

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC  
1336**

Première édition  
First edition  
1996-11

---

---

**Instrumentation nucléaire –**

**Systèmes de mesure d'épaisseur  
par rayonnement ionisant –  
Définitions et méthodes d'essai**

**Nuclear instrumentation –**

**Thickness measurement systems  
utilizing ionizing radiation –  
Definitions and test methods**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 1336: 1996

## Validité de la présente publication

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

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

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

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**  
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**  
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

## Terminologie

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

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

## Symboles graphiques et littéraux

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

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

et pour les appareils électromédicaux,

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

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

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

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

## Validity of this publication

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

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

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

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

## Terminology

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

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

## Graphical and letter symbols

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

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

and for medical electrical equipment,

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

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

## IEC publications prepared by the same technical committee

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

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC  
1336**

Première édition  
First edition  
1996-11

---

---

**Instrumentation nucléaire –**

**Systèmes de mesure d'épaisseur  
par rayonnement ionisant –  
Définitions et méthodes d'essai**

**Nuclear instrumentation –**

**Thickness measurement systems  
utilizing ionizing radiation –  
Definitions and test methods**

© CEI 1996 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 Varembé Genève, Suisse

---

---



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

**W**

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

## SOMMAIRE

|                                                                                      | Pages |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| AVANT-PROPOS .....                                                                   | 4     |
| INTRODUCTION .....                                                                   | 6     |
| <br>Articles                                                                         |       |
| 1 Généralités.....                                                                   | 8     |
| 1.1 Domaine d'application et objet .....                                             | 8     |
| 1.2 Références normatives .....                                                      | 10    |
| 1.3 Définitions .....                                                                | 10    |
| 2 Conditions d'essais .....                                                          | 26    |
| 2.1 Généralités.....                                                                 | 26    |
| 2.2 Essais en laboratoire .....                                                      | 28    |
| 2.2.1 Essais de caractéristiques intrinsèques .....                                  | 28    |
| 2.2.2 Grandeurs d'influence et essais.....                                           | 48    |
| 2.2.3 Essais de système de mesure et d'analyse de la machine<br>et du processus..... | 58    |
| 2.3 Documentation concernant les résultats d'essais en laboratoire .....             | 60    |
| 2.4 Essais sur site .....                                                            | 60    |
| 2.4.1 Essai concernant l'erreur de profil d'échantillon du système .....             | 62    |
| 2.4.2 Essais de reproductibilité du système de profil et de balayage<br>moyen.....   | 62    |
| 2.4.3 Essai de longueur de résolution géométrique.....                               | 66    |
| <br>Annexes                                                                          |       |
| A Essais concernant la tension du réseau .....                                       | 68    |
| B Description généralisée d'un système de mesure.....                                | 70    |

## CONTENTS

|                                                                       | Page |
|-----------------------------------------------------------------------|------|
| FOREWORD .....                                                        | 5    |
| INTRODUCTION .....                                                    | 7    |
| Clause                                                                |      |
| 1 General .....                                                       | 9    |
| 1.1 Scope and object .....                                            | 9    |
| 1.2 Normative references .....                                        | 11   |
| 1.3 Definitions .....                                                 | 11   |
| 2 Test requirements .....                                             | 27   |
| 2.1 General .....                                                     | 27   |
| 2.2 Laboratory tests .....                                            | 29   |
| 2.2.1 Intrinsic performance tests .....                               | 29   |
| 2.2.2 Influence quantities and tests .....                            | 49   |
| 2.2.3 Process and machine analysis and measurement system tests ..... | 59   |
| 2.3 Laboratory test results documentation .....                       | 61   |
| 2.4 On-site tests .....                                               | 61   |
| 2.4.1 System sample profile error test .....                          | 63   |
| 2.4.2 System profile and scan average reproducibility tests .....     | 63   |
| 2.4.3 Geometrical resolution length test .....                        | 67   |
| Annexes                                                               |      |
| A Mains supply voltage tests .....                                    | 69   |
| B Generalized measurement system description .....                    | 71   |

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## INSTRUMENTATION NUCLÉAIRE –

**Systèmes de mesure d'épaisseur par rayonnement ionisant –  
Définitions et méthodes d'essai**

## AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 1336 a été établie par le comité d'études 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Cette norme annule et remplace la CEI 769 publiée en 1983 et constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| FDIS        | Rapport de vote |
|-------------|-----------------|
| 45/388/FDIS | 45/404/RVD      |

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

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

L'annexe B est donnée uniquement à titre d'information.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## NUCLEAR INSTRUMENTATION –

**Thickness measurement systems utilizing ionizing radiation –  
Definitions and test methods**

## FOREWORD

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

International Standard IEC 1336 has been prepared by IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

This standard cancels and replaces IEC 769 published in 1983 and constitutes a technical revision.

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

| FDIS        | Report on voting |
|-------------|------------------|
| 45/388/FDIS | 45/404/RVD       |

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

Annex A forms an integral part of this standard.

Annex B is for information only.

## INTRODUCTION

Depuis 1983, les nombreux progrès de la technologie ont influencé les procédures d'essai communément utilisées pour les systèmes de mesure à base de rayonnement ionisant. Ils incluent ce qui suit:

- Usage courant d'ordinateurs PC de laboratoire, avec des modules d'acquisition de données pour pratiquement tous les besoins de mesure des performances de base, qui permet l'acquisition automatique des données; le traitement statistique des données; une utilisation plus étendue des variables calculées (par exemple l'épaisseur) au lieu de signaux bruts de radiation (par exemple volts ou comptages); la présentation par tableur et manipulation des données et des résultats; des jeux de données plus importants.
- Nouveaux dispositifs liés aux systèmes de mesure permettant d'accéder aux informations de mesure, tels que: échantillonnage à très grande vitesse; système intégré d'acquisition de données; traitement statistique des données; présentation sous forme graphique et sous forme de tableau sur vidéo ou sur imprimante; mesure de profils transversaux à haute résolution; bases de données étendues avec acquisition des résultats caractéristiques à long terme et détermination des tendances; analyse prédictive de panne, etc.
- Conception de nouveaux dispositifs pour améliorer la précision absolue de mesure malgré des environnements adverses, tels que: élimination des erreurs dues aux corps étrangers (poussière) dans le faisceau de mesure, effets de la température, influence des charges électrostatiques, vibrations et effets microphoniques, compensation de l'influence de la colonne d'air, échantillons internes servant de référence pour la mesure, microprocesseurs et microcontrôleurs placés directement à l'intérieur des capteurs.

En regard de la complexité des signaux pour la régulation de processus utilisés au niveau actuel de la technologie, avec des régulations transversales, des architectures distribuées d'unités de régulation et autres variations dans les procédés de régulation, cette norme n'inclut pas le point test B défini dans la CEI 769. L'annexe B a également été retirée car obsolète et inadéquate au vu des méthodes modernes d'acquisition automatiques de données et des techniques statistiques de traitement des valeurs. Cependant de nombreux nouveaux essais et méthodes d'essai ont été ajoutés dans cette norme.

## INTRODUCTION

Since 1983, there have been many advances in the state-of-the-art technology that influence the test procedures which are in common use for measurement systems utilizing ionizing radiation. These include the following.

- Common usage of laboratory PC computers with data acquisition modules for nearly all primary performance measurement purposes, which means automated data collection; statistical data processing; more extensive use of calculated variables (such as thickness) instead of raw radiation signals (such as volts or counts); spreadsheet presentation and manipulation of data and results; much larger data sets.
- New measurement system-related features for accessing measurement information such as: very high speed sampling; integrated work-station data logging, statistical data processing, and video/printer tabular and graphical data presentations; high resolution scanning measurement profiles; extensive data bases with long-term performance characteristics logging and reporting of trends; predictive failure analysis, etc.
- New design features to maximize absolute measurement accuracy in adverse environments including such things as: elimination of errors due to foreign material (dirt) in the measurement path, temperature effects, electrostatic charge influences, vibration/ microphonics; measurement air column compensation; internal measurement reference samples; microcomputers and microcontrollers built directly into the sensors.

In light of the complexity of process control signals in current state-of-the-art technology with cross-machine controls, DCS architecture and other variations in control processes, this standard does not include the test point B of IEC 769. The original appendix B has also been deleted as it is obsolete and inadequate in view of today's automated data collection methods and statistical data processing techniques. However, a number of new tests and test methods have been added to this standard.

