesuré (V.E.I. 392-04-02).

3.3 *Épaisseurmètre à rétrodiffusion bêta (gamma)*

Épaisseurmètre comportant une source de rayonnement bêta (gamma) et utilisant le rayonnement rétrodiffusé par le matériau à mesurer et par tout support adjacent au matériau à mesurer.

3.4 *Épaisseurmètre à fluorescence X*

Épaisseurmètre utilisant le rayonnement de fluorescence X excité, soit dans le matériau mesuré, soit dans son support (V.E.I. 392-04-04).

3.5 *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).

3.6 *Etendue de mesure*

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

Note. — L'étendue de mesure peut être subdivisée afin de caractériser l'appareil plus complètement.

3.7 *Épaisseur massique (masse surfacique)*

Grandeur égale au produit de la masse volumique d'un matériau par l'épaisseur du même matériau.

La masse surfacique peut être calculée, en pratique, en pesant un échantillon du matériau de surface connue et en divisant la masse par cette surface.

3.8 *Grandeur d'influence*

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

Note. — Une modification dans la valeur d'une caractéristique fonctionnelle peut affecter une autre caractéristique fonctionnelle.

3.9 *Surface de mesure totale*

Surface maximale d'un matériau donné placé dans la ligne de passe de référence et contribuant à la totalité du signal de l'appareil.

3.10 *Surface de mesure effective*

Surface d'un matériau donné placé dans la ligne de passe de référence qui fournit la corrélation optimale entre le signal de l'appareil et la variable de la feuille que l'on mesure (en général cette surface correspond à une valeur de 65% à 95% de la surface de mesure totale).

3.11 *Conditions de référence*

Série de valeurs assorties de tolérances, ou de domaines réduits fixés 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).

3.2 *Transmission thickness meter (ionizing radiation)*

A thickness meter that utilizes the radiation transmitted through the material being measured (I.E.V. 392-04-02).

3.3 *Beta (gamma) backscatter thickness meter*

A thickness meter that includes a beta (gamma) radiation source and that utilizes the radiation backscattered by the material being measured and any backing material adjacent to the material being measured.

3.4 *X-ray fluorescence thickness meter*

A thickness meter that utilizes the X-ray fluorescence excited in the material to be measured or in the supporting material (I.E.V. 392-04-04).

3.5 *Rated range*

The range of a 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).

3.6 *Effective range*

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

Note. — The effective range may be subdivided in order to characterize the instrument more fully.

3.7 *Mass per unit area (surface mass, surface density, mass cross-section)*

A quantity equal to the product of the density (mass of a unit volume) of a material and the thickness of the same material.

The mass per unit area may be calculated in practice by weighing a sample of material and dividing by its known area.

3.8 *Influence quantity*

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

Note. — A change in the value of one performance characteristic may affect another performance characteristic.

3.9 *Total measurement area*

The maximum area of a given material located at the reference pass line which contributes 100% of the instrument signal.

3.10 *Effective measurement area*

The area of a given material located at the reference pass line which provides the optimum correlation between the instrument signal and the sheet variable being measured. (Typically, this area will be in the range of 65% to 95% of the total measured area.)

3.11 *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).

3.12 *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).

3.13 *Résolution **

La plus petite variation de la grandeur à mesurer qui peut être observée ou détectée. On devra tenir compte de la nature statistique du signal.

3.14 *Longueur de résolution géométrique **

Longueur minimale dans une direction donnée d'un échantillon étalon, de masse surfacique déterminée, qui peut être mesurée avec une précision donnée.

4. Définitions concernant les appareils

4.1 *Tête de mesure*

Dans un épaisseurmètre (par rayonnement ionisant), sous-ensemble comprenant la source de rayonnement, le détecteur et des dispositifs associés.

4.2 *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.

4.3 *Dispositif de balayage transversal*

Ensemble qui permet à la tête de mesure de se déplacer sur toute la largeur du matériau dont on mesure l'épaisseur.

4.4 *Entrefer*

Épaisseurmètre à transmission: intervalle entre le bloc émetteur de rayonnement ou le bloc détecteur, dans lequel on place le matériau à mesurer.

Épaisseurmètre à rétrodiffusion: intervalle séparant l'ensemble du bloc émetteur et du bloc détecteur de rayonnement de la surface arrière du matériau à mesurer ou de la surface du matériau placé derrière lui.

4.5 *Ligne de passe*

Chemin que le matériau, dont on mesure l'épaisseur, doit suivre dans l'entrefer.

4.6 *Ligne de passe de référence*

Ligne de passe dans l'entrefer correspondant à la position du matériau pour laquelle on effectue normalement l'étalonnage. Elle est habituellement définie à une distance spécifiée, soit de la surface du boîtier de la source, soit de la surface du boîtier du détecteur.

4.7 *Erreur de profil avec échantillon*

Erreur résultant du balayage par la tête de mesure de toute la longueur du dispositif transversal lorsqu'un échantillon étalon se trouve dans la ligne de passe dans les conditions de référence.

L'erreur peut s'exprimer comme l'écart par rapport à la valeur mesurée de chaque échantillon étalon.

* Dans le cas de mesures d'épaisseur, la résolution et la longueur de résolution géométrique sont fonctions de la surface de mesure effective, du temps d'établissement de l'appareil et de la vitesse de balayage du matériau.