



General metrology —

Part 2: Vocabulary of legal metrology (VLM)

UDC 351.821:389.1:001.4

Committees responsible for this Published Document

The preparation of this Published Document was entrusted to Technical Committee SS/7, General metrology, quantities, units and symbols, upon which the following bodies were represented:

British Measurement and Testing Association
 City University
 Department of Trade and Industry (National Weights and Measures Laboratory)
 Federation of Small Businesses
 Institute of Measurement and Control
 Institution of Electrical Engineers
 National Physical Laboratory
 Royal Society of Chemistry
 Society of Chemical Industry
 Trading Standards Institute

This Published Document, having been prepared under the direction of the Quality, Management and Statistics Standards Committee, was published under the authority of the Executive Board and comes into effect on 30 September 1980

© BSI 13 June 2003

First published October 1971
 First revision September 1980

The following BSI reference relates to the work on this Published Document:
 Committee reference SS/7

ISBN 0 580 11555 0

Amendments issued since publication

Amd. No.	Date of issue	Comments
4802	February 1985	
14131	13 June 2003	Changes to title and national foreword

Contents

	Page ¹⁾
Cooperating organizations	Inside front cover
Foreword	ii
<hr/>	
Chapter 0. Metrology	3
Chapter 1. Organizations and services concerned with legal metrology	7
Chapter 2. Activities of the service of legal metrology	15
Chapter 3. Documentation and markings of the service of legal metrology	25
Chapter 4. Quantities and units of measurement	31
Chapter 5. Measurements	47
Chapter 6. Measuring instruments and their classification	65
Chapter 7. Measuring instruments construction; components parts	89
Chapter 8. Errors in the results of measurements and errors of measuring instruments	111
Chapter 9. Conditions of use and metrological properties of measuring instruments	133
<hr/>	
Alphabetical list of terms	165
<hr/>	
Figure 1	105
Figure 2	105
<hr/>	

¹⁾ Page numbers in this contents list refer to the English text.

Foreword

This Published Document reproduces verbatim the *International vocabulary of terms in legal metrology (VIML)* published by OIML. It supersedes PD 6461:1971 which is withdrawn.

The parts of PD 6461 are published as follows:

- *Part 1: Basic and general terms (VIM)*;
- *Part 2: Vocabulary of legal metrology (VLM)*;
- *Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM)*.

The UK participation in its preparation was entrusted to Technical Committee SS/7, General metrology, quantities, units and symbols, which has the responsibility to:

- aid enquirers to understand the text;
- present to the responsible international/European committee any enquiries on the interpretation, or proposals for change, and keep the UK interests informed;
- monitor related international and European developments and promulgate them in the UK.

A list of organizations represented on this committee can be obtained on request to its secretary.

The OIML²⁾ Vocabulary of fundamental terms in legal metrology was first published, in French only, by the International Bureau of Legal Metrology in 1969. This had been approved by the International Conference on Legal Metrology which was held in Paris the previous year.

In the decade that has elapsed since the vocabulary was first published, this work has proved its utility. It has been translated into several languages and has also been used by many national and international institutes as a basis for drawing up systems and terms in general or applied metrology.

In 1971 BSI published PD 6461, which consisted of the original text in French together with an unofficial English translation presented in parallel. The purpose of publishing a translation was to enable the vocabulary to be studied by those interested in making use of the various terms and definitions. The aim of the translation was to present as faithfully as possible the meaning of the original French text in English. Accordingly, English terms were selected to correspond to the concepts isolated and defined in the vocabulary.

When OIML announced its intention to produce a bilingual (French/English) edition of the vocabulary, BSI were pleased to offer PD 6461 as a basis for the English text. At the same time, corrections to the English text were provided by the National Physical Laboratory, The Department of Prices and Consumer Protection (now the Department of Trade) and members of BSI Subcommittee QMS/2/4, Metrology terms.

The International Bureau of Legal Metrology published its first official bilingual edition of the OIML Vocabulary in 1978. Two addenda, approved by the International Conferences of 1972 and 1976, have been added to the 1969 edition. The vocabulary is intended not only for legal metrology departments and manufacturers of measuring instruments but also for laboratories, factory-inspection departments, standards institutions, universities and colleges, etc.

²⁾ International Organization of Legal Metrology.

For the sake of continuity, BSI Subcommittee QMS/2/4 decided that the 1978 edition of the OIML Vocabulary should be published as a revision of PD 6461. This action was subsequently endorsed by the Coordinating and Advisory Committee QMS/2. It is emphasized that the vocabulary does not have the status of a British Standard. However, definitions of fundamental terms applicable to all aspects of metrology are contained in BS 5233 "*Glossary of terms used in metrology*". For national purposes, where the definition of a term given in PD 6461 is different from that given in BS 5233, the definition given in the latter should prevail.

The first revision of PD 6461 superseded the 1971 edition which was withdrawn.

As a result of the preparation in 1985 of PD 6461-1, "Vocabulary of metrology — Part 1: Basic and general terms (international)", the last revision (1980) of PD 6461 was subsequently renumbered as PD 6461-2, both documents being identical. For historical reasons, PD 6461-2 currently contains many basic metrological terms in addition to those of mainly legal application. Where any conflict exists between the definitions in Part 2 and those in Part 1 (i.e. from VIM) the latter should be regarded as authoritative. When OIML revises the vocabulary of legal metrology a new edition of PD 6461-2 will be published.

Terminology and conventions. In order to expedite publication and for ease of reproduction, the text of the OIML Vocabulary has been used as the basis of this Published Document. The original OIML Vocabulary page numbering has been retained.

Cross-references

The British Standards which implement international or European publications referred to in this document may be found in the *BSI Catalogue* under the section entitled "International Standards Correspondence Index", or by using the "Search" facility of the *BSI Electronic Catalogue* or of British Standards Online.

This publication does not purport to include all the necessary provisions of a contract. Users are responsible for its correct application.

Compliance with a Published Document does not of itself confer immunity from legal obligations.

Summary of pages

This document comprises a front cover, an inside front cover, pages i to vi, pages 1 to 180, an inside back cover and a back cover.

The BSI copyright notice displayed in this document indicates when the document was last issued.

**INTERNATIONAL ORGANIZATION
OF LEGAL METROLOGY**

INTERNATIONAL BUREAU OF LEGAL METROLOGY
11, RUE TURGOT — 75009 PARIS — FRANCE

VOCABULARY
of
LEGAL METROLOGY

Fundamental terms

OIML Secretariat : **POLAND**

English translation of official French text

International Recommendation
of the Third International Conference of Legal Metrology, 1968
together with the two addenda sanctioned
by the Fourth and Fifth Conferences, 1972 and 1976

VOCABULAIRE DE MÉTROLOGIE LÉGALE

Texte officiel français

Le présent texte français intégré du Vocabulaire comprend l'édition de 1969 de la Recommandation sanctionnée par la 3^e Conférence Internationale de Métrologie Légale, à laquelle les deux Addenda sanctionnés par les 4^e et 5^e Conférences ont été ajoutés.

A l'exception de quelques corrections et de l'inclusion des deux addenda sus-mentionnés, aucune modification par rapport à l'édition de 1969 n'a été apportée.

VOCABULARY OF LEGAL METROLOGY

Official French text

This integrated French text of the Vocabulary consists of the 1969 edition of the Recommendation sanctioned by the 3rd International Conference of Legal Metrology, to which the two Addenda sanctioned by the 4th and 5th Conferences have been added.

With the exception of some corrections, and inclusion of the two Addenda mentioned above, no modification has been made compared with the edition of 1969.

Ce vocabulaire est, pour sa plus grande partie, l'oeuvre de

Monsieur le Docteur Jan OBALSKI

*Membre d'Honneur du Comité International
de Métrologie Légale*

qui en fut l'inspirateur et le créateur

This Vocabulary is, for the most part, the work of

Doctor Jan OBALSKI

*Honorary Member of the International Committee
of Legal Metrology*

its inspiration and creation being due to him

CHAPITRE 0

MÉTROLOGIE

0.1. MÉTROLOGIE

Domaine des connaissances relatives aux mesurages.

Remarques :

1. Les principaux domaines de la métrologie concernent :

les unités de mesure et leurs étalons (leur établissement, reproduction, conservation et transmission),

les mesurages (leurs méthodes, leur exécution, l'estimation de leur précision etc.),

les instruments de mesurage (leurs propriétés examinées du point de vue de leur destination),

les observateurs (leurs qualités se rapportant à l'exécution des mesurages, par ex. la lecture des indications des instruments de mesurage).

2. La métrologie embrasse tous les problèmes aussi bien théoriques que pratiques se rapportant aux mesurages quelle que soit la précision de ceux-ci.

3. Selon la grandeur envisagée, la métrologie se divise en : métrologie des longueurs, métrologie du temps, etc... et, selon le domaine d'application, en métrologie industrielle, métrologie technique, métrologie astronomique, métrologie médicale, etc...

4. Sont comprises également dans la métrologie les déterminations des constantes physiques et des propriétés des matériaux et des substances.

0.2. MÉTROLOGIE GÉNÉRALE

Partie de la métrologie qui traite des problèmes communs à toutes les questions métrologiques, indépendamment de la grandeur mesurée.

Exemples :

Les problèmes généraux théoriques et pratiques sur les unités de mesure (la structure d'un système d'unités, le changement des unités de mesure dans les formules par ex.), les problèmes des erreurs de mesurage, les problèmes des qualités métrologiques des instruments de mesurage valables pour n'importe quelle grandeur.

0.3. MÉTROLOGIE APPLIQUÉE

Partie de la métrologie qui traite des mesurages pour des applications définies.

Remarque :

Par opposition à la métrologie générale, la métrologie appliquée concerne les mesurages d'une certaine grandeur ou bien les mesurages des grandeurs faisant partie d'un certain domaine, selon les exemples donnés au point 0.1, remarque 3.

VOCABULARY OF LEGAL METROLOGY

Note concerning English text

The Vocabulary of fundamental terms in Legal Metrology consists of the official text in French, together with an English translation presented in parallel, both published in this edition by the International Bureau of Legal Metrology.

The Bureau is pleased to acknowledge that the English translation is based on that originally prepared under the auspices of the British Standards Institution (publication PD 6461 — October 1971) with the participation of the following persons : Mr. PANARIO, Dr. VIGOUREUX, Mr. DADSON, Mr. MEREDITH, Mr. CLIFFORD, Mr. ROGER, and Mr. HARVEY.

Considerable help has also been received since the publication of the first edition with correction of the translation from the National Physical Laboratory, British Standards Institution (BSI Committee QMS/2/4), Mr. TURSKI, United Kingdom Department of Prices and Consumer Protection, and Mr. DADSON.

The choice of terms in the English texts of the two addenda included in this edition, has however been made by the International Bureau of Legal Metrology.

The Bureau will be very thankful therefore to readers for any comments and proposals they may have, in particular concerning these additional terms.

E. W. ALLWRIGHT
Bureau International de Métrologie Légale
Paris, 1978.

CHAPTER 0

METROLOGY**0.1. METROLOGY**

The field of knowledge concerned with measurement.

Notes :

1. The subjects of the principal fields of metrology are:

units of measurement and their standards (their establishment, reproduction, conservation and dissemination),
measurements (their methods, execution, estimation of their accuracy, etc.),
measuring instruments (their properties examined from the point of view of their intended purpose),
observers (their capabilities with reference to making measurements, e.g. the reading of instrument indications).

2. Metrology includes all problems both theoretical and practical relating to measurements whatever their accuracy.

3. Metrology is divided : according to the quantity considered, into metrology of length, metrology of time, etc. ; according to the field of application, into industrial metrology, technical metrology, astronomical metrology, medical metrology, etc.

4. Metrology also includes the determination of physical constants and the properties of materials and substances.

0.2. GENERAL METROLOGY

That part of metrology which deals with problems common to all metrological questions irrespective of the quantity measured.

Examples :

General theoretical and practical problems concerning units of measurement (e.g. the structure of a system of units, conversion of units of measurement in formulae) ; the problems of errors in measurement ; the problems of the metrological properties of measuring instruments applicable irrespective of the quantity concerned.

0.3. APPLIED METROLOGY

That part of metrology which deals with measurements made for specific applications.

Note :

In contrast to general metrology, applied metrology is concerned with measurements of a particular quantity, or measurements of quantities forming part of a particular field, as in the examples given in 0.1, note 3.

0.3.1. MÉTROLOGIE TECHNIQUE

Partie de la métrologie qui traite des problèmes des mesurages dans la technique.

Remarque :

Bien que d'autres domaines soient compris dans la métrologie technique, cette expression est souvent utilisée avec une signification incorrecte pour la seule métrologie des longueurs et des angles.

0.3.2. MÉTROLOGIE DE LA QUALITÉ

Métrologie s'occupant des questions relatives au contrôle de la qualité.

Remarques :

La métrologie de la qualité s'intéresse au contrôle des mesurages et de leurs résultats, intervenant dans les études de la qualité :

des matières premières,
des matériaux,
des appareils,
des installations industrielles,

ainsi qu'aux instruments de mesurage utilisés pour mesurer, contrôler et définir les exigences concernant la garantie de la qualité dans la production.

0.4. MÉTROLOGIE THÉORIQUE

Partie de la métrologie qui traite des problèmes théoriques de mesurage.

Exemples :

A la métrologie théorique appartiennent, entre autres, la théorie des grandeurs et des unités de mesure, la théorie des erreurs de mesurage, la théorie informationnelle des mesurages.

0.5. TECHNIQUE DES MESURAGES

Partie de la métrologie qui traite de la technique d'exécution des mesurages.

0.6. MÉTROLOGIE LÉGALE

Partie de la métrologie se rapportant aux unités de mesure, aux méthodes de mesurage et aux instruments de mesurage en ce qui concerne les exigences techniques et juridiques réglementées qui ont pour but d'assurer la garantie publique du point de vue de la sécurité et de la précision convenable des mesurages.

0.7. GARANTIE MÉTROLOGIQUE

Ensemble de règlements, moyens techniques et actions indispensables, mis en œuvre pour assurer la sécurité et la précision convenable des mesurages.

0.3.1. TECHNICAL METROLOGY*

That part of metrology which deals with measurement problems in technology.

Note :

Although other fields are included in technical metrology this expression is often used, in an incorrect sense, solely for the metrology of lengths and angles.

0.3.2. QUALITY METROLOGY

Metrology related to questions of quality control.

Note :

Quality metrology concerns itself with control of measurements and their results which enter into examinations of the quality of :

raw materials,

materials,

devices,

industrial installations,

as well as measuring instruments used to measure, check, and define requirements concerning guarantee of quality during production.

0.4. THEORETICAL METROLOGY

That part of metrology which deals with the theoretical problems of measurement.

Examples :

Theoretical metrology includes, among other subjects, the theory of quantities and units of measurement, the theory of errors of measurement, the information theory of measurements.

0.5. MEASUREMENT TECHNIQUE

That part of metrology which deals with the technique of the execution of measurements.

0.6. LEGAL METROLOGY

That part of metrology which treats of units of measurement, methods of measurement and of measuring instruments, in relation to the mandatory technical and legal requirements which have the object of ensuring a public guarantee from the point of view of the security and of the appropriate accuracy of measurements.

0.7. METROLOGICAL GUARANTEE

All the regulations, technical facilities and indispensable measures used to assure security and appropriate accuracy in measurement.

* **Translator's note to 0.3.1.** The French expression "metrologie technique" has no exact counterpart in English and the translation given above is not a term at present in common use. Certain other terms, such as "engineering metrology" and "dimensional metrology", are commonly used to describe parts of the field of "technical metrology".

CHAPITRE 1

ORGANISMES ET SERVICES SE RAPPORTANT A LA MÉTROLOGIE LÉGALE

Préambule

A. La métrologie légale, dans chaque État moderne, est dirigée par un Organisme national qui, dans ce Vocabulaire, est appelé « Service national de métrologie légale ».

La constitution de ce Service est souvent différente d'un pays à l'autre.

Toutefois, comme il est fréquemment nécessaire d'utiliser dans les Recommandations de l'Organisation Internationale de Métrologie Légale des expressions qui s'y rapportent et comme évidemment ces expressions doivent être uniformes, le Vocabulaire comprend dans le présent Chapitre une série de termes relatifs à un Service, fictif, mais cependant assez proche des organismes existants.

Naturellement, certains des organes prévus dans ce Service fictif peuvent ne pas exister, en partie ou complètement, au sein des Services réels et inversement ces derniers peuvent en comporter davantage.

Le schéma ainsi présenté pourrait être éventuellement utilisé avec profit lors de la création de nouveaux Services.

B. L'organisation contemporaine de la métrologie comprend, en plus des Services nationaux de métrologie légale, nombre d'Organismes internationaux dont le but final est le maintien de l'uniformité des mesures dans le monde entier.

La métrologie légale est surtout intéressée par les deux Organisations ci-après :

ORGANISATION INTERNATIONALE DES POIDS ET MESURES

instituée par la Convention internationale du Mètre — Paris, 1875, et comprenant :

a — la Conférence Générale des Poids et Mesures (CGPM) qui a pour buts :

— d'élaborer et de provoquer les décisions nécessaires à la propagation et au perfectionnement d'un système international d'unités et d'étalons de mesure ;

— de sanctionner les résultats de nouvelles déterminations métrologiques fondamentales et les diverses résolutions scientifiques de portée internationale concernant la métrologie.

CHAPTER 1

ORGANIZATIONS AND SERVICES CONCERNED WITH LEGAL METROLOGY

Preamble

A. Legal metrology in each modern State is directed by a national organization which, in this vocabulary, is called the National Service of Legal Metrology.

The constitution of this service often differs from one country to another.

However, as it is often necessary to use in the Recommendations of the International Organization of Legal Metrology terms referring to these services and as obviously the terms must be uniform, the vocabulary includes in the present chapter a series of terms relating to a fictitious service but one closely corresponding to existing organizations.

Naturally certain organs provided for in this fictitious service need not exist, either in part or completely, in all actual national services and conversely these latter may include other organs.

The plan presented could be used with profit in the establishment of new services.

B. The existing organization of metrology includes, in addition to national services of legal metrology, a number of international organizations whose ultimate object is to maintain uniformity in measurement throughout the world.

Legal metrology is of special interest to the following organizations :

THE INTERNATIONAL ORGANIZATION OF WEIGHTS AND MEASURES

instituted by the International Metre Convention — Paris, 1875 and including :

a — the General Conference of Weights and Measures (CGPM) the aims of which are :

— to prepare and promote the decisions necessary to perfect and extend the use of an international system of units and standards of measurement ;

— to ratify the results of new fundamental metrological determinations and the various scientific resolutions of international significance concerning metrology.

b — le Comité International des Poids et Mesures (CIPM) placé sous l'autorité de la Conférence Générale et qui a pour buts :

- de diriger et de surveiller les travaux du Bureau International des Poids et Mesures ;
- d'instituer la coopération des laboratoires nationaux de métrologie pour l'exécution des travaux métrologiques que la Conférence Générale décide de faire exécuter en commun par les États membres de l'Organisation ;
- de diriger ces travaux et d'en coordonner les résultats ;
- de veiller à la conservation des étalons internationaux.

c — le Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) fonctionnant sous la surveillance du Comité International et qui a pour buts :

- d'établir les étalons fondamentaux et les échelles des principales grandeurs physiques ;
- de conserver les étalons prototypes internationaux ;
- d'effectuer les comparaisons des étalons nationaux tels que ceux de longueur, de masse, de température, d'électricité, de photométrie et des radiations ionisantes ;
- d'assurer la coordination des techniques de mesurages correspondantes ;
- d'exécuter et de coordonner les déterminations relatives aux constantes physiques fondamentales.

ORGANISATION INTERNATIONALE DE MÉTROLOGIE LÉGALE (OIML)

instituée par la Convention internationale de Métrologie légale — Paris, 1955 et qui a pour buts principaux :

- de déterminer les principes généraux de la métrologie légale,
- d'étudier dans un but d'unification les problèmes de caractère législatif et réglementaire de métrologie légale dont la solution est d'intérêt international,
- d'établir un projet de loi et de règlement types sur les instruments de mesurage et leur utilisation,
- d'élaborer un projet d'organisation matérielle d'un service type de vérification et de contrôle des instruments de mesurage,
- de fixer les caractéristiques et les qualités nécessaires et suffisantes que doivent présenter les instruments de mesurage pour qu'ils soient approuvés par les États membres et pour que leur emploi puisse être recommandé sur le plan international.

L'Organisation Internationale de Métrologie Légale comprend :

- la Conférence Internationale de Métrologie Légale,
- le Comité International de Métrologie Légale,
- le Bureau International de Métrologie Légale (BIML.)

b — the International Committee of Weights and Measures (CIPM) placed under the authority of the General Conference and which has the following objects :

- to direct and supervise the work of the International Bureau of Weights and Measures (BIPM) ;
- to establish co-operation between national metrological laboratories in order to carry out the metrological work that the General Conference decides should be undertaken jointly by the Member States of the Organization ;
- to direct this work and co-ordinate the results ;
- to supervise the conservation of the International Standards ;

c — the International Bureau of Weights and Measures (BIPM) which functions under the supervision of the International Committee and has the following objects :

- to establish fundamental standards and scales of the principal physical quantities ;
- to conserve the international prototype standards ;
- to make comparisons of national standards such as those of length, mass, temperature, electricity, photometry and ionizing radiations ;
- to ensure co-ordination of the corresponding measurement techniques ;
- to carry out and co-ordinate determinations of fundamental physical constants.

THE INTERNATIONAL ORGANIZATION OF LEGAL METROLOGY (OIML)

instituted by the International Convention of Legal Metrology — Paris, 1955 and which has the following principal objects :

- to establish the general principles of legal metrology ;
- to study, in the interests of unification, problems concerning the laws and regulations governing legal metrology, the solutions of which are of international concern ;
- to draft model laws and regulations for measuring instruments and their use ;
- to develop a detailed scheme for the organization of a model service for the verification and checking of measuring instruments ;
- to specify the necessary and sufficient characteristics and qualities which measuring instruments must possess in order that they can be approved by Member States and that their use can be recommended internationally ;

The International Organization of Legal Metrology comprises :

- the International Conference of Legal Metrology
- the International Committee of Legal Metrology
- the International Bureau of Legal Metrology (BIML)

1.1. SERVICE NATIONAL DE MÉTROLOGIE LÉGALE

Organisme national ayant pour but de résoudre les problèmes de métrologie légale dans un pays donné.

Remarque :

Les principales fonctions d'un Service national de métrologie légale consistent en général à :

- assurer la conservation des étalons nationaux et garantir leur précision par leur comparaison aux étalons internationaux, garantir et s'il y a lieu donner aux étalons secondaires une précision convenable à leur emploi dans les pays par comparaison aux étalons nationaux ;
- effectuer des travaux scientifiques et techniques dans tous les domaines de la métrologie et des méthodes de mesurage, prendre part aux travaux des autres organismes nationaux intéressés à la métrologie ;
- élaborer les projets de lois se rapportant à la métrologie légale et promulguer la réglementation correspondante ;
- réglementer et conseiller, surveiller et contrôler la fabrication et la réparation des instruments de mesurage ;
- contrôler l'utilisation de ces instruments et des opérations de mesurage lorsque cette utilisation et ces opérations sont couvertes par la garantie publique ;
- éventuellement, détecter les fraudes de mesurage ou de débit de marchandises et déférer leurs auteurs en justice ;
- coordonner l'activité des Autorités de surveillance métrologique qui, bien que ne lui étant pas organiquement assujetties, collaborent avec lui pour assurer le respect de la réglementation de métrologie légale ;
- organiser l'enseignement de la métrologie légale ;
- représenter le pays dans les Instances internationales de métrologie légale.

1.1.1. BUREAU NATIONAL DE MÉTROLOGIE LÉGALE

Organisme directeur du Service national de métrologie légale.

1.1.2. INSTITUT NATIONAL DE MÉTROLOGIE LÉGALE

Organisme du Service national de métrologie légale chargé d'exécuter les travaux scientifiques et les recherches se rapportant à l'activité de ce Service.

1.1.3. BUREAU NATIONAL DE VÉRIFICATION

Organisme du Service national de métrologie légale dont l'activité embrasse les objets énumérés aux points 1.1.4 à 1.1.7.

1.1.4. BUREAU RÉGIONAL DE VÉRIFICATION

Organisme du Service national de métrologie légale dont le but est :

- a) d'assurer une précision convenable aux étalons des bureaux locaux de vérification, des bureaux de vérification ambulants et des centres de vérification sur un territoire déterminé,
- b) de surveiller l'activité de ces bureaux, d'effectuer la surveillance métrologique sur ce territoire,
- c) d'exécuter les vérifications de certains instruments de mesurage qui lui sont réservées.

1.1. NATIONAL SERVICE OF LEGAL METROLOGY

A national organization whose object is to resolve problems of legal metrology in a particular country.

Note :

The main functions of a national service of legal metrology are, in general:

- to ensure the conservation of national standards and to guarantee their accuracy by comparison with the international standards ; to guarantee, and if appropriate to provide for, secondary standards of suitable accuracy for use inside the country, by comparison with the national standards ;
- to carry out scientific and technical work in all fields of metrology and measuring methods ; to take part in the work of other national organizations interested in metrology ;
- to prepare draft laws relevant to legal metrology and to promulgate the corresponding regulations ;
- to regulate, advise on, supervise and control the manufacture and repair of measuring instruments ;
- to check the use of these instruments and the measuring procedures when both use and procedures are covered by the public guarantee ;
- if necessary, to detect measuring frauds, or frauds in the sale of goods, and to bring to justice those responsible ;
- to co-ordinate the activities of those metrological supervising authorities which, although not under its administrative control, co-operate with it to ensure observance of the regulations of legal metrology ;
- to organize the teaching of legal metrology ;
- to represent the country in international activities concerning legal metrology.

1.1.1. NATIONAL BUREAU OF LEGAL METROLOGY

The directing body of the national service of legal metrology.

1.1.2. NATIONAL INSTITUTE OF LEGAL METROLOGY

An organ of the national service of legal metrology responsible for carrying out the scientific and research work related to the work of the service.

1.1.3. NATIONAL BUREAU OF VERIFICATION

An organ of the national service of legal metrology whose activities cover the objectives set out in 1.1.4 to 1.1.7.

1.1.4. REGIONAL VERIFICATION OFFICE

An organ of the national service of legal metrology whose object is :

- a) to ensure that the standards of the local verification offices, mobile offices and verification centres in a particular area are of suitable accuracy ;
- b) to supervise the activities of these offices, to effect metrological supervision of the particular area ;
- c) to carry out the verification of certain measuring instruments reserved for the regional verification office.

1.1.5. BUREAU LOCAL DE VÉRIFICATION

Organisme du Service national de métrologie légale possédant un siège permanent et dont le but est de vérifier, dans une portion du territoire du bureau régional, certains instruments de mesurage déterminés et d'effectuer la surveillance métrologique dans un domaine de mesurage défini.

1.1.6. BUREAU DE VÉRIFICATION AMBULANT

Organisme du Service national de métrologie légale dont le but est de vérifier les instruments de mesurage appartenant à des catégories déterminées sur une portion du territoire de ce Service et d'effectuer une surveillance métrologique ambulante.

Il peut avoir un siège temporaire dans un bâtiment ou se trouver dans un véhicule spécial.

1.1.7. CENTRE DE VÉRIFICATION

Organisme du Service national de métrologie légale dont le but est de vérifier les instruments de mesurage dans un établissement défini qui fabrique, répare ou utilise des instruments de mesurage déterminés.

1.2. AGENTS DE VÉRIFICATION

Agents du Service national de métrologie légale habilités à exercer les fonctions de vérification.

L'ensemble de ces agents constitue un corps hiérarchisé.

1.3. AUTORITÉS DE SURVEILLANCE MÉTROLOGIQUE

Organismes nationaux indépendants du Service national de métrologie légale et collaborant avec ce Service pour assurer le respect des prescriptions concernant la métrologie légale.

1.1.5. LOCAL VERIFICATION OFFICE

An organ of the national service of legal metrology with a permanent location whose object is to verify, over part of the area covered by the regional office, certain specified measuring instruments and to exercise metrological supervision in a defined field of measurement.

1.1.6. MOBILE VERIFICATION OFFICE

An organ of the national service of legal metrology whose object is to verify defined categories of measuring instruments in part of the area of the service and to exercise mobile metrological supervision.

It can have a temporary location in a building or be stationed in a special vehicle.

1.1.7. VERIFICATION CENTRE

An organ of the national service of legal metrology whose object is to verify the measuring instruments in a particular establishment where specified instruments are manufactured, repaired or used.

1.2. VERIFICATION OFFICERS

Officers of the national service of legal metrology authorized to exercise the functions of verification.

These officers constitute a graded corps.

1.3. METROLOGICAL SUPERVISING AUTHORITIES

National organizations independent of the national service of legal metrology which collaborate with the service to ensure observance of the requirements concerning legal metrology.

CHAPITRE 2

ACTIVITÉS DU SERVICE DE MÉTROLOGIE LÉGALE**2.0. CONTRÔLE MÉTROLOGIQUE**

Contrôle effectué par les Autorités compétentes et portant sur les méthodes et moyens de mesurage utilisés et sur les conditions dans lesquelles les résultats de mesurage sont obtenus, exprimés et exploités.

2.1. CONTRÔLE DES INSTRUMENTS DE MESURAGE

Ensemble d'opérations comprenant :

- a) l'essai de modèles d'instruments de mesurage en vue de leur approbation,
- b) la vérification ou l'étalonnage d'instruments de mesurage,
- c) la surveillance métrologique.

2.2. ESSAI D'UN MODÈLE

Examen d'un ou de plusieurs instruments de mesurage d'un même modèle qui sont présentés par un fabricant au Service national de métrologie légale ; cet examen comporte les essais nécessaires en vue de l'approbation du modèle.

2.2.1. APPROBATION D'UN MODÈLE

Décision prise par les Autorités compétentes de l'État, en général par le Service national de métrologie légale, reconnaissant que le modèle d'un instrument de mesurage répond aux exigences réglementaires.

2.2.2. APPROBATION D'UN MODÈLE A TITRE PROVISOIRE

Approbation, pour une durée limitée, d'un modèle d'instrument de mesurage afin de permettre des essais approfondis de longue durée sur un assez grand nombre d'instruments conformes à ce modèle, mis en service dans les conditions usuelles d'emploi.

Remarque :

La décision d'approbation peut éventuellement fixer le nombre d'instruments dont la construction est autorisée, les lieux d'installation, les accessoires de vérification dont ces instruments doivent être munis.

2.2.3. ADMISSION A LA VÉRIFICATION

Décision prise par les Autorités compétentes de l'État, en général par le Service national de métrologie légale, d'admettre à la vérification des instruments de mesurage réglementés, sans approbation de modèle.

CHAPTER 2

ACTIVITIES OF THE SERVICE OF LEGAL METROLOGY**2.0. METROLOGICAL CONTROL**

Control exercised by the responsible authorities and relating to the methods and means of measurement used and the conditions under which the results of measurements are obtained, expressed and used.

2.1. CONTROL OF MEASURING INSTRUMENTS

The whole set of operations consisting of :

- a) the evaluation of patterns of measuring instruments with a view to their approval,
- b) the verification or calibration of measuring instruments,
- c) metrological supervision.

2.2. PATTERN EVALUATION

The examination of one or more measuring instruments of the same pattern which are submitted by a manufacturer to the national service of legal metrology; this examination includes the tests necessary for the approval of the pattern.

2.2.1. PATTERN APPROVAL

A decision taken by a competent state authority, generally the national service of legal metrology, recognizing that the pattern of a measuring instrument conforms to the mandatory requirements.

2.2.2. PROVISIONAL PATTERN APPROVAL

An approval, for a limited period, of a pattern of measuring instrument in order to allow comprehensive and prolonged tests, under the normal conditions of use, of a sufficiently large number of instruments conforming to the pattern.