## INSTRUMENTATION NUCLÉAIRE –

### Systèmes de mesure d'épaisseur par rayonnement ionisant – Définitions et méthodes d'essai

#### 1 Généralités

##### 1.1 *Domaine d'application et objet*

La présente norme a trait aux définitions, méthodes d'essais et procédés pour les systèmes de mesure par rayonnement ionisant destinés à effectuer des mesures et des vérifications continues ou discontinues de l'épaisseur, de la masse par unité de surface ou de la masse par unité de longueur au cours de processus industriels. Le produit fabriqué à mesurer peut se présenter sous la forme de feuilles, de produits fabriqués, de revêtements, de produits laminés, de tubes ou de barreaux. Cette norme s'applique à des systèmes comportant une ou plusieurs sorties à des fins d'affichage ou de régulation. Les signaux peuvent être soit analogiques, soit numériques. Le système de mesure peut également comprendre des signaux d'entrée multiples, avec différents moyens de compensation et de conditionnement de signal précédant les signaux de sortie.

Les aspects de sécurité sont traités dans d'autres normes de la CEI ou de l'ISO (par exemple la CEI 405, l'ISO 2919 et l'ISO 7205). La conformité avec les réglementations nationales et locales, et les pratiques usuelles seront également considérées.

Les systèmes de mesure d'épaisseur qui font l'objet de la présente norme sont en général élaborés pour des applications industrielles entrant dans une large gamme d'industries, d'applications et de spécifications. Le but poursuivi consiste à identifier les paramètres et variables communs, ainsi qu'à spécifier des essais et documents normalisés de façon à faciliter la comparaison des caractéristiques des différents systèmes de mesure disponibles sur le marché. Ces essais sont applicables à des systèmes comportant des têtes de mesure soit fixes, soit traversantes, et munies de détecteurs de rayonnements par transmission, par rétrodiffusion ou par fluorescence X.

Un grand nombre de systèmes de mesure de rayonnements ionisants en usage aujourd'hui comportent des détecteurs multiples et utilisent différents moyens de compensation des signaux de détecteurs de base de façon à minimiser les effets de grandeurs d'influence étrangère qui peuvent entraîner des erreurs. Des microprocesseurs et des mini-ordinateurs ont permis de développer le traitement de signaux d'entrée multiples et les techniques de compensation d'erreur. Dans les systèmes les plus complexes, il est difficile d'évaluer entièrement l'efficacité du traitement interactif des signaux et des algorithmes de compensation par contrôle statique. Par exemple, les temps de réponse et les temps de collecte de données pour les détecteurs dont les signaux seront combinés selon certaines fonctions analytiques ont peu d'importance dans les conditions de contrôle statique de la présente norme, mais ils peuvent entraîner d'importantes erreurs dans des conditions de mesure dynamique s'ils ne sont pas adaptés de façon appropriée. L'importance relative des erreurs des grandeurs d'influence à compenser joue également un rôle considérable.

Il convient que les moyens de compensation pour des détecteurs ayant une grande sensibilité aux grandeurs d'influence soient plus précis que pour des détecteurs qui font montre d'erreurs mineures, de façon à parvenir aux mêmes résultats globaux. C'est pourquoi il est nécessaire d'avoir, dans la norme, des contrôles de caractéristiques qui peuvent comprendre tout l'ensemble du traitement interactif des signaux et les compensations. Cela est facilité, dans la présente norme, grâce à l'introduction de différents points de contrôle pour le système de mesure en cours d'évaluation.

## NUCLEAR INSTRUMENTATION –

### Thickness measurement systems utilizing ionizing radiation – Definitions and test methods

#### 1 General

##### 1.1 Scope and object

This standard relates to definitions, test methods, and procedures for ionizing radiation measurement systems designed for either continuous or discrete measurements and checks of mass per unit area, mass per unit length, or thickness of materials produced in industrial processes. The measured process material may be in such forms as sheets, coatings, laminates, tubes, or rods. This standard applies to systems with one or more outputs for display or control purposes. The signals may be either analogue or digital. The measurement system may also include multiple input signals with various means of compensation and signal conditioning prior to the output signals.

Safety aspects are covered in other IEC and ISO standards (for example IEC 405, ISO 2919, ISO 7205). Consideration will also be given to compliance with all applicable national and local regulations and codes of practice.

Thickness measurement systems which are the object of this standard are generally built for industrial applications covering a very broad range of industries, applications, and specifications. The objective is to identify the common parameters and variables, and to specify standard tests and documentation that will facilitate direct comparison of the performance characteristics of the different measurement systems which are available. These tests are applicable to systems with either fixed or traversing measuring heads and with transmission, backscatter, or X-ray fluorescence sensors.

Many ionizing radiation measurement systems in use today have multiple sensors, and employ various means of compensating the basic sensor signals to minimize the effects of extraneous influence quantities that introduce measurement errors. Dedicated microprocessors and minicomputers have further enhanced multiple input signal processing and error compensation techniques. In the more complex systems, it is difficult to fully evaluate the effectiveness of interactive signal processing and compensation algorithms by static testing. For example, the response times and data collection times for sensors, whose signals are to be combined in some analytical function, are of little importance under the static testing conditions in this standard, but they can lead to large errors under dynamic measuring conditions if they are not properly matched. The relative magnitude of the influence quantity errors to be compensated is also quite important.

The compensation means for sensors with high sensitivity to influence quantities should be more precise than for sensors which exhibit smaller errors in order to achieve the same overall results. Therefore, it is necessary to have performance tests, in the standard, which may include all the interactive signal processing and compensations. This has been facilitated in this standard by identifying different test points throughout the measurement system under evaluation.

Il est important d'estimer la dégradation potentielle des caractéristiques de fonctionnement dans un environnement difficile. Bien qu'il soit difficile de reproduire exactement l'influence des conditions du processus de fabrication à long et à court terme pendant la durée limitée des essais, l'ensemble de procédures exposé dans la présente norme comporte certaines perturbations causées par l'environnement, introduites artificiellement.

Dans la présente norme, le terme «épaisseur» est utilisé pour désigner aussi bien la masse par unité de surface, la masse par unité de longueur que l'épaisseur. Les détecteurs radiométriques d'épaisseur, en général, mesurent la masse par unité de surface, et les signaux de sortie peuvent être exprimés en unités d'épaisseur réelle seulement si le numéro atomique effectif et la densité du matériau à mesurer sont connus ou si le système est calibré par rapport à des échantillons réels de production, et si le nombre atomique effectif ainsi que la densité du matériau produit ne change pas par rapport à ces échantillons. Dans le cas de produits en forme de barreaux, avec une section de surface connue ou constante, le signal de sortie peut être exprimé en termes de masse par unité de longueur.

NOTE – Il est recommandé au lecteur de se référer au schéma fonctionnel de l'annexe B, pour une meilleure compréhension des spécifications.

## 1.2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif étant sujet à révision, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 359: 1987, *Expression des qualités de fonctionnement des équipements de mesure électriques et électroniques*

CEI 405: 1972, *Appareils nucléaires: Prescriptions de construction pour la protection individuelle contre les rayonnements ionisants*

ISO 2919: 1980, *Sources radioactives scellées – Classification*

ISO 7205: 1986, *Jauges à radioéléments – Appareils destinés à être installés à poste fixe*

## 1.3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes sont applicables:

**1.3.1 jauge d'épaisseur (rayonnement ionisant):** Assemblage de mesure comprenant une source de rayonnement ionisant et destiné à effectuer des mesures non destructives de l'épaisseur d'un matériau à l'aide des rayonnements ionisants.

**1.3.2 système de mesure par transmission:** Système de jauge d'épaisseur utilisant le rayonnement ionisant transmis à travers le produit mesuré. La source et le détecteur sont positionnés en vis-à-vis et des deux côtés du matériau à mesurer. Le système peut inclure des capteurs de compensation pour mesurer et corriger les effets de grandeurs d'influence indésirables.

**1.3.3 système de mesure par rétrodiffusion:** Système de jauge d'épaisseur utilisant le rayonnement ionisant rétrodiffusé par le matériau à mesurer ainsi que par tout matériau support adjacent au matériau à mesurer. La source et le détecteur sont positionnés du même côté du matériau à mesurer. Le système peut inclure des capteurs de compensation en vue de mesurer et de corriger les effets de grandeurs d'influence indésirables.

It is important to estimate the potential performance degradation in adverse environments. Although it is difficult to duplicate exactly the influence of long-term and short-term process conditions during a limited test period, this set of procedures includes some artificially introduced environmental disturbances.

In this standard the term “thickness” is used interchangeably to mean mass per unit area, mass per unit length, or thickness. Radiometric sensors, in general, measure mass per unit area and the output signals can be expressed in true thickness units only if the effective atomic number and density of the material being measured are known, or if the system is calibrated against actual production samples, and if the effective atomic number and density of the material produced do not change relative to those samples. In the case of rod-shaped products, with a known or constant cross-sectional area, the output signal may be expressed in terms of mass per unit length.

NOTE – It is recommended that the reader refers to the block diagram of annex B for a better understanding of the specification.

## 1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 359: 1987, *Expression of the performance of electrical and electronic measuring equipment*

IEC 405: 1972, *Nuclear instruments: Constructional requirements to afford personal protection against ionizing radiation*

ISO 2919: 1980, *Sealed radioactive sources – Classification*

ISO 7205: 1986, *Radionuclide gauges – Gauges designed for permanent installation*

## 1.3 Definitions

For the purpose of this International Standard the following definitions apply:

**1.3.1 thickness gauge (ionizing radiation):** A measuring assembly that includes an ionizing radiation source and is designed to measure non-destructively the mass per unit area of a material by means of ionizing radiation.

**1.3.2 transmission measurement system:** A thickness gauge system that utilizes the ionizing radiation transmitted through the material being measured. The source and detector are positioned on opposite sides of the measured material. The system may include compensation sensors to measure and correct for the effects of undesirable influence quantities.

**1.3.3 backscatter measurement system:** A thickness gauge system that utilizes the ionizing radiation backscattered by the material being measured and any backing material adjacent to the material being measured. The source and detector are positioned on the same side of the material being measured. The system may include compensation sensors to measure and correct for the effects of undesirable influence quantities.

**1.3.4 système de mesure par le rayonnement de fluorescence X:** Système de jauge d'épaisseur utilisant le rayonnement de fluorescence X provoqué dans le matériau à mesurer ou dans le matériau support.

Le système peut inclure des capteurs de compensation pour mesurer et corriger les effets de grandeurs d'influence indésirables.

**1.3.5 tête de mesure:** Sous-ensemble comprenant une ou plusieurs sources de rayonnement et détecteurs de rayonnement, ainsi que des capteurs de compensation pouvant être utilisés pour mesurer et corriger les effets des grandeurs d'influence indésirables.

NOTE – La source de rayonnement peut être une source radioactive scellée ou un générateur de rayonnement émettant des rayons X d'énergie fixe ou variable. Le sous-ensemble tête de mesure peut comprendre également des composants électroniques pour le traitement du signal.

**1.3.6 sous-ensemble électronique de mesure:** Sous-ensemble qui, en utilisant des composants électriques ou électroniques incorporés, sert à traiter les grandeurs électriques délivrées par la tête de mesure et à fournir des grandeurs électriques ayant des valeurs adaptées aux besoins de la mesure.

**1.3.7 point de contrôle:** Endroit, dans le système de mesure, où les signaux électriques peuvent être contrôlés.

**1.3.7.1 point de contrôle A:** Endroit, dans le système de mesure, où le signal de sortie du détecteur peut être contrôlé dans sa forme originelle de base.

NOTE – Dans le cas d'une chambre d'ionisation, le point de contrôle A se trouve habituellement après le préamplificateur et avant toute conversion sous forme numérique.

**1.3.7.2 point de contrôle B:** Endroit, dans le système de mesure, correspondant à la sortie pour affichage.

**1.3.7.3 autres points de contrôle:** Autres endroits, dans le système de mesure, où les signaux de mesure peuvent être contrôlés et évalués.

**1.3.8 mécanisme de support de la tête de mesure:** Assemblage mécanique sur lequel la tête de mesure est fixée.

**1.3.8.1 mécanisme fixe:** Mécanisme de support de la tête de mesure restant en position fixe.

**1.3.8.2 mécanisme rétractable:** Mécanisme de support de la tête de mesure qui peut être retiré de sa position de mesure.

**1.3.8.3 mécanisme de translation:** Mécanisme de support de la tête de mesure permettant à cette dernière d'être déplacée transversalement sur le matériau à mesurer.

**1.3.9 entrefer de mesure**

**1.3.9.1 jauge d'épaisseur à transmission:** Intervalle entre les faces opposées de l'ensemble émetteur de rayonnement et de l'ensemble détecteur, et dans lequel se trouve le matériau à mesurer.

**1.3.9.2 jauge d'épaisseur à rétrodiffusion:** Intervalle entre la face la plus proche de l'ensemble émetteur ou de l'ensemble détecteur et la surface la plus en arrière du matériau à mesurer ou la surface du matériau de support.

NOTE – Le terme «entrefer de mesure» est parfois utilisé pour décrire l'espace ou volume libre dans lequel la mesure est réalisée. Cet espace peut être moindre que l'intervalle décrit ci-dessus.

**1.3.10 ligne de passe:** Position du matériau à mesurer dans l'espace de mesure.

**1.3.4 X-ray fluorescence measurement system:** A thickness gauge system that utilizes the X-ray fluorescence excited in the material to be measured or in the supporting material.

The system may include compensation sensors to measure and correct for the effects of undesirable influence quantities.

**1.3.5 measuring head:** A subassembly comprising one or more radiation sources and radiation detectors together with any compensation sensors that may be used to measure and correct the effects of undesirable influence quantities.

NOTE – The radiation source may be a radioactive sealed source or a radiation generator emitting X-rays of fixed or variable energy. The measuring head subassembly may also include electronic devices for signal processing.

**1.3.6 electronic measuring subassembly:** A subassembly 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.

**1.3.7 test point:** A point in the measurement system where electrical signals may be monitored.

**1.3.7.1 test point A:** The point in the measurement system where the detector output signal may be monitored in its original basic form.

NOTE – For an integrating ionization chamber, the test point A typically would be after the preamplifier and before any conversion to a digital form.

**1.3.7.2 test point B:** The point in the measurement system at which normal measurement display readouts occur.

**1.3.7.3 test points – other:** Other points in the measurement system at which measurement system signals may be monitored and evaluated.

**1.3.8 measuring head supporting mechanism:** A mechanical assembly on which the measuring head is mounted.

**1.3.8.1 fixed mechanism:** A measuring head supporting mechanism that does not move.

**1.3.8.2 retractable mechanism:** A measuring head supporting mechanism that is able to be withdrawn from the measurement position.

**1.3.8.3 traversing mechanism:** A measuring head supporting mechanism which allows the measuring head to be traversed across the material being measured.

### 1.3.9 measuring gap

**1.3.9.1 transmission thickness gauge:** The distance between opposing faces of the radiation emitting assembly and the detector assembly between which the material being measured is located.

**1.3.9.2 backscattering thickness gauge:** The distance from the nearest face of the emitting assembly or the detector assembly to the rearmost surface of the material being measured or to the surface of the backing material.

NOTE – The term “measuring gap” is sometimes used to describe the space or free volume in which the measurement is made. This space may be less than the distance described above.

**1.3.10 pass line:** The position of the material to be measured in the measuring gap.

**1.3.11 ligne de passe de référence:** Ligne de passe à l'intérieur de l'entrefer de mesure correspondant à la position du matériau pour laquelle l'étalonnage est normalement effectué. Elle est généralement définie à distance spécifiée, soit entre la surface du porte-source, soit entre la surface du détecteur et la surface adjacente du matériau à mesurer.

### 1.3.12 aire de mesure

**1.3.12.1 aire totale de mesure:** Surface minimale d'un matériau donné situé à la ligne de passe de référence qui contribue pour 100 % au signal de sortie.

**1.3.12.2 aire effective de mesure:** Surface d'un matériau donné situé à la ligne de passe de référence qui donne une corrélation optimale entre le signal de sortie et la variable à mesurer (cette aire se situe habituellement entre 65 % et 95 % de l'aire totale de mesure).

**1.3.12.3 résolution de stries:** Largeur d'une strie d'épaisseur constante du matériau dans le sens longitudinal qui sera mesurée à 70 % de l'amplitude d'une bande de largeur infinie de la même épaisseur.

**1.3.13 masse par unité de surface (masse surfacique, densité surfacique, masse sectionnelle, grammage):** Grandeur égale au produit de la masse volumique d'un matériau par l'épaisseur du même matériau. La masse par unité de surface peut être calculée en pratique en pesant un échantillon du matériau et en divisant ce résultat par sa surface.

**1.3.14 précision:** Degré de conformité d'une valeur indiquée à une valeur normalisée reconnue, ou valeur idéale.

#### NOTES

- 1 Mesurée en général comme imprécision, elle est exprimée en tant que précision.
- 2 Elle est exprimée en termes de la variable mesurée, du pourcentage d'échelle, du pourcentage de la gamme supérieure ou du pourcentage de la lecture réelle de sortie.
- 3 Il convient qu'elle soit exprimée avec une notation statistiquement significative, par exemple «à  $\pm 2 \sigma$ » ou «au maximum».

**1.3.15 reproductibilité:** Degré de concordance entre un certain nombre de mesures consécutives de la sortie pour la même valeur de l'entrée dans les mêmes conditions opératoires.

NOTE – Mesurée habituellement comme une non-reproductibilité, elle est supérieure en tant que reproductibilité en pourcentage de la gamme supérieure de mesure ou en pourcentage de la lecture réelle de sortie pour une période de temps spécifiée ou pour un nombre déterminé de mesures.

**1.3.16 domaine nominal:** Domaine assigné à un équipement par le constructeur pour la ou les grandeurs à mesurer, à observer, à afficher ou à fournir (voir CEI 359).