Note :

The decision of approval can, if necessary, prescribe the number of instruments to be constructed, their place of installation and the verification accessories with which the instruments must be provided.

2.2.3. ACCEPTANCE FOR VERIFICATION

A decision taken by the competent state authority, generally the national service of legal metrology, to admit, for verification, measuring instruments subject to regulation, without pattern approval.

2.3. EXAMEN D'UN INSTRUMENT DE MESURAGE

Ensemble des opérations effectuées en vue de contrôler que l'instrument de mesure répond aux exigences des règlements sur la vérification ou aux recommandations d'une norme ou à des spécifications techniques.

2.3.1. EXAMEN DE CONFORMITÉ AVEC LE MODÈLE APPROUVÉ

Examen des instruments de mesure en vue de s'assurer de leur conformité avec leur modèle approuvé.

2.3.2. EXAMEN PRÉALABLE

Examen partiel de certains éléments séparés d'un instrument de mesure ou bien d'un instrument entier dont la vérification définitive sera effectuée au lieu d'installation.

2.3.3. EXAMEN ADMINISTRATIF EXTERNE

Ensemble d'opérations, autres que les opérations métrologiques, ayant pour but de contrôler que l'instrument de mesure répond aux conditions réglementaires, en particulier en ce qui concerne les inscriptions, les dimensions, les emplacements de poinçonnage etc...

2.3.4. EXAMEN MÉTROLOGIQUE

Ensemble d'opérations ayant pour but de s'assurer que l'instrument de mesure satisfait aux conditions réglementaires en ce qui concerne ses qualités métrologiques.

2.3.5. EXAMEN DE SURVEILLANCE

Examen d'un instrument de mesure ayant pour but de s'assurer que la marque de poinçonnage est valable, que l'instrument n'a pas subi de transformation après la vérification, et que ses erreurs ne dépassent pas les valeurs maximales tolérées en service.

2.3. EXAMINATION OF A MEASURING INSTRUMENT

All the operations carried out with a view to establishing that the measuring instrument conforms either to the requirements of the regulations for verification or to the recommendations of a standard or to technical specifications.

2.3.1. EXAMINATION FOR CONFORMITY WITH APPROVED PATTERN

An examination of measuring instruments with a view to checking their conformity with the approved pattern.

2.3.2. PRELIMINARY EXAMINATION

A partial examination of certain separate elements of a measuring instrument or of the complete instrument of which the definitive verification will be made at the place of installation.

2.3.3. EXTERNAL ADMINISTRATIVE EXAMINATION

All the operations, other than metrological operations, the aim of which is to confirm that a measuring instrument conforms to legal requirements, in particular with regard to inscriptions, dimensions, stamping locations etc...

2.3.4. METROLOGICAL EXAMINATION

All the operations for the purpose of checking that a measuring instrument satisfies the mandatory conditions in respect of its metrological properties.

2.3.5. INSPECTION EXAMINATION

An examination of a measuring instrument with the object of checking that the stamp is valid, that the instrument has not been modified after verification and that the errors do not exceed the tolerances permitted in service*.

* **Translator's note to 2.3.5.** In English these tolerances are also referred to as "in-service tolerances" or "maintenance tolerances".

2.4. VÉRIFICATION

Ensemble d'opérations effectuées par un organisme du Service national de métrologie légale (ou bien par un autre organisme légalement autorisé) ayant pour but de constater et d'affirmer que l'instrument de mesurage satisfait entièrement aux exigences des règlements sur la vérification.

La vérification comprend l'examen et le poinçonnage.

2.4.1. VÉRIFICATION PAR ÉCHANTILLONNAGE

Vérification d'un lot homogène d'instruments de mesurage en se basant sur le résultat de l'examen d'un ou de plusieurs exemplaires de ce lot.

2.4.2. VÉRIFICATION PRIMITIVE

Vérification d'un instrument de mesurage neuf qui n'a pas encore été vérifié auparavant.

2.4.3. VÉRIFICATION ULTÉRIEURE

Toute vérification d'un instrument de mesurage qui suit la vérification primitive :
vérification périodique réglementaire,
vérification après réparation,
ou vérification avant l'expiration de la période de validité de la vérification périodique effectuée soit :
à la demande de l'utilisateur,
parce que la marque de poinçonnage, pour n'importe quelle cause, n'est plus valable pour le restant de cette période de validité.

2.4.3.1. RENOUVELLEMENT DE LA VÉRIFICATION

Prolongation de la validité de la vérification d'un instrument de mesurage sans nouvel examen, dans le cas où cet instrument est resté inutilisé après la vérification.

2.4.4. VÉRIFICATION COMPLÈTE

Vérification ultérieure d'un instrument de mesurage pour laquelle on exige un examen complet de l'instrument, comme lors de la vérification primitive.

Remarque :

En général la vérification après réparation de l'instrument est une vérification complète.

2.4.5. VÉRIFICATION SIMPLIFIÉE

Vérification ultérieure d'un instrument de mesurage pour laquelle on peut admettre un examen simplifié.

2.4. VERIFICATION

All the operations carried out by an organ of the national service of legal metrology (or other legally authorized organization) having the object of ascertaining and confirming that the measuring instrument entirely satisfies the requirements of the regulations for verification.

Verification includes both examination and stamping.

2.4.1. VERIFICATION BY SAMPLING

The verification of a batch of similar measuring instruments based on the results of examination of one or more specimens taken from the batch.

2.4.2. INITIAL VERIFICATION

The verification of a new measuring instrument which has not been verified previously.

2.4.3. SUBSEQUENT VERIFICATION

Any verification of a measuring instrument which follows the initial verification :
mandatory periodic verification,
verification after repair,
or verification made before the expiry of the period of validity of the periodical verification made either :
at the request of the user,
or because for some reason the stamp is no longer valid for the remainder of this period of validity.

2.4.3.1. VERIFICATION RENEWAL

Extension of the validity of the verification of a measuring instrument without a new examination, where the instrument has not been used since verification.

2.4.4. COMPLETE VERIFICATION

A subsequent verification of a measuring instrument for which the full examination of the instrument, as for initial verification, is required.

Note :

In general verification after repair of the instrument is a complete verification.

2.4.5. SIMPLIFIED VERIFICATION

A subsequent verification of a measuring instrument for which a simplified examination is allowed.

2.4.6. VÉRIFICATION PÉRIODIQUE

Vérification ultérieure d'un instrument de mesurage, effectuée périodiquement à des intervalles de temps et suivant des modalités fixées par les règlements.

2.4.7. VÉRIFICATION EXCEPTIONNELLE

Vérification d'un instrument de mesurage exécutée pour des raisons exceptionnelles.

2.4.8. VÉRIFICATION OBLIGATOIRE

Vérification à effectuer pour que l'emploi de l'instrument de mesurage ne soit pas interdit.

2.4.9. PRÉSENTATION A LA VÉRIFICATION [L'ÉTALONNAGE]

Ensemble des opérations administratives, matérielles, etc... qu'effectue la personne qui présente un instrument de mesurage à la vérification [l'étalonnage]

2.4.10. REFUS D'UN INSTRUMENT DE MESURAGE

Décision d'un organisme du Service national de métrologie légale affirmant que l'instrument de mesurage ne répond pas aux exigences réglementaires sur la vérification.

2.4.11. PERTE DE VALIDITÉ DE LA VÉRIFICATION

Abrogation de fait de la validité de la vérification d'un instrument de mesurage lorsque celui-ci ne répond plus aux exigences des règlements.

2.4.12. VÉRIFICATION FACULTATIVE

Vérification non obligatoire d'un instrument de mesurage.

2.5. ÉTALONNAGE

Ensemble d'opérations ayant pour but de déterminer les valeurs des erreurs d'un instrument de mesurage (et éventuellement d'autres caractéristiques métrologiques).

Remarque :

L'étalonnage peut être effectué en vue de permettre l'emploi de l'instrument en tant qu'étalon.

2.5.1. EXPERTISE MÉTROLOGIQUE

Ensemble d'opérations ayant pour but d'examiner et de certifier, par un organisme compétent, en général à des fins de témoignage, l'état dans lequel se trouve un instrument de mesurage et de déterminer ses qualités métrologiques du moment, entre autres, par rapport aux exigences des règlements qui le concernent.

2.4.6. PERIODIC VERIFICATION

A subsequent verification of a measuring instrument carried out periodically at intervals and according to the procedures laid down by the regulations.

2.4.7. EXCEPTIONAL VERIFICATION

A verification of a measuring instrument carried out for exceptional reasons.

2.4.8. COMPULSORY VERIFICATION

A verification to be carried out in order that the use of the measuring instrument should not be prohibited.

2.4.9. SUBMISSION FOR VERIFICATION [CALIBRATION]

The actions, administrative or technical, carried out by the person submitting a measuring instrument for verification [calibration].

2.4.10. REJECTION OF A MEASURING INSTRUMENT

A statement by an organ of the national service of legal metrology declaring that a measuring instrument does not conform to the mandatory requirements for verification.

2.4.11. LOSS OF VALIDITY OF VERIFICATION

The cancellation of the validity of the verification of a measuring instrument when it no longer conforms to the requirements of the regulations.

2.4.12. OPTIONAL VERIFICATION

Non-mandatory verification of a measuring instrument.

2.5. CALIBRATION

All the operations for the purpose of determining the values of the errors of a measuring instrument (and if necessary to determine other metrological properties).

Note :

Calibration can be carried out with a view to permitting the use of the instrument as a standard.

2.5.1. METROLOGICAL EVALUATION

All the operations by a competent body, generally for legal purposes, for the purpose of examining and certifying the condition of a measuring instrument and to determine its current metrological properties, amongst others by reference to the requirements of the relevant regulations.

2.6. SURVEILLANCE MÉTROLOGIQUE

Opération de contrôle que l'on exerce sur la fabrication, la mise en service et la réparation des instruments de mesurage ou encore sur leur utilisation pour s'assurer qu'ils sont utilisés correctement et loyalement.

Elle s'étend aussi au contrôle de la justesse des quantités indiquées sur les produits préparés à l'avance.

2.7. POINÇONNAGE

Ensemble d'opérations ayant pour but l'apposition sur un instrument de mesurage de marques constatant que cet instrument répond aux prescriptions sur la vérification.

Certaines de ces marques peuvent protéger certains éléments de l'instrument qui ont une influence sur ses propriétés métrologiques contre des modifications ou altérations effectuées après la vérification.

2.7.1. OBLITÉRATION DE LA MARQUE DE VÉRIFICATION

Annulation de la ou des marques de vérification lorsqu'il a été constaté que l'instrument de mesurage ne répond plus aux exigences réglementaires.

2.8.1. AJUSTER

Amener un instrument de mesurage à un fonctionnement et à une justesse convenables pour son emploi.

2.8.2. CALIBRER

Fixer matériellement la position des repères (éventuellement de certains repères principaux seulement) d'un instrument de mesurage en fonction des valeurs correspondantes de la grandeur à mesurer.

2.8.3. GRADUER

Exécuter matériellement l'échelle d'un instrument de mesurage à partir de repères déjà déterminés (s'il y a lieu par interpolation entre des repères principaux).

2.6. METROLOGICAL SUPERVISION

Procedures for control exercised in respect of the manufacture, installation and repair of measuring instruments, or in respect of their use, to check that they are used correctly and honestly.

It extends also to control of correctness of the quantities indicated on prepacked articles.

2.7. STAMPING

All the operations for the purpose of applying to a measuring instrument the marks indicating that it conforms to the requirements of verification.

Certain of these marks can protect certain elements of an instrument, which have an effect on its metrological properties, against modification or alteration after verification.

2.7.1. OBLITERATION OF THE VERIFICATION MARK

The cancellation of the stamp or stamps of verification when it has been found that a measuring instrument no longer conforms to the mandatory requirements.

2.8.1. ADJUSTMENT

The operation of bringing a measuring instrument into a state of performance and accuracy suitable for its purpose.

2.8.2. GAUGING (POINTING, CALIBRATION*)

The actual fixing of the positions of the gauge marks or scale marks of a measuring instrument (or in some cases of certain principal marks only), in relation to the corresponding values of the quantity to be measured.

2.8.3. GRADUATION

The actual execution of the scale on a measuring instrument by reference to previously established gauge marks or scale marks (if appropriate by interpolation between the principal marks).

* **Translator's note to 2.8.2.** In English the term "calibration" is now most commonly used in the sense of 2.5.

CHAPITRE 3

DOCUMENTS ET MARQUES DU SERVICE DE MÉTROLOGIE LÉGALE

3.1. LOI RELATIVE A LA MÉTROLOGIE LÉGALE

Loi ou, dans certains pays, décret ayant pour objet de fixer les unités légales de mesure, d'instituer et organiser le Service national de métrologie légale ainsi que de rendre obligatoire le contrôle des instruments de mesurage.

3.1.1. PRESCRIPTIONS RELATIVES A LA VERIFICATION D'INSTRUMENTS DE MESURAGE ASSUJETTIS A L'APPROBATION DE MODÈLE [DISPENSES D'APPROBATION DE MODÈLE]

Prescriptions réglementaires fixant les conditions de la vérification d'instruments de mesurage appartenant à une catégorie pour laquelle l'approbation de modèle est obligatoire [à une catégorie pour laquelle il n'est pas exigé d'approbation de modèle].

3.1.2. PRESCRIPTIONS RELATIVES A L'APPROBATION DES MODÈLES D'INSTRUMENTS DE MESURAGE

Prescriptions réglementaires fixant les conditions d'approbation des modèles pour une certaine catégorie d'instruments de mesurage.

3.1.3. SPÉCIFICATION DES INSTRUMENTS DE MESURAGE ASSUJETTIS A LA VÉRIFICATION

Document officiel déterminant les catégories d'instruments de mesurage qui doivent être soumis à la vérification.

3.1.4. INSTRUCTION RELATIVE A LA VÉRIFICATION DE CERTAINS INSTRUMENTS DE MESURAGE

Instruction se rapportant à la méthode imposée pour vérifier certains instruments de mesurage.

CHAPTER 3

**DOCUMENTATION AND MARKINGS OF THE
SERVICE OF LEGAL METROLOGY****3.1. LAW CONCERNING LEGAL METROLOGY**

A law, or, in some countries, a decree, the purpose of which is to define legal units of measurement, to institute and organize the national service of legal metrology and to make mandatory the control of measuring instruments.

**3.1.1. REQUIREMENTS CONCERNING THE VERIFICATION OF MEASURING
INSTRUMENTS FOR WHICH PATTERN APPROVAL IS PRESCRIBED [OR
WHICH ARE EXEMPT FROM PATTERN APPROVAL]**

Regulations defining the conditions of verification of measuring instruments of a category for which pattern approval is prescribed [or for which pattern approval is not required].

**3.1.2. REQUIREMENTS CONCERNING THE PATTERN APPROVAL OF MEASURING
INSTRUMENTS**

Regulations defining the conditions of pattern approval for a certain category of measuring instruments.

**3.1.3. SPECIFICATION OF MEASURING INSTRUMENTS
SUBJECT TO VERIFICATION**

An official document specifying the categories of measuring instruments which must undergo verification.

**3.1.4. INSTRUCTION CONCERNING THE VERIFICATION
OF CERTAIN MEASURING INSTRUMENTS**

An instruction relating to the method laid down for verifying certain measuring instruments.

3.2. MARQUES D'UN INSTRUMENT DE MESURAGE

Signes portés par un instrument de mesure permettant de le reconnaître ou témoignant de certains de ses traits caractéristiques ou de sa qualité.

Exemple :

Marque de fabrique, marque de vérification.

3.2.1. MARQUE DE VÉRIFICATION

Signe apposé sur un instrument de mesure, soit pour certifier qu'il a satisfait aux épreuves de la vérification, soit pour empêcher que certains des organes qui le composent soient enlevés, déplacés, modifiés ou altérés.

3.2.2. MARQUE PRINCIPALE DE VÉRIFICATION

Marque certifiant qu'un instrument de mesure a satisfait aux épreuves de la vérification.

3.2.3. MARQUE DU BUREAU

Partie de la marque de vérification identifiant le bureau qui a effectué cette vérification.

3.2.4. MARQUE ANNUELLE

Signe indiquant l'année au cours de laquelle la vérification a été effectuée.

3.2.5. MARQUE DE REFUS

Marque indiquant que l'instrument de mesure ne répond pas aux conditions réglementaires de vérification.

Remarque :

Cette marque est aussi utilisée pour oblitérer les marques de vérifications existant sur l'instrument refusé.

3.2.6. MARQUES DE PROTECTION

Ensemble des marques dont la destruction ou la détérioration suggère que certains des organes composant un instrument de mesure ont pu être enlevés, déplacés, modifiés ou altérés.

Ces marques sont aussi appelées marques de scellement.

3.2.7. MARQUE D'APPROBATION DE MODÈLE

Marque fixée par la décision d'approbation d'un modèle et apposée sur chaque instrument conforme à ce modèle pour certifier cette conformité.

3.2. MARKINGS ON A MEASURING INSTRUMENT

The marks carried by a measuring instrument enabling it to be identified or indicating certain of its characteristic features or its quality.

Example :

Maker's mark, verification mark.

3.2.1. VERIFICATION MARK

A mark applied to a measuring instrument either to certify that it has passed the verification tests or to prevent certain components being removed, displaced, modified or altered.

3.2.2. PRINCIPAL VERIFICATION MARK

A mark certifying that a measuring instrument has passed the verification tests.

3.2.3. OFFICE MARK

A part of the verification mark identifying the office which has carried out the verification.

3.2.4. YEAR MARK

A mark indicating the year during which the verification was made.

3.2.5. REJECTION MARK

A mark indicating that the measuring instrument does not conform to the legal verification requirements.

Note :

This mark is also used to obliterate the existing verification marks on a rejected instrument.

3.2.6. PROTECTIVE MARKS

All the marks whose destruction or damage suggest that some parts of a measuring instrument may have been removed, displaced, modified or altered.

These marks are also called sealing marks.

3.2.7. PATTERN APPROVAL MARK

A mark prescribed by the decision of pattern approval and applied to each instrument which conforms to this pattern in order to certify this conformity.

3.3. POINÇON

Outil portant, en creux ou en relief, la matrice d'une des marques ci-avant et servant à apposer cette marque.

3.3.1. CERTIFICAT DE VÉRIFICATION

Document certifiant que la vérification d'un instrument de mesure a été effectuée.

Remarque :

Dans le certificat de vérification peuvent être rappelées les prescriptions et les instructions fixant les conditions de cette vérification. Peuvent aussi y être indiqués les résultats obtenus et la durée de validité du document ainsi établi.

3.3.2. CERTIFICAT D'ÉTALONNAGE [D'EXPERTISE]

Document certifiant que l'étalonnage [l'expertise métrologique] d'un instrument de mesure a été effectué et indiquant les résultats obtenus lors de cette opération.

3.3.3. BULLETIN DE REFUS

Document constatant qu'un instrument de mesure a été reconnu comme ne répondant pas ou plus aux exigences réglementaires qui le concernent (2.4.10).

3.4. INSCRIPTIONS D'IDENTIFICATION D'UN INSTRUMENT DE MESURAGE

Ensemble de mots, de lettres, de chiffres, de signes portés par l'instrument de mesure indiquant l'origine, la destination de celui-ci, son fonctionnement, ses traits caractéristiques, son mode d'utilisation etc...

Exemples :

a) Balance à équilibre automatique...

Marque de fabrication : AB5

Portée maximale : 15 kg - Portée minimale : 100 g

Échelon \cong 5 g

b) Compteur d'énergie électrique...

Marque de fabrication : C2

Monophasé 2 fils

220 V - 5 A - 50 Hz - 650 t/kWh

Signe de modèle : — Année de fabrication : 1966

3.3. DIE-STAMP

A tool bearing, in intaglio or in relief, the design of one of the above-mentioned marks and used to apply that mark.

3.3.1. VERIFICATION CERTIFICATE

A document certifying that the verification of a measuring instrument has been carried out.

Note :

The verification certificate can refer to the requirements and instructions specifying the conditions of the verification. It can also give the results obtained and the duration of validity of the certificate issued.

3.3.2. CALIBRATION [EVALUATION] CERTIFICATE

A document certifying that the calibration [metrological evaluation] of a measuring instrument has been carried out and indicating the results obtained in this operation.

3.3.3. REJECTION NOTICE

Document attesting that a measuring instrument has been found not to fulfil or no longer to fulfil the mandatory requirements relating to it (2.4.10).

3.4. IDENTIFICATION INSCRIPTIONS OF A MEASURING INSTRUMENT

All the words, letters, numbers and marks carried by a measuring instrument indicating its origin, destination, operation, characteristics, method of use, etc...

Examples :

- a) Self-indicating weighing machine

Maker's mark : AB5

Maximum capacity : 15 kg ; Minimum capacity : 100 g

Scale interval : 5 g

- b) Electricity meter

Maker's mark : C2

Single-phase 2 wire

220 V - 5 A - 50 Hz - 650 t/kWh

Pattern mark : ; Year of manufacture : 1966.

CHAPITRE 4

GRANDEURS ET UNITÉS DE MESURE

4.1. GRANDEUR (MESURABLE)

Attribut d'un phénomène ou d'un corps qui est susceptible d'être distingué qualitativement et déterminé quantitativement.

Remarques :

1. Le terme « grandeur » signifie aussi bien une grandeur avec le sens général qu'une grandeur déterminée.
2. Si aucune confusion n'est à craindre, on peut omettre l'expression « mesurable ».

Exemples :

- a) grandeurs dans un sens général :
longueur, temps, masse, température, dureté, résistance électrique
- b) grandeurs, dans un sens déterminé :
longueur d'une tige, résistance électrique d'un fil

4.1.1. GRANDEUR A MESURER

Grandeur assujettie à un mesurage.

4.1.2. GRANDEUR D'INFLUENCE

Grandeur qui ne fait pas l'objet du mesurage mais qui influe sur la valeur de la grandeur à mesurer ou sur les indications de l'instrument mesureur ou sur la valeur de la mesure matérialisée reproduisant la grandeur.

Remarque :

La grandeur d'influence peut provenir de l'ambiance ou de l'instrument de mesurage lui-même.

4.2. VALEUR D'UNE GRANDEUR DÉTERMINÉE

Grandeur exprimée par le produit d'un nombre par l'unité de mesure.

Exemples :

5 m ... 12 kg ... 20 °C

CHAPTER 4

QUANTITIES AND UNITS OF MEASUREMENT

4.1. QUANTITY (MEASURABLE)

An attribute of a phenomenon or a body which may be distinguished qualitatively and determined quantitatively.

Notes :

1. The term "quantity" means equally a quantity in the general sense as well as a specific quantity.
2. If there is no risk of confusion the expression "measurable" may be omitted.

Examples :

- a) quantities in a general sense :
length, time, mass, temperature, hardness, electrical resistance
- b) quantities in a specific sense :
length of a rod, electrical resistance of a wire.

4.1.1. QUANTITY TO BE MEASURED, MEASURED QUANTITY*

A quantity subjected to a process of measurement.

4.1.2. INFLUENCE QUANTITY

A quantity which is not the subject of the measurement but which influences the value of the quantity to be measured or the indications of the measuring instrument or the value of the material measure reproducing the quantity.

Note :

The influence quantity can arise from the environment or from the instrument itself.

4.2. VALUE OF A GIVEN QUANTITY

Magnitude of the quantity expressed as the product of a number and the unit of measurement.

Examples :

5 m, 12 kg, 20 °C

* **Translator's note.** There is no unique rendering in English of the French expression "grandeur à mesurer" and consequently two alternative translations have been given.

4.2.1. VALEUR VRAIE D'UNE GRANDEUR

Valeur qui caractérise une grandeur parfaitement définie dans les conditions qui existent au moment où cette valeur est examinée.

Remarque :

La valeur vraie d'une grandeur est une notion idéale et en général elle ne peut pas être connue.

On peut cependant dire que la valeur vraie du kilogramme étalon prototype international déposé au Bureau International des Poids et Mesures est, par définition et dans des conditions déterminées, de 1 kg.

Exemple :

La longueur vraie d'une règle en métal est la longueur qui est déterminée par la distance entre les deux plans des extrémités de la règle, supposés parfaitement parallèles et perpendiculaires à l'axe de celle-ci, lorsque toutes les grandeurs d'influence ainsi que les conditions opératoires sont parfaitement définies.

4.2.1.1. VALEUR CONVENTIONNELLEMENT VRAIE D'UNE GRANDEUR

Valeur approchée de la valeur vraie d'une grandeur telle que, pour la fin à laquelle cette valeur est employée, la différence entre ces deux valeurs peut être négligée.

Remarque :

On détermine généralement la valeur conventionnellement vraie de la grandeur au moyen de méthodes et à l'aide d'instruments d'une précision convenable pour chaque cas particulier.

Exemple :

lorsqu'un compteur d'énergie électrique, dont les erreurs maximales tolérées sont égales à $\pm 2\%$, est vérifié à l'aide d'un compteur-étalon dont l'erreur d'indication ne dépasse pas $\pm 1\%$, le compteur-étalon indiquera des valeurs conventionnellement vraies de l'énergie électrique pour les buts de la vérification ;

lorsque à son tour le compteur-étalon sera lui-même vérifié à l'aide d'un wattmètre-étalon et d'un chronomètre, les valeurs obtenues représenteront aussi des valeurs conventionnellement vraies pour les buts de cette autre vérification.

4.2.2. VALEUR NUMÉRIQUE D'UNE GRANDEUR

Nombre pur dans l'expression d'une valeur de la grandeur déterminée.

Exemple :

Les nombres 5, 12, 20 dans les exemples du point 4.2.

4.2.3. VALEUR INSTANTANÉE D'UNE GRANDEUR

Valeur d'une grandeur mesurée à un instant considéré.

4.2.4. VALEUR LOCALE D'UNE GRANDEUR

Valeur d'une grandeur mesurée en un lieu ou en un point déterminé de l'espace.

4.2.1. TRUE VALUE OF A QUANTITY

The value which characterizes a quantity perfectly defined, in the conditions which exist at the moment when that value is observed.

Note :

The true value of a quantity is an ideal concept and, in general, it cannot be known.

It can however be said that the true value of the international prototype of the kilogram standard deposited at the International Bureau of Weights and Measures is, by definition and in the specified conditions, 1 kg.

Example :

The true length of a metal end-gauge is the length which is determined by the distance between the two end faces of the gauge supposed perfectly parallel and perpendicular to the axis, when all the influence quantities as well as the operating conditions are perfectly defined.

4.2.1.1. CONVENTIONAL TRUE VALUE OF A QUANTITY

A value approximating to the true value of a quantity such that, for the purpose for which that value is used, the difference between these two values can be neglected.

Note :

The conventional true value of a quantity is generally determined by means of methods and by the aid of instruments of an accuracy suitable for each particular case.

Example :

When an electricity meter, the maximum permissible errors of which are $\pm 2\%$, is verified by means of a standard meter of which the error of indication (in the same range) does not exceed $\pm 1\%$, the standard meter will indicate the conventional true value of electrical energy for the purpose of the verification.

When, in its turn, the standard meter is itself verified by means of a standard wattmeter and a chronometer, the values obtained will also represent the conventional true values for the purpose of this other verification.

4.2.2. NUMERICAL VALUE OF A QUANTITY

The pure number in the expression of a value of the given quantity.

Example :

The numbers 5, 12, 20 in the examples in 4.2.

4.2.3. INSTANTANEOUS VALUE OF A QUANTITY

Value of a quantity measured at a given moment.

4.2.4. LOCAL VALUE OF A QUANTITY

Value of a quantity measured in a location or at a defined point in space.

4.3. SYSTÈME DE GRANDEURS

Ensemble qui comprend un groupe donné de grandeurs de base et de grandeurs dérivées correspondantes et qui embrasse tous les domaines de la science ou bien l'un de ces domaines seulement.

Remarques :

1. Comme dénomination abrégée d'un système de grandeurs défini, on utilise les symboles de l'ensemble de ses grandeurs de base.
2. A chaque système de grandeurs on peut rattacher un nombre quelconque de systèmes d'unités.

Exemples :

système de grandeurs de la mécanique : l, m, t

système de grandeurs de la mécanique et de l'électricité : l, m, t, I

4.3.1. GRANDEUR DE BASE

Dénomination des grandeurs qui, dans un système de grandeurs, sont admises comme étant indépendantes les unes des autres et au moyen desquelles les grandeurs qui en dérivent dans ce système peuvent être exprimées par des équations de définition.

Remarque :

Cette définition ne préjuge pas le nombre des grandeurs que l'on peut admettre comme indépendantes.

Elle ne répond pas non plus à la question de savoir si l'on peut admettre une grandeur donnée comme grandeur de base lorsque certaines autres grandeurs ont déjà été choisies comme telles car, si on a déjà accepté par exemple les grandeurs de base longueur et temps, il n'est plus possible d'accepter la vitesse linéaire comme grandeur indépendante.

Exemple :

Dans le domaine des grandeurs mécaniques, on accepte généralement comme grandeurs de base : la longueur, la masse et le temps et on y ajoute en plus la température pour le domaine des grandeurs thermiques.

4.3.2. GRANDEUR DÉRIVÉE

Grandeur définie dans un système de grandeurs comme étant une fonction des grandeurs de base de ce système.

Exemples :

La force F , définie dans le système de grandeurs l, m, t par l'équation $F = m \cdot \frac{d^2l}{dt^2}$;

L'intensité du champ magnétique H à une distance r d'un conducteur rectiligne parcouru par un courant I , dans le système rationalisé des grandeurs l, m, t, I , définie par l'équation $H = I/2\pi r$.

4.3. SYSTEM OF QUANTITIES

A group comprising a particular set of base quantities and corresponding derived quantities and covering all fields of science or perhaps only one of these fields.

Notes :

1. As an abbreviated title of a particular system of quantities, use is made of the group of symbols of its base quantities.
2. To each system of quantities may be attached any number of systems of units.

Examples :

system of mechanical quantities l, m, t

system of mechanical and electrical quantities l, m, t, I

4.3.1. BASE QUANTITY

Designation of the quantities which, in a system of quantities, are accepted as independent of each other, and by means of which the quantities derived from them in this system can be expressed by equations defining them.

Note :

This definition does not prejudice the number of quantities that can be accepted as independent.

Moreover, it does not answer the question whether a given quantity may be accepted as a base quantity when certain other quantities have already been chosen as such, for if, for example, length and time have already been accepted as base quantities, it is no longer possible to accept linear velocity as an independent quantity.

Example :

In the field of mechanical quantities the generally accepted base quantities are : length, mass and time, with the addition of temperature in the field of thermal quantities.

4.3.2. DERIVED QUANTITY

A quantity defined, in a system of quantities, as being a function of the base quantities of that system.

Examples :

Force F , defined in the system of quantities l, m, t by the equation $F = m \frac{d^2l}{dt^2}$;

The intensity of magnetic field H at a distance r from a straight conductor carrying a current I , in the rationalized system of quantities l, m, t, I , defined by the equation $H = I/2\pi r$.

4.3.3. DIMENSION D'UNE GRANDEUR

Expression qui représente une grandeur d'un système comme un produit de puissances des grandeurs de base de ce système, avec un coefficient numérique égal à 1.

Remarques :

1. Les exposants dans la dimension d'une grandeur sont appelés « exposants de dimensions ».
2. Pour faire la distinction entre le symbole d'une grandeur et le symbole de sa dimension, on utilise dans l'impression les caractères italiques pour le premier cas et les romains (capitales) pour le deuxième.

Exemples :

LMT^{-2} = dimension de la force dans le système des grandeurs l, m, t .

$I^{3/2}M^{1/2}T^{-2}\mu^{1/2}$ = dimension de la tension électrique dans le système de grandeurs l, m, t, μ

$L^2MT^{-3}I^{-1}$ = dimension de la même tension électrique dans le système de grandeurs l, m, t, I .