**1.3.17 gamme de mesure:** Partie du domaine nominal dans laquelle l'équipement satisfait aux prescriptions relatives aux limites d'erreur (voir CEI 359).

NOTE – La gamme de mesure peut être subdivisée afin de caractériser l'instrument plus complètement.

**1.3.18 transfert de calibration:** Aptitude à mesurer un même jeu d'échantillons de référence avec deux ou plusieurs jauges d'épaisseur et à obtenir le même résultat, à l'intérieur d'une fourchette d'erreur spécifiée.

**1.3.19 résolution:** Plus petite modification de la grandeur à mesurer susceptible d'être observée ou détectée. La nature statistique du signal et l'influence des techniques d'échantillonnage utilisées seront dûment prises en considération. Les données échantillonnées seront normalisées pour tenir compte du filtrage du signal et du temps de mesure des données.

**1.3.20 longueur de résolution géométrique du système:** Longueur minimale dans une direction spécifiée d'un échantillon normalisé possédant une masse déterminée par unité de surface, susceptible d'être mesurée avec une précision donnée. Dans le cas de mesure

**1.3.11 reference pass line:** The pass line in the measuring gap corresponding to the position of the material at which calibration is normally made. It is usually defined at a specified distance from either the surface of the source holder housing, or the surface of the detector housing to the adjacent surface of the measured material.

#### 1.3.12 measurement area

**1.3.12.1 total measurement area:** The minimum area of a given material located at the reference pass line which contributes 100 % of the output signal.

**1.3.12.2 effective measurement area:** The area of a given material located at the reference pass line which provides the optimum correlation between the output signal and the sheet variable being measured (typically this area will be in the range of 65 % to 95 % of the total measurement area).

**1.3.12.3 streak resolution:** The width of a constant thickness streak of material in the process machine direction that will be measured to 70 % of the amplitude of an infinitely wide streak of the same mass per unit area.

**1.3.13 mass per unit area (surface mass, surface density, mass cross-section, basis weight):** 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 it by its cross-sectional (surface) area.

**1.3.14 accuracy:** Degree of conformity of an indicated value to a recognized standard value, or ideal value.

#### NOTES

- 1 It is usually measured as an inaccuracy and expressed as accuracy.
- 2 It is typically expressed in terms of the measured variable, percent of span, percent of upper range value, or percent of actual output reading.
- 3 It must be expressed with some statistically significant notation; for example " $\pm 2 \sigma$ " or "absolute worst case".

**1.3.15 reproducibility:** The closeness of agreement among a number of consecutive measurements of the output for the same value of the input under the same operating conditions.

NOTE – It is usually measured as a non-reproducibility and expressed as reproducibility in percent of upper range value or percent of actual output reading for a specified time period or number of measurements.

**1.3.16 rated range:** The range of a quantity to be measured, observed, supplied, or set which the manufacturer has assigned to the apparatus (see IEC 359).

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

NOTE – The effective range may be subdivided in order to characterize the instrument more fully.

**1.3.18 calibration transfer:** The capability to read a common set of standard samples in two or more thickness gauges and obtain the same results within a specified error band.

**1.3.19 resolution:** The smallest change of the quantity being measured that can be observed or detected. Due regard shall be given to the statistical nature of the signal and the influence of any sampling techniques being used. Sampled data should be normalized for the effects of signal filtering and data measurement time.

**1.3.20 system geometrical resolution length:** The minimum length in a specified direction of a standard sample having a determined mass per unit area which can be measured with a given factor of error. In the case of thickness measurements for scanning measurement

d'épaisseur pour des systèmes de mesure par balayage, la longueur de résolution géométrique est fonction de l'aire de mesure réelle, du temps d'établissement de l'appareillage, de la vitesse de balayage de la tête de mesure et du temps d'échantillonnage des données accumulées.

**1.3.21 instabilité électrique:** Variation du signal de sortie dans des conditions de référence, alors que toutes les grandeurs d'influence sont maintenues constantes et que le détecteur n'est pas irradié.

**1.3.22 instabilité radiométrique totale (bruit):** Variation du signal de sortie dans les conditions de référence, alors que toutes les grandeurs d'influence sont maintenues constantes et que le détecteur est en situation d'irradiation constante.

**1.3.23 réponse temporelle:** Sortie exprimée en fonction du temps, résultant de l'application d'un signal d'entrée dans des conditions spécifiées. Des paramètres typiques définis sont le temps de réponse et le temps d'établissement, comme indiqué dans la figure 1.

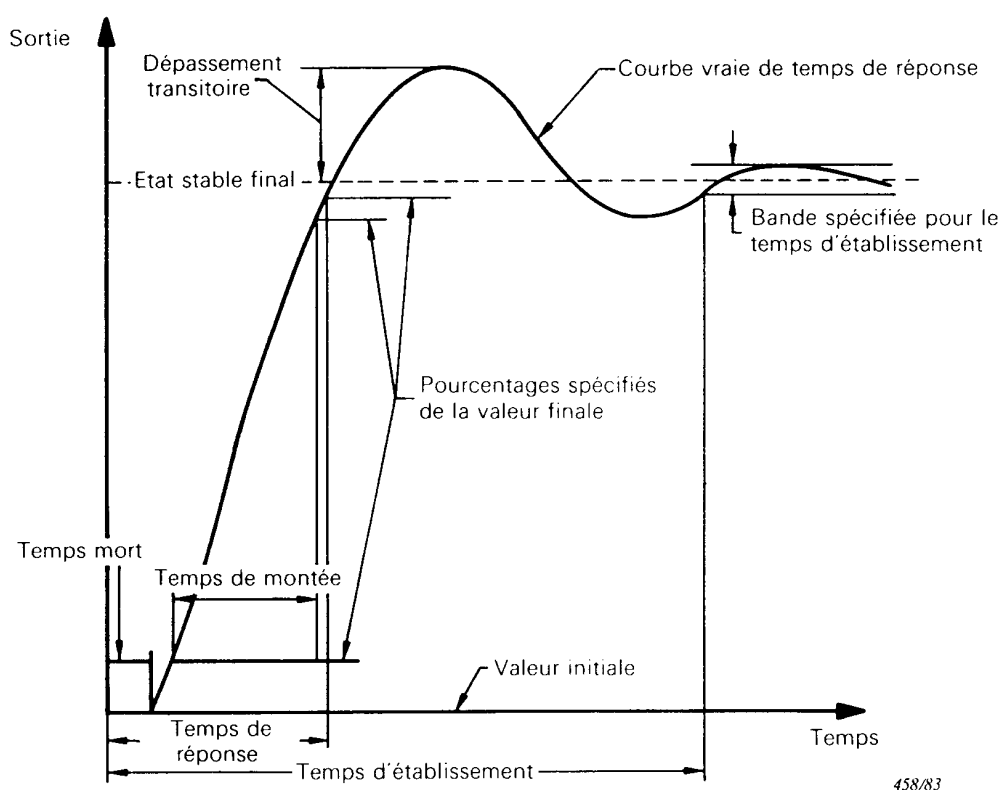


**Figure 1 – Exemple de réponse temporelle d'un système à un échelon unité à l'entrée**

Dans les systèmes numériques, le signal de sortie est composé de valeurs discrètes. La réponse à une modification dans la variable mesurée apparaît sous la forme de signaux de sortie discrets depuis une valeur initiale jusqu'à une valeur finale. La figure 2 illustre un exemple caractéristique. Les paramètres temps de montée et temps de réponse moyen ne peuvent pas être définis de façon générale, parce que le point de départ de la variation échelon n'est pas défini. Le seul paramètre utile est le temps moyen d'établissement exprimé en termes d'intervalles de temps discrets, dépendant du temps d'échantillonnage, du taux d'échantillonnage et du temps d'intégration du système.

systems, the geometrical resolution length is a function of the effective measuring area, the settling time of the instrument, the scanning speed of the measuring head, and of the accumulated data sampling time.

**1.3.21 electrical instability:** Variation of the output signal under reference conditions, while all influence quantities are held constant and the detector is not irradiated.

**1.3.22 overall radiometric instability (noise):** Variation of the output signal under reference conditions, while all influence quantities are held constant and the detector is in an irradiated condition.

**1.3.23 time response:** An output expressed as a function of time, resulting from the application of a specified input under specified operating conditions. Typical parameters defined are the response time, and settling time as indicated in figure 1.

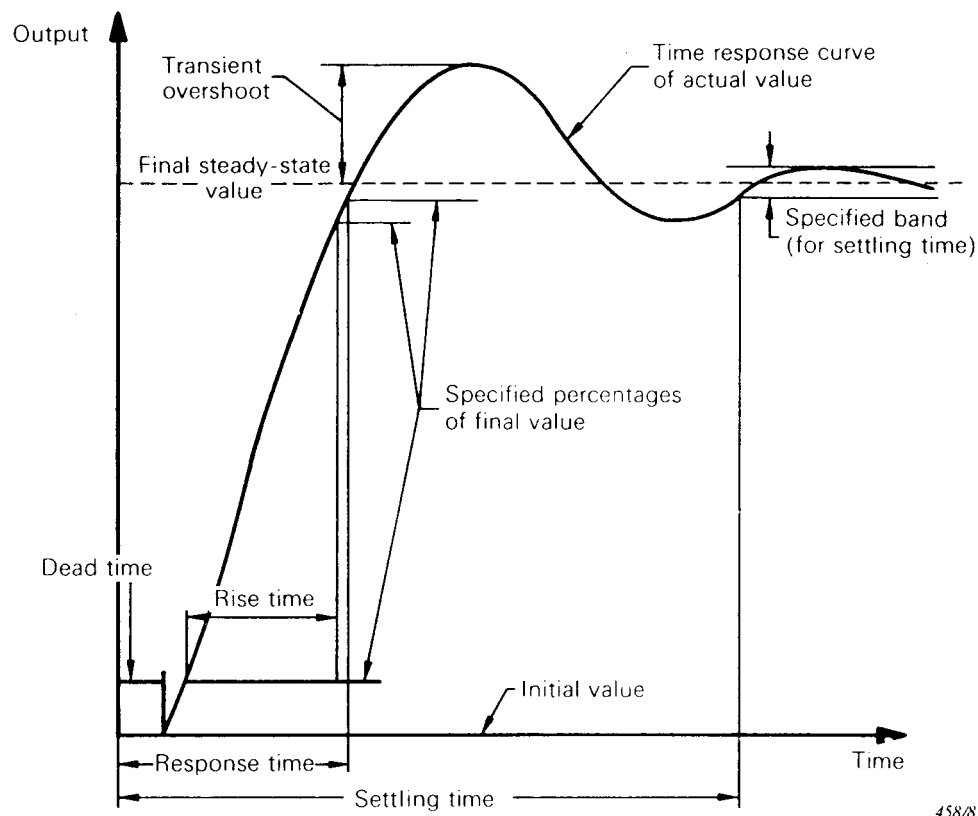
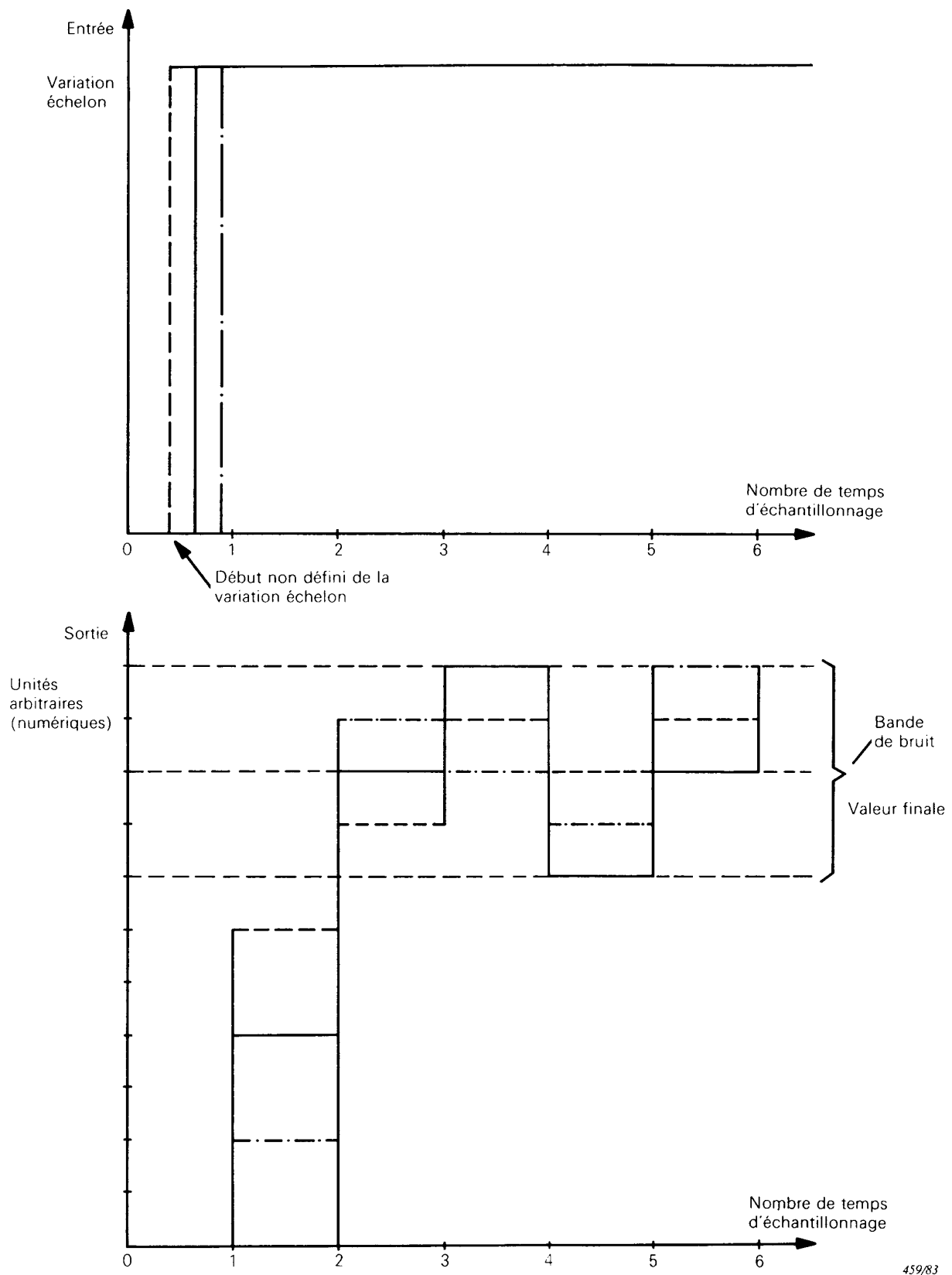


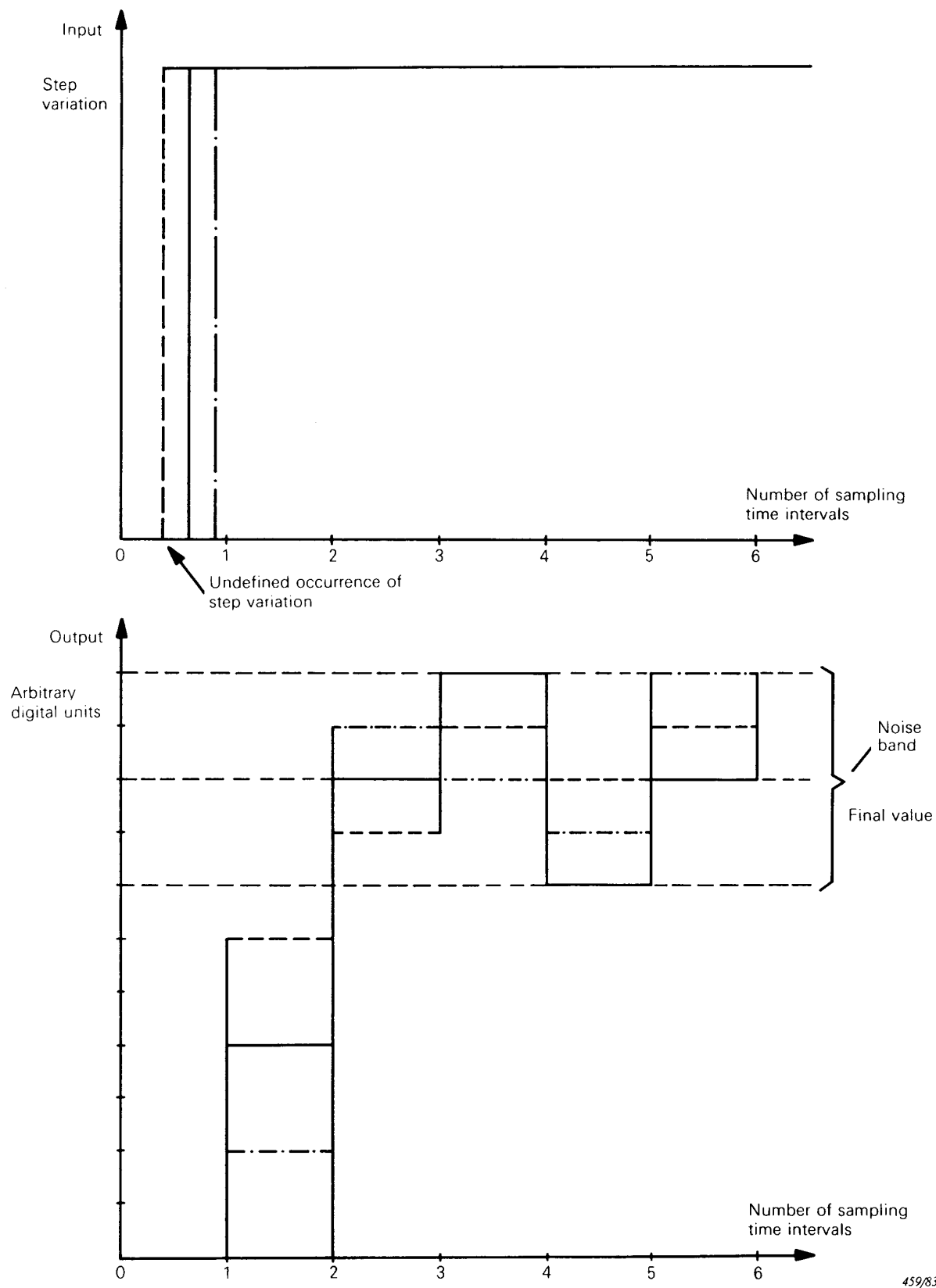
**Figure 1 – Typical time response of a system to a step increase of input**