4.3.4. GRANDEUR SANS DIMENSION

Grandeur qui ne dépend d'aucune des grandeurs de base du système donné de grandeurs.

Remarque :

Une grandeur sans dimension s'exprime par le produit des puissances zéro des grandeurs de base du système ; elle diffère pourtant d'un nombre pur car elle a le caractère et les qualités d'une grandeur.

Exemple :

Dans le système de grandeurs l, m, t , l'angle, qui s'exprime par $L^0 M^0 T^0$, est une grandeur sans dimension.

4.3.5. GRANDEURS ÉQUIDIMENSIONNELLES

Grandeurs différentes ayant les mêmes dimensions dans un système défini de grandeurs.

Exemple :

Travail et moment d'une force.

4.3.6. INFORMATION DE MESURAGE

Ensemble de renseignements se rapportant aux valeurs des grandeurs mesurées que l'on obtient lors des mesurages.

4.4. ÉQUATION ENTRE GRANDEURS

Équation dans laquelle les symboles littéraux représentent des grandeurs.

Remarque :

L'équation entre grandeurs est valable indépendamment des unités de mesure et ne nécessite pas l'utilisation d'unités déterminées à l'avance.

Exemples :

$l = v \cdot t$ — équation entre grandeurs du chemin l parcouru dans un temps t par un mobile animé d'un mouvement uniforme avec la vitesse v ,

$S = \frac{b \cdot h}{2}$ — équation entre grandeurs de l'aire S d'un triangle dont un côté est b et la hauteur correspondante h .

4.3.3. DIMENSION OF A QUANTITY

An expression which represents a quantity of a system as the product of powers of the base quantities of the system with a numerical coefficient equal to 1.

Notes :

1. The exponents in the dimension of a quantity are called "dimensional exponents".
2. In order to distinguish between the symbol of a quantity and the symbol of its dimension italics are used in the first case and roman capitals in the second.

Examples :

LMT^{-2} = dimension of force in the system of quantities l, m, t ;

$L^{3/2}M^{1/2}T^{-2}\mu^{1/2}$ = dimension of voltage in the system of quantities l, m, t, μ ;

$L^2MT^{-3}I^{-1}$ = dimension of the same voltage in the system of quantities l, m, t, I .

4.3.4. DIMENSIONLESS QUANTITY

A quantity which does not depend on any of the base quantities of the given system.

Note :

A dimensionless quantity is expressed by the product of the zero powers of the base quantities of the system ; it differs however from a pure number by having the character and qualities of a quantity.

Example :

In the system of quantities l, m, t , the angle expressed by $L^0 M^0 T^0$ is a dimensionless quantity.

4.3.5. EQUIDIMENSIONAL QUANTITIES

Different quantities having the same dimensions in a defined system of quantities.

Example :

Work and moment of a force.

4.3.6. MEASUREMENT INFORMATION

All the data relating to the values of the measured quantities which are obtained during measurement.

4.4. EQUATION BETWEEN QUANTITIES [QUANTITY EQUATION]

An equation in which letter symbols represent the quantities.

Note :

An equation between quantities is valid independently of the units of measurement and does not necessitate the use of units determined in advance.

Examples :

$l = vt$ — is the equation between quantities of distance l traversed in time t by an object moving at uniform speed v

$S = \frac{bh}{2}$ — is the equation between quantities giving the area S of a triangle of side b and corresponding height h .

4.4.1. ÉQUATION ENTRE VALEURS NUMÉRIQUES

Équation dans laquelle les symboles littéraux représentent des valeurs numériques correspondant aux unités de mesure utilisées.

Remarques :

1. L'équation entre valeurs numériques, pour les unités d'un système cohérent d'unités de mesure, peut être considérée aussi comme une équation entre grandeurs.
2. Pour éliminer des malentendus, il serait désirable d'utiliser dans les équations entre valeurs numériques des symboles différents de ceux utilisés dans les équations entre grandeurs.

Exemples :

1. $v_{\text{m/s}} = \frac{\pi}{60} d_{\text{m}} \omega_{\text{t/m}}$ est une équation entre valeurs numériques pour la vitesse linéaire v d'un point situé sur un cercle de diamètre d tournant autour de son centre avec la vitesse angulaire ω valable pour les unités suivantes v en mètre par seconde, d en mètre, ω en tour par minute.

2. On peut présenter l'équation ci-dessus aussi sous la forme $\{v\} = \frac{\pi}{60} \{d\} \{\omega\}$

où $\{v\}$ est la valeur numérique de v pour l'unité m/s
 $\{d\}$ est la valeur numérique de d pour l'unité m
 $\{\omega\}$ est la valeur numérique de ω pour l'unité t/min

4.4.2. ÉQUATION ENTRE UNITÉS DE MESURE

Équation dans laquelle les symboles littéraux représentent des unités de mesure.

Cette équation a pour objet :

soit de définir les unités de mesure des grandeurs dérivées, dans un certain système d'unités de mesure, à partir des unités des grandeurs de base ou des unités d'autres grandeurs dérivées de ce système,

soit d'établir la relation entre l'unité de mesure d'une grandeur et ses multiples ou sous-multiples,

soit de donner l'équivalence entre les unités de mesure d'une même grandeur dans des systèmes différents d'unités.

Exemples :

$$1 \text{ cm} = 0,01 \text{ m} ; \quad 1 \text{ m}^2 = 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} ; \quad 1 \text{ W} = 1 \text{ V} \cdot 1 \text{ A} ; \quad 1 \text{ m/s} = \frac{1 \text{ m}}{1 \text{ s}} ;$$

$$1 \text{ kp} = 1 \text{ kg} \cdot 9,80665 \text{ m/s}^2 = 9,80665 \text{ N}.$$

Généralement : l'équation entre unités de mesure de l'unité $[x_{n+1}]$ exprimée par les unités $[x_1] [x_2] \dots [x_n]$ est la suivante :

$$[x_{n+1}] = K [x_1]^{\alpha_1} [x_2]^{\alpha_2} \dots [x_n]^{\alpha_n}$$

où $\alpha_1, \alpha_2 \dots \alpha_n$ et K sont des valeurs numériques.

4.4.1. EQUATION BETWEEN NUMERICAL VALUES

An equation in which letter symbols represent the numerical values corresponding to the units of measurement used.

Notes :

1. An equation between numerical values, for the units of a coherent system of units, can also be considered as an equation between quantities.
2. In order to eliminate misunderstandings it is desirable to use different symbols in equations between numerical values from those used in equations between quantities.

Examples :

1. $v_{\text{m/s}} = \frac{\pi}{60} d_{\text{m}} \omega_{\text{t/min}}$ is an equation between numerical values for the linear speed v of a point situated on a circle of diameter d rotating with angular speed ω valid for the following units, v in metres per second, d in metres, ω in revolutions per minute.

2. The above equation can also be presented in the form $\{v\} = \frac{\pi}{60} \{d\} \{\omega\}$

where $\{v\}$ is the numerical value of v for the unit m/s

$\{d\}$ is the numerical value of d for the unit m

$\{\omega\}$ is the numerical value of ω for the unit t/min

4.4.2. EQUATION BETWEEN UNITS OF MEASUREMENT

An equation in which letter symbols represent the units of measurement.

This equation has for its object :

either to define the units of measurement of the derived quantities in a certain system of units of measurement, in terms of the units of the base quantities or of units of other quantities derived from the system ;

or to establish the relation between the unit of measurement of a quantity and its multiples or sub-multiples ;

or to state the equivalence between the units of measurement of the same quantity in different systems of units.

Examples :

$$1 \text{ cm} = 0.01 \text{ m}; \quad 1 \text{ m}^2 = 1 \text{ m} \times 1 \text{ m}; \quad 1 \text{ W} = 1 \text{ V} \times 1 \text{ A}; \quad 1 \text{ m/s} = \frac{1 \text{ m}}{1 \text{ s}};$$

$$1 \text{ kp} = 1 \text{ kg} \times 9.80665 \text{ m/s}^2 = 9.80665 \text{ N}.$$

In general, the equation between units of measurement of the unit $[x_{n+1}]$ expressed by the units $[x_1] [x_2] \dots [x_n]$ is the following :

$$[x_{n+1}] = K [x_1]^{\alpha_1} [x_2]^{\alpha_2} \dots [x_n]^{\alpha_n}$$

where $\alpha_1, \alpha_2 \dots \alpha_n$ and K are numerical values.

4.5. ÉCHELLE (DE REPÉRAGE) D'UNE GRANDEUR

Ensemble de valeurs d'une grandeur, déterminées suivant des prescriptions et admises par convention.

Exemples :

Échelle internationale pratique des températures basée sur les températures fixes de fusion ou d'ébullition d'une série de corps purs déterminés et sur l'utilisation d'instruments de mesurage et de formules d'interpolation définis.

Échelle de dureté de Mohs, basée sur les duretés d'une série de minéraux déterminés.

4.6. UNITÉ DE MESURE

Valeur d'une grandeur admise conventionnellement comme ayant une valeur numérique égale à 1.

Remarque :

On fixe l'unité de mesure d'une grandeur pour rendre possible la comparaison quantitative, entre elles, des différentes valeurs de cette même grandeur .

4.6.1. SYMBOLE DE L'UNITÉ DE MESURE

Signe conventionnel désignant l'unité de mesure.

Exemples :

- m : symbole du mètre ;
- A : symbole de l'ampère ;
- : symbole du degré angulaire.

4.6.2. UNITÉ DE MESURE LÉGALE

Unité de mesure dont l'utilisation est imposée ou admise par un règlement d'État.

4.6.3. UNITÉ DE MESURE DE BASE

Unité de mesure d'une des grandeurs de base.

Remarque :

Des unités de mesure de base découlent les unités de mesure dérivées d'un système d'unités de mesure.

Exemple :

Le mètre est l'unité de base de la grandeur de base « longueur » dans le Système International d'Unités.

Du mètre (conjointement avec d'autres unités de mesure de base) découlent les unités dérivées de ce système: unités de vitesse, de force, de potentiel électrique....

4.5. REFERENCE-VALUE SCALE (OF A QUANTITY)

A set of values of a quantity determined in a prescribed manner and accepted by convention.

Examples :

The international practical scale of temperature based on the fixed freezing and boiling points of an accepted series of pure substances and on the use of specified measuring instruments and interpolation formulae.

The Mohs hardness scale based on the hardnesses of a series of specified minerals.

4.6. UNIT OF MEASUREMENT

The value of a quantity conventionally accepted as having a numerical value equal to 1.

Note :

The unit of measurement of a quantity is fixed in order to make quantitative comparison possible between different values of this same quantity.

4.6.1. SYMBOL OF UNIT OF MEASUREMENT

A conventional sign designating the unit of measurement.

Examples :

m = symbol of metre ;

A = symbol of ampere ;

° = symbol of angular degree.

4.6.2. LEGAL UNIT OF MEASUREMENT

A unit of measurement the use of which is imposed or permitted by a state regulation.

4.6.3. BASE UNIT OF MEASUREMENT

A unit of measurement of one of the base quantities.

Note :

The derived units of measurement in a system of measurement originate from the base units of measurement.

Example :

The metre is the base unit of the quantity length in the International System of Units.

The derived units of this system, e.g. the units of speed, force, electric potential, etc, originate from the metre, together with other base units.

4.6.4. UNITÉ DE MESURE DÉRIVÉE

Unité de mesure d'une grandeur dérivée.

Remarque :

Pour quelques unités dérivées, il existe des noms et des symboles spéciaux, par exemple : newton (N), joule (J) volt (V), comme unités SI de force, d'énergie, de potentiel électrique.

Souvent il sera avantageux de ne pas exprimer les unités dérivées au moyen des unités de base mais au moyen d'autres unités dérivées.

Exemples :

Dans le Système International d'Unités (SI) :

$m \cdot s^{-1}$ = unité de vitesse linéaire,

$1 \text{ Wb} = 1 \text{ m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-1}$ = unité de flux magnétique, mais cette unité peut aussi être exprimée par deux autres unités dérivées C. Ω par exemple.

4.6.5. UNITÉ DE MESURE COHÉRENTE

Unité de mesure qui s'exprime au moyen des unités de base par une formule dont le coefficient numérique est égal à 1.

Remarques :

1. L'expression « unité de mesure cohérente » est une abréviation d'une dénomination plus précise « unité de mesure dans un système cohérent » car, pour une unité isolée, la notion de cohérence n'a évidemment pas de sens.
2. Cette notion s'applique seulement aux unités de mesure dérivées

Exemple :

Le newton est l'unité dérivée cohérente de la force dans le Système International (SI) : $1 \text{ N} = 1 \text{ m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$

4.6.6. UNITÉ DE MESURE HORS-SYSTÈME

Unité de mesure qui n'appartient pas au système d'unités de mesure envisagé.

Exemple :

La calorie, égale à 4,1868 joules, est une unité hors-système de la quantité de chaleur (travail) dans les systèmes d'unités de mesure basés sur le mètre, le kilogramme et la seconde.

4.6.7. UNITÉ DE MESURE MULTIPLE [SOUS-MULTIPLE]

Unité de mesure qui est un multiple [sous-multiple] de l'unité et qui est formée selon le principe d'échelonnement admis pour l'unité correspondante.

Exemples :

L'une des unités multiples décimales du mètre est le kilomètre (km) et l'une des unités sous-multiples décimales est le millimètre (mm).

Une des unités multiples non décimales de la seconde est l'heure.

4.6.4. DERIVED UNIT OF MEASUREMENT

The unit of measurement of a derived quantity.

Note :

For some derived units, there are special names and symbols, e.g. newton (N), joule (J) and volt (V) as the SI units of force, energy and electric potential.

It may often be convenient not to express derived units by means of base units but by means of other derived units.

Examples :

In the International System of Units (SI)

$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ = unit of linear velocity

$1 \text{ Wb} = 1 \text{ m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-1}$ = unit of magnetic flux, but this unit can also be expressed by two other derived units, $\text{C} \cdot \Omega$ for example.

4.6.5. COHERENT UNIT OF MEASUREMENT

A unit of measurement which is expressed in terms of the base units by a formula in which the numerical coefficient is equal to 1.

Notes :

1. The expression "coherent unit of measurement" is an abbreviation of a more precise description, "unit of measurement in a coherent system", for with an isolated unit the concept of coherence is obviously meaningless.
2. This concept only applies to derived units of measurement.

Example :

The newton is the coherent derived unit of force in the International System (SI) : $1 \text{ N} = 1 \text{ m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$

4.6.6. UNIT OF MEASUREMENT OUTSIDE THE SYSTEM

A unit of measurement which does not belong to the system of units of measurement envisaged.

Example :

The calorie equal to 4.1868 joules is an outside the system unit of quantity of heat (work) in the system of units based on the metre, the kilogram and the second.

4.6.7. MULTIPLE [SUB-MULTIPLE] UNIT OF MEASUREMENT

A unit of measurement which is a multiple [sub-multiple] of a unit and which is formed according to the scaling principle accepted for the unit in question.

Examples :

One of the decimal multiple units of the metre is the kilometre (km) and one of the decimal sub-multiple units is the millimetre (mm).

One of the non-decimal multiple units of the second is the hour.

4.7. SYSTÈME D'UNITÉS DE MESURE

Un ensemble d'unités de base et d'unités dérivées relatif à un certain système de grandeurs.

Exemple :

Système d'unités CGS, Système d'unités MKSA, Système International d'Unités (SI).

4.7.1. SYSTÈME COHÉRENT D'UNITÉS DE MESURE

Système d'unités de mesure composé d'un ensemble d'unités de base et d'unités dérivées cohérentes.

Remarque :

Dans le cas d'unités appartenant à un système cohérent, les équations entre valeurs numériques ont la forme des équations entre grandeurs.

Exemple :

Les unités suivantes : m, kg, s, m², m³, Hz = s⁻¹, m . s⁻¹, m . s⁻², m⁻³ . kg, N = m . kg . s⁻², m⁻¹ . kg . s⁻², J = m² . kg . s⁻², W = m² . kg . s⁻³ représentent un ensemble cohérent d'unités de mesure de la mécanique appartenant au Système International d'Unités (SI).

4.7.2. SYSTÈME MÉTRIQUE DÉCIMAL

Système d'unités de mesure basé sur les prototypes du mètre et du kilogramme ainsi que sur la division décimale.

4.7.3. SYSTÈME INTERNATIONAL D'UNITÉS (SI)

Système cohérent d'unités de mesure fondé sur les sept unités de base suivantes :

le mètre, unité de longueur

le kilogramme, unité de masse

la seconde, unité de temps

l'ampère, unité d'intensité du courant électrique

le kelvin, unité de température thermodynamique

la mole, unité de quantité de matière

la candela, unité d'intensité lumineuse

adopté et recommandé par la Conférence Générale des Poids et Mesures.

4.7. SYSTEM OF UNITS OF MEASUREMENT

A set of base units and derived units corresponding to a particular group of quantities.

Example :

CGS System, MKSA system, International System of Units (SI).

4.7.1. COHERENT SYSTEM OF UNITS OF MEASUREMENT

A system of units of measurement composed of base units and coherent derived units.

Note :

In the case of units belonging to a coherent system, the equations between numerical values have the form of equations between quantities.

Example :

The following units : m, kg, s, m², m³, Hz = s⁻¹, m.s⁻¹, m.s⁻², m⁻³.kg, N = m.kg.s⁻², m⁻¹.kg.s⁻², J = m².kg.s⁻², W = m².kg.s⁻³ represent a group of coherent units of measurement in mechanics belonging to the International System of Units (SI).

4.7.2. DECIMAL METRIC SYSTEM

System of units of measurement based on the prototypes of the metre and the kilogram and on decimal division.

4.7.3. INTERNATIONAL SYSTEM OF UNITS (SI)

Coherent system of units of measurement founded on the following seven base units :

the metre, unit of length

the kilogram, unit of mass

the second, unit of time

the ampere, unit of electric current

the kelvin, unit of thermodynamic temperature

the mole, unit of amount of substance

the candela, unit of luminous intensity

adopted and recommended by the General Conference of Weights and Measures.

CHAPITRE 5

MESURAGES

PRÉAMBULE

Le mot « mesure » a, dans la langue française courante, de très nombreuses significations.

En métrologie il a, parmi d'autres et suivant les cas, le sens :

- d'une valeur (la mesure d'une distance est de 500 mètres)
- d'un résultat (mesure approchée à x % près)
- d'une action (cours de mesures électriques)
- d'un instrument (mesure de capacité).

Aussi, dans les cas ci-dessus, ont été utilisés les termes suivants : valeur d'une grandeur — résultat de mesurage — mesurage — mesure matérialisée.

Lorsqu'il a paru nécessaire de conserver cependant le terme « mesure », celui-ci n'a jamais été employé seul, par exemple : unités de mesure — mesures matérialisées — appareils de mesure.

Toutefois, lorsque aucune confusion ni ambiguïté n'est possible, on peut, dans un esprit de simplification, appeler « mesure » l'expression « résultat d'un mesurage ».

5.1. MESURAGE

Ensemble d'opérations expérimentales ayant pour but de déterminer la valeur d'une grandeur (4.2).

5.1.1. PRINCIPE DE MESURAGE

Phénomène physique qui est la base du mesurage.

Exemples :

effet thermoélectrique appliqué dans le mesurage de la température,
équilibre des couples de forces dans les balances à bras égaux,
chute de pression utilisée pour le mesurage du débit.

5.1.2. PROCESSUS DE MESURAGE

Succession des opérations nécessaires à l'exécution d'un mesurage.

Remarque :

Les opérations de mesurage comprennent aussi, s'il y a lieu, les calculs nécessaires pour déterminer la valeur de la grandeur mesurée.

CHAPTER 5

MEASUREMENTS**PREAMBLE***

The word “measure” has, in everyday French language, many meanings.

In metrology it has the following meanings (amongst others) according to the context :

- a value (the measure of a distance is 500 metres)
- a result (measurement to the nearest x %)
- an action (course in electrical measurements)
- an instrument (measure of capacity).

Therefore, in the above cases, the following terms are used : value of a quantity, result of measurement, measurement, material measure.

When it has seemed necessary, nevertheless, to retain the term “measure”, the latter has never been used by itself ; e.g. units of measurement, material measures, measuring equipment.

However, when no confusion or ambiguity is possible, one may for the sake of simplicity use the term “measure” for the expression “result of a measurement”.

5.1. MEASUREMENT

A set of experimental operations for the purpose of determining the value of a quantity (4.2).

5.1.1. PRINCIPLE OF MEASUREMENT

The physical phenomenon on which the measurement is based.

Examples :

Thermoelectric effect applied in the measurement of temperature,
Equilibrium of moments in equal-arm balances,
Pressure drop used for measurement of flow.

5.1.2. PROCESS OF MEASUREMENT

A succession of operations necessary to execute a measurement.

Note :

The measurement operations may also include, if appropriate, any calculations necessary to determine the value of the quantity measured.

* **Translator's note.** The preamble is directly relevant only to the French text.

5.2. METHODE DE MESURAGE

Mode de comparaison utilisé dans le mesurage.

Exemples :

méthode de mesurage fondamental,
méthode de mesurage par comparaison,
méthode de mesurage par zéro.

5.2.1. MÉTHODE DE MESURAGE DIRECT

Méthode de mesurage par laquelle la valeur d'une grandeur à mesurer est obtenue directement sans qu'il soit nécessaire d'exécuter des calculs supplémentaires basés sur une dépendance fonctionnelle de la grandeur à mesurer par rapport à d'autres grandeurs réellement mesurées.

Remarques :

1. On considère que la valeur mesurée est obtenue directement même lorsque l'échelle d'un instrument de mesure comporte des valeurs conventionnelles qui sont reliées aux valeurs correspondantes de la grandeur mesurée à l'aide d'un tableau ou d'un graphique.
2. La méthode de mesurage reste directe même s'il est nécessaire d'exécuter des mesurages supplémentaires pour déterminer les valeurs des grandeurs d'influence (4.1.2) en vue d'effectuer les corrections correspondantes.

Exemples :

mesurage :
d'une masse sur une balance à cadran ou sur une balance à bras égaux,
d'une longueur à l'aide d'une règle à traits ou d'une règle à bouts.

5.2.2. MÉTHODE DE MESURAGE INDIRECT

Méthode de mesurage dans laquelle la valeur d'une grandeur est obtenue à partir de mesurages effectués par des méthodes de mesurage direct d'autres grandeurs liées à la grandeur à mesurer par une relation connue.

Exemples :

mesurage de la masse volumique d'un corps en se basant sur les mesurages de sa masse et de ses dimensions géométriques,
mesurage de la résistivité d'un conducteur en se basant sur les mesurages de sa résistance, de sa longueur et de la surface de sa section.

5.2.2.1. MÉTHODE DE MESURAGE SANS CONTACT

Méthode de mesurage qui ne met pas le capteur en contact avec l'objet dont les caractéristiques sont mesurées.

Exemple :

Pyrométrie lumineuse ou à radiation.

5.2. METHOD OF MEASUREMENT

Nature of comparative procedure used in the measurement.

Examples :

fundamental method of measurement,
comparison method of measurement,
null method of measurement.

5.2.1. DIRECT METHOD OF MEASUREMENT

A method of measurement by which the value of a quantity to be measured is obtained directly, without the necessity for supplementary calculations based on a functional relation between the quantity to be measured and other quantities actually measured.

Notes :

1. The measured value is considered to be obtained directly even when the scale of a measuring instrument includes conventional values which are linked to corresponding values of the measured quantity by means of a table or a graph.
2. The method of measurement remains direct even if it is necessary to make supplementary measurements to determine the values of influence quantities (4.1.2) in order to make corresponding corrections.

Examples :

measurement :
of a mass on a dial balance or on an equal-arm balance,
of a length with the aid of a graduated rule or an end measure.

5.2.2. INDIRECT METHOD OF MEASUREMENT

A method of measurement in which the value of a quantity is obtained from measurements made by direct methods of measurement of other quantities linked to the quantity to be measured by a known relationship.

Examples :

measurement of the density of a body on the basis of measurements of its mass and its geometrical dimensions,
measurement of the specific resistance of a conductor on the basis of measurements of its resistance, length and cross-sectional area.

5.2.2.1. METHOD OF MEASUREMENT WITHOUT CONTACT

A method of measurement in which the sensor is not put in contact with the object whose properties are being measured.

Example :

Optical or radiation pyrometry.

5.2.2. MÉTHODE DE MESURAGE PAR CONTACT

Méthode de mesure qui met le capteur en contact matériel direct avec l'objet dont la grandeur le caractérisant est mesurée.

Exemple :

Mesurage d'un diamètre avec un pied à coulisse.

5.2.3. MÉTHODE DE MESURAGE COMBINATOIRE EN SÉRIES FERMÉES

Méthode de mesure consistant à déterminer les valeurs d'un certain nombre de grandeurs à mesurer d'après les résultats de mesurages directs ou indirects de diverses combinaisons de ces valeurs et en résolvant le système d'équations correspondantes.

Exemple :

mesurages de la masse de chacun des poids particuliers d'une série de poids, quand la masse de l'un d'eux est connue et quand sont connus les résultats des comparaisons entre elles des masses des différentes combinaisons possibles des poids.

5.2.4. MÉTHODE DE MESURAGE FONDAMENTAL

Méthode de mesure basée sur les mesurages des grandeurs de base entrant dans la définition de la grandeur.

Remarque :

Cette méthode est parfois appelée « méthode de mesure absolu ».

Exemples :

mesurage de la pression à l'aide d'un manomètre à piston basé sur la définition de la pression comme étant le rapport entre la force et la surface sur laquelle cette force agit,

mesurage de l'accélération de la pesanteur basé sur le chemin parcouru pendant un certain temps par un corps qui tombe en chute libre,

mesurage de la pression à l'aide d'un manomètre à tube en U avec lequel la pression se déduit tout d'abord de mesurages de masse volumique, d'accélération de la pesanteur et de longueur, ramenés à leur tour à des mesurages de grandeurs de base : longueur, masse, temps.

5.2.5. MÉTHODE DE MESURAGE PAR COMPARAISON

Méthode de mesure basée sur la comparaison de la valeur d'une grandeur à mesurer à une valeur connue de la même grandeur ou à une valeur connue d'une autre grandeur fonction de la grandeur à mesurer.

Remarques :

1. Un mesurage par comparaison est donc, d'après la définition, aussi bien le mesurage du volume d'un liquide au moyen d'une mesure matérialisée de capacité que le mesurage d'une pression au moyen d'un manomètre à ressort dans lequel la pression se transforme en une déformation d'un élément élastique.

2. Cependant, on considère parfois que c'est seulement dans le cas où la comparaison s'effectue entre deux grandeurs de même nature que la méthode est dite « par comparaison ».

5.2.2.2. CONTACT METHOD OF MEASUREMENT

A method of measurement in which the sensor is in direct physical contact with the object whose characteristic quantity is being measured.

Example :

Measurement of a diameter with slide calipers.

5.2.3. CLOSED-SERIES COMBINATION METHOD OF MEASUREMENT

A method of measurement consisting of the determination of the values of a certain number of quantities to be measured from the results of direct or indirect measurements of various combinations of these values and the solution of the resulting system of equations.

Example :

Calculation of the mass of each particular weight in a series of weights when the mass of one of them is known and when the results of comparisons between the different possible combinations of weights are known.

5.2.4. FUNDAMENTAL METHOD OF MEASUREMENT

A method of measurement based on the measurement of the base quantities used to define the quantity.

Note :

This method is sometimes called "absolute method of measurement".

Examples :

measurement of pressure with the aid of a pressure balance based on the definition of pressure as the quotient of a force and the area on which it acts,

measurement of the acceleration due to gravity based on the distance travelled in a given time by a free-falling body,

measurement of pressure with the aid of a U-tube manometer by which the pressure is initially deduced from measurements of density, gravitational acceleration and length, obtained in their turn from measurements of the base quantities : length, mass and time.

5.2.5. COMPARISON METHOD OF MEASUREMENT

A method of measurement based on the comparison of the value of a quantity to be measured with a known value of the same quantity, or with a known value of another quantity which is a function of the quantity to be measured.

Notes :

1. Thus, according to the definition, the measurement of a volume of liquid by means of a material measure of capacity is just as much a measurement by comparison as is the measurement of a pressure by an elastic gauge in which pressure is converted into deformation of an elastic element.

2. Sometimes, however, it is considered that the term "comparison method" should only be used in the case where the comparison is made between two quantities of the same nature.

5.2.5.1. MÉTHODE DE MESURAGE PAR COMPARAISON DIRECTE

Méthode de mesurage par comparaison où toute la valeur de la grandeur à mesurer est comparée à une valeur connue de la même grandeur reproduite par une mesure matérialisée qui entre directement dans le mesurage.

Exemples :

mesurage d'une longueur à l'aide d'une règle graduée,

mesurage du volume d'un liquide au moyen d'une mesure matérialisée de capacité,

mesurage d'une masse au moyen d'une balance équilibrant la masse à mesurer du corps considéré par la masse correspondante d'une somme de poids marqués.

5.2.5.1.1. MÉTHODE DE MESURAGE PAR SUBSTITUTION

Méthode de mesurage par comparaison directe dans laquelle la valeur d'une grandeur à mesurer est remplacée par une valeur connue de la même grandeur, choisie de telle manière que les effets provoqués sur le dispositif indicateur par ces deux valeurs soient les mêmes.

Exemple :

Détermination d'une masse, au moyen d'une balance et de poids marqués, par la méthode de substitution de Borda.

5.2.5.1.2. MÉTHODE DE MESURAGE PAR TRANSPOSITION

Méthode de mesurage par comparaison directe dans laquelle la valeur de la grandeur mesurée est d'abord équilibrée par une première valeur connue A de la même grandeur, puis la valeur de la grandeur mesurée est mise à la place de cette valeur connue et de nouveau équilibrée par une autre valeur connue B. Si la position de l'organe indiquant l'équilibre est la même dans les deux cas, la valeur de la grandeur mesurée est égale à $\sqrt{A.B.}$

Exemple :

Détermination d'une masse, au moyen d'une balance et de poids marqués, par la méthode de « double pesée de Gauss ».

5.2.5.2. MÉTHODE DE MESURAGE DIFFÉRENTIEL

Méthode de mesurage par comparaison, basée sur la comparaison de la grandeur à mesurer à une grandeur de même espèce de valeur connue peu différente de celle de la grandeur à mesurer, et le mesurage de la différence des valeurs de ces deux grandeurs.

Exemples :

comparaison de deux longueurs au moyen d'un comparateur,

comparaison de deux tensions électriques au moyen d'un voltmètre différentiel.

5.2.5.1. DIRECT COMPARISON METHOD OF MEASUREMENT

A method of measurement by comparison in which the full value of the quantity to be measured is compared with a known value of the same quantity provided by a material measure which is used directly in the measurement.

Examples :

measurement of a length by means of a graduated rule,
 measurement of the volume of a liquid by means of a material measure of capacity,
 measurement of a mass by means of a balance, which balances the mass to be measured against the corresponding mass of a sum of known weights.

5.2.5.1.1. SUBSTITUTION METHOD OF MEASUREMENT

A method of measurement by direct comparison in which the value of the quantity to be measured is replaced by a known value of the same quantity chosen in such a manner that the effects on the indicating device of these two values are the same.

Example :

Determination of a mass by means of a balance and known weights using the Borda substitution method.

5.2.5.1.2. TRANSPOSITION METHOD OF MEASUREMENT

A method of measurement by direct comparison in which the value of the quantity measured is initially balanced by a first known value A of the same quantity; next the value of the quantity measured is put in the place of this known value and is balanced again by another known value B. If the balance indicating device reads the same in both cases the value of the quantity measured is equal to $\sqrt{A.B}$.

Example :

Determination of a mass by means of a balance and known weights, using the Gauss double weighing method.

5.2.5.2. DIFFERENTIAL METHOD OF MEASUREMENT

A method of measurement by comparison, based on comparing the quantity to be measured with a quantity of the same kind having a known value only slightly different from that of the quantity to be measured, and measuring the difference between the values of these two quantities.

Examples :

comparison of two lengths by means of a comparator,
 comparison of two voltages by means of a differential voltmeter.

5.2.5.2.1. MÉTHODE DE MESURAGE PAR ZÉRO

Méthode de mesurage différentiel où la différence entre la valeur de la grandeur à mesurer et la valeur connue de la même grandeur qui lui est comparée est amenée à zéro.

Remarque :

La grandeur à mesurer peut être remplacée par une grandeur d'une autre espèce qui, elle, est comparée à une grandeur de la même espèce.

Exemples :

détermination d'une masse lorsque la position finale d'équilibre de la balance est la même que la position initiale, détermination d'une tension électrique au moyen d'un compensateur, mesurage d'une résistance électrique avec un pont de Wheatstone et un indicateur de zéro.

5.2.5.2.2. MÉTHODE DE MESURAGE PAR COÏNCIDENCE

Méthode de mesurage différentiel où une différence très faible entre la valeur de la grandeur à mesurer et la valeur connue de la grandeur de même espèce qui lui est comparée est déterminée par une observation de la coïncidence de certains repères ou signaux.

Exemples :

mesurage du temps par la coïncidence de signaux horaires et des indications d'une horloge, mesurage de la longueur d'un objet à l'aide d'un pied à coulisse à vernier.

5.2.5.3. MÉTHODE DE MESURAGE PAR DÉVIATION

Méthode de mesurage par comparaison dans laquelle la valeur de la grandeur mesurée est déterminée par la déviation d'un dispositif indicateur.

Exemples :

mesurage de la pression au moyen d'un manomètre à aiguille, mesurage d'une tension électrique au moyen d'un voltmètre à spot lumineux, mesurage d'une masse au moyen d'une balance à équilibre automatique.

5.2.5.4. MÉTHODE DE MESURAGE PAR COMPLÉMENT

Méthode de mesurage par comparaison dans laquelle la valeur de la grandeur à mesurer est complétée par une valeur connue de la même grandeur, choisie de telle manière que la somme de ces deux valeurs soit égale à une certaine valeur de comparaison fixée à l'avance.

Exemple :

Balance à poids constant.

5.2.5.2.1. NULL METHOD OF MEASUREMENT

A method of differential measurement where the difference between the value of the quantity to be measured and the known value of the same quantity with which it is compared, is brought to zero.

Note :

The quantity to be measured can be replaced by a quantity of another kind which has itself been compared with a quantity of the original kind.

Examples :

determination of a mass when the final position of equilibrium of the balance is the same as the initial position,
determination of a voltage by means of a potentiometer, measurement of an electrical resistance with a Wheatstone bridge and null indicator.

5.2.5.2.2. COINCIDENCE METHOD OF MEASUREMENT

A method of differential measurement where a very small difference between the value of the quantity to be measured and a known value of the same kind with which it is compared, is determined by observation of the coincidence of gauge or scale marks or signals.

Examples :

measurement of time by the coincidence of time signals and the indication of a clock,
measurement of the length of an object by the aid of vernier calipers.

5.2.5.3. DEFLECTION METHOD OF MEASUREMENT

A method of measurement by comparison in which the value of the quantity measured is determined by the deflection of an indicating device.

Examples :

measurement of pressure by means of a pointer-type pressure gauge,
measurement of a voltage by means of a luminous-spot voltmeter,
measurement of a mass by means of a self-indicating balance.

5.2.5.4. COMPLEMENTARY METHOD OF MEASUREMENT

A comparison method of measurement in which the value of the quantity to be measured is completed by a known value of the same quantity, chosen in such a manner that the sum of these two values is equal to a certain comparison value fixed beforehand.

Example :

Balance scale with constant weights.

5.2.5.5. MÉTHODE DE MESURAGE PAR RÉSONANCE

Méthode de mesurage par comparaison dans laquelle une relation connue entre les valeurs comparées d'une même grandeur est obtenue lorsqu'on atteint une condition de résonance.

Exemple :

Fréquence-mètre à lames vibrantes, résonateur.

5.2.5.6. MÉTHODE DE MESURAGE PAR INTERPOLATION

Méthode de mesurage consistant à déterminer la valeur de la grandeur mesurée à partir :

d'une loi de correspondance entre différentes valeurs de la grandeur et de valeurs connues de cette grandeur, la valeur à déterminer se trouvant entre deux de ces valeurs connues.

5.2.5.7. MÉTHODE DE MESURAGE PAR EXTRAPOLATION

Méthode de mesurage consistant à déterminer la valeur de la grandeur mesurée à partir :

d'une loi de correspondance entre différentes valeurs de la grandeur et de valeurs connues de cette grandeur, la valeur à déterminer se trouvant en dehors de ces valeurs connues.

5.2.6. MESURAGES STATIQUES

Nom général des mesurages lorsqu'on peut considérer que les valeurs des grandeurs ne varient pas dans le temps.

5.2.7. MESURAGES DYNAMIQUES

Nom général des mesurages ayant pour but de déterminer les valeurs instantanées des grandeurs et leurs variations dans le temps.

5.3. INDICATION D'UN INSTRUMENT DE MESURAGE

Valeur de la grandeur mesurée indiquée par l'instrument de mesurage.

Remarques :

1. La notion d'indication d'un instrument de mesurage se rapporte aussi aux mesures matérialisées comme par ex. les poids, les mesures matérialisées de capacité etc... ;

dans ces cas, l'indication équivaut à la valeur nominale de la mesure matérialisée ou bien à sa dénomination.

2. En tant qu'« indication », on entend aussi une indication présumée, obtenue par interpolation de la position de l'index de l'instrument entre des repères voisins.

3. La valeur de la grandeur mesurée peut être indiquée directement en unités de mesure de cette grandeur ou en certaines unités conventionnelles. Dans ce dernier cas, l'indication directe doit être multipliée par la constante de l'instrument.

5.2.5.5. METHOD OF MEASUREMENT BY RESONANCE

A comparison method of measurement in which a known relation between the compared values of the same quantity is obtained when a condition of resonance is attained.

Example :

Reed frequency meter, resonator.

5.2.5.6. INTERPOLATION METHOD OF MEASUREMENT

A method of measurement consisting of determining the value of the quantity measured from :

— a law of correspondence between various values of the quantity and known values of the quantity, when the value to be measured lies between two of the known values.

5.2.5.7. EXTRAPOLATION METHOD OF MEASUREMENT

A method of measurement consisting of determining the value of the quantity measured from :

— a law of correspondence between various values of the quantity and known values of the quantity, when the value to be measured lies outside the known values.

5.2.6. STATIC MEASUREMENTS

General terms for measurements when it may be considered that the values of the quantities do not vary over a period of time.

5.2.7. DYNAMIC MEASUREMENTS

General term for measurements which are intended to determine instantaneous values of quantities and their variations over a period of time.

5.3. INDICATION OF A MEASURING INSTRUMENT

The value of the quantity measured, indicated by the measuring instrument.

Notes :

1. The concept of the indication of a measuring instrument also refers to material measures e.g. weights and material measures of capacity etc... ;

in these cases the indication is equivalent to the nominal or inscribed value of the material measure.

2. By the term 'indication' is meant also a presumed indication, obtained by interpolation of the position of the index of the instrument between adjacent scale marks.

3. The value of the quantity measured can be directly indicated in units of that quantity or in conventional units. In this latter case, the direct indication must be multiplied by the instrument constant.

5.3.1. CONSTANCE D'UN INSTRUMENT DE MESURAGE

Facteur par lequel on doit multiplier l'indication de l'instrument pour obtenir le résultat du mesurage.

Remarques :

1. La constante d'un instrument qui indique directement la valeur de la grandeur mesurée est égale à 1.
2. Lorsque l'échelle d'un instrument n'indique pas une unité déterminée ou bien si elle indique des unités de mesure autres que celle relative à la grandeur mesurée, la constante est un nombre concret, lorsque l'échelle est exprimée en unités de la grandeur mesurée, la constante est un nombre abstrait.
3. Les instruments à étendues multiples mais à échelle unique ont plusieurs constantes qui correspondent, par exemple, aux différentes positions d'un commutateur.

5.3.2. OBSERVATION (DE L'INDICATION)

Opération consistant à capter l'indication de l'instrument de mesurage.

Remarque :

La « lecture » de l'indication n'est qu'une espèce d'observation parmi tous les genres d'observations — la réception d'un signal acoustique en représente une autre espèce.

5.3.3. VALEUR NOMINALE TOTALE D'UNE MESURE MATÉRIALISÉE

Valeur totale de la grandeur reproduite par la mesure matérialisée et qui est indiquée sur cette mesure.

Remarques :

1. Voir point 5.3 remarque 1.
2. Ce terme s'applique aux mesures matérialisées à plusieurs valeurs distinctes ainsi qu'aux mesures matérialisées graduées (6.1.1 exemples b et c de la remarque 4).

Exemple :

Dans une éprouvette graduée de capacité totale 100 cm^3 , le volume délimité par le trait de 100 cm^3 représente la valeur nominale totale de l'éprouvette.

5.3.4. VALEUR NOMINALE PARTIELLE D'UNE MESURE MATÉRIALISÉE

Valeur de la grandeur partielle reproduite par la mesure matérialisée et indiquée sur cette mesure.

Remarque :

Mêmes remarques qu'au point 5.3.3

Exemple :

Dans une éprouvette graduée de 100 cm^3 , chaque volume délimité par un trait quelconque, autre que le trait 100 cm^3 , représente un volume nominal partiel de l'éprouvette.

5.3.1. CONSTANT OF A MEASURING INSTRUMENT [INSTRUMENT CONSTANT]

A factor by which the indication of the instrument must be multiplied in order to obtain the result of a measurement.

Notes :

1. The constant of an instrument which indicates directly the value of the quantity measured is equal to 1.
2. When the scale of a measuring instrument does not indicate a definite unit or if it indicates units of measurement other than that related to the quantity measured, the constant is a concrete number ; when the scale is expressed in units of the quantity measured the constant is a pure number.
3. Multiple range instruments with a single scale have several constants which correspond, for example, to different positions of a selector mechanism.

5.3.2. OBSERVATION (OF THE INDICATION)

An operation which consists in noting the indication of a measuring instrument.

Note :

The reading of an indication is only one form of observation among all types of observations ; the reception of an acoustic signal represents another form.

5.3.3. TOTAL NOMINAL VALUE OF A MATERIAL MEASURE

The total value of the quantity reproduced by a material measure and which is indicated on that measure.

Notes :

1. See item 5.3 note 1.
2. The term applies to material measures with several distinct values as well as to graduated material measures (6.1.1 note 4, examples b and c).

Example :

In a graduated cylinder of total capacity 100 cm³ the volume defined by the 100 cm³ line represents the total nominal value of the cylinder.

5.3.4. PARTIAL NOMINAL VALUE OF A MATERIAL MEASURE

A partial value of the quantity reproduced by a material measure and indicated on that measure.

Note :

Same remarks as for item 5.3.3.

Example :

In a 100 cm³ graduated cylinder, each defined volume marked by a line, other than the 100 cm³ line, represents a partial nominal value of the cylinder.

5.3.5. VALEUR CONVENTIONNELLEMENT VRAIE D'UNE MESURE MATÉRIALISÉE

Valeur de la grandeur reproduite par la mesure matérialisée déterminée par un mesurage effectué à l'aide d'instruments de mesurage présentant une erreur globale pratiquement négligeable.

5.4. RÉSULTAT D'UN MESURAGE

Valeur de la grandeur mesurée obtenue lors d'un mesurage.

Remarque :

Lorsque aucune confusion n'est possible, on peut appeler « mesure » le résultat d'un mesurage (voir Préambule).

5.4.1. RÉSULTAT BRUT D'UN MESURAGE

Résultat d'un mesurage avant corrections (8.1.1.1) et avant la détermination de l'incertitude de mesurage (8.1.8.3 ou 8.1.8.4).

Remarque :

Lors d'une série de mesurages d'une même grandeur, le résultat brut du mesurage est la moyenne arithmétique des résultats bruts des mesurages particuliers.

Exemples :

1. On a mesuré à l'aide d'un pied à coulisse le diamètre d'un cylindre ; l'indication lue sur l'instrument : 14,7 mm représente le résultat brut du mesurage.

2. Si dans une série de 10 mesurages du même cylindre on a obtenu en mm les valeurs : 14,9 ; 14,6 ; 14,8 ; 14,6 ; 14,9 ; 14,7 ; 14,7 ; 14,8 ; 14,9 ; 14,8, le résultat brut de cette série de mesurages sera :

$$d = \frac{14,9 + 14,6 + \dots + 14,8}{10} = 14,77 \text{ mm} \approx 14,8 \text{ mm}$$

5.4.2. RÉSULTAT CORRIGÉ D'UN MESURAGE

Résultat d'un mesurage obtenu après avoir apporté au résultat brut du mesurage les corrections nécessaires pour tenir compte des erreurs systématiques de mesurage. Ce résultat est généralement accompagné de l'indication de l'incertitude de mesurage.

Remarque :

Lors d'une série de mesurages, le résultat corrigé du mesurage est la moyenne arithmétique des résultats bruts des mesurages particuliers à laquelle ont été apportées les corrections nécessaires et de laquelle on a déterminé l'incertitude.

Exemple :

On a mesuré une seule fois, à l'aide d'un pied à coulisse, le diamètre d'un cylindre et on a obtenu l'indication 14,7 mm (résultat brut),

au moyen d'un étalon, on a constaté préalablement que la correction à apporter aux résultats donnés par le pied à coulisse pour cette indication est égale à $-0,2$ mm ; de plus on a trouvé que l'incertitude d'un seul mesurage (8.1.8.3) est égale à $\pm 0,35$ mm (avec une probabilité de 99,7 %),

le résultat corrigé d'un seul mesurage est donc :

$$d = (14,7 - 0,2 \pm 0,35) \text{ mm} = (14,5 \pm 0,35) \text{ mm}$$

Pour la série des 10 mesurages de l'exemple 2, point 5.4.1, le résultat corrigé de la série des mesurages sera donc :

$$d = (14,77 - 0,2 \pm \frac{0,35}{\sqrt{10}}) \text{ mm} \approx (14,57 \pm 0,11) \text{ mm}$$

5.3.5. CONVENTIONAL TRUE VALUE OF A MATERIAL MEASURE

Value of the quantity reproduced by a material measure as determined by a measurement by means of measuring instruments giving an overall error which is, in practice, negligible.

5.4. RESULT OF A MEASUREMENT

The value of the measured quantity obtained by a measurement.

Note : *

5.4.1. UNCORRECTED RESULT OF A MEASUREMENT**

The result of a measurement before correction (8.1.1.1) and before determination of the uncertainty of measurement (8.1.8.3. or 8.1.8.4).

Note :

In a series of measurements of the same quantity, the uncorrected result of the measurement is the arithmetic mean of the uncorrected results of the individual measurements.

Examples :

1. The diameter of a cylinder is measured with calipers; the indication, 14.7 mm, read on the instrument represents the uncorrected result.

2. If in a series of 10 measurements of the same cylinder the values obtained are 14.9, 14.6, 14.8, 14.6, 14.9, 14.7, 14.7, 14.8, 14.9, 14.8 mm the uncorrected result of this series of measurements will be

$$d = \frac{14.9 + 14.6 \dots + 14.8}{10} = 14.77 \approx 14.8 \text{ mm}$$

5.4.2. CORRECTED RESULT OF A MEASUREMENT **

The result of a measurement obtained after having made the necessary corrections to the uncorrected result, in order to take account of systematic errors of measurement. This result is generally accompanied by an indication of the uncertainty of measurement.

Note :

In a series of measurements, the corrected result is the arithmetic mean of the uncorrected results of individual measurements to which the necessary corrections have been applied and whose uncertainty has been determined.

Example :

A single measurement of the diameter of a cylinder made with calipers gave a result 14.7 mm (uncorrected result),

by means of a standard, it has already been established that the correction to be applied to the results given by the calipers for this indication is equal to -0.2 mm; in addition it is found that the uncertainty of a single measurement (8.1.8.3.) is equal to ± 0.35 mm (with a probability of 99.7 %);

the corrected result of a single measurement is therefore :

$$d = (14.7 - 0.2 \pm 0.35) \text{ mm} = (14.5 \pm 0.35) \text{ mm}$$

for the series of 10 measurements of example 2 of item 5.4.1, the corrected result of the series of measurements will therefore be :

$$d = (14.77 - 0.2 \pm \frac{0.35}{\sqrt{10}}) \text{ mm} \approx (14.57 \pm 0.11) \text{ mm}$$

* **Translator's note to 5.4.** The note is directly relevant only to the French text.

** **Translator's note to 5.4.1 and 5.4.2.** In English the concepts 5.4.1 and 5.4.2, as applied to the values of a measured quantity, are also referred to as "indicated value" and "measured value" respectively.

5.4.3. POIDS D'UN MESURAGE

Nombre qui exprime le degré de confiance que l'on a dans le résultat d'un mesurage d'une certaine grandeur par comparaison avec le résultat d'un autre mesurage de cette même grandeur.

5.4.4. MOYENNE PONDÉRÉE

Moyenne arithmétique d'une série de résultats de mesurages calculée après avoir pris en considération le poids de chacun des résultats particuliers.

Exemple :

Les résultats de trois mesurages d'une même grandeur sont : 10,4 ; 10,6 ; 10,1 mm. Si on attribue au premier mesurage un degré de confiance exprimé par le poids 1, au 2^e le poids 2 et au 3^e le poids 1 :

$$\text{la moyenne pondérée} = \frac{10,4 \times 1 + 10,6 \times 2 + 10,1 \times 1}{4} \text{ mm} = 10,42 \text{ mm.}$$

5.5. RÉPÉTABILITÉ DES MESURAGES

Étroitesse de l'accord entre les résultats de mesurages successifs d'une même grandeur effectués avec la même méthode, par le même observateur, avec les mêmes instruments de mesure, dans le même laboratoire, et à des intervalles de temps assez courts.

Remarque :

Le plus souvent, on estime la répétabilité des mesurages sur la base de l'incertitude de mesure (8.1.8.3 et 8.1.8.4) : plus l'incertitude est petite, plus la répétabilité est rigoureuse.

5.5.1. REPRODUCTIBILITÉ DES MESURAGES

Étroitesse de l'accord entre les résultats des mesurages d'une même grandeur dans le cas où les mesurages individuels sont effectués :

suivant différentes méthodes, au moyen de différents instruments de mesure, par différents observateurs, dans différents laboratoires, après des intervalles de temps assez longs par rapport à la durée d'un seul mesurage, dans différentes conditions usuelles d'emploi des instruments utilisés.

Remarques :

1. On parle aussi de reproductibilité lorsque certains seulement des facteurs énumérés ci-dessus sont différents lors des divers mesurages individuels, ces facteurs doivent être bien précisés dans chaque cas particulier.
2. Le plus souvent, on estime la reproductibilité des mesurages d'après l'incertitude de mesure. Par suite d'un plus grand nombre de sources d'erreurs fortuites, cette incertitude est en général plus grande que pour la détermination de la répétabilité d'un mesurage ; la reproductibilité est inférieure à la répétabilité.
3. Les résultats des mesurages individuels doivent être corrigés des erreurs systématiques.

5.4.3. WEIGHT OF A MEASUREMENT

A number which expresses the degree of confidence in the result of a measurement of a certain quantity in comparison with the result of another measurement of the same quantity.

5.4.4. WEIGHTED MEAN

The arithmetic mean of a series of results of measurements calculated after taking into consideration the weight of each of the individual results.

Example :

The results of three measurements of the same quantity are 10.4, 10.6, 10.1 mm. If the degrees of confidence attributed to the three results are expressed by the weights 1, 2 and 1 respectively,

$$\text{the weighted mean} = \frac{10.4 \times 1 + 10.6 \times 2 + 10.1 \times 1}{4} \text{ mm} = 10.42 \text{ mm}$$

5.5. REPEATABILITY OF MEASUREMENTS

The closeness of the agreement between the results of successive measurements of the same quantity carried out by the same method, by the same observer, with the same measuring instruments, in the same laboratory, at quite short intervals of time.

Note :

Repeatability of measurements is most frequently estimated on the basis of the uncertainty of measurement (8.1.8.3 and 8.1.8.4.); the smaller the uncertainty the better the repeatability.

5.5.1. REPRODUCIBILITY OF MEASUREMENTS

The closeness of the agreement between the results of measurements of the same quantity, where the individual measurements are made :

by different methods, with different measuring instruments,
by different observers, in different laboratories,
after intervals of time quite long compared with the duration of a single measurement,
under different normal conditions of use of the instruments employed.

Notes :

1. The term reproducibility is also used when some only of the factors listed above are different in the individual measurements ; these factors should be specified in detail in each particular case.
2. Reproducibility of measurement is most frequently estimated on the basis of the uncertainty of measurement. Owing to the larger number of sources of random errors, this uncertainty is in general greater than for the repeatability of a measurement ; reproducibility is therefore inferior to repeatability.
3. The results of individual measurements must be corrected for systematic errors.

CHAPITRE 6

INSTRUMENTS DE MESURAGE ET LEUR CLASSIFICATION

6.1. INSTRUMENTS DE MESURAGE

Moyens techniques destinés à exécuter les mesurages et comprenant :
les mesures matérialisées
les appareils mesureurs.

Remarques :

1. Parfois, les transducteurs constituant un ensemble séparable complet sont considérés comme un groupe spécial d'instruments de mesurage.
2. Les instruments de mesurage, les transducteurs de mesurage et les dispositifs auxiliaires de mesurage ont parfois une dénomination commune « moyens de mesurage ».

6.1.1. MESURE MATÉRIALISÉE

Instrument de mesurage reproduisant d'une façon permanente, pendant l'emploi, une ou plusieurs valeurs connues d'une grandeur donnée.

Exemples :

poids
mesure de capacité (à une ou plusieurs valeurs, avec ou sans échelle)
règle (à une ou plusieurs valeurs, avec ou sans échelle)
résistance électrique
condensateur
bobine d'induction
cale-étalon
calibre à mâchoire de contrôle des diamètres de cylindres.

Un manomètre à tube en U, un thermomètre à liquide, un pied à coulisse, un distributeur de carburant à récipients mesureurs ne constituent pas des mesures matérialisées bien que certains de ces instruments puissent comporter une telle mesure dans leur ensemble de mesurage.

CHAPTER 6

MEASURING INSTRUMENTS AND THEIR CLASSIFICATION

6.1. MEASURING INSTRUMENTS*

Technical devices intended for the purpose of measurement, including :
material measures (“passive” measuring instruments)
measuring instruments (“active”).

Notes :

1. Sometimes transducers comprising a separate complete assembly are considered as a special group of measuring instruments.
2. Measuring instruments, measuring transducers and auxiliary measuring devices are sometimes grouped together under the heading “measuring equipment”.

6.1.1. MATERIAL MEASURE (“PASSIVE” MEASURING INSTRUMENT)*

A measuring instrument reproducing in a permanent fashion during its use one or more known values of a given quantity.

Examples :

a weight ;
a capacity measure, of one or more values, with or without a scale ;
a rule, of one or more values, with or without a scale ;
an electrical resistor ;
an electrical capacitor ;
an electrical inductor ;
a standard slip or block gauge ;
a gap gauge for checking cylinder diameters.

A U-tube pressure gauge, a liquid thermometer, vernier calipers, or a container-type fuel measuring instrument, are not classed as material measures even though some of these instruments may include such a measure in their measuring mechanism.

*** Translator’s note to 6.1, 6.1.1 and 6.1.2.**

The general classification of measuring instruments given in these 3 clauses is difficult to translate unambiguously since, although the French term (6.1.) “instrument de mesurage” corresponds exactly to the English term “measuring instrument”, there is no English term corresponding to the French term “appareil mesureur” (6.1.2.) which is apparently confined to instruments incorporating transducers.

The term “material measure” is acceptable in English for 6.1.1. when there is a particular need to avoid ambiguity in referring to a device of the “passive” type. The translation of 6.1.2. thus repeats the term “measuring instrument” but in this instance the word “active” has been added in brackets, for clarification.

Remarques :

1. La mesure matérialisée sert à des opérations de mesurage avec ou sans l'aide d'un autre instrument de mesurage.

Certaines mesures reproduisent seulement une valeur d'une grandeur et, pour effectuer avec celles-ci un mesurage, il est nécessaire d'employer, en outre, d'autres instruments de mesurage (par exemple : les poids ne permettent le mesurage d'une masse qu'avec l'aide d'une balance).

Les mesures de ce premier genre s'appellent « mesures matérialisées non-autosuffisantes ».

Les autres mesures matérialisées ont les deux fonctions en même temps, c'est-à-dire reproduisent la valeur de la grandeur et permettent d'effectuer le mesurage sans l'aide d'autres instruments de mesurage (exemples : règles, mesures matérialisées de capacité).

Les mesures de ce deuxième genre s'appellent « mesures matérialisées auto-suffisantes ».

2. Le trait caractéristique de la mesure matérialisée est qu'elle ne possède en général pas d'index.

Dans certains cas, cet index peut appartenir à l'instrument qui, conjointement avec cette mesure, sert au mesurage (par exemple : la balance conjointement avec le poids), ou bien il peut être formé par le corps mesuré même (par exemple : le ménisque formé par le liquide dans le col d'une mesure de capacité à col gradué).

3. Un autre trait caractéristique d'une mesure matérialisée est qu'elle ne comprend en général aucun élément mobile pendant le mesurage.

4. Une mesure matérialisée peut reproduire une seule valeur de la grandeur (mesure matérialisée à une valeur) ou bien plusieurs valeurs distinctes (mesure matérialisée à plusieurs valeurs distinctes) ou enfin peut permettre de reproduire les valeurs de cette grandeur dans une étendue continue (mesures matérialisées graduées).

Les mesures matérialisées à plusieurs valeurs distinctes ne permettent pas, par voie d'interpolation, d'indiquer les valeurs contenues entre les repères.

Exemples pour la remarque 4 :

a) mesures matérialisées à une valeur : cale-étalon — résistances électriques à une seule valeur ;

b) mesure matérialisée à plusieurs valeurs distinctes : calibre à 2 valeurs correspondant aux longueurs limites d'une dimension ;

c) mesures matérialisées graduées : règle graduée — pipette graduée.

5. Les mesures matérialisées peuvent reproduire les valeurs des grandeurs qu'elles concernent avec des précisions diverses mais qui doivent être toujours connues.

6.1.2. APPAREIL MESUREUR

Instrument de mesurage qui sert à transformer la grandeur mesurée, ou l'une des autres grandeurs liées avec celle-ci, en une indication ou une information équivalente.

Exemples :

pied à coulisse — ampèremètre — manomètre — thermomètre — pendule — interféromètre — compteur d'eau — balance

Notes :

1. A material measure is used for measuring operations with or without another measuring instrument.

Certain measures reproduce only a single value of a quantity and in order to make a measurement with them it is necessary to use other measuring instruments, e.g. weights only allow measurement of mass with the aid of a balance.

Measures of this first type are called "dependent material measures".

Other material measures have two simultaneous functions, i.e. to reproduce the value of the quantity and to allow the measurement to be made without the aid of other measuring instruments, e.g. rules, capacity measures.

Measures of this second type are called "independent material measures".

2. The characteristic feature of a material measure is that it does not, in general, have an index.

In certain cases this index can belong to an instrument, which together with the measure, serves to make the measurement, e.g. a balance with weights ; or it can be formed by the body measured itself, e.g. a meniscus formed by the liquid column in the neck of a measure of capacity with a graduated neck.

3. Another characteristic of a material measure is that in general it does not include a measuring element which moves during the process of measurement.

4. A material measure may reproduce a single value of the quantity (a single-value measure) or several distinct values (a multi-value measure) or again may provide for the reproduction of values of the quantity in a continuous range (graduated material measures).

Material measures with several distinct values do not allow visual interpolation of the indication of values between the gauge marks.

Examples for note 4 :

- a) Material measures with a single value : standard block gauge, fixed electrical resistor ;
- b) Material measures with several distinct values : gauge provided with two values representing upper and lower limits of a dimension ;
- c) Graduated material measures : graduated rule, graduated pipette.

5. Material measures may reproduce the values of the relevant quantities with various, but always known, accuracies.

6.1.2. MEASURING INSTRUMENT ("ACTIVE")*

A measuring instrument which serves to transform the quantity measured or a related quantity into an indication or equivalent information.

Examples :

Calipers, ammeter, pressure gauge, thermometer, clock, interferometer, water meter, balance.

* See translator's note on p. 69.

Remarques :

1. L'appareil mesureur (parfois appelé appareil de mesure) peut :

soit indiquer directement la valeur de la grandeur mesurée : « appareil à lecture directe » (par exemple : ampèremètre, manomètre à ressort...),

soit indiquer uniquement que la valeur de la grandeur mesurée est égale à une valeur connue de cette même grandeur : « appareil de comparaison » (par exemple : balance à fléau simple, galvanomètre de zéro...),

soit enfin permettre de mesurer une petite différence entre la valeur de la grandeur mesurée et une valeur connue de cette même grandeur : « appareil différentiel » (par exemple : indicateur optique d'un comparateur pour mesurer des longueurs...),

2. La plupart des appareils mesureurs comportent une chaîne de mesurage (7.3) dans laquelle se produit la transformation de la grandeur mesurée en une grandeur perceptible par un observateur (longueur, angle, son, contraste lumineux...).

3. L'appareil mesureur peut comporter des éléments servant à des fonctions additionnelles ou accessoires (par exemple : régulation automatique, signalisation, dosage, triage, émission de signaux codés...)

4. Pour les appareils mesureurs destinés à mesurer certaines grandeurs définies on utilise, au lieu de la dénomination générale « appareil mesureur », des dénominations spéciales :

les unes font apparaître le nom des grandeurs mesurées ou le nom des unités de mesure employées (par exemple : manomètre, thermomètre, planimètre, voltmètre),

d'autres rappellent le principe de mesurage utilisé (par exemple : comparateur) ou l'usage auquel l'appareil est destiné (par exemple : dosimètre),

d'autres utilisent le nom de l'inventeur ou du constructeur (par exemple : balance Roberval ou Béranger, tube de Pitot, Venturi, compteur de Geiger-Müller),

d'autres enfin reprennent la désignation commerciale choisie par le fabricant (par exemple : rotamètre).

6.1.2.1. APPAREIL MESUREUR INDICATEUR

Appareil mesureur qui donne, par une simple indication (unique), la valeur d'une grandeur mesurée (sans imprimer ni enregistrer cette indication).

Remarques :

1. L'indication peut être donnée par un dispositif à variation continue ou discontinue.

2. Par opposition à l'appareil mesureur indicateur, l'appareil mesureur intégrateur ou l'appareil mesureur totalisateur donne la valeur d'une grandeur mesurée par la différence de deux indications (à différents moments).

3. Lorsque l'« appareil mesureur indicateur » envisagé ne peut pas être confondu avec un simple « dispositif indicateur », il est permis de le désigner par l'expression abrégée : « appareil indicateur ».

Exemples :

pléd à coulisse — ampèremètre — manomètre.

6.1.2.1.1. APPAREIL MESUREUR OSCILLANT AMORTI

Appareil mesureur dont l'équipage mobile atteint sa position d'équilibre après quelques oscillations, d'amplitudes décroissantes, autour de cette position.

Notes :

1. The measuring instrument can :

either indicate directly the value of the quantity measured : “direct reading instrument” (e.g. ammeter, aneroid manometer...),

or indicate only that the value of the quantity measured is equal to a known value of the same quantity : “comparison instrument” (e.g. equal-arm balance, null-detecting galvanometer...),

or permit the measurement of a small difference between the value of the quantity measured and a known value of the same quantity : “differential instrument” (e.g. optical indicator of a length comparator...).

2. Most measuring instruments comprise a measuring sequence (7.3) in which the quantity measured is transformed into a quantity perceptible to an observer (a length, angle, sound, luminous contrast...).

3. Measuring instruments can include elements serving additional or accessory functions (e.g. automatic regulation, signalling, dosage, sorting, emission of coded signals...).

4. Measuring instruments intended to measure certain defined quantities are given special names instead of the general title “measuring instruments” :

some of them show the name of the quantity measured or the name of the units of measurement (e.g. pressure gauge, thermometer, planimeter, voltmeter),

others refer to the method of measurement (e.g. comparator) or to the use for which instrument is intended (e.g. dosimeter),

others use the name of the inventor or maker (e.g. Roberval or Béranger balance, Pitot tube, Venturi tube, Geiger-Müller counter),

others use a trade name chosen by the maker (e.g. Rotameter).

6.1.2.1. INDICATING (MEASURING) INSTRUMENT*

Measuring instrument which gives, by a single (unique) indication, the value of a measured quantity (without printing or recording the indication).

Notes :

1. The indication can be given by a device varying either continuously, or discontinuously.

2. In contrast to an indicating measuring instrument, an integrating measuring instrument or a totalizing measuring instrument gives the value of the quantity being measured by the difference between two indications at different times.

3. When an indicating measuring instrument is not likely to be confused with a simple indicating device it can be designated by the abbreviated expression “indicating instrument”.

Examples :

Calipers, ammeter, manometer.

6.1.2.1.1. DAMPED OUT OSCILLATING MEASURING INSTRUMENT

A measuring instrument whose moving element attains a position of equilibrium after a few oscillations of decreasing amplitude about this position.

* **Translator’s note to 6.1.2.1.** In 6.1.2.1 and some further clauses the term “measuring” has been placed in brackets. In such cases this word may often be omitted in English if no ambiguity is thereby caused.

6.1.2.1.2. APPAREIL MESUREUR APÉRIODIQUE

Appareil mesureur dont l'équipage mobile atteint sa position d'équilibre sans oscillations autour de cette position.

6.1.2.2. APPAREIL MESUREUR INTÉGRATEUR

Appareil mesureur qui détermine la valeur d'une grandeur au moyen d'une intégration.

Remarques :

1. On assimile à une intégration l'addition de valeurs partielles suffisamment petites.
2. Le dispositif indicateur d'un appareil mesureur intégrateur peut comporter un organe permettant de le remettre à zéro.

Exemples :

compteur de volume des liquides ou des gaz, compteur d'énergie électrique, planimètre, intégrimètre, machine planimétrique, appareil de pesage continu sur un transporteur.

6.1.2.3. COMPTEUR

Appareil mesureur intégrateur qui indique progressivement les valeurs de la grandeur mesurée accumulées pendant un certain temps.

Remarque :

Dans le dispositif indicateur d'un compteur continu, le premier élément mobile (disque, rouleau chiffré, etc) qui a la plus petite valeur d'échelon se déplace ordinairement de façon continue au cours du mesurage.

Cependant, cette continuité de mouvement n'existe pas toujours pour les dispositifs indicateurs de certains autres appareils mesureurs intégrateurs. Exemples : compteur de chaleur à fonctionnement cyclique — moulinet hydrométrique dont le dispositif indicateur est entraîné par des impulsions discontinues.

Exemple :

Un intégrimètre, qui additionne les valeurs successives des aires partielles d'un graphique lorsqu'on suit par le traçoir la courbe qui délimite cette aire, représente un compteur continu. Cependant, le planimètre à contournement qui donne la valeur de l'aire d'une courbe fermée, après avoir entouré totalement cette courbe, est un intégrateur mais pas un compteur.

6.1.2.4. APPAREIL MESUREUR TOTALISATEUR

Appareil mesureur qui détermine la valeur d'une grandeur en faisant la somme de valeurs mesurées partielles.

Si un appareil mesureur totalisateur sert à distribuer des quantités de matière ou d'énergie qui sont constantes pendant une même série d'opérations, et qui sont toujours multiples d'une quantité définie, il est appelé « distributeur discontinu ».

Remarque :

Le dispositif indicateur d'un appareil mesureur totalisateur peut comporter un organe permettant de le remettre au zéro (7.7).

Exemple :

distributeur discontinu de carburant à une ou deux capacités mesureuses.

6.1.2.1.2. APERIODIC MEASURING INSTRUMENT

A measuring instrument in which the moving element attains the position of equilibrium without oscillating around it.

6.1.2.2. INTEGRATING (MEASURING) INSTRUMENT

A measuring instrument which determines the value of a quantity by means of integration.

Notes :

1. The summation of sufficiently small partial values is considered equivalent to integration.
2. The indicating device of an integrating measuring instrument may include a zero re-setting device.

Examples :

volumetric liquid or gas meter, electrical energy meter,
planimeter,
integrator,
area measuring machine,
continuous belt conveyor weighing machine.

6.1.2.3. INTEGRATING METER

An integrating measuring instrument which progressively indicates values of the quantity measured accumulated over a certain length of time.

Note :

In the indicating device of an integrating meter the first moving element (disc, numbered roller, etc...) which has the smallest scale value normally moves continuously during the course of measurement.

However, this continuity of movement does not always occur in the indicating devices of some other integrating measuring instruments, e.g. cyclic operating heat meter, hydrometric vane in which the indicating device is actuated by discontinuous impulses.

Example :

An integrimeter, which adds together successive values of partial areas of a diagram when the boundary of the area is followed by a tracer, is a continuous meter. On the other hand a planimeter which gives the area of a closed curve. after having completely followed the curve, is an integrator but not a meter.

6.1.2.4. TOTALIZING (MEASURING) INSTRUMENT

A measuring instrument which determines the value of a quantity by addition of partial measured values.

If during a given series of operations a totalizing measuring instrument dispenses constant amounts of material or energy which are always multiples of a specified quantity it is called a "discontinuous dispenser".

Note :

The indicating device of a totalizing measuring instrument may include a zero re-setting device (7.7).

Example :

Discontinuous dispenser of liquid fuel with one or two measuring capacities.

6.1.2.5. APPAREIL MESUREUR PRÉDÉTERMINATEUR

Appareil mesureur continu ou discontinu muni d'un dispositif, indicateur ou non, arrêtant automatiquement le mesurage lorsque le résultat atteint une valeur fixée à l'avance.

Exemple :

compteur continu prédéterminateur de carburant.

6.1.2.5.1. APPAREIL MESUREUR A BLOCAGE

Appareil mesureur dans lequel les pièces mobiles peuvent être immobilisées.

Remarque :

On les immobilise généralement dans des positions déterminées.

6.1.2.5.2. APPAREIL MESUREUR A BUTÉE(S)

Appareil mesureur dans lequel le déplacement de l'équipage mobile est limité par une ou des butées convenablement placées.

6.1.2.5.3. APPAREIL MESUREUR A MAINTIEN D'INDICATION

Appareil mesureur dans lequel une indication instantanée (c'est-à-dire correspondant à une valeur instantanée de la grandeur) peut être maintenue, même en cas de variation dans le temps des valeurs de cette grandeur.

6.1.2.6. APPAREIL MESUREUR CONDITIONNEUR

Appareil mesureur continu ou discontinu délivrant automatiquement et périodiquement des quantités prédéterminées d'un produit.

6.1.2.7. APPAREIL MESUREUR ENREGISTREUR

Appareil mesureur qui inscrit sur un support d'enregistrement les indications ou informations qu'il donne pour les mesurages effectués d'une ou de plusieurs grandeurs.

L'enregistrement peut être effectué sous forme d'un diagramme (continu ou discontinu) ou par impression de valeurs numériques.

Remarques :

1. Lorsque l'« appareil mesureur enregistreur » envisagé ne peut pas être confondu avec un simple « dispositif enregistreur », il est permis de le désigner par le terme « enregistreur ».
2. Les appareils mesureurs enregistreurs de certaines grandeurs particulières sont désignés par les expressions obtenues soit en ajoutant le mot enregistreur au nom de l'appareil mesureur correspondant (ex. : voltmètre enregistreur, manomètre enregistreur), soit en ajoutant le suffixe « graphe » à une dénomination caractérisant la grandeur mesurée (ex. thermographe, barographe).
3. L'enregistrement s'effectue généralement en fonction d'une autre grandeur (dans la plupart des cas en fonction du temps), mais il peut aussi simplement consister à noter les valeurs successives de la grandeur mesurée.

6.1.2.5. PRE-SETTING (MEASURING) INSTRUMENT

A continuous or discontinuous measuring instrument fitted with a device which may or may not indicate but which automatically terminates the measurement when it reaches a value fixed in advance.

Example :

continuous pre-setting petrol meter.

6.1.2.5.1. LOCKING MEASURING INSTRUMENT

A measuring instrument whose movable parts can be immobilized.

Note :

In general, they are immobilized in definite positions.

6.1.2.5.2. MEASURING INSTRUMENT WITH STOP(S)

A measuring instrument in which the displacement of the moving element is restricted by one or several stops placed in suitable positions.

6.1.2.5.3. MEASURING INSTRUMENT WITH RETAINED INDICATION

A measuring instrument in which an instantaneous indication (that is to say which corresponds to an instantaneous value of the quantity) can be retained, even where the values of the quantity vary over a period of time.

6.1.2.6. AUTOMATIC FILLING (DISPENSING) INSTRUMENT

A continuous or discontinuous measuring instrument which delivers automatically and periodically predetermined quantities of a product.

6.1.2.7. RECORDING (MEASURING) INSTRUMENT

A measuring instrument which marks on a record chart the indications or information it affords of the measurements made, of one or more quantities.

The record can be made in the form of a continuous or discontinuous graph or by printing numerical values.

Notes :

1. When "recording measuring instrument" is not likely to be confused with a simple recording device it can be designated by the term "recording instrument".
2. Recording measuring instruments for particular quantities are designated either by adding the word recording to the name of the corresponding measuring instrument, e.g. recording voltmeter, recording pressure gauge, or by adding the suffix "graph" to a name describing the quantity measured, e.g. thermograph, barograph.
3. The record is generally made as a function of another quantity, in most cases in terms of time, but it can also simply record successive values of the quantity measured.

6.1.2.8. APPAREIL MESUREUR A INDEX MOBILE

Appareil mesureur dans lequel les indications sont données par la position d'un index mobile devant une échelle fixe.

6.1.2.8.1. APPAREIL MESUREUR A INDEX LUMINEUX

Appareil mesureur dans lequel les indications sont données par la position d'un index lumineux sur une échelle faisant partie ou non de l'appareil.

6.1.2.8.2. APPAREIL MESUREUR A MIROIR

Appareil mesureur dans lequel les indications sont données par la position d'un faisceau lumineux réfléchi par un miroir solidaire de l'équipage mobile.

6.1.2.9. APPAREIL MESUREUR A ÉCHELLE PROJETÉE

Appareil mesureur dont l'échelle solidaire de l'équipage mobile est projetée sur un écran portant un index fixe.

6.1.2.10. APPAREIL MESUREUR ANALOGIQUE

Appareil mesureur dont l'indication est une fonction continue des variations de la valeur correspondante de la grandeur mesurée.

6.1.2.11. APPAREIL MESUREUR DISCONTINU

Appareil mesureur dont l'indication est une fonction discontinue des variations de la valeur correspondante de la grandeur mesurée.

Remarque :

Il peut être constitué soit par une aiguille à mouvement discontinu se déplaçant devant une échelle continue soit par une échelle numérique.

6.1.3. INSTRUMENT DE MESURAGE USUEL

Instrument de mesurage destiné aux mesurages usuels (mais non à la vérification d'autres instruments).

Exemples :

calibre usuel pour le contrôle des dimensions, balance du commerce, compteur d'énergie électrique, machine d'essai des matériaux, instruments de mesurage pour le contrôle d'un processus de fabrication.

6.1.4. INSTRUMENT DE MESURAGE ADMISSIBLE A LA VÉRIFICATION

Instrument de mesurage conforme à un modèle approuvé suivant les points 2.2.1 ou 2.2.2 ou bien admis à la vérification d'après le point 2.2.3.

6.1.2.8. MEASURING INSTRUMENT WITH MOVING INDEX

A measuring instrument in which the indications are given by the position of a moving index in front of a fixed scale.

6.1.2.8.1. MEASURING INSTRUMENT WITH LUMINOUS INDEX

A measuring instrument in which the indications are given by the position of a luminous index on a scale which may be part of the instrument or not.

6.1.2.8.2. MEASURING INSTRUMENT WITH MIRROR

A measuring instrument in which the indications are given by the position of a beam of light reflected by a mirror which is integral with the moving element.

6.1.2.9. MEASURING INSTRUMENT WITH PROJECTED SCALE

A measuring instrument whose scale is integral with the moving element and is projected onto a screen having a fixed index.

6.1.2.10. ANALOGUE MEASURING INSTRUMENT

A measuring instrument whose indication is a continuous function of variations in the corresponding value of the quantity measured.

6.1.2.11. DISCONTINUOUS MEASURING INSTRUMENT

A measuring instrument whose indication is a discontinuous function of the variations in the corresponding value of the measured quantity.

Note :

It can be made up either of a discontinuous-movement needle moving along a continuous scale or of a digital scale.

6.1.3. ORDINARY MEASURING INSTRUMENT

A measuring instrument intended for ordinary use but not for the verification of other instruments.

Examples :

working gauge for control of dimensions, commercial weighing instrument, electrical energy meter, machine for testing materials, measuring instruments for controlling a manufacturing process.

6.1.4. MEASURING INSTRUMENT ACCEPTABLE FOR VERIFICATION

A measuring instrument conforming to an approved model in accordance with items 2.2.1 or 2.2.2 or accepted for verification in accordance with item 2.2.3.

6.1.5. INSTRUMENT DE MESURAGE LÉGAL

Instrument de mesurage qui répond à toutes les conditions réglementaires exigibles.

6.1.6. INSTRUMENT DE MESURAGE AUXILIAIRE

Instrument qui sert à mesurer les grandeurs d'influence ou bien les grandeurs qui caractérisent les qualités métrologiques d'un instrument de mesurage pendant son emploi ou son examen.

Exemples :

thermomètre mesurant la température du gaz ou de l'ambiance pendant le mesurage du débit d'un gaz,
manomètre différentiel mesurant la perte de pression dans un compteur d'eau,
niveau à bulle pour vérifier l'horizontalité d'une balance, « poids d'erreurs » pour la vérification des balances,
chronomètre pour contrôler le débit d'un compteur d'hydrocarbures.

6.1.7. TRANSDUCTEUR DE MESURAGE

Instrument qui sert à transformer, suivant une loi déterminée, la grandeur mesurée (ou bien une grandeur déjà transformée de la grandeur mesurée) en une autre grandeur ou en une autre valeur de la même grandeur, avec une précision spécifiée et qui constitue un ensemble pouvant être utilisé séparément.

Remarque :

On utilise aussi la dénomination « traducteur ».

Exemples :

thermocouple (avec tube protecteur, tête et autres éléments supplémentaires),
transformateur de mesure, shunt interchangeable pour un ampèremètre.

6.1.8. DETECTEUR

Instrument ou substance qui décèle la présence d'une grandeur. Dans certains cas, le détecteur peut fournir une évaluation grossière de la grandeur.

Exemple :

feuille lacmoïde,
électroscope,
peinture sensible à la température.

6.1.9. INSTRUMENT VÉRIFICATEUR

Instrument à l'aide duquel on constate que la valeur d'une grandeur est comprise entre des limites déterminées.

Exemple :

calibre à mâchoires.

6.1.5. LEGAL MEASURING INSTRUMENT

A measuring instrument which conforms to all the prescribed legal requirements.

6.1.6. AUXILIARY (MEASURING) INSTRUMENT

An instrument used to measure influence quantities, or those quantities which characterize the metrological qualities of a measuring instrument, during its use or examination.

Examples :

- a thermometer for measuring gas temperature or ambient temperature during the measurement of gas flow rate,
- a differential manometer to measure the pressure drop across a water meter,
- a spirit level to verify that a balance is horizontal, "tolerance weights" for the verification of balances,
- a chronometer to check the flowrate of an integrating meter for liquid hydrocarbons.

6.1.7. MEASURING TRANSDUCER

An instrument which serves to transform, according to a given law, the quantity measured (or a quantity already transformed therefrom) into another quantity or into another value of the same quantity, with a specified accuracy, and forms a complete unit which may be used separately.

Note* :

Examples :

thermocouple (with protective tube, head and other supplementary elements),
measuring transformer, interchangeable shunt for an ammeter.

6.1.8. DETECTOR

An instrument or substance which reveals the presence of a quantity. In certain cases the detector can supply a rough estimate of the value of the quantity.

Examples :

lacmoid paper.
electroscope.
paint sensitive to temperature.

6.1.9. VERIFYING INSTRUMENT

An instrument with the help of which one verifies that the value of a quantity remains within specified limits.

Example :

calliper gauge.

* Applies only to the French text.

6.2. DISPOSITIF AUXILIAIRE DE MESURAGE

Dispositif qui n'étant pas par lui-même un instrument de mesure sert :
soit à maintenir les grandeurs mesurées ou les grandeurs d'influence à des valeurs convenables,
soit à faciliter l'exécution des opérations de mesure,
soit encore à changer la sensibilité ou l'étendue de mesure d'un instrument.

Remarque :

Le dispositif auxiliaire peut être un élément organique de l'instrument ou bien un élément séparé.

Exemples :

amplificateur, loupe à lire les indications, thermostat pour vérifier les thermomètres,
pompe d'alimentation, dégazeur, limiteur de débit d'une installation de mesure avec compteur de liquides.

6.3. INSTALLATION DE MESURAGE

Ensemble de moyens techniques destinés à exécuter une certaine tâche déterminée de mesure et comprenant tous les instruments de mesure et les dispositifs auxiliaires, réunis suivant un schéma défini, nécessaires pour appliquer une méthode donnée.

Exemples :

installation pour mesurer la résistivité des matériaux électrotechniques,
installation de mesure du volume des hydrocarbures par compteur continu.

6.3.1. ÉQUIPEMENT DE MESURAGE

Ensemble d'installations de mesure destinées à exécuter les mesures de grandeurs d'une ou plusieurs espèces.

Remarque :

Alors qu'une « installation de mesure » est constituée par les moyens nécessaires à un mesure défini, « l'équipement de mesure » est un ensemble d'instruments ou d'installations qui permettent d'effectuer des mesures divers.

Exemple :

L'équipement de mesure d'un bureau de vérification comprend : des étalons de longueur, de capacité, de masse — des instruments de pesage — des socles supports — des réservoirs d'eau, etc...

6.3.2. STATION D'ÉTALONNAGE

Installation permettant d'étalonner ou de vérifier un instrument de mesure dans des conditions définies en fonction des conditions d'utilisation prévues pour cet instrument de mesure.

6.2. AUXILIARY MEASURING DEVICE

A device which, not being itself a measuring instrument, is used :
either to maintain the quantities measured, or the influence quantities, at suitable values,
or to facilitate the operations of measurement,
or to change the sensitivity or range of measurement of an instrument.

Note :

The auxiliary device may be an integral part of the measuring instrument or be separate therefrom.

Examples :

amplifier, reading magnifier, thermostat for verifying thermometers,
supply pump, air separator, flow limiting device of measuring apparatus having a liquid flowmeter.

6.3. MEASURING APPARATUS

All the technical equipment required for carrying out a particular defined measurement task, and including all the measuring instruments and auxiliary devices, assembled according to a definite scheme, necessary for the application of a given method.

Example :

apparatus for measuring the resistivity of electrotechnical materials,
apparatus for the volume measurement of hydrocarbons by a continuous meter.

6.3.1. MEASURING INSTALLATION

All the measuring apparatus intended to carry out measurements of one or several kinds of quantities.

Note :

While a "measuring apparatus" consists of the devices necessary for a given measurement, "measuring installation" is a collection of instruments or apparatus to enable various measurements to be carried out.

Example :

The measuring installation of a weights and measures office includes standards of length, of capacity, of mass ; weighing instruments ; supporting bases ; water tanks etc...

6.3.2. CALIBRATION STATION

An installation for the calibration or verification of a measuring instrument under conditions which are defined according to the conditions of use anticipated for the measuring instrument.

6.4. ÉTALON

Instrument de mesurage destiné à définir ou matérialiser, conserver ou reproduire l'unité de mesure d'une grandeur (ou un multiple ou sous-multiple de cette unité) pour la transmettre par comparaison à d'autres instruments de mesurage.

6.4.1. MÉTHODE ÉTALON

Mode de reproduction de l'unité de mesure susceptible de remplacer un étalon primaire par :

soit des valeurs fixes de certaines propriétés des corps,
soit des constantes physiques.

Exemples :

méthode étalon de reproduction du mètre en longueurs d'ondes lumineuses,
méthode étalon de reproduction de l'échelle thermométrique à l'aide de six points fixes,
méthode étalon de reproduction de l'unité de temps et des fréquences basée sur l'observation astronomique,
méthode étalon de reproduction de l'unité de masse volumique d'un liquide.

6.4.2. ÉTALON INDIVIDUEL

Instrument de mesurage susceptible de remplir seul le rôle d'un étalon.

Exemples :

étalon en platine de 1 kg (copie de l'étalon international),
étalon en fonte de fer de 1 kg pour la vérification des poids usuels,
cale-étalon, interféromètre-étalon, manomètre-étalon,
pile-étalon, ampèremètre-étalon.

6.4.3. ÉTALON COLLECTIF

Groupe d'instruments de mesurage de même modèle et de mêmes caractéristiques métrologiques associés pour remplir, en commun, par leur moyen, le rôle d'étalon.

La valeur de l'étalon collectif est la moyenne arithmétique pondérée des valeurs fournies par les divers instruments.

Exemples :

étalon collectif de dureté composé par un groupe de blocs de dureté,
étalon collectif de pression matérialisé par un groupe de manomètres à piston,
étalon collectif d'intensité lumineuse constitué par un certain nombre de lampes à incandescence.

6.4.3.1. ÉTALON COLLECTIF INTERNATIONAL

Étalon collectif reconnu dans le cadre international comme étalon international.

Exemple :

étalon photométrique.

6.4. STANDARD

A measuring instrument intended to define, to represent physically, to conserve or to reproduce the unit of measurement of a quantity (or a multiple or sub-multiple of that unit), in order to transmit it to other measuring instruments by comparison.

6.4.1. REFERENCE-VALUE METHOD

A mode of reproducing a unit of measurement which enables a primary standard to be replaced :

either by fixed values of certain properties of bodies,
or by physical constants.

Examples :

reference value method for reproducing the metre in wavelengths of light,
reference value method for reproducing the thermometric scale with the help of six fixed points,
reference value method for reproducing the units of time and frequency based on astronomical observation,
reference value method for reproducing the unit of density of a liquid.

6.4.2. INDIVIDUAL STANDARD

A measuring instrument which can, by itself, fulfil the role of a standard.

Examples :

1 kg mass standard in platinum (copy of the international standard),
1 kg mass standard in cast iron for the verification of ordinary weights,
standard block gauge, standard interferometer, standard manometer,
standard cell, standard ammeter.

6.4.3. COLLECTIVE STANDARD

A group of measuring instruments of the same pattern and the same metrological characteristics brought together to fulfil, by their combined use, the role of a standard.

The value of the collective standard is the weighted arithmetic mean of the values given by the individual instruments.

Examples :

collective standard of hardness consisting of a group of hardness blocks,
collective standard of pressure consisting of a group of pressure balances,
collective standard of luminous intensity consisting of a certain number of incandescent lamps.

6.4.3.1. INTERNATIONAL COLLECTIVE STANDARD

A collective standard recognized on the international level as an international standard.

Example :

photometric standard.

6.4.4. ÉTALON PRIMAIRE

Étalon, relatif à une grandeur déterminée, qui présente les plus hautes qualités métrologiques dans un domaine déterminé.

Remarques :

1. La qualité d'étalon primaire est valable aussi bien pour les unités de base que pour les unités dérivées.
2. L'étalon primaire n'est jamais utilisé directement pour des mesurages en dehors de sa comparaison avec les étalons témoins et avec des étalons de référence.

6.4.5. ÉTALON-TÉMOIN

Étalon destiné soit à contrôler l'invariabilité de l'étalon primaire, soit à remplacer cet étalon s'il est endommagé ou s'il a disparu.

Remarque :

L'étalon-témoin n'est, en pratique, jamais utilisé dans les travaux métrologiques courants, même pour la vérification des autres étalons, par exemple.

6.4.6. ÉTALON SECONDAIRE

Étalon dont la valeur est fixée par comparaison directe ou indirecte avec un étalon primaire ou bien par une méthode étalon.

6.4.7. ÉTALON DE RÉFÉRENCE

Étalon secondaire auquel sont comparés les étalons d'un ordre de précision inférieur.

6.4.8. ÉTALON DE TRAVAIL

Étalon qui, étalonné par comparaison avec un étalon de référence, est destiné à vérifier les instruments de mesurage usuels d'une moins grande précision.

6.4.9. ÉTALON INTERNATIONAL

Étalon reconnu par un accord international pour servir de base internationale à la fixation des valeurs de tous les autres étalons de la grandeur donnée.

6.4.4. PRIMARY STANDARD

A standard of a particular quantity which has the highest metrological qualities in a given field.

Notes :

1. The concept of a primary standard is equally valid for base units and for derived units.
2. The primary standard is never used directly for measurement other than for comparison with duplicate standards or reference standards.

6.4.5. DUPLICATE (RESERVE) STANDARD

A standard intended either to check the invariability of the primary standard or to replace this standard if it is damaged or lost.

Note :

The duplicate standard is never, in practice, used in current metrological work, even for the verification of other standards, for example.

6.4.6 SECONDARY STANDARD

A standard, the value of which is fixed by direct or indirect comparison with a primary standard or by means of a reference-value method.

6.4.7. REFERENCE STANDARD

A secondary standard with which standards of lower accuracy are compared.

6.4.8. WORKING STANDARD

A standard which, calibrated against a reference standard, is intended to verify ordinary measuring instruments of lower accuracy.

6.4.9. INTERNATIONAL STANDARD

A standard recognized by an international agreement to serve internationally as the basis for fixing the value of all other standards of the given quantity.

6.4.10. ÉTALON NATIONAL

Étalon reconnu par une décision officielle nationale pour servir de base dans un pays à la fixation des valeurs de tous les autres étalons de la grandeur donnée.

Remarque :

En général, dans un pays, l'étalon national constitue aussi l'étalon primaire.

6.4.11. PROTOTYPE INTERNATIONAL [NATIONAL]

Ancienne dénomination des étalons internationaux ou nationaux de longueur et de masse dans le Système métrique décimal d'unités de mesure : Prototype international du mètre — Prototype international du kilogramme.

Remarque :

Le terme « prototype », dans le sens ci-dessus, a uniquement une valeur historique et ne devrait pas être utilisé dans les documents officiels concernant les étalons contemporains.

6.4.12. ÉTALON DE COMPARAISON

Étalon destiné à la comparaison entre eux d'étalons de même ordre de précision.

6.4.13. ÉTALON MÉDIAT

Étalon secondaire utilisé pour la comparaison des étalons, lorsque ces étalons ne peuvent pas être comparés directement les uns avec les autres.

6.4.14. SÉRIE D'ÉTALONS

Ensemble d'étalons choisis de manière à permettre de reproduire les valeurs de la grandeur mesurée sur une étendue déterminée, chaque étalon individuel ne couvrant qu'une partie de l'étendue.

6.5. SCHÉMA D'UNE HIÉRARCHIE DES INSTRUMENTS DE MESURAGE

Schéma qui représente la hiérarchie des instruments de mesurage servant à mesurer une grandeur déterminée suivant la succession et la précision des opérations de transmission de l'unité de mesure de cette grandeur.

6.4.10. NATIONAL STANDARD

A standard recognized by an official national decision as the basis for fixing the value, in a country, of all other standards of the given quantity.

Note :

In general, the national standard in a country is also the primary standard.

6.4.11. INTERNATIONAL [NATIONAL] PROTOTYPE

The former name of the international or national standards of length and mass in the metric decimal system of units of measurement: International prototype metre, International prototype kilogram.

Note :

The term "prototype" in the above sense has a purely historical value and should not be used in official documents concerning current standards.

6.4.12. COMPARISON STANDARD

Standard designed for the comparison among themselves of standards of the same order of accuracy.

6.4.13. MEDIATE STANDARD

A secondary standard used for the comparison of standards when they cannot be directly compared with one another.

6.4.14. SERIES OF STANDARDS

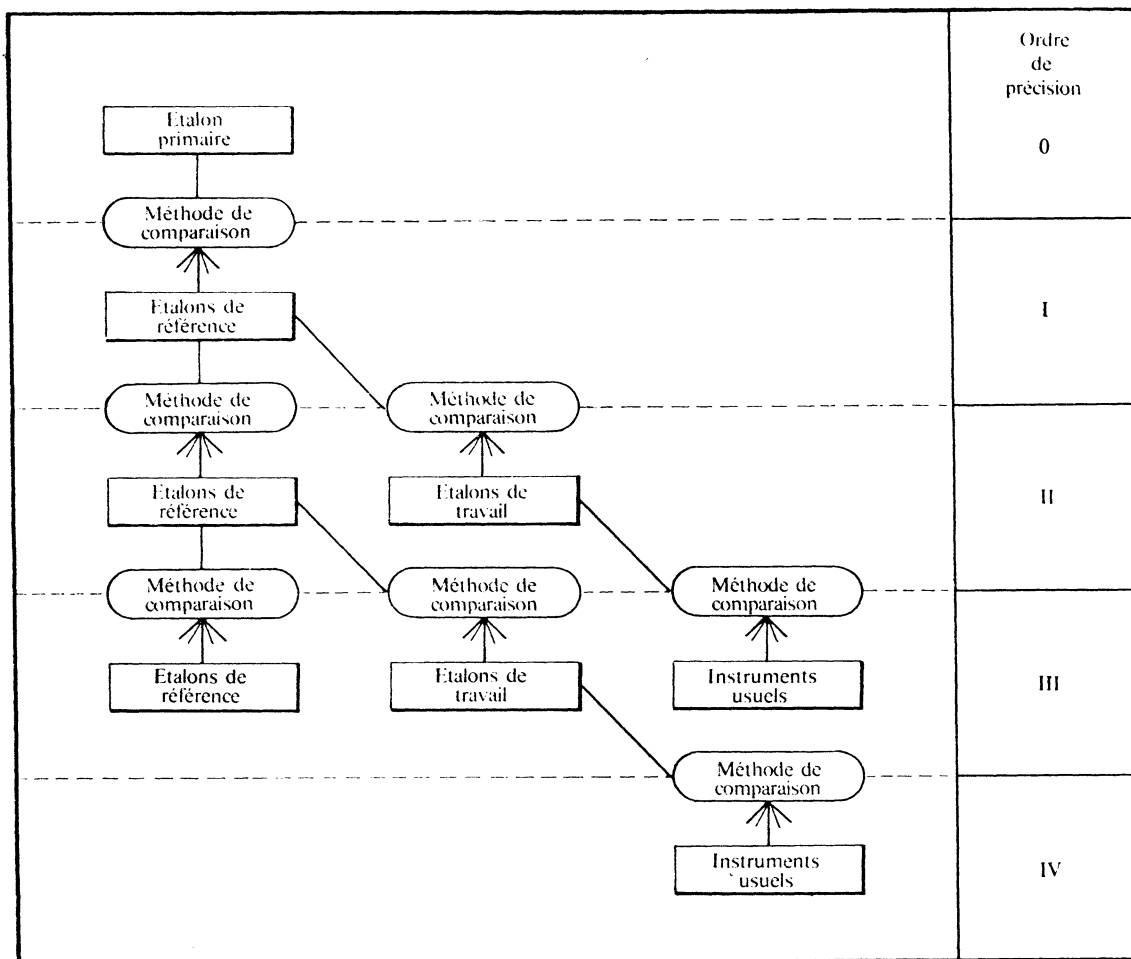
A group of standards chosen so as to allow the reproduction of the values of the quantity measured over a given range, each individual standard only covering a part of that range.

6.5. BLOCK DIAGRAM OF A HIERARCHY OF MEASURING INSTRUMENTS

A block diagram which shows the hierarchy of measuring instruments used to measure a given quantity, tracing the order of succession, and the accuracy, of the operations of disseminating the unit of measurement of that quantity.

Exemple :

Le schéma ci-dessous représente un exemple d'articulation des étalons de référence et des étalons de travail de différents ordres de précision.

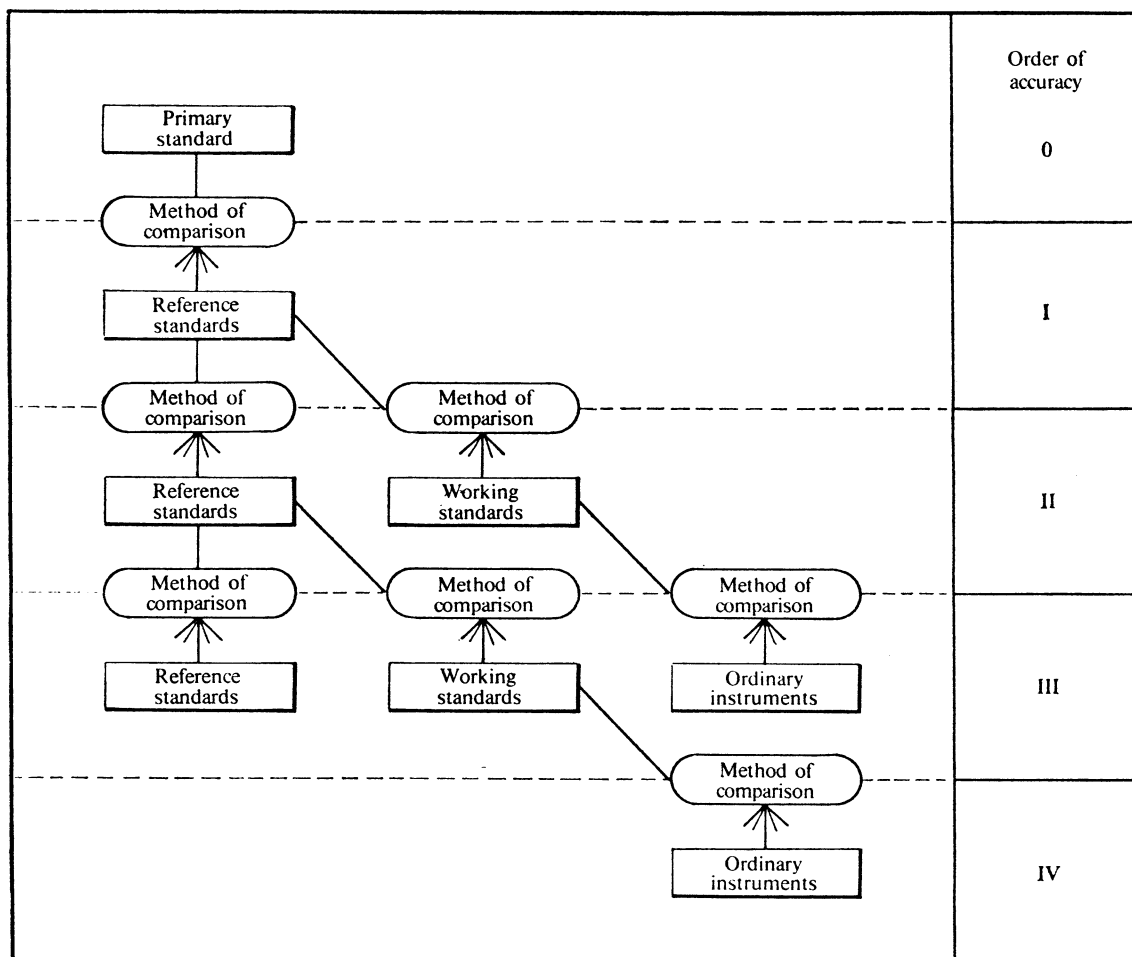


6.6. MATIÈRE - ÉTALON DE RÉFÉRENCE

Matériau ou substance reconnu officiellement comme étant un étalon qui se caractérise en particulier par une grande stabilité d'une ou de plusieurs propriétés physiques, chimiques ou métrologiques déterminées.

Example :

The diagram below shows an example of the inter-relationship between reference and working standards of various orders of accuracy :



6.6. MATERIAL — REFERENCE STANDARD

Material or substance recognized by the authorities to be a standard which is, in particular, characterized by great stability of one or several definite physical, chemical or metrological properties.

CHAPITRE 7

INSTRUMENTS DE MESURAGE CONSTRUCTION ; ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS

7.1. CATÉGORIE D'INSTRUMENTS DE MESURAGE

Ensemble d'instruments de mesure servant à mesurer la même grandeur ou présentant certains traits caractéristiques communs.

Exemples :

ensemble des instruments de pesage,
ensemble de poids,
ensemble des instruments mesurant des volumes de liquides autres que l'eau,
ensemble des instruments de mesures météorologiques.

7.1.1. SYSTÈME D'UN INSTRUMENT DE MESURAGE

Catégorie d'instruments de mesure fondés sur le même principe de mesure (5.1.1)

Les différentes réalisations pratiques mettant en œuvre un même principe constituent des variantes du système fondé sur ce principe.

Remarques :

1. Le système de l'instrument de mesure fixe le principe de mesure appliqué, sans entrer dans les moyens de réalisation : par exemple, le thermomètre thermoélectrique dans lequel la force thermoélectrique est déterminée soit à l'aide d'un millivoltmètre, soit à l'aide d'un compensateur électrique, est un instrument du système thermoélectrique. Les deux réalisations possibles indiquées ci-dessus constituent deux variantes de ce système.

De même, les balances à bras égaux et les balances décimales, qui appartiennent au système des instruments de pesage à leviers, correspondent à deux variantes de ce système.

2. L'adjonction de dispositifs supplémentaires qui influent sur les propriétés métrologiques de l'instrument : dispositifs de téléindication, d'enregistrement, de conservation et de reproduction des valeurs mesurées ne change pas le système de l'instrument de mesure mais fixe une de ses variantes.

CHAPTER 7

MEASURING INSTRUMENTS CONSTRUCTION ; COMPONENT PARTS

7.1. CATEGORY OF MEASURING INSTRUMENTS

A group of instruments for measuring the same quantity or having some characteristic features in common.

Examples :

group of weighing instruments,
group of weights,
group of instruments for measuring volumes of fluids other than water,
group of meteorological measuring instruments.

7.1.1. (MEASURING) INSTRUMENT SYSTEM

A category of measuring instruments based on the same principle of measurement (5.1.1).

Different practical versions using the same principle constitute variations of the system based on that principle.

Notes :

1. The instrument system determines the principle of measurement applied without involving the method of construction ; for example, the thermoelectric thermometer in which thermoelectric force is determined, either by means of a millivoltmeter or by a potentiometer, is an instrument of the thermoelectric system. The two possible constructions mentioned above constitute two variations of that system.

In the same way equal-arm balances and ratio balances, which belong to the system of lever weighing instruments, correspond to two variations of that system.

2. The addition of supplementary devices which influence the metrological properties of the instrument — e.g. devices for remote indication, recording, storage and reproduction of measured values — does not change the instrument system but constitutes one of its variations.

7.1.2. MODÈLE PROVISOIRE D'UN INSTRUMENT DE MESURAGE

Dispositif reproduisant les formes et le mode de fonctionnement d'un instrument de mesure utilisant un système déterminé et destiné à l'étude de ses propriétés métrologiques.

Remarques :

1. La conformité de l'instrument définitif au modèle provisoire est obligatoire dans la mesure où il est nécessaire de conserver les propriétés métrologiques exigées du système de l'instrument envisagé.
2. Les dimensions des divers éléments du modèle provisoire pourront ne pas être exactement conformes aux dimensions des éléments qui leur correspondent dans l'exécution définitive.

7.1.2.1. MODÈLE D'UN INSTRUMENT DE MESURAGE

Réalisation définitive d'un instrument de mesure dont tous les éléments influant sur les qualités métrologiques sont convenablement définis.

Remarques :

1. Les instruments d'un même modèle doivent être conformes entre eux en ce qui concerne l'exécution (dimension, construction, matériaux, technologie) dans les limites de tolérances fixées.
2. Cependant, des instruments d'un même modèle peuvent avoir des étendues de mesure différentes.

7.1.2.2. MODÈLE APPROUVÉ

Modèle d'un instrument de mesure ayant reçu la sanction des Autorités compétentes de l'État (2.2.1) en ce qui concerne ses qualités métrologiques réglementaires.

7.1.2.3. EXEMPLAIRE TÉMOIN D'UN MODÈLE APPROUVÉ

Exemplaire d'un instrument de mesure dont le modèle est approuvé et qui joue le rôle d'un témoin (conjointement à une documentation convenable).

Remarque :

Dans certains cas d'instruments trop importants ou d'un prix de revient trop élevé, une documentation détaillée peut suffire seule.

7.1.2. PROVISIONAL PATTERN OF A MEASURING INSTRUMENT

An arrangement reproducing the form and method of operation of a measuring instrument using a given system and intended for the study of its metrological properties.

Notes :

1. The conformity of the final form to the provisional pattern is mandatory in so far as it is necessary to preserve the metrological properties required of the instrument system in question.
2. The dimensions of the various parts of the provisional pattern need not conform exactly to the dimensions of the corresponding parts of the final instrument.

7.1.2.1. PATTERN OF A MEASURING INSTRUMENT

The definitive model of a measuring instrument of which all the elements affecting its metrological properties are suitably defined.

Notes :

1. Instruments of the same pattern must be identical as regards manufacture (dimensions, construction, material and technical features) within the prescribed tolerances.
2. Instruments of the same pattern may however have different ranges of measurement.

7.1.2.2. APPROVED PATTERN

A pattern of a measuring instrument approved by the competent state authority (2.2.1) as far as its mandatory metrological properties are concerned.

7.1.2.3. REFERENCE COPY OF AN APPROVED PATTERN

A copy of an approved pattern of a measuring instrument which (in conjunction with suitable documentation) can serve as a reference standard.

Note :

For certain instruments which are too large, or too costly, detailed documentation only may suffice.

7.2. SCHÉMA DE STRUCTURE

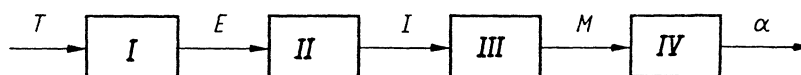
Présentation symbolique de la chaîne de mesure de l'instrument avec indication des grandeurs transformées dans cet instrument.

Remarque :

Les éléments transducteurs sont en général représentés sous forme de rectangles. A côté des lignes de liaison sont placés les symboles des grandeurs qui sortent de l'un des éléments transducteurs et entrent dans le suivant.

Exemple :

Schéma de structure du thermomètre thermoélectrique (thermocouple).



T : température,

E : force électromotrice — I : intensité du courant,

M : couple de rotation,

α : angle de la rotation de l'aiguille,

I : thermocouple,

II : élément transducteur E,

III : système magnéto-électrique du millivoltmètre

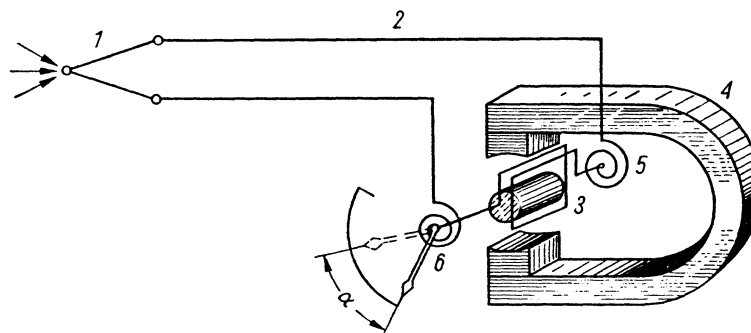
IV : ressort spirale du millivoltmètre

7.2.1. SCHÉMA DE PRINCIPE

Représentation simplifiée des éléments essentiels et de leurs liaisons fonctionnelles d'un instrument de mesure ou d'une installation de mesure.

Exemple :

Schéma de principe du thermomètre thermoélectrique correspondant au schéma de structure présenté au point 7.2.



1 : thermocouple,

2 : fils de jonction,

3 : cadre du millivoltmètre,

4 : aimant constant du millivoltmètre,

5 : ressort spirale du millivoltmètre,

6 : aiguille,

α : angle de la rotation de l'aiguille.

7.2. BLOCK SCHEMATIC DIAGRAM

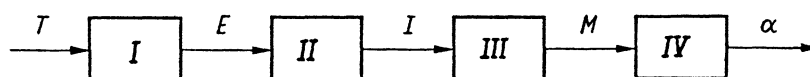
A diagrammatic representation of the measuring sequence of an instrument showing the quantities transformed in the instrument.

Note :

Transducer elements are generally represented by rectangles. Symbols, representing the quantities which pass from one transducer element to the next, are placed by the lines joining the rectangles.

Example :

Schematic block diagram of a thermoelectric thermometer (thermocouple).



T : temperature,

E : electromotive force — I : electric current,

M : rotation couple,

α : angle of rotation of the pointer,

I : thermocouple,

II : transducer element E,

III : electromagnetic system of the millivoltmeter,

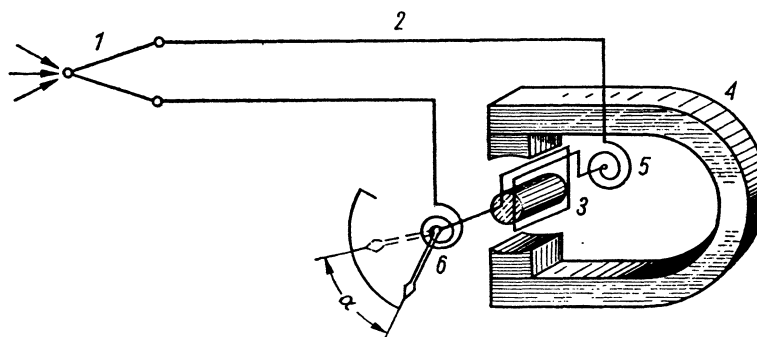
IV : spiral spring of the millivoltmeter.

7.2.1. OPERATING SCHEMATIC DIAGRAM

A simplified representation of the essential elements of a measuring instrument or measuring apparatus, and their functional relations.

Example :

Diagram of the principle of a thermoelectric thermometer corresponding to the block schematic diagram presented in 7.2.



1 : thermocouple,

2 : connecting leads,

3 : coil of the millivoltmeter,

4 : permanent magnet of the millivoltmeter,

5 : spiral spring of the millivoltmeter,

6 : pointer,

α : angle of rotation of the pointer.

7.3. CHAÎNE DE MESURAGE

Suite d'éléments transducteurs et d'organes de liaison d'un instrument de mesurage placés entre le capteur, premier élément de la chaîne, et le dispositif indicateur qui en est le dernier élément.

Exemple :

Le thermomètre thermoélectrique, avec un millivoltmètre comme organe indicateur, peut être présenté comme une suite d'éléments transducteurs suivants :

thermocouple, transformant la température T en une force électromotrice E fonction de T ;

élément transducteur sous forme d'un circuit électrique fermé où sous l'influence de la force électromotrice E se produit le courant I fonction de E ;

système magnétoélectrique d'un millivoltmètre transformant le courant I en couple de rotation M fonction de I ;

ressort transformant le couple de rotation M en angle α fonction de M .

7.3.1. CAPTEUR

Élément d'un appareil mesureur servant à la prise d'informations relatives à la grandeur à mesurer.

Remarque :

Le capteur constitue en même temps le premier élément transducteur.

Exemples :

thermocouple d'un thermomètre, organe déprimogène d'un débitmètre,

tube Bourdon d'un manomètre, flotteur d'un appareil mesureur de niveau.

7.3.1.1. ÉLÉMENT RÉCEPTEUR DU CAPTEUR

Partie sensible du capteur qui se trouve sous l'influence directe de la grandeur mesurée.

7.3.2. ÉLÉMENT TRANSDUCTEUR D'UN APPAREIL MESUREUR

Transducteur de mesurage (6.1.7) qui, étant une partie d'un appareil mesureur ou d'une installation de mesurage, ne constitue cependant pas un ensemble pouvant être utilisé séparément.

Remarques :

1. Le système d'éléments transducteurs qui composent le thermomètre thermoélectrique est représenté en 7.2.
2. Les divers éléments transducteurs ne sont pas toujours délimités matériellement (par ex. dans le thermomètre thermoélectrique, l'élément transducteur $E \rightarrow I$ n'est pas matériellement distinct de l'élément transducteur $T \rightarrow E$).

7.3. MEASURING SEQUENCE

A sequence of transducers and connecting elements of a measuring instrument, placed between the sensor, which is the first element on the sequence, and the indicating device, which is the last element of the sequence.

Example :

A thermoelectric thermometer with a millivoltmeter as indicating element can be represented as a sequence of transducer elements as follows :

thermocouple, converting the temperature T into an electromotive force E which is a function of T ;

transducer in the form of a closed electrical circuit which under the influence of the electromotive force E produces a current I which is a function of E ;

electromagnetic system of a millivoltmeter converting the current I into a couple M which is a function of I ;

spring converting the couple M into an angle α which is a function of M .

7.3.1. SENSOR

The part of a measuring instrument by means of which it receives data relating to the quantity to be measured.

Note :

The sensor is also the first transducer element.

Examples :

thermocouple of a thermoelectric thermometer, prime mover of a flowmeter,

Bourdon tube of a pressure gauge, float of a level-measuring apparatus.

7.3.1.1. SENSING ELEMENT OF SENSOR

The sensitive part of the sensor which is under the direct influence of the quantity measured.

7.3.2. TRANSDUCER ELEMENT OF A MEASURING INSTRUMENT

A measuring transducer (6.1.7) which, being part of a measuring instrument or of a measuring apparatus, nevertheless does not constitute an entity which can be used separately.

Notes :

1. The system of transducer elements constituting a thermoelectric thermometer is represented in 7.2.
2. The various transducer elements are not always physically distinct (e.g. in thermoelectric thermometers the transducer element $E \rightarrow I$ is not physically distinct from the transducer element $T \rightarrow E$).

7.3.3. DISPOSITIF INDICATEUR

Ensemble des organes d'un appareil mesureur destinés à indiquer les résultats de mesurage.

Exemples :

Dans les appareils mesureurs munis d'un dispositif indicateur simple, ce dispositif se compose généralement d'une échelle et d'un index ; dans les compteurs, le dispositif indicateur (ou bien une partie de celui-ci) est généralement constitué par un totalisateur.

7.3.3.1. INDEX

Partie fixe ou mobile du dispositif indicateur (aiguille, spot lumineux, surface d'un liquide, plume d'enregistrement, pointe etc...) dont la position par rapport aux repères permet de déterminer le résultat du mesurage.

Exemples :

une balance à bras égaux est munie d'une échelle fixe devant laquelle se déplace une aiguille qui forme l'index ; dans un compteur wattheuremètre à rouleaux, les fenêtres du dispositif indicateur constituent les index fixes au travers desquels apparaissent les chiffres des échelles mobiles.

7.3.3.2. REPÈRE

Trait ou autre signe porté par le dispositif indicateur et correspondant à une ou plusieurs valeurs déterminées de la grandeur mesurée.

Remarque :

Sur les échelles numériques et semi-numériques, les chiffres sont aussi considérés comme des repères.

7.3.3.3. ZÉRO MÉCANIQUE

Indication d'un appareil à fonctionnement mécanique lorsque la valeur de la grandeur mesurée est nulle.

Remarque :

Lorsqu'il s'agit d'un appareil électromécanique, le zéro mécanique s'entend lorsque les éléments électriques ne sont pas alimentés.

7.3.3.4. ZÉRO ÉLECTRIQUE

Position dans laquelle se trouve l'index d'un appareil à fonctionnement électrique lorsque les éléments électriques auxiliaires sont alimentés et lorsque la valeur de la grandeur à mesurer est nulle.

Remarque :

Les appareils à fonctionnement électrique comportent aussi un zéro mécanique.

Le zéro électrique peut coïncider avec le zéro mécanique et/ou avec le zéro de l'échelle.

7.3.4. DISPOSITIF DE TÉLÉMESURAGE

Ensemble d'appareils utilisés pour indiquer ou enregistrer à distance la valeur de la grandeur mesurée.

7.3.3. INDICATING DEVICE

A group of components of a measuring instrument which indicate the results of the measurement.

Examples :

In a measuring instrument fitted with a simple indicator device, this device generally includes a scale and an index. In integrating meters, the indicating device (or a part of it) usually consists of a totalizer.

7.3.3.1. INDEX

A fixed or movable part of the indicating device (pointer, luminous spot, liquid surface, recording pen, point etc.) whose position with reference to the scale marks enables the result of the measurement to be defined.

Examples :

an equal-arm balance is provided with a fixed scale and a movable pointer forming the index ;
in a watt-hour meter with numbers on drums the apertures of the indicating device constitute fixed indexes through which the numbers of the movable scales appear.

7.3.3.2. GAUGE MARK, SCALE MARK

A line or other mark on the indicating device corresponding to one or more defined values of the quantity measured.

Note :

On digital scales and semi-digital scales the numbers are also considered as scale marks.

7.3.3.3. MECHANICAL ZERO

Indication of an instrument with mechanical operation when the value of the quantity measured is zero.

Note :

Where electromechanical instruments are concerned, the mechanical zero is understood to be when the electrical elements are de-energized.

7.3.3.4. ELECTRICAL ZERO

Position taken up by the index of an electrically operating measuring instrument when the auxiliary electrical elements are energized and when the value of the quantity to be measured is zero.

Note :

Electrically operating measuring instruments also have a mechanical zero.

The electrical zero can coincide with the mechanical zero and/or with the zero on the scale.

7.3.4. TELEMEASURING DEVICE

Group of instruments used for remote indication or recording of the value of the measured quantity.

7.3.5. DISPOSITIF ENREGISTREUR

Partie d'un appareil mesureur enregistreur destinée à enregistrer les indications de cet appareil.

7.3.5.1. DISPOSITIF D'INSCRIPTION

Ensemble des organes du dispositif enregistreur, qui effectuent une inscription des indications de l'appareil sur le support d'enregistrement (7.6).

7.4. ÉCHELLE

Ensemble ordonné de repères portés par le dispositif indicateur de l'instrument de mesurage.

Remarques :

1. Les repères de l'échelle peuvent être chiffrés ou non, la chiffraison peut être abstraite ou correspondre aux unités de mesure utilisées.
2. Certains instruments, dits à étendues multiples, peuvent avoir soit plusieurs échelles, soit une seule échelle à chiffraison changeante ou à commutateur de multiplication.

Exemple :

échelle graduée et chiffrée.



7.4.1. CHIFFRAISON D'UNE ÉCHELLE

Ensemble des nombres inscrits sur une échelle et correspondant aux valeurs de la grandeur mesurée déterminées par les repères ou bien indiquant seulement les numéros d'ordre des repères.

7.4.2. ZONE DE L'ÉCHELLE

Ensemble des échelons compris entre deux repères déterminés de l'échelle.

7.4.2.1. ÉTENDUE DE L'ÉCHELLE

Zone comprise entre les repères correspondant à la valeur minimale et la valeur maximale de l'échelle.

Remarques :

1. Certains instruments de mesurage peuvent avoir plusieurs étendues partielles d'échelle, exemple : thermomètres à liquide avec élargissements locaux du tube capillaire.
2. Dans les compteurs, l'étendue du dispositif indicateur remplace l'étendue de l'échelle.

7.3.5. RECORDING DEVICE

Part of a recording measuring instrument designed to record the indications of the instrument.

7.3.5.1. INSCRIPTION DEVICE

All the parts of the recording device which enter the indications of the instrument on the record chart (7.6).

7.4. SCALE

An ordered set of gauge or scale marks carried by the indicating device of a measuring instrument.

Notes :

1. Scale marks can be numbered or not; the numbering can be arbitrary or correspond to the units of measurement used.
2. Certain measuring instruments, described as multiple-range, may have either several scales, or a single scale with changeable numbering or with a multiplying range changer.

Example :

graduated and numbered scale.



7.4.1. SCALE NUMBERING

The set of numbers marked on a scale either corresponding to the values of the quantity measured, defined by the scale marks, or indicating only the numerical order of the scale marks.

7.4.2. SCALE ZONE

The set of divisions included between two defined scale marks of the scale.

7.4.2.1. SCALE RANGE

The zone included between the scale marks corresponding to the minimum and maximum values of the scale.

Notes :

1. Certain measuring instruments can have several partial scale ranges, e.g. liquid-filled thermometers with local enlargements of the capillary tube.
2. In meters, the range of the indicating device replaces the scale range.

7.4.2.1.1. VALEUR MINIMALE DE L'ÉCHELLE

Valeur de la grandeur mesurée correspondant à la limite minimale de l'échelle.

Remarque :

Dans les instruments à étendues multiples, la « valeur minimale » de l'échelle de l'instrument est égale à la plus petite des valeurs minimales des diverses échelles.

7.4.2.1.2. VALEUR MAXIMALE DE L'ÉCHELLE

Valeur de la grandeur mesurée correspondant à la limite maximale de l'échelle.

Remarque :

Dans les instruments à étendues multiples, la « valeur maximale » de l'échelle de l'instrument est égale à la plus grande des valeurs maximales des diverses échelles.

7.4.2.1.3. ÉTENDUE OPTIMALE DE L'ÉCHELLE

Étendue de l'échelle, pour laquelle l'erreur de base (8.2.6) est minimale, dans un instrument à étendues multiples.

7.4.3. ÉCHELON

Intervalle entre deux repères successifs quelconques de l'échelle.

Remarques :

1. Dans les échelles à traits, l'échelon est l'intervalle entre les axes de deux traits successifs.
2. Dans une échelle numérique, l'échelon est l'intervalle entre deux nombres consécutifs.

7.4.3.1. LONGUEUR DE L'ÉCHELON

Longueur rectiligne ou curviligne mesurée le long de la base de l'échelle et comprise entre les axes de deux repères consécutifs.

Remarque :

Dans les instruments à étendues multiples, la plus petite des longueurs d'échelon des diverses échelles représente « la longueur de l'échelon de l'instrument ».

7.4.3.2. VALEUR DE L'ÉCHELON

Valeur de la grandeur mesurée correspondant à l'échelon.

Remarques :

1. La valeur de l'échelon est exprimée avec la même unité de mesure que l'indication donnée par l'instrument de mesurage.
2. Dans les instruments à étendues multiples, la plus petite des valeurs d'échelon des diverses échelles représente la « valeur de l'échelon » de l'instrument.

7.4.4. ÉCHELLE A TRAITS

Échelle dont les repères sont constitués par un ensemble de traits.

Remarque :

L'échelle à traits est à indication continue.

7.4.2.1.1. MINIMUM SCALE VALUE

A value of the quantity measured corresponding to the minimum limit of the scale.

Note :

In multiple-range instruments the “minimum value” of the instrument scale is equal to the smallest of the minimum values of the various scales.

7.4.2.1.2. MAXIMUM SCALE VALUE

The value of the quantity measured corresponding to the maximum limit of the scale.

Note :

In multiple-range instruments the “maximum value” of the instrument scale is equal to the largest of the maximum values of the various scales.

7.4.2.1.3. OPTIMUM SCALE RANGE

Scale range for which the intrinsic error (8.2.6) is minimal, in an instrument with multiple ranges.

7.4.3. SCALE DIVISION

The interval between any two successive scale marks of the scale.

Notes :

1. In line scales the scale division is the interval between the axes of two consecutive lines.
2. In a numerical scale the scale division is the difference between two consecutive numbers.

7.4.3.1. LENGTH OF A SCALE DIVISION (SCALE SPACING)

The linear or curvilinear length, measured along the scale base, between the axes of two consecutive scale marks.

Note :

In multiple-range instruments the smallest of the scale spacings of the various scales constitutes “the scale spacing of the instrument”.

7.4.3.2. VALUE OF A SCALE DIVISION (SCALE INTERVAL)

The value of the quantity measured corresponding to the scale division.

Notes :

1. The value of the scale division (that is the scale interval) is expressed in the same unit of measurement as the indication given by the measuring instrument.
2. In multiple-range instruments the smallest scale interval of the various scales represents the “scale interval” of the instrument.

7.4.4. LINE SCALE

A scale where the scale marks are composed of a series of lines.

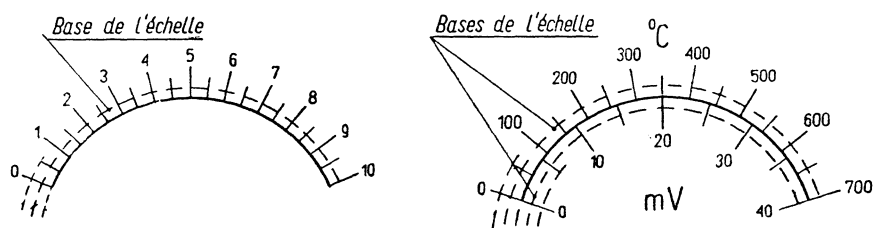
Note :

A line scale has continuous indication.

7.4.4.1. BASE D'UNE ÉCHELLE A TRAITS

Ligne (matérialisée ou non) qui passe par les milieux des repères les plus courts d'une échelle à traits.

Exemples :



7.4.4.2. ÉQUATION D'UNE ÉCHELLE A TRAITS

Équation qui détermine sur la base de l'échelle la position des repères par rapport à l'origine en fonction des indications.

Remarque :

L'échelle est dénommée selon son équation : échelle linéaire, échelle quadratique, etc...

7.4.4.2.1. ÉCHELLE ÉQUIDISTANTE

Échelle dont les échelons ont la même longueur.

Remarque :

Une échelle équidistante peut avoir une valeur d'échelon constante ou variable ; dans le premier cas, elle est dite régulière ».

7.4.4.2.2. ÉCHELLE A VALEUR D'ÉCHELON CONSTANTE

Échelle dont les échelons ont la même valeur.

Remarque :

Une échelle à valeur d'échelon constante peut avoir une longueur d'échelon constante ou variable ; dans le premier cas, elle est dite « régulière ».

7.4.4.2.3. ÉCHELLE LINÉAIRE

Échelle dont la longueur de chaque échelon est proportionnelle à la valeur de cet échelon (le coefficient de proportionnalité étant constant).

7.4.4.2.4. ÉCHELLE RÉGULIÈRE

Échelle dont les échelons ont la même longueur et la même valeur.

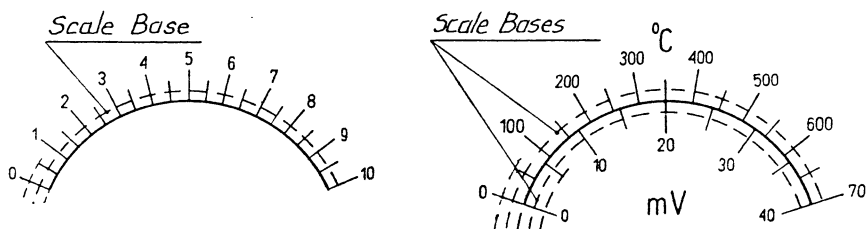
Remarque :

L'échelle régulière représente un cas particulier de l'échelle linéaire.

7.4.4.1. LINE-SCALE BASE

A line, actual or implied, which passes through the mid-points of the shortest scale marks of a line scale.

Examples :



7.4.4.2. EQUATION OF A LINE SCALE

The equation which determines the positions of the scale marks on the scale base relative to the origin in terms of the indications.

Note :

The scale is described according to its equation : linear scale, quadratic scale, etc...

7.4.4.2.1. EQUIDISTANT SCALE

A scale whose scale divisions are of equal length.

Note :

An equidistant scale can have a constant or variable interval ; in the former case it is described as "regular",

7.4.4.2.2. CONSTANT-INTERVAL SCALE

A scale whose divisions are of equal value.

Note :

A constant-interval scale can have a constant or variable scale spacing ; in the former case it is described as "regular".

7.4.4.2.3. LINEAR SCALE

A scale of which the length of each division (spacing) is proportional to its value (interval) (the coefficient of proportionality being constant).

7.4.4.2.4. REGULAR SCALE

A scale whose divisions are of equal length (spacing) and of equal value (interval).

Note :

The regular scale is a particular case of a linear scale.

Exemples :

Fig. 1 : échelle régulière dans toute l'étendue.

Fig. 2 : échelle régulière dans l'étendue de 9 à 36 m³/h.

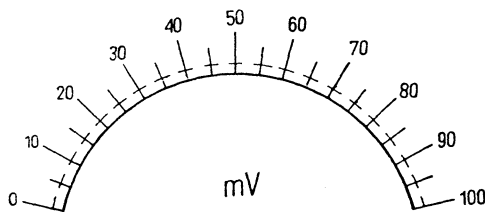


FIG. 1

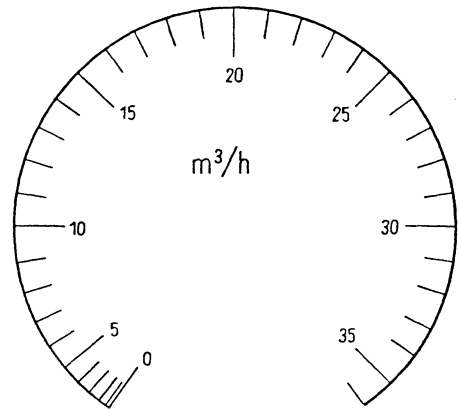


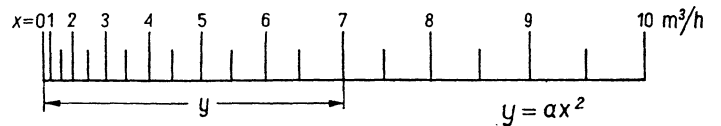
FIG. 2

7.4.4.2.5. ÉCHELLE NON-LINÉAIRE

Échelle dans laquelle les longueurs des échelons ne sont pas proportionnelles à leurs valeurs.

Exemple :

échelles quadratiques, logarithmiques, etc...



7.4.5. ÉCHELLE NUMÉRIQUE

Échelle dont les repères apparaissent de façon discontinue et sont constitués par des chiffres alignés indiquant directement la valeur numérique de la grandeur mesurée.

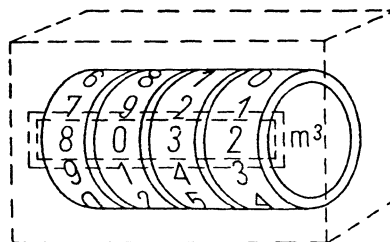
L'échelle numérique est à indication discontinue.

Remarques :

L'ensemble des chiffres constituant une échelle numérique peut être placé sur une ou plusieurs surfaces planes (ou non) sur lesquelles les chiffres à lire apparaissent brusquement.

Exemple :

échelle numérique composée de quatre séries de chiffres placés sur des rouleaux : les chiffres à lire apparaissent dans la fenêtre.



Examples :

Fig. 1. Scale which is regular throughout its range ;

Fig. 2. Scale which is regular in the range 9 to 36 m³/h.

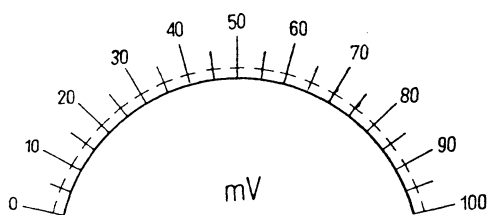


FIG. 1

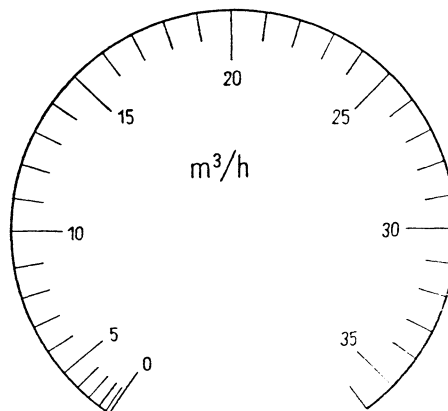


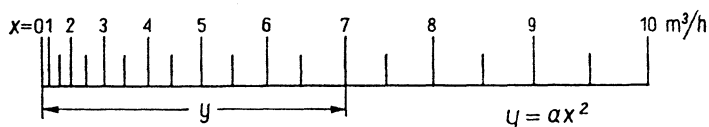
FIG. 2

7.4.4.2.5. NON-LINEAR SCALE

A scale in which the lengths of the scale divisions (spacings) are not proportional to their values (intervals).

Example :

quadratic, logarithmic, etc. scales.



7.4.5. DIGITAL SCALE (NUMERICAL SCALE)

A scale whose scale marks appear in a discontinuous manner and are composed of a set of aligned numbers indicating directly the numerical value of the quantity measured.

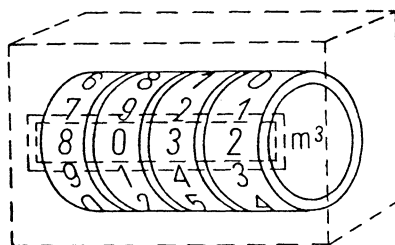
A digital scale has discontinuous indication.

Notes :

The set of numbers constituting a digital scale can be located on one or more surfaces, plane or otherwise, on which the numbers to be read appear suddenly.

Example :

Digital scale composed of four series of numbers placed on rollers ; the numbers to be read appear in the aperture (window).



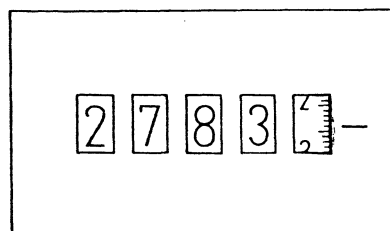
7.4.5.1. ÉCHELLE SEMI-NUMÉRIQUE

Échelle numérique dont le premier chiffre à droite, c'est-à-dire celui qui appartient à l'échelle qui a la plus petite valeur d'échelon, se déplace d'une manière continue et permet la lecture à une fraction de l'intervalle entre deux nombres consécutifs.

Généralement, l'interpolation d'une indication semi-numérique s'effectue au moyen d'une échelle supplémentaire à traits.

Exemple :

indication du compteur 27832,4



7.5. CADRAN

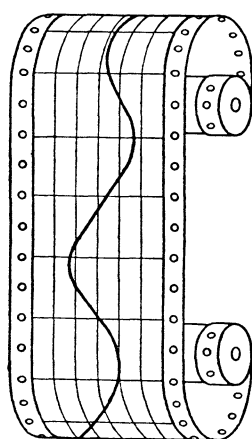
Élément d'un dispositif indicateur portant la ou les échelles.

Remarques :

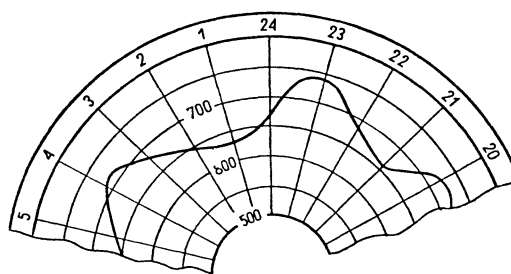
1. Le cadran peut être plan, cylindrique ou tronconique, s'il est cylindrique ou tronconique, on l'appelle « tambour gradué », dans certains instruments optiques, le cadran plan circulaire est souvent appelé « limbe ».
2. Dans les dispositifs indicateurs numériques, les rouleaux ou disques chiffrés remplissent la fonction d'échelle.
3. L'échelle peut être matériellement tracée ou projetée optiquement.

7.6. SUPPORT D'ENREGISTREMENT

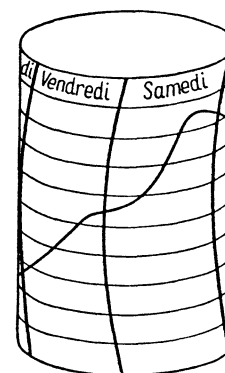
Bande, disque ou feuille (ordinairement en papier) sur laquelle sont enregistrées, sous forme d'un diagramme, les indications d'un appareil mesureur.



Bande



Disque



Feuille

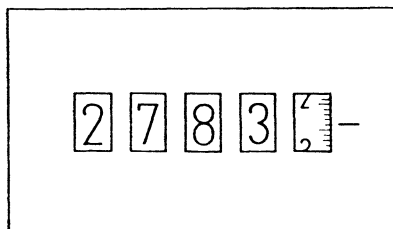
7.4.5.1. SEMI-DIGITAL SCALE (SEMI-NUMERICAL SCALE)

A digital scale of which the number furthest to the right, that is the one belonging to the scale with the smallest interval, moves in a continuous manner and enables a fraction of the interval between consecutive numbers to be read.

Usually the interpolation of a semi-digital indication is made by means of a supplementary line scale.

Example :

Meter indication 27832.4



7.5. DIAL

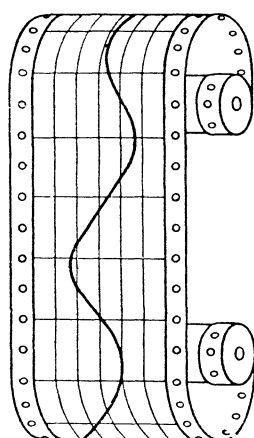
The part of an indicating device carrying the scale or scales.

Notes :

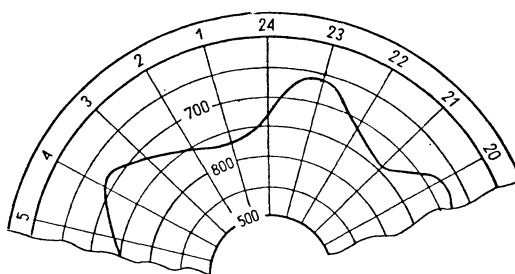
1. The dial can be flat, cylindrical or in the shape of a truncated cone, if the dial is cylindrical or in the shape of a truncated cone, it is called a “graduated drum”, in certain optical instruments a flat circular dial is sometimes called a “limb”.*
2. In digital indicating devices the rollers or discs carrying the numbers fulfil the function of the scale.
3. The scale can be actually marked or projected optically.

7.6. RECORD CHART

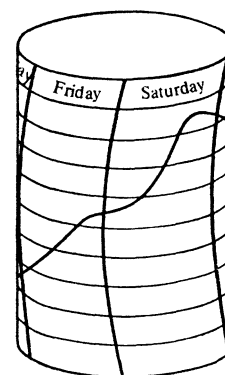
A strip, disc or sheet, usually of paper, on which the indications of the measuring instrument are marked in the form of a graph.



Strip



Disc



Sheet

* **Translator’s note to 7.5.** Although the term “limb” has been used in astronomy it is rarely used in English in the sense given here.

7.7. TOTALISATEUR

Partie ou ensemble d'un dispositif indicateur totalisant les indications d'un appareil mesureur.

Remarques :

1. L'augmentation des indications d'un totalisateur peut se faire d'une façon continue ou discontinue, indépendamment de la continuité ou discontinuité de fonctionnement de l'appareil mesureur.
2. Il existe des totalisateurs qui enregistrent toutes les indications successives de l'appareil lors de l'ensemble de ses mesurages et qui ne peuvent être remis à volonté à zéro et des totalisateurs dits partiels qui n'enregistrent que les indications de l'appareil pour un certain mesurage (ou un certain nombre de mesurages) et qui peuvent être remis à zéro en fin de ces mesurages.

7.8. CYCLE DE FONCTIONNEMENT D'UN APPAREIL MESUREUR

Ensemble de mouvements consécutifs des organes mobiles d'un appareil mesureur à la fin desquels tous les organes, sauf le dispositif indicateur, reprennent pour la première fois la position qu'ils avaient à l'instant initial.

Remarques :

1. Cette notion s'applique aux instruments à fonctionnement dit « continu ».
2. Le « volume cyclique » d'un compteur volumétrique est le volume mesuré au cours d'un cycle de fonctionnement de ce compteur.

7.7. TOTALIZER

Part or whole of an indicating device which totals the indications of a measuring instrument.

Notes :

1. The increase in the totalizer indications may be carried out continuously or discontinuously, independently of the continuity or discontinuity of operations of the measuring instrument.
2. There are some totalizers which record all the successive indications of the instrument during the whole measuring process, without any possibility of being re-set to zero, and others — called partial totalizers — which only record the indications of the instrument for a particular measurement (or a certain number of measurements) and can be re-set to zero at the completion of these measurements.

7.8. OPERATING CYCLE OF A MEASURING INSTRUMENT

A series of consecutive movements of the movable elements of a measuring instrument at the conclusion of which all the elements, except the indicating device, return, for the first time, to their initial positions.

Notes :

1. This concept applies to instruments whose operation is said to be “continuous”.
2. The “cyclic volume” of a volumetric meter is the volume measured during one cycle of operation of the meter.

CHAPITRE 8

**ERREURS DES RÉSULTATS DE MESURAGES
ET ERREURS DES INSTRUMENTS DE MESURAGE****8.1. ERREUR DE MESURAGE**

Discordance entre le résultat du mesurage (5.4.) et la valeur de la grandeur mesurée.

Remarques :

1. La valeur de la grandeur mesurée est une valeur de comparaison égale suivant les cas à :
la valeur vraie de la grandeur (généralement inconnue),
la valeur conventionnellement vraie,
la moyenne arithmétique des résultats d'une série de mesurages.
2. La discordance peut être exprimée comme la différence entre ces deux valeurs (8.1.5 — Erreur absolue)
ou bien comme le quotient de cette différence par la valeur de la grandeur mesurée (8.1.6 — Erreur relative).

8.1.1. ERREUR SYSTÉMATIQUE

Erreur qui, lors de plusieurs mesurages, effectués dans les mêmes conditions, de la même valeur d'une certaine grandeur, reste constante en valeur absolue et en signe ou qui varie selon une loi définie quand les conditions changent.

Remarques :

1. Les causes des erreurs systématiques peuvent être connues ou inconnues.
2. Une erreur systématique que l'on peut déterminer par le calcul ou par l'expérience doit être éliminée par une correction appropriée.
3. Les erreurs systématiques que l'on ne peut pas déterminer, mais dont la valeur est supposée suffisamment petite par rapport à l'imprécision du mesurage, sont traitées comme des erreurs fortuites dans le calcul de l'incertitude de mesurage.
4. Les erreurs systématiques que l'on ne peut pas déterminer, mais dont la valeur est supposée suffisamment grande par rapport à l'imprécision du mesurage, doivent être évaluées approximativement et prises en considération dans le calcul de l'imprécision du mesurage.

Exemples :

Erreurs systématiques constantes :

erreur qui résulte du pesage à l'aide d'un poids dont la masse est supposée égale à sa masse nominale de 1 kg tandis que sa masse vraie conventionnelle est de 1,010 kg,

CHAPTER 8

ERRORS IN THE RESULTS OF MEASUREMENTS AND ERRORS OF MEASURING INSTRUMENTS

8.1. ERROR OF MEASUREMENT

The discrepancy between the result of the measurement (5.4) and the value of the quantity measured.

Notes :

1. The value of the quantity measured is a comparison value equal, according to the particular case, to :
the true value of the quantity (generally unknown),
the conventional true value,
the arithmetic mean of the results of a series of measurements.
2. The discrepancy can be expressed as the difference between these two values (8.1.5. — Absolute error),
or as the quotient of that difference and the value of the quantity measured (8.1.6. — Relative error).

8.1.1. SYSTEMATIC ERROR

An error which, in the course of a number of measurements, made under the same conditions, of the same value of a given quantity, either remains constant in absolute value and sign, or varies according to a definite law when the conditions change.

Notes :

1. The causes of systematic errors can be known or unknown.
2. A systematic error which can be determined by calculation or by experiment should be eliminated by an appropriate correction.
3. Systematic errors that cannot be determined but whose values are considered to be sufficiently small compared with the inaccuracy of measurement, are treated as random errors when calculating the uncertainty of measurement.
4. Systematic errors that cannot be determined, but whose values are considered to be sufficiently large compared with the inaccuracy of measurement, should be evaluated approximately and taken into consideration when calculating the inaccuracy of the measurement.

Examples :

Constant systematic errors :
error which results from a weighing by means of a weight whose mass is taken to be equal to its nominal mass of 1 kg whereas its conventional true mass is 1.010 kg,

erreur qui résulte du fait que l'on se sert, à une température ambiante de 20 °C, d'une règle calibrée à 0 °C sans introduire de correction convenable,

erreur qui résulte de ce que, dans le circuit d'un thermomètre thermoélectrique, se produisent des forces thermoélectriques parasites.

Erreur systématique variable :

erreur d'indication d'un instrument de mesure occasionnée, lors de plusieurs mesurages consécutifs de la même valeur, par une variation systématique de la température.

8.1.1.1. CORRECTION

Valeur qu'il faut ajouter algébriquement au résultat brut du mesurage (5.4.1.) pour obtenir le résultat corrigé (5.4.2.).

Remarque :

La correction est égale à l'erreur absolue du résultat brut du mesurage changé de signe.

8.1.2. ERREUR FORTUITE

Erreur qui varie d'une façon imprévisible en valeur absolue et en signe lorsqu'on effectue un grand nombre de mesurages de la même valeur d'une grandeur dans des conditions pratiquement identiques.

Remarques :

1. On ne peut pas tenir compte de l'erreur fortuite sous forme d'une correction apportée au résultat brut du mesurage ;

on peut seulement, à la fin d'une série de mesurages exécutés dans des conditions pratiquement identiques (à l'aide du même instrument de mesure et par le même observateur, dans les mêmes conditions d'ambiance etc...), fixer les limites dans lesquelles se trouve, avec une probabilité donnée, cette erreur.

2. On utilise aussi le terme « erreur accidentelle » ou « erreur aléatoire ».

8.1.3. ERREUR PARASITE

Erreur souvent grossière qui résulte d'une exécution incorrecte du mesurage.

Exemples :

Erreurs qui résultent :

de la lecture fautive d'une indication,
de l'usage d'un instrument devenu défectueux,
du mauvais emploi d'un instrument.

error which results from using, at an ambient temperature of 20 °C, a rule gauged at 0 °C without introducing a suitable correction,

error which results from the use of a thermoelectric thermometer whose circuit suffers from parasitic thermoelectric effects.

Variable systematic error :

indication error of a measuring instrument arising from a systematic variation of temperature during a number of consecutive measurements of the same value.

8.1.1.1. CORRECTION

A value which must be added algebraically to the uncorrected result of a measurement (5.4.1) to obtain the corrected result (5.4.2).

Note :

The correction is equal to the absolute error of the uncorrected result of the measurement with the sign changed.

8.1.2. RANDOM ERROR

An error which varies in an unpredictable manner in absolute value and in sign when a large number of measurements of the same value of a quantity are made under effectively identical conditions.

Notes :

1. It is not possible to take account of random error by the application of a correction to the uncorrected result of the measurement ;

It is only possible to fix limits, within which, with a stated probability, this error will lie, on completion of a series of measurements made under effectively identical conditions (using the same measuring instrument, with the same observer, and under the same environmental conditions, etc.).

2. The terms “dispersion error” and “statistical error” are also used.

8.1.3. PARASITIC ERROR

An error, often gross, which results from an incorrect execution of the measurement.

Examples :

Errors which result :

from an incorrect reading of an indication,

from the use of an instrument which has become defective

from incorrect use of an instrument.

8.1.4. LOI DE COMPOSITION DES ERREURS

Loi reliant l'erreur commise sur le résultat d'un mesurage indirect d'une grandeur aux erreurs commises lors des mesurages directs des grandeurs composantes.

Exemples :

Si la grandeur Y mesurée indirectement est liée avec les grandeurs composantes indépendantes X_1, X_2, \dots, X_m (mesurées directement) par l'équation :

$$Y = F(X_1, X_2 \dots X_m)$$

a) l'erreur systématique ΔY de mesurage indirect de la grandeur Y s'exprime (en général approximativement seulement) par la loi suivante de composition des erreurs :

$$\Delta Y = \frac{\partial F}{\partial X_1} \Delta X_1 + \frac{\partial F}{\partial X_2} \Delta X_2 + \dots + \frac{\partial F}{\partial X_m} \Delta X_m$$

où $\Delta X_1, \Delta X_2, \dots, \Delta X_m$ représentent les erreurs systématiques de mesurage direct des grandeurs $X_1, X_2 \dots X_m$

b) L'écart moyen quadratique de mesurage indirect de la grandeur Y s'exprime (en général approximativement seulement) par la loi suivante de composition des écarts moyens quadratiques :

$$s_Y = \sqrt{\left(\frac{\partial F}{\partial X_1}\right)^2 s_1^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial X_2}\right)^2 s_2^2 + \dots + \left(\frac{\partial F}{\partial X_m}\right)^2 s_m^2}$$

où $s_1, s_2 \dots s_m$ représentent les écarts moyens quadratiques de mesurage direct des grandeurs $X_1, X_2 \dots X_m$.

Les données partielles dans les formules ci-dessus doivent être calculées pour un point déterminé.

8.1.4.1. ERREUR PARTIELLE

Partie de l'erreur du mesurage indirect d'une grandeur qui résulte de l'erreur commise sur une grandeur composante.

Exemple :

Dans les exemples du 8.1.4 les expressions :

$$\frac{\partial F}{\partial X_1} \Delta X_1, \frac{\partial F}{\partial X_2} \Delta X_2, \dots, \frac{\partial F}{\partial X_m} \Delta X_m$$

ou

$$\frac{\partial F}{\partial X_1} s_1, \frac{\partial F}{\partial X_2} s_2, \dots, \frac{\partial F}{\partial X_m} s_m$$

représentent les erreurs systématiques partielles ou les écarts moyens quadratiques partiels du mesurage direct des grandeurs $X_1, X_2 \dots X_m$.

8.1.5. ERREUR ABSOLUE

Différence algébrique entre le résultat du mesurage et la valeur de comparaison :
erreur absolue = résultat du mesurage — valeur de comparaison.

Cette valeur de comparaison peut être la valeur vraie (4.2.1.), la valeur conventionnellement vraie (4.2.1.1.), ou la moyenne arithmétique des résultats d'une série de mesurages.

8.1.4. LAW OF COMBINATION OF ERRORS

The law connecting the error committed on the result of an indirect measurement of a quantity, with the errors committed during the direct measurements of the component quantities.

Examples :

If the quantity Y measured indirectly is related to the independent component quantities $X_1, X_2 \dots X_m$ (measured directly) by the equation :

$$Y = F(X_1, X_2 \dots X_m)$$

a) the systematic error ΔY of the indirect measurement of the quantity Y is expressed (in general only approximately) by the following law of combination of errors :

$$\Delta Y = \frac{\partial F}{\partial X_1} \Delta X_1 + \frac{\partial F}{\partial X_2} \Delta X_2 + \dots + \frac{\partial F}{\partial X_m} \Delta X_m$$

where $\Delta X_1, \Delta X_2 \dots \Delta X_m$ represent the systematic errors of the direct measurement of the quantities $X_1, X_2 \dots X_m$.

b) the standard deviation of the indirect measurement of the same quantity Y is expressed (in general, only approximately) by the following law of combination of standard deviations :

$$s_Y = \sqrt{\left(\frac{\partial F}{\partial X_1}\right)^2 s_1^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial X_2}\right)^2 s_2^2 + \dots + \left(\frac{\partial F}{\partial X_m}\right)^2 s_m^2}$$

where $s_1, s_2 \dots s_m$ represent the standard deviations of the direct measurements of the quantities $X_1, X_2 \dots X_m$.

The partial terms in the above formulae must each be calculated in respect of a particular point.

8.1.4.1. PARTIAL ERROR

The part of the error of indirect measurement of a quantity which results from the error associated with a component quantity.

Example :

In the examples of 8.1.4 the expressions :

$$\frac{\partial F}{\partial X_1} \Delta X_1, \frac{\partial F}{\partial X_2} \Delta X_2, \dots, \frac{\partial F}{\partial X_m} \Delta X_m$$

and

$$\frac{\partial F}{\partial X_1} s_1, \frac{\partial F}{\partial X_2} s_2, \dots, \frac{\partial F}{\partial X_m} s_m$$

represent the partial systematic errors and the partial standard deviations associated with the direct measurements of the quantities $X_1, X_2 \dots X_m$.

8.1.5. ABSOLUTE ERROR

The algebraic difference between the result of the measurement and the comparison value : absolute error = result of the measurement — comparison value.

This comparison value can be the true value (4.2.1), the conventional true value (4.2.1.1) or the arithmetic mean of the results of a series of measurements.

8.1.5.1. ERREUR ABSOLUE VÉRITABLE

Différence algébrique entre le résultat du mesurage et la valeur conventionnellement vraie (4.2.1.1.) de la grandeur mesurée.

Exemple :

Le résultat d'un mesurage est 10,1 mm ; si la valeur conventionnellement vraie de la grandeur est 10,3 mm, l'erreur absolue véritable est $(10,1 - 10,3) \text{ mm} = -0,2 \text{ mm}$.

8.1.5.2. VALEUR ABSOLUE DE L'ERREUR

Valeur de l'erreur, abstraction faite de son signe.

Remarque :

Il faut faire une distinction entre le terme « erreur absolue » et le terme « valeur absolue de l'erreur » ; dans ce dernier cas, le qualificatif « absolue » se rapporte seulement au signe.

Exemple :

Si l'erreur maximale tolérée d'un instrument de mesurage est égale à $\pm 0,2 \text{ mm}$, la valeur absolue de cette erreur est $|\pm 0,2| \text{ mm} = 0,2 \text{ mm}$.

Dans l'exemple donné au point 8.1.5.1., la valeur absolue de l'erreur est $|-0,2| \text{ mm} = 0,2 \text{ mm}$.

8.1.5.3. ERREUR ABSOLUE APPARENTE

Différence algébrique entre un des résultats d'une série de mesurages et la moyenne arithmétique de l'ensemble des résultats de cette série.

Remarque :

En abrégé, on appelle simplement cette erreur « erreur apparente ».

Exemple :

si les résultats de 5 mesurages d'un même diamètre exécutés à l'aide d'un même pied à coulisse, par le même observateur, à la même température ambiante etc... (et ayant des poids égaux) sont les suivantes :

$d_1 = 15,6 \text{ mm}$; $d_2 = 15,8 \text{ mm}$; $d_3 = 15,8 \text{ mm}$; $d_4 = 15,6 \text{ mm}$; $d_5 = 15,7 \text{ mm}$;

la moyenne arithmétique de ces résultats est égale à $\bar{d} = 1/5 (15,6 + \dots + 15,7) \text{ mm} = 15,7 \text{ mm}$.

et les erreurs apparentes des résultats particuliers sont :

$v_1 = d_1 - \bar{d} = 15,6 \text{ mm} - 15,7 \text{ mm} = -0,1 \text{ mm}$ et $v_2 = d_2 - \bar{d} = 15,8 \text{ mm} - 15,7 \text{ mm} = +0,1 \text{ mm}$ etc.

8.1.6. ERREUR RELATIVE

Quotient de l'erreur absolue par la valeur de comparaison utilisée pour le calcul de cette erreur absolue.

Cette valeur de comparaison peut être la valeur vraie, la valeur conventionnellement vraie, ou la moyenne arithmétique d'une série de mesurages.

Exemple :

On a déterminé la valeur conventionnellement vraie d'une longueur $l = 15,20 \text{ mm}$ et on a trouvé comme résultat du mesurage $l = 15,07 \text{ mm}$ et l'erreur absolue véritable $e = (15,07 - 15,20) \text{ mm} = -0,13 \text{ mm}$.

L'erreur relative est :

$$\varepsilon = \frac{e}{l} = \frac{-0,13}{15,2} = -0,0086 = -0,86 \%$$

8.1.5.1. REAL ABSOLUTE ERROR

The algebraic difference between the result of a measurement and the conventional true value (4.2.1.1) of the quantity measured.

Example :

The result of a measurement is 10.1 mm. If the conventional true value of the quantity is 10.3 mm, the real absolute error is $(10.1 - 10.3) \text{ mm} = -0.2 \text{ mm}$.

8.1.5.2. ABSOLUTE VALUE OF AN ERROR

The value of the error without regard to sign.

Note :

It is necessary to distinguish between the term "absolute error" and the term "absolute value of the error"; in the latter case the qualification "absolute" refers only to the sign.

Example :

If the maximum permissible error of a measuring instrument is equal to $\pm 0.2 \text{ mm}$, the absolute value of this error is $|\pm 0.2| \text{ mm} = 0.2 \text{ mm}$.

In the example given in 8.1.5.1., the absolute value of the error is $|-0.2| \text{ mm} = 0.2 \text{ mm}$.

8.1.5.3. DEVIATION (APPARENT ABSOLUTE ERROR)

The algebraic difference between one of the results of a series of measurements and the arithmetic mean of all the results of this series.

Note :*

For brevity this error may be called "apparent error".

Example :

If the results of five measurements of the same diameter made with the same vernier caliper, by the same observer, at the same ambient temperature etc... (and having equal weight) are the following :

$d_1 = 15.6 \text{ mm}$, $d_2 = 15.8 \text{ mm}$, $d_3 = 15.8 \text{ mm}$, $d_4 = 16.5 \text{ mm}$, $d_5 = 15.7 \text{ mm}$,

the arithmetic mean of these results is equal to $\bar{d} = 1/5 (15.6 \dots + 15.7) \text{ mm} = 15.7 \text{ mm}$

and the deviations of the individual results are :

$v_1 = d_1 - \bar{d} = 15.6 \text{ mm} - 15.7 \text{ mm} = -0.1 \text{ mm}$ and $v_2 = d_2 - \bar{d} = 15.8 \text{ mm} - 15.7 \text{ mm} = +0.1 \text{ mm}$, etc.

8.1.6. RELATIVE ERROR

The quotient of the absolute error and the comparison value used for the calculation of that absolute error.

This comparison value may be the true value, the conventional true value, or the arithmetic mean of a series of measurements.

Example :

The conventional true value of a length has been determined as $l = 15.20 \text{ mm}$, the result of a measurement has given $l = 15.07 \text{ mm}$, and the real absolute error $e = (15.07 - 15.20) \text{ mm} = -0.13 \text{ mm}$.

The relative error is :

$$\varepsilon = \frac{e}{l} = -\frac{0.13}{15.2} = -0.0086 = -0.86\%$$

* **Translator's note to 8.1.5.3.** The note to 8.1.5.3 only applies to the French text, as the literal translation of "erreur absolue apparente" is not used in English; the appropriate term is "deviation".

8.1.6.1. ERREUR RÉDUITE*

Quotient de l'erreur absolue d'un instrument de mesure par la valeur conventionnelle fixée pour l'instrument en cause.

Remarque :

Pour la valeur conventionnelle on peut admettre la valeur maximale de l'échelle, l'étendue de l'échelle, l'étendue de mesure, etc...

8.1.7.1. ÉCART MOYEN QUADRATIQUE (ÉCART-TYPE) D'UN SEUL MESURAGE DANS UNE SÉRIE DE MESURAGES

Indice caractérisant la dispersion des résultats obtenus dans une série de n mesurages de la même valeur d'une grandeur mesurée, donné par la formule :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

x_i étant le $i^{\text{ème}}$ résultat de mesure ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) et \bar{x} la moyenne arithmétique des n résultats considérés.

Remarque :

La valeur s calculée d'après cette définition est en fait une estimation de l'écart moyen quadratique apparent car, d'une part, on calcule s d'après des données expérimentales et, d'autre part, les différences $(x_i - \bar{x})$ représentent les erreurs absolues apparentes.

8.1.7.2. ÉCART MOYEN QUADRATIQUE (ÉCART-TYPE) DE LA MOYENNE ARITHMÉTIQUE D'UNE SÉRIE DE MESURAGES

Indice caractérisant la dispersion de la moyenne arithmétique d'une série de mesurages indépendants de la même valeur d'une grandeur mesurée, donné par la formule :

$$s_r = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

où s est une estimation de l'écart moyen quadratique d'un seul mesurage d'une série et n le nombre de mesurages de la série.

Remarque :

L'augmentation du nombre des mesurages permet de diminuer l'importance des erreurs fortuites, en acceptant comme le résultat d'une série de mesurages une moyenne des résultats particuliers.

8.1.8. INCERTITUDE DE MESURAGE

Caractéristique de la dispersion des résultats de mesure définie par les erreurs limites.

* Terme français proposé par la C.E.I. : Erreur conventionnelle réduite.

8.1.6.1. REDUCED ERROR*

Quotient of the absolute error of a measuring instrument divided by the conventional value fixed for the instrument in question.

Note :

For the conventional value the maximum scale value, the scale range, the measurement range, etc... may be admissible.

8.1.7.1. STANDARD DEVIATION OF A SINGLE MEASUREMENT IN A SERIES OF MEASUREMENTS

The parameter characterizing the dispersion of the results obtained in a series of n measurements of the same value of a measured quantity, given by the formula :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

x_i being the i th result of measurement ($i = 1, 2, 3 \dots n$) and \bar{x} the arithmetic mean of the n results considered.

Note :

The value s calculated according to this definition is in fact an estimate of the apparent standard deviation for, on the one hand, s is calculated from the experimental data and, on the other hand, the differences $(x_i - \bar{x})$ represent deviations (apparent absolute errors).

8.1.7.2. STANDARD DEVIATION OF THE ARITHMETIC MEAN OF A SERIES OF MEASUREMENTS

The parameter characterizing the dispersion of the arithmetic mean of a series of independent measurements of the same value of a measured quantity, given by the formula :

$$s_r = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

where s is an estimate of the standard deviation of a single measurement of the series and n the number of measurements in the series.

Note :

An increase in the number of measurements reduces the significance of random errors if an average of the individual results of a series of measurements is taken as the result of that series.

8.1.8. UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

The characteristic of the dispersion of the results of measurement defined by the limits of error.

* IEC proposed English term "Fiducial Error".

8.1.8.1. ERREURS LIMITES D'UN SEUL MESURAGE D'UNE SÉRIE

Erreurs extrêmes (en plus et en moins) dont la probabilité de ne pas être dépassées par l'erreur sur un mesurage quelconque d'une série a une valeur P telle que l'on peut estimer que la différence $1 - P$ est négligeable.

Remarques :

1. On calcule en général les erreurs limites d'un seul mesurage comme le produit de l'écart moyen quadratique d'un seul mesurage d'une série par un nombre t (entier ou fractionnaire) ; on a alors : $e_1 = +ts$ et $e_2 = -ts$ où s est défini selon 8.1.7.1 et le nombre t est fixé en fonction de la probabilité P de ne pas dépasser les valeurs e_1 ou e_2 .

Dans le cas de la loi de la distribution normale des erreurs et pour un suffisamment grand nombre de mesurages, on pose souvent $t = 3$, ce qui correspond à la probabilité $P = 99,73\%$ de ne pas dépasser dans la série de mesurages les valeurs $e_1 = 3s$ et $e_2 = -3s$;

pour $P = 95\%$, on a $t = 1,96$ et pour $P = 99\%$, on a $t = 2,58$...

2. La définition ci-dessus des erreurs limites suppose que l'on a corrigé le résultat des erreurs systématiques ; ces erreurs limites contiendront cependant encore les « résidus » de ces erreurs systématiques.

3. La probabilité P correspond au terme statistique « niveau de confiance », et les erreurs limites au terme « limites de confiance ».

8.1.8.2. ERREURS LIMITES DE LA MOYENNE ARITHMÉTIQUE D'UNE SÉRIE DE MESURAGES

Erreurs extrêmes (en plus et en moins) dont la probabilité de ne pas être dépassées par l'erreur sur la moyenne arithmétique d'une série de mesurages a une valeur P telle que l'on peut estimer que la différence $1 - P$ est négligeable.

Remarques :

1. On calcule en général les erreurs limites de la moyenne arithmétique d'une série de mesurages de la même façon que celles relatives à un seul mesurage mais en utilisant l'écart moyen quadratique s_r .

2. Pour un petit nombre de mesurages, on se sert des valeurs t calculées selon la distribution de Student.

8.1.8.3. INCERTITUDE D'UN SEUL MESURAGE D'UNE SÉRIE

Incertainitude exprimée par la formule : $\pm t \cdot s$

8.1.8.4. INCERTITUDE DE LA MOYENNE ARITHMÉTIQUE D'UNE SÉRIE

Incertainitude exprimée par la formule : $\pm t \cdot s_r$

8.1.8.5. ZONE D'INCERTITUDE DE MESURAGE

Valeur exprimée par l'expression $2t \cdot s$ pour un seul mesurage et par $2t \cdot s_r$ pour la moyenne arithmétique d'une série de mesurages.

Elle correspond au terme statistique « intervalle de confiance ».

8.1.8.1. LIMITING ERRORS (CONFIDENCE LIMITS) OF A SINGLE MEASUREMENT IN A SERIES

The extreme errors (positive and negative) for which the probability of their not being exceeded by the error of any measurement in a series has a value P such that the difference $(1 - P)$ can be considered negligible.

Notes :

1. In general the limiting errors of a single measurement are calculated as the product of the standard deviation of a single measurement in a series and a number t , whole or fractional; thus $e_1 = +ts$ and $e_2 = -ts$ where s is defined according to 8.1.7.1 and the number t is fixed as a function of the probability P of the error not exceeding the values e_1 or e_2 .

In the case of the law of normal distribution of errors and for a sufficiently large number of measurements, $t = 3$ is often used, corresponding to the probability $P = 99.73\%$ of not exceeding, in the series of measurements the values $e_1 = 3s$ and $e_2 = -3s$,
for $P = 95\%$, $t = 1.96$ and for $P = 99\%$, $t = 2.58...$

2. The above definition of limiting errors assumes that the results have been corrected for systematic errors; these limiting errors will however include the "residuals" of these systematic errors.

3. The probability P corresponds to the statistical term "confidence level" and the limiting errors to the term "confidence limits".

8.1.8.2. LIMITING ERRORS (CONFIDENCE LIMITS) OF THE ARITHMETIC MEAN OF A SERIES OF MEASUREMENTS

The extreme errors (positive and negative) for which the probability of their not being exceeded by the error of the arithmetic mean of a series of measurements has a value P such that the difference $(1 - P)$ can be considered negligible.

Notes :

1. In general the limiting errors of the arithmetic mean of a series of measurements are calculated in the same way as those relating to a single measurement but using the standard deviation of the mean s_r .

2. For a small number of measurements, values of t calculated according to Student's distribution are used.

8.1.8.3. UNCERTAINTY OF A SINGLE MEASUREMENT OF A SERIES

The uncertainty expressed by the formula $\pm t.s$

8.1.8.4. UNCERTAINTY OF THE ARITHMETIC MEAN OF A SERIES

The uncertainty expressed by the formula $\pm t.s_r$

8.1.8.5. RANGE OF UNCERTAINTY (CONFIDENCE INTERVAL) OF MEASUREMENT

The value expressed by the formula $2t.s$ for a single measurement and by $2t.s_r$ for the arithmetic mean of a series of measurements.

This corresponds to the statistical term "confidence interval".

8.1.9. IMPRÉCISION DE MESURAGE

Imprécision qui s'exprime par l'ensemble des erreurs globales limites du mesurage comprenant toutes les erreurs systématiques ainsi que les erreurs fortuites limites.

Remarque :

Toutes les erreurs systématiques étant corrigées, l'imprécision est égale à l'incertitude de mesurage.

8.2. ERREUR INSTRUMENTALE

Erreur provenant de l'instrument utilisé pour le mesurage.

Exemples :

Erreur qui résulte entre autres :

du frottement entre les éléments mobiles de l'instrument,
de la disposition incorrecte des traits de l'échelle, de l'inégalité des bras d'une balance.

8.2.1. ERREUR (D'INDICATION) D'UNE MESURE MATÉRIALISÉE

Différence $v_n - v_c$ entre la valeur nominale v_n et la valeur conventionnellement vraie v_c reproduite par la mesure matérialisée.

Remarques :

1. Voir 5.3. remarque 1.
2. Si aucune confusion n'est à craindre, on utilise l'expression simplifiée « erreur d'une mesure matérialisée ».

Exemple :

Dans l'exemple relatif au point 8.2.5 : $e_i = v_n - v_c = 1\ 000\ \text{ml} - 1\ 005\ \text{ml} = -5\ \text{ml}$
la dénomination est donc trop petite par rapport à la valeur vraie de la mesure.

8.2.2. ERREUR (D'INDICATION) D'UN APPAREIL MESUREUR

Différence $v_i - v_c$ entre la valeur indiquée par l'appareil mesureur v_i et la valeur conventionnellement vraie de la grandeur mesurée v_c .

Remarque :

Si aucune confusion n'est à craindre, on peut utiliser l'expression simplifiée « erreur d'un appareil mesureur ».

Exemple :

L'indication d'un ampèremètre est $v_i = 40\ \text{A}$; si la valeur conventionnellement vraie de l'intensité du courant mesuré est $v_c = 41\ \text{A}$; l'erreur d'indication de l'ampèremètre est $e_i = 40\ \text{A} - 41\ \text{A} = -1\ \text{A}$.

8.2.3. ERREUR DE ZÉRO

Indication d'un instrument de mesurage pour la valeur zéro de la grandeur mesurée.

8.1.9. INACCURACY OF MEASUREMENT

The inaccuracy expressed by the totality of the overall limiting errors of measurement including all the systematic errors as well as the limiting random errors.

Note :

If all the systematic errors are corrected, the inaccuracy is equal to the uncertainty of measurement.

8.2. INSTRUMENTAL ERROR

The error originating from the instrument used for the measurement.

Examples :

Error which arises, among other causes :
 from friction between the moving parts of the instrument,
 from the incorrect positioning of the scale marks,
 from an inequality between the arms of a balance.

8.2.1. ERROR (OF INDICATION) OF A MATERIAL MEASURE

Difference $v_n - v_c$ between the nominal value v_n and the conventional true value v_c reproduced by the material measure.

Notes :

1. See 5.3 note 1.
2. If no confusion is likely, the simplified expression "error of a material measure" is used.

Example :

In the example under 8.2.5 : $e_i = v_n - v_c = 1000 \text{ ml} - 1005 \text{ ml} = -5 \text{ ml}$,
 the designation is thus too small by comparison with the true value of the measure.

8.2.2. ERROR (OF INDICATION) OF A MEASURING INSTRUMENT

The difference $v_i - v_c$ between the value indicated by the measuring instrument v_i and the conventional true value of the measured quantity v_c .

Note :

If no confusion is likely, the simplified expression "error of a measuring instrument" can be used.

Example :

The indication of an ammeter is $v_i = 40 \text{ A}$; if the conventional true value of the current is $v_c = 41 \text{ A}$; the error of indication of the ammeter is $e_i = 40 \text{ A} - 41 \text{ A} = -1 \text{ A}$.

8.2.3. ZERO ERROR

The indication of a measuring instrument for zero value of the quantity measured.

8.2.4. ÉCART MOYEN QUADRATIQUE (ÉCART-TYPE) D'UNE SEULE INDICATION DANS UNE SÉRIE D'INDICATIONS D'UN INSTRUMENT DE MESURAGE

Indice caractérisant la dispersion des indications (9.6.1) d'un instrument de mesure obtenues dans une série de n mesurages de la même valeur d'une grandeur mesurée, et donné par la formule :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

x_i étant la $i^{\text{ème}}$ indication de l'instrument ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) et \bar{x} la moyenne arithmétique des n indications considérées.

Remarques :

1. Selon les conditions dans lesquelles on effectue les mesurages, s peut représenter une mesure des différentes propriétés de l'instrument (fidélité, stabilité...)

2. La valeur calculée d'après cette définition est en fait une estimation de l'écart moyen quadratique apparent car, d'une part, on calcule s d'après des données expérimentales et, d'autre part, les différences $(x_i - \bar{x})$ représentent des erreurs absolues apparentes.

3. La notion envisagée se rapporte aussi bien aux appareils mesureurs qu'aux mesures matérialisées graduées.

Il est à remarquer qu'en ce qui concerne les mesures matérialisées qui ne reproduisent qu'une seule valeur (ou plusieurs valeurs séparées) d'une grandeur, il n'est théoriquement pas tout à fait correct de parler de dispersion de leurs « indications » étant donné qu'elles représentent des valeurs constantes.

Cependant, dans ce cas, on peut s'intéresser à la dispersion de la valeur reproduite de la grandeur, dispersion que l'on peut connaître par des comparaisons avec un étalon.

8.2.5. ERREUR DE CALIBRAGE D'UNE MESURE MATÉRIALISÉE

Différence $v_c - v_n$ entre la valeur conventionnellement vraie v_c reproduite par la mesure matérialisée et la valeur nominale v_n de cette mesure.

Exemple :

Une mesure de capacité contient $v_c = 1005$ ml et sa dénomination est « 1 litre », soit $v_n = 1\,000$ ml, l'erreur de calibrage de cette mesure est égale à : $e = 1\,005$ ml $-$ 1 000 ml = + 5 ml, la valeur vraie de la mesure étant trop grande par rapport à sa dénomination.

8.2.6. ERREUR DE BASE D'UN INSTRUMENT DE MESURAGE

Erreur d'un instrument de mesure lorsqu'on l'utilise dans des conditions de référence (9.1.3).

8.2.6.1. ERREUR COMPLÉMENTAIRE D'UN INSTRUMENT DE MESURAGE

Erreur d'un instrument de mesure provenant du fait que les valeurs des grandeurs d'influence sont différentes de celles qui correspondent aux conditions de référence.

Remarque :

Chacune des grandeurs d'influence (4.1.2), lorsque sa valeur s'écarte de sa valeur de référence (9.1.1) ou de son domaine de référence (9.1.2), provoque sa propre erreur complémentaire.

8.2.4. STANDARD DEVIATION OF A SINGLE INDICATION IN A SERIES OF INDICATIONS OF A MEASURING INSTRUMENT

The parameter characterizing the dispersion of the indications (9.6.1) of a measuring instrument obtained in a series of n measurements of the same value of a measured quantity, and given by the formula :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

x_i being the i th indication of the instrument ($i = 1, 2, 3 \dots n$) and \bar{x} the arithmetic mean of the n indications considered.

Notes :

1. According to the conditions in which the measurements are made, s can represent a measure of different properties of the instrument (repeatability, stability...)

2. The value calculated according to this definition is in fact an estimation of the apparent standard deviation for, on the one hand, s is calculated from experimental data and, on the other hand, the differences ($x_i - \bar{x}$) represent deviations (apparent absolute errors).

3. The concept envisaged is equally applicable to measuring instruments and to graduated material measures.

It is to be noted that insofar as material measures, which only reproduce a single value (or several separate values) of a quantity, are concerned, it is not theoretically correct to speak of dispersion of their "indications", given that these represent fixed values.

In this case, however, it is the dispersion of the value reproduced of the quantity which is of interest, a dispersion that can be found by means of comparisons with a standard.

8.2.5. GAUGING ERROR OF A MATERIAL MEASURE*

The difference $v_c - v_n$ between the conventional true value v_c reproduced by the material measure and its nominal value v_n .

Example :

A capacity measure contains $v_c = 1005$ ml and it is designated 1 litre, that is $v_n = 1000$ ml. The gauging error of the measure is equal to $e = 1005$ ml $-$ 1000 ml = + 5 ml, the true value of the measure being too large relative to its designation.

8.2.6. INTRINSIC ERROR OF A MEASURING INSTRUMENT

The error of a measuring instrument when used under the reference conditions (9.1.3).

8.2.6.1. COMPLEMENTARY ERROR OF A MEASURING INSTRUMENT

The error of a measuring instrument arising from the fact that the values of the influence quantities differ from those corresponding to the reference conditions.

Note :

Each of the influence quantities (4.1.2) produces its own complementary error when its value deviates from its reference value (9.1.1) or its reference range (9.1.2).

* **Translator's note to 8.2.5.** In appropriate cases the alternative terms "graduation error" and "pointing error" (see also 2.8.2) are used in English.

8.2.6.1.1. VARIATION D'INDICATION D'UN INSTRUMENT DE MESURAGE

Différence entre les valeurs mesurées d'une grandeur, lorsqu'une grandeur d'influence prend successivement deux valeurs spécifiées, sans qu'on change la grandeur mesurée.

8.2.6.2. ERREUR DUE A LA TEMPÉRATURE

Erreur provenant du fait que la température de l'instrument ne conserve pas sa valeur de référence.

8.2.6.2.1. COEFFICIENT DE TEMPÉRATURE D'UN INSTRUMENT DE MESURAGE

Variation relative des indications de l'appareil mesureur ou des valeurs vraies de la mesure matérialisée lorsque sa température varie de 1 °C.

Exemple :

Si le coefficient de température d'un manomètre à ressort (dont la température de référence est 20 °C) est par exemple $8 \cdot 10^{-4} \text{ °C}^{-1}$ et si l'instrument est utilisé à la température 30 °C, son indication est affectée d'une erreur (dans ce cas en plus) de 0,8 %.

8.2.6.3. ERREUR DUE AU FROTTEMENT

Erreur due aux frottements des éléments mobiles de l'instrument de mesure.

8.2.6.4. ERREUR DUE A L'INERTIE

Erreur due à l'inertie (mécanique, thermique ou autre) des éléments de l'instrument de mesure.

8.2.7. ERREUR D'AJUSTAGE

Partie de l'erreur globale d'un instrument de mesure; elle s'exprime par la différence entre l'indication de l'instrument et l'indication qu'il donnerait s'il était parfaitement ajusté (2.8.1).

8.2.8. ERREUR DE DISCONTINUITÉ

Différence entre l'indication numérique et le résultat que donnerait l'instrument si l'indication était analogique.

8.3. ERREURS MAXIMALES TOLÉRÉES LORS DE LA VÉRIFICATION

Valeurs extrêmes de l'erreur tolérée (en plus et en moins) par les règlements sur les diverses vérifications pour un instrument de mesure.

Remarques :

1. Dans la terminologie relative aux mesurages, il y a lieu, dans le même esprit que celui de la définition ci-dessus, d'éviter l'emploi du terme « tolérance ».
2. L'erreur maximale tolérée peut être exprimée en valeur absolue ou en valeur relative.
3. Pour les différentes sortes d'erreurs maximales tolérées, voir chapitre 9.

8.2.6.1.1. VARIATION OF INDICATION OF A MEASURING INSTRUMENT

The difference between the measured values of a quantity when an influence quantity takes successively two specified values, the quantity measured remaining unchanged.

8.2.6.2. TEMPERATURE ERROR

The error arising from the fact that the temperature of the instrument does not keep its reference value.

8.2.6.2.1. TEMPERATURE COEFFICIENT OF A MEASURING INSTRUMENT

The relative variation of the indications of a measuring instrument or of the true value of a material measure when its temperature varies by 1 °C.

Example :

If the temperature coefficient of an elastic pressure gauge (the reference temperature of which is 20 °C) is, for example, $8 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ and if the instrument is used at a temperature of 30 °C, then its indication will have an error (in this case positive) of 0.8 %.

8.2.6.3. FRICTIONAL ERROR

The error due to friction between the moving parts of a measuring instrument.

8.2.6.4. INERTIAL ERROR

The error due to inertia (mechanical, thermal etc.) of the parts of a measuring instrument.

8.2.7. ADJUSTMENT ERROR

Part of the total error of a measuring instrument : it is expressed as the difference between the indication of the instrument and the indication it would give if it were perfectly adjusted (2.8.1).

8.2.8. DISCONTINUITY ERROR

Difference between the digital indication and the result the instrument would give if the indication were analogue.

8.3. MAXIMUM PERMISSIBLE ERRORS ON VERIFICATION

The extreme values of the error (positive and negative) permitted by the legal requirements for the various kinds of verification of a measuring instrument.

Notes :

1. In the terminology of measurement it is better to avoid the use of the term "tolerance" in the sense of the above definition.
2. The maximum permissible error can be expressed as an absolute or relative value.
3. For the different kinds of maximum permissible errors, see chapter 9.

8.3.1. ERREURS MAXIMALES TOLÉRÉES EN SERVICE

Valeurs extrêmes de l'erreur tolérée (en plus et en moins) par les règlements pour un instrument de mesure, lorsque celui-ci est en service.

8.4. ERREUR DE MÉTHODE

Erreur due à l'utilisation d'une méthode de mesure qui est incorrecte compte tenu de la nature des instruments de mesure utilisés.

Exemple :

Mesure d'une force à l'aide d'un dynamomètre à ressort pour lequel on a supposé une relation linéaire entre la déformation et la force, alors qu'en réalité la fonction qui lie ces deux grandeurs n'est pas linéaire.

8.5. ERREUR D'OBSERVATION

Erreur commise par l'observateur pendant le processus de mesure.

Exemples :

a) Lors d'une mesure d'intensité lumineuse ou d'une température de luminance, effectuée à l'aide d'un photomètre à contraste ou d'un pyromètre optique à filament disparaissant : erreur due à une égalisation incorrecte de l'éclairage de deux zones.

b) Lors d'une mesure effectuée à l'aide d'un pont électrique à courant alternatif : erreur due à un réglage incorrect du minimum de l'intensité du son dans le récepteur téléphonique.

Dans ces deux exemples, l'erreur de lecture de l'indication des appareils de mesure utilisés ne représente qu'une petite fraction de l'erreur totale d'observation.

8.5.1. ERREUR DE LECTURE

Erreur d'observation résultant de la lecture inexacte de l'indication d'un instrument de mesure par l'observateur.

8.5.1.1. ERREUR DE PARALLAXE

Erreur de lecture qui se produit lorsque, l'index étant à une certaine distance de la surface de l'échelle, la lecture n'est pas effectuée dans la direction d'observation prévue pour l'instrument utilisé.

8.5.1.2. ERREUR D'INTERPOLATION

Erreur de lecture résultant de l'évaluation inexacte de la position de l'index par rapport à deux repères voisins entre lesquels l'index est situé.

8.3.1. MAXIMUM PERMISSIBLE ERRORS IN SERVICE

The extreme values of the error (positive and negative) permitted by the legal requirements for a measuring instrument when it is in service.

8.4. ERROR OF METHOD

The error due to the use of a method of measurement which is incorrect, taking account of the nature of the measuring instruments used.

Example :

Measurement of force with a spring dynamometer for which a linear relationship between deformation and force is assumed, when in reality the function relating these two quantities is not linear.

8.5. ERROR OF OBSERVATION

An error committed by the observer during the process of measurement.

Examples :

a) In a measurement of luminous intensity or of a temperature of incandescence made by means of a contrast photometer or of a disappearing-filament optical pyrometer : the error due to incorrect equalization of illumination of the two zones.

b) In a measurement by means of an alternating current bridge : the error due to an incorrect setting of the minimum intensity of sound in the telephone receiver.

In these two examples, the error of reading the indication of the measuring instrument used represents only a small fraction of the total error of observation.

8.5.1. READING ERROR

An error of observation resulting from the incorrect reading of the indication of a measuring instrument by the observer.

8.5.1.1. PARALLAX ERROR

A reading error which is produced when, the index being at a certain distance from the surface of the scale, the reading is not made in the direction of observation envisaged for the instrument concerned.

8.5.1.2. INTERPOLATION ERROR

A reading error resulting from an inexact evaluation of the position of the index with reference to the two adjoining scale marks between which the index is located.

8.6. COURBE D'ERREURS D'UN INSTRUMENT DE MESURAGE

Courbe qui représente l'erreur d'un instrument de mesure en fonction, soit de la grandeur mesurée, soit de toute autre grandeur qui influe sur cette erreur.

8.6.1. COURBE D'ETALONNAGE D'UN INSTRUMENT DE MESURAGE

Courbe qui exprime la correspondance entre les valeurs de la grandeur mesurée et les valeurs indiquées par l'instrument.

8.6.2. COURBE DE CORRECTION D'UN INSTRUMENT DE MESURAGE

Courbe qui exprime, en fonction d'un certain paramètre, les corrections à apporter aux résultats obtenus avec un instrument de mesure.

8.6. ERROR CURVE OF A MEASURING INSTRUMENT

A curve which represents the error of a measuring instrument as a function, either of the quantity measured or of any other quantity which has an influence on this error.

8.6.1. CALIBRATION CURVE OF A MEASURING INSTRUMENT

A curve which expresses the correspondence between the values of the quantity measured and the values indicated by the instrument.

8.6.2. CORRECTION CURVE OF A MEASURING INSTRUMENT

A curve which expresses, as a function of a certain parameter, the corrections to be applied to the results obtained with a measuring instrument.

CHAPITRE 9

CONDITIONS D'EMPLOI ET QUALITÉS MÉTROLOGIQUES DES INSTRUMENTS DE MESURAGE

9.1. CONDITIONS USUELLES D'EMPLOI

Conditions qui doivent être respectées pour employer correctement l'instrument de mesurage, compte tenu de sa conception, de sa réalisation et de sa destination.

Remarques :

1. Les conditions usuelles d'emploi peuvent se rapporter entre autres : à l'espèce et à l'état de la matière mesurée, aux valeurs de la grandeur mesurée, aux valeurs des grandeurs d'influence, aux conditions d'observation des indications etc.....
2. Lorsque ces conditions sont indiquées sur l'instrument ou dans un mode d'emploi de celui-ci, elles sont appelées « conditions nominales ».

9.1.1. VALEUR DE RÉFÉRENCE

Valeur d'une grandeur d'influence (4.1.2) pour laquelle sont fixées les erreurs de base (8.2.6) maximales tolérées.

9.1.2. DOMAINE DE RÉFÉRENCE

Étendue des valeurs d'une grandeur d'influence pour laquelle sont fixées les erreurs de base maximales tolérées.

9.1.3. CONDITIONS DE RÉFÉRENCE

Ensemble de valeurs de référence ou de domaines de référence des différentes grandeurs d'influence d'un instrument de mesurage.

9.1.4. DOMAINE NOMINAL D'UTILISATION (POUR UNE GRANDEUR D'INFLUENCE DÉTERMINÉE)

Étendue des valeurs que peut prendre une grandeur d'influence et à l'intérieur de laquelle les erreurs complémentaires (8.2.6.1) correspondantes ne dépassent pas des valeurs maximales tolérées.

CHAPTER 9

**CONDITIONS OF USE AND METROLOGICAL
PROPERTIES OF MEASURING INSTRUMENTS****9.1. NORMAL CONDITIONS OF USE**

The conditions which must be fulfilled in order to use a measuring instrument correctly, taking account of its design, construction and purpose.

Notes :

1. The normal conditions of use can refer, among other things, to the type and condition of the subject of the measurement, the value of the quantity measured, the values of the influence quantities, the conditions under which the indications are observed, etc...
2. When these conditions are indicated on the instrument or in its method of use they are termed "nominal conditions".

9.1.1. REFERENCE VALUE

The value of an influence quantity (4.1.2) for which the maximum permissible intrinsic errors (8.2.6) are defined.

9.1.2. REFERENCE RANGE

The range of values of an influence quantity (4.1.2) for which the maximum permissible intrinsic errors are defined.

9.1.3. REFERENCE CONDITIONS

The complete set of reference values or reference ranges of different influence quantities of a measuring instrument.

9.1.4. NOMINAL RANGE OF USE (FOR A GIVEN INFLUENCE QUANTITY)

The range of values of an influence quantity within which the corresponding complementary errors (8.2.6.1) do not exceed the maximum permissible values.

9.2. ÉTENDUE DE MESURAGE

Étendue des valeurs de la grandeur à mesurer pour lesquelles les indications d'un instrument de mesurage, obtenues dans les conditions usuelles d'emploi en un seul mesurage, ne doivent pas être entachées d'une erreur supérieure à l'erreur maximale tolérée.

Remarques :

1. Dans certains cas, les valeurs absolues des erreurs maximales tolérées peuvent être respectées dans l'étendue de la portée minimale, mais alors les erreurs relatives risquent de devenir trop importantes pour permettre l'utilisation pratique de l'instrument (cas des environs du zéro).

2. Certains instruments de mesurage peuvent avoir plusieurs étendues de mesurage.

3. L'étendue de mesurage peut être couverte par l'étendue de l'échelle (7.4.2.1) ou bien elle peut n'en constituer qu'une partie seulement.

Aux instruments de la première catégorie appartiennent entre autres : les thermomètres médicaux, les aréomètres, etc...

Comme exemple des instruments de la deuxième catégorie, on peut citer les manomètres à tube Bourdon avec lesquels on ne doit pas mesurer des pressions, d'une part, au-dessous d'une certaine valeur car l'erreur des indications serait alors excessive, d'autre part, au-dessus d'une certaine valeur par suite d'une résistance et d'une durabilité insuffisantes (les conditions usuelles d'emploi et des raisons de sécurité n'autorisent d'ailleurs pas l'utilisation de ces manomètres dans cette dernière zone, quoique les erreurs puissent éventuellement y rester dans les limites tolérées).

4. Pour les compteurs, au lieu de l'étendue de mesurage de la grandeur mesurée (p. ex. pour les compteurs d'eau : le volume), on applique l'étendue des charges (par ex. pour les compteurs d'eau : le débit).

9.2.1. PORTÉE MAXIMALE

Valeur de la grandeur à mesurer correspondant à la limite maximale de l'étendue de mesurage.

Remarque :

Dans certains cas la portée maximale est déterminée par des conditions de sécurité.

9.2.2. PORTÉE MINIMALE

Valeur de la grandeur à mesurer correspondant à la limite minimale de l'étendue de mesurage.

9.2.3. CHARGE D'UN COMPTEUR

Grandeur dont l'intégration en fonction du temps donne la valeur de la grandeur mesurée par le compteur.

Exemple :

Dans les compteurs de liquides et les compteurs de gaz, la charge est représentée par le débit ; dans les compteurs d'énergie électrique, c'est la puissance électrique.

9.2. MEASUREMENT RANGE

The range of values of the quantity to be measured for which the indications of a measuring instrument, obtained under the normal conditions of use and in a single measurement, should not be affected by an error exceeding the maximum permissible error.

Notes :

1. In certain cases, the absolute values of the maximum permissible errors may be complied with to the extent of the minimum capacity, but there is then a risk of the relative errors becoming too large for the practical use of the instrument (e.g. in the neighbourhood of the zero).

2. Certain measuring instruments can have several measurement ranges.

3. The measurement range can be covered by the scale range (7.4.2.1) or, equally, it may comprise only a part of it.

Instruments of the first category include amongst others : clinical thermometers, hydrometers, etc...

As an example of instruments of the second category, may be cited Bourdon-tube pressure gauges which should not be used to measure pressures, on the one hand, below a certain value because the indication errors would become excessive and, on the other hand, above a certain value because of inadequate strength and durability (the normal conditions of use and safety considerations would in any case not allow the use of these instruments in the latter zone although the errors may possibly remain within the permitted limits).

4. For integrating meters, instead of the measurement