In digital systems, the output signal is composed of discrete values. The response to a change in the measured variable appears as discrete output steps from the initial to final value of the variable. Figure 2 illustrates a typical example. The parameters rise time and mean response time cannot be defined in a general way because the occurrence of the step change is not defined. The only useful parameter is the mean settling time expressed in terms of discrete time intervals depending upon the system sampling time, sampling rate, and integration time.



NOTE – La variation échelon du signal d'entrée peut survenir à un moment quelconque à l'intérieur du temps d'échantillonnage

**Figure 2 – Exemple de réponse temporelle d'un système numérique à une variation échelon du signal d'entrée**



NOTE — The input signal step variation may occur at any time within the sampling interval.

**Figure 2 – Typical time response of a digital system to a step variation of input**

### 1.3.24 signaux de sortie analogiques

**1.3.24.1 temps de réponse moyen:** Temps moyen après une variation échelon de la grandeur mesurée jusqu'à ce que le signal de sortie atteigne un pourcentage spécifié de sa valeur moyenne finale, pour la première fois (étant entendu que la nature statistique du signal est bien prise en considération). Pour cette norme, le pourcentage spécifié est de 63,2 % de la variation échelon. Il convient d'indiquer l'amplitude de tout dépassement transitoire éventuel. Voir figure 1.

**1.3.24.2 temps d'établissement moyen analogique:** Temps minimal nécessaire pour qu'après une variation échelon spécifiée de la grandeur à mesurer la moyenne du signal de sortie atteigne et reste dans la bande de bruit à  $\pm 2 \sigma$  près de sa valeur moyenne finale. Voir figure 1.

**1.3.24.3 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.

### 1.3.25 signaux de sortie numériques

**1.3.25.1 temps d'échantillonnage:** Intervalle de temps pendant lequel l'information numérique est collectée.

**1.3.25.2 taux d'échantillonnage:** Nombre de fois où la grandeur à mesurer est échantillonnée par unité de temps.

**1.3.25.3 temps d'intégration global:** Intervalle de temps, généralement exprimé en termes de *temps d'échantillonnage* pendant lequel les valeurs numériques de la grandeur à mesurer sont moyennées d'une certaine façon (par exemple moyenne glissante). Ces valeurs numériques peuvent déjà représenter des moyennes temporelles de la grandeur à mesurer.

**1.3.25.4 temps moyen d'établissement numérique:** Temps minimal requis, après une variation échelon définie de la quantité à mesurer, pour que le signal de sortie atteigne et reste dans la bande de bruit à  $\pm 2 \sigma$  près de sa valeur moyenne finale. Il convient que ce temps moyen d'établissement numérique soit exprimé comme un multiple du temps d'échantillonnage. Voir figure 2.

NOTE – Il est bien entendu que la meilleure résolution ne peut pas être inférieure à celle correspondant au bit le moins significatif.

**1.3.25.5 temps de restitution numérique:** 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.

Le temps de restitution sera exprimé en termes de temps d'échantillonnage correspondant.

**1.3.26 linéarité:** Degré de concordance que la courbe réelle d'étalonnage peut atteindre par rapport à une droite, telle que représentée à la figure 3.

NOTE – Généralement, on mesure une non-linéarité mais on l'exprime en tant que linéarité qui peut être chiffrée en valeur absolue ou relative: par exemple un écart-type ou un écart 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.

### 1.3.24 analogue signal output

**1.3.24.1 mean response time ( $\tau$ ):** The mean time after a step variation in the measured quantity until the output signal reaches a specified percentage of its final mean value for the first time (due regard being given to the statistical nature of the signal). For this standard, 63,2 % of the step change shall be the specified percentage. The magnitude of any transient overshoot should be stated. See figure 1.

**1.3.24.2 analogue mean settling time:** The minimum time required after a specified step variation in the measured quantity for the mean of the output signal to reach and remain within the  $\pm 2 \sigma$  noise band of its final mean value. See figure 1.

**1.3.24.3 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 specified value within the measurement range.

### 1.3.25 digital signal output

**1.3.25.1 sampling time:** The time interval over which digital information is collected.

**1.3.25.2 sampling rate:** The number of times the quantity to be measured is sampled per unit of time.

**1.3.25.3 overall integration time:** The time interval normally in terms of the sampling time over which the numerical values of the quantity to be measured are averaged in a specified manner (for example sliding averaging). These numerical values may already represent time averages of the quantity to be measured.

**1.3.25.4 digital mean settling time:** The minimum time required after a specified step variation in the measured quantity for the output signal to reach and remain within the  $\pm 2 \sigma$  noise band of its final mean value. This digital mean settling time should be expressed as a multiple of the sampling time. See figure 2.

NOTE – It is well understood that the best output resolution cannot be smaller than the one corresponding to the least significant bit.

**1.3.25.5 digital 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 specified value within the measurement range.

The recovery time should be expressed in terms of the corresponding sampling time.

**1.3.26 linearity:** The closeness to which the actual calibration curve approximates a straight line, as defined in figure 3.

NOTE – It is usually measured as a non-linearity and expressed as linearity which may be either absolute or relative: for example, a standard deviation or a 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.

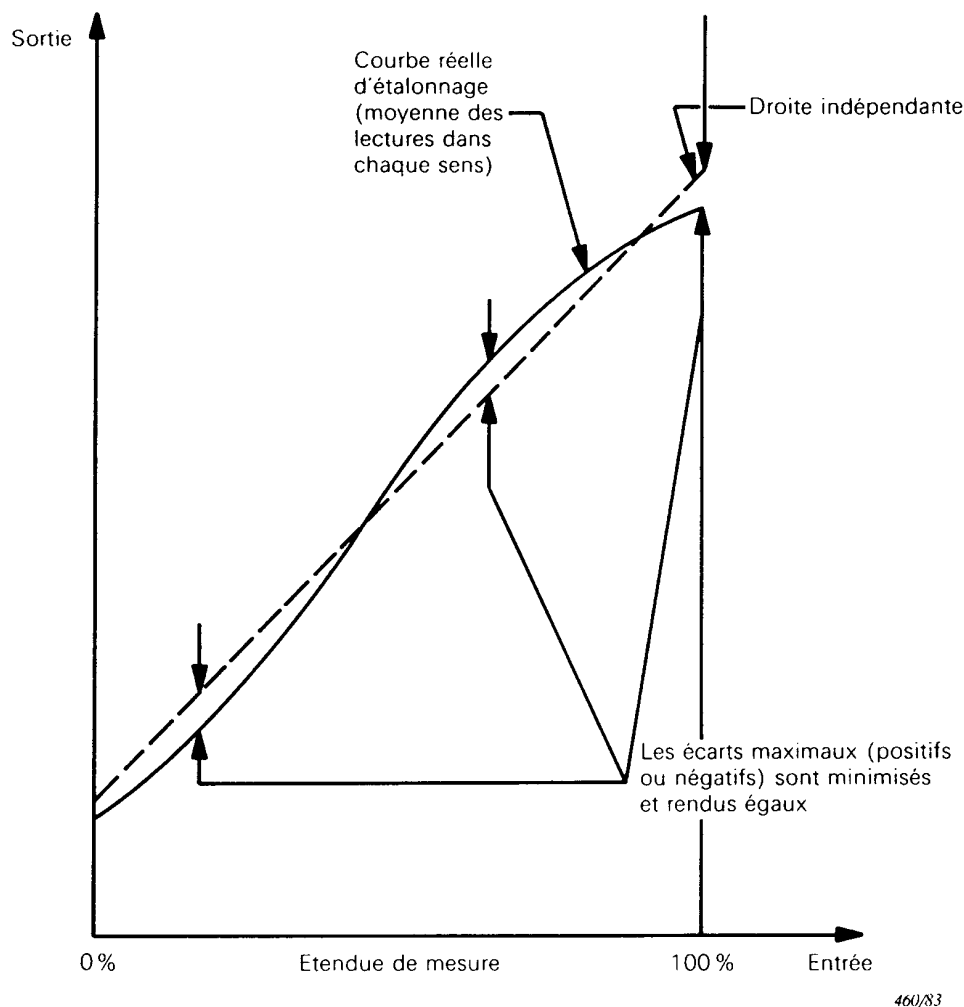


Figure 3 – Linéarité

**1.3.27 dispositifs de diagnostic:** Dispositifs du système de mesure permettant à l'opérateur de déterminer la capacité du système à fonctionner de façon normale. Ces dispositifs comprennent généralement des algorithmes d'analyse avec valeurs limites qui opèrent sur des sorties et entrées intermédiaires à l'intérieur du système ainsi que des moyens d'indication des conditions.

**1.3.28 erreur de profil d'échantillon:** Erreur intervenant lors du balayage effectué par la tête de mesure tout le long du mécanisme de déplacement avec un échantillon de référence situé à la ligne de passe de référence et mesuré dans des conditions de référence. Pour éviter l'incertitude statistique liée aux détecteurs nucléaires et obtenir un profil d'échantillon exact, plusieurs balayages sont généralement moyennés pour fournir un profil filtré. Les effets d'irrégularités dans le mécanisme de déplacement peuvent être mémorisés dans un dispositif-mémoire du système de mesure pour être utilisés ensuite en vue de minimiser l'erreur de profil d'échantillon. L'erreur est exprimée sous la forme d'un écart par rapport à la valeur réelle de chaque échantillon de référence.

#### NOTES

1 Cette erreur est une erreur dynamique qui peut être fonction du temps de réponse du système, de la vitesse d'exploration de la tête de mesure et des températures environnantes. Une déformation du système de déplacement peut être causée par la température du matériau à mesurer et par la température environnante.

2 Dans le cas d'une jauge à rétrodiffusion, effectuant une mesure sur un contre-matériau, il peut ne pas être pratique d'introduire un échantillon de référence pendant le contrôle de l'erreur de profil. Si tel est le cas, il convient d'effectuer l'essai sur le contre-matériau lui-même et d'extrapoler ensuite les résultats pour un échantillon présent.

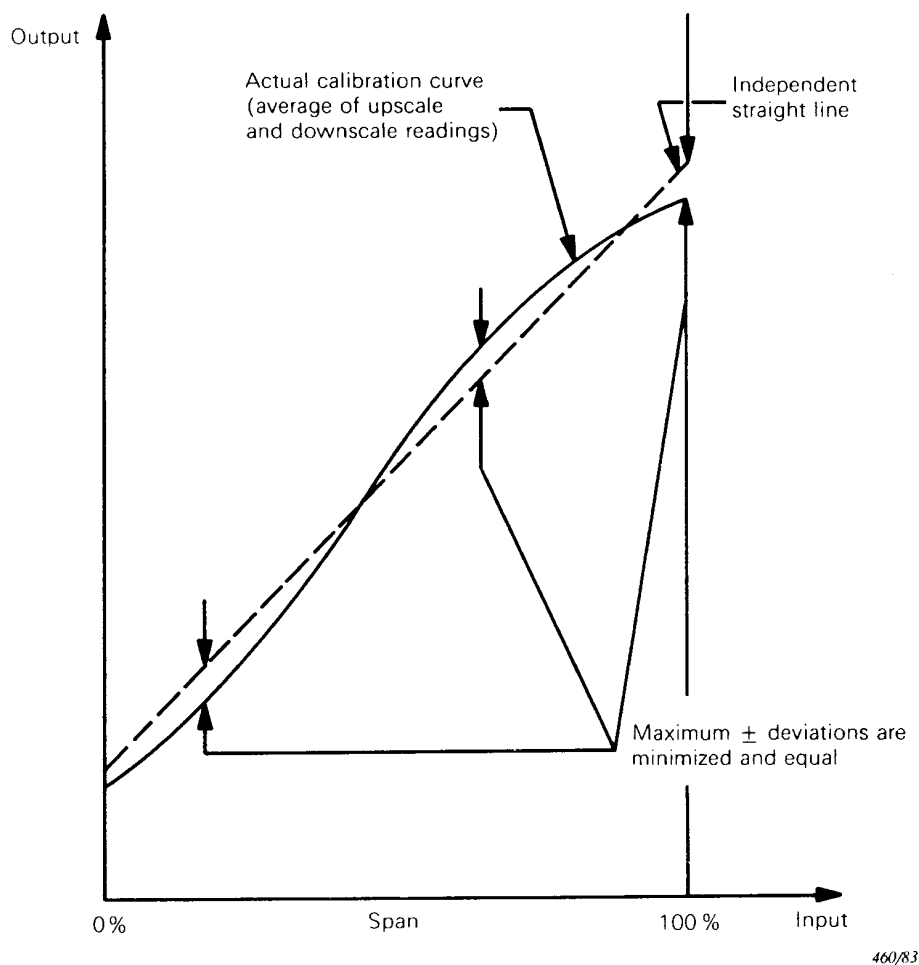


**Figure 3 – Linearity**

**1.3.27 diagnostic features:** Those features of the measurement system which enable the operator to determine the ability of the system to perform in a standard fashion. These features usually include analysis algorithms with pertinent limit values which operate on intermediate outputs and inputs within the systems and a means of reporting the conditions.

**1.3.28 sample profile error:** The error resulting when scanning the measuring head over the length of the traversing mechanism with a standard sample located at the reference pass line and measured under reference conditions. In order to discriminate against sensor nuclear statistics and obtain a true sample profile, several scans are usually averaged to provide a filtered profile. The effects of irregularities in the traversing mechanism may be stored in a memory device of the measurement system and then used to minimize the sample profile error. The error is expressed as a deviation from the actual value of each standard sample.

#### NOTES

- 1 This is a dynamic error which may be a function of the system time response, the scanning speed of the measuring head, and the environmental temperatures. Deflection of the traversing mechanism may be affected by the measured material process temperature and the environmental temperature.
- 2 In the case of a backscatter gauge, measuring off a backing material, it may not be practical to include a standard sample while checking the profile error. If that is the case, the test should be run with the bare backer and the results then extrapolated to the effect expected with a sample present.

**1.3.29 grandeur d'influence:** Grandeur, habituellement extérieure à l'équipement, susceptible d'exercer une influence sur son fonctionnement (voir CEI 359).

NOTE – Lorsque la modification d'une caractéristique fonctionnelle affecte une autre caractéristique fonctionnelle, elle est considérée comme caractéristique d'influence.

**1.3.29.1 conditions de référence:** Série de valeurs assorties de tolérances, ou domaines réduits fixés pour les grandeurs d'influence et, si nécessaire, pour les caractéristiques d'influence qui sont spécifiées pour effectuer les essais comparatifs ou les essais de calibrage (voir CEI 359).

**1.3.29.2 domaine nominal de fonctionnement:** Domaine des valeurs que peut prendre une grandeur d'influence à l'intérieur duquel les prescriptions concernant l'erreur de fonctionnement sont respectées (voir CEI 359).

**1.3.29.3 erreur de ligne de passe:** Erreur causée par un mouvement du matériau dans l'entrefer de mesure dans une direction perpendiculaire à la ligne de passe. Cette erreur peut être exprimée en unités de la mesure primaire ou sous la forme d'un pourcentage de la mesure réelle pour un déplacement spécifié (par exemple 0,01 g/m<sup>2</sup> pour 1 mm ou 0,5 % pour 1 mm de déplacement).

**1.3.29.4 erreur d'alignement de tête:** Erreur causée par un mouvement relatif des têtes d'un système de mesure de transmission. Un tel mouvement comprend aussi bien un déplacement linéaire qu'un déplacement angulaire. Cette erreur peut être exprimée en unités de la mesure primaire ou sous la forme d'un pourcentage de la mesure réelle pour une variation spécifiée.

**1.3.29.4.1 erreur d'alignement en direction X:** Erreur résultant d'un déplacement linéaire des têtes à angle droit par rapport à l'axe source-détecteur dans la direction du déplacement du matériau à mesurer.

**1.3.29.4.2 erreur d'alignement en direction Y:** Erreur résultant d'un déplacement linéaire des têtes à angle droit de l'axe source-détecteur dans la direction transversale au matériau à mesurer.

**1.3.29.4.3 erreur d'alignement en direction Z (mauvais alignement de l'entrefer):** Erreur résultant d'un déplacement linéaire des têtes le long de l'axe source-détecteur.

**1.3.29.5 effets des variations de composition:** Effets sur les mesures des variations de composition concernant le matériau mesuré, généralement exprimés en unités de la mesure primaire ou sous la forme d'un pourcentage de la mesure réelle pour une variation de composition spécifiée.

**1.3.29.6 erreur due au dépôt d'un matériau étranger:** Erreur provoquée par le dépôt d'un matériau étranger (poussière) sur les fenêtres de la tête de mesure. Cette erreur peut être exprimée en unités de la mesure primaire ou sous la forme d'un pourcentage de la mesure effective pour un niveau spécifié de matériau étranger.

**1.3.29.7 effets de la colonne d'air:** Effets des variations de la masse volumique de la colonne d'air entre la source et le détecteur dues à la pression atmosphérique et aux changements de température au cours des mesures. Ils sont exprimés généralement sous la forme d'une erreur en unités de la mesure primaire ou d'un pourcentage de la mesure effective pour un changement spécifié.

**1.3.29.8 sensibilité au bruit extérieur:** Erreur due à l'interférence de bruit extérieur provenant d'une source électromagnétique ou d'une source de rayonnement à haute énergie. Cette erreur est généralement exprimée en unités de la mesure primaire ou sous la forme d'un pourcentage de la mesure effective pour une source de bruit spécifiée.

**1.3.29 influence quantity:** Any quantity, generally external to an apparatus, which may affect its performance (see IEC 359).

NOTE – When a change of a performance characteristic affects another performance characteristic, it is referred to as an influencing characteristic.

**1.3.29.1 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 (see IEC 359).

**1.3.29.2 rated range of use:** The range of values for an influence quantity within which the requirements concerning operating error are satisfied (see IEC 359).

**1.3.29.3 pass line error:** An indication error which is caused by a movement of the material in the measuring gap in a direction perpendicular to the pass line. This error may be stated in units of the primary measurement or as a percentage of the actual measurement for a specified movement (for example 0,01 g/m<sup>2</sup> for 1 mm or 0,5 % per millimeter movement).

**1.3.29.4 head alignment error:** An indication error which is caused by movement of the heads of a transmission measurement system with respect to one another. Both linear and angular displacements are included. This error may be expressed in units of the primary measurement, or as a percentage of the actual measurement for a specified deflection.

**1.3.29.4.1 X direction alignment error:** A deflection error resulting from linear displacement of heads at right angles to the source detector axis in the process machine direction.

**1.3.29.4.2 Y direction alignment error:** A deflection error resulting from linear displacement of the heads at right angles to the source-detector axis in the process cross-machine direction.

**1.3.29.4.3 Z direction alignment error (air-gap misalignment):** A deflection error resulting from linear displacement of the heads along the source-detector axis.

**1.3.29.5 composition effects:** The effects of composition variations within the measured material on the measurements, usually expressed as an indication error in units of the primary measurement, or as a percentage of the actual measurement for a specified composition variation.

**1.3.29.6 foreign material build-up error:** An indication error which is caused by the build-up of foreign material (dirt) on the measuring head windows. This error may be expressed in units of the primary measurement, or as a percentage of the actual measurement for a specified build-up level.

**1.3.29.7 air column effects:** The effects of variations in the density of the air column between the source and the detector due to atmospheric pressure and temperature changes during the measurements. This is usually expressed as an indication error in units of the primary measurement, or as a percentage of the actual measurement for a specified change.

**1.3.29.8 external noise susceptibility:** An indication error due to interference from external noise sources of an electromagnetic or high energy radiation source. The error is usually expressed in units of the primary measurement, or as a percentage of the actual measurement for a specified noise source.

**1.3.29.9 tarage:** Dispositif automatique, semi-automatique ou manuel dans le système qui normalise la sortie de mesure dans certaines conditions de mesure, par exemple avec seulement un entrefer air, avec des atténuateurs incorporés ou avec un obturateur fermé.

NOTE – Le but du tarage est d'ajuster périodiquement le système de mesure en vue de minimiser les effets de décroissance de source, de poussière, de dérive électronique, etc. Une insertion manuelle ou automatique d'échantillons de vérification et un changement consécutif des paramètres de traitement sont considérés comme un recalibrage et non pas comme un tarage.

**1.3.29.10 influence des charges électrostatiques:** Erreur due aux champs électrostatiques. Ces champs sont habituellement associés à une charge électrique sur le matériau à mesurer. Son effet est généralement évalué en créant un potentiel continu sur un échantillon conducteur positionné à la ligne de passe dans l'entrefer.

## 2 Conditions d'essais

### 2.1 Généralités

Le présent article traite des essais pour les systèmes de mesure d'épaisseur en vue de déterminer les caractéristiques de fonctionnement et les effets des grandeurs d'influence. Les objectifs de ces essais sont les suivants:

- réunir, pour les résultats d'essai, une documentation telle que les utilisateurs potentiels soient en mesure d'évaluer chacun des systèmes de mesure d'épaisseur de façon à pouvoir couvrir leurs besoins;
- normaliser les procédures d'essai et les spécimens d'essai en vue d'une évaluation comparative des différents systèmes de mesure d'épaisseur;
- spécifier les procédures de vérification sur place en vue d'effectuer des contrôles ponctuels ou de confirmer les résultats d'essai de laboratoire, et d'effectuer des essais supplémentaires.

En raison de la grande diversité des configurations et des applications largement diversifiées des systèmes de mesure d'épaisseur, seuls les essais les plus importants sont normalisés dans le présent article. Pour d'autres essais et pour des cas particuliers, le fabricant et l'utilisateur auront à établir des procédures et des spécimens d'essai nouveaux ou révisés. Pour des situations spéciales de ce genre, seules de légères modifications des procédures et des spécimens qui suivent seront nécessaires.

Les essais en laboratoire de 2.2 doivent normalement être effectués sur des prototypes ou sur des modèles de base des systèmes destinés à la vente. Les essais sont conçus de façon à permettre d'obtenir directement des résultats comparables, quel que soit le modèle ou la marque du système de mesure à évaluer. Cela est réalisé de la manière suivante:

- 1) en spécifiant les conditions de référence;
- 2) en identifiant les points de contrôle à l'intérieur du système;
- 3) en fixant les temps de réponse de mesure pour chaque point de contrôle; et
- 4) en exprimant les résultats d'essai d'une manière générale.

Tous les essais décrits en 2.2 doivent être effectués et leurs résultats doivent faire l'objet d'un document écrit. Si, pour une raison quelconque, l'essai ne peut être effectué, la raison doit en être clairement exprimée dans le document d'évaluation. Dans ce cas, une estimation désignée comme telle de la caractéristique de fonctionnement attendue doit être donnée.

Si les résultats des essais en laboratoire découlent d'essais de prototypes ou de modèles de base, des essais et procédures appropriés d'assurance de la qualité doivent être institués en vue d'assurer que chacun des systèmes suivants a des caractéristiques comparables, ou que toute exception sera notée de façon adéquate.

**1.3.29.9 standardization:** An automatic, semi-automatic, or manual feature in the system that will normalize the measurement output when measuring under certain conditions; for example, air-gap only, built-in attenuators, or closed shutter.

NOTE – The purpose of standardization is to periodically adjust the measurement processing to minimize effects of source decay, dirt, electronic drift, etc. Manual or automatic insertion of check samples and subsequent change of processing parameters are considered as recalibration, not standardization.

**1.3.29.10 electrostatic charge effect:** The measurement error due to electrostatic fields. These fields are associated typically with an electric charge on the measured material. The effect is evaluated usually by imposing a d.c. potential on a conductive sample suspended at the pass line in the measurement gap.

## 2 Test requirements

### 2.1 General

This clause deals with tests for thickness measurement systems to determine performance characteristics and the effects of influence quantities. The objectives of these tests are:

- to document the test results so that potential users may evaluate individual thickness measurement systems in meeting their needs;
- to standardize the test procedures and test specimens for comparative evaluation of different thickness measurement systems;
- to specify on-site verification procedures to spot-check or confirm the laboratory test results and conduct supplementary tests.

Because of the widely diversified thickness measurement system geometries and applications, only the more important application tests are standardized in this clause. For other tests and unique applications, the manufacturer and the user will have to establish new or revised test procedures and test specimens. For any such special situations, only slight modifications of the following procedures and the specimens may be necessary.

The laboratory tests of 2.2 normally shall be performed on prototype or generic models of the systems for sale. The tests are designed to yield directly comparable results, regardless of the model or make of the measurement system being evaluated. This is accomplished by:

- 1) specifying the reference conditions;
- 2) identifying the test points within the system;
- 3) dictating the measurement response times of each test point; and
- 4) expressing the test results on a generalized basis.

All of the appropriate tests in 2.2 shall be performed and the results shall be documented. If for some reason a test cannot be performed, the reason shall be clearly stated on the evaluation form. In that case, an estimate of the expected performance, or a substitute test, shall be given and so labelled.

If the documented laboratory test results are based on prototype or generic model testing, appropriate quality assurance tests and procedures shall be instituted to ensure that each subsequent system has comparable performance, or that any exceptions are adequately noted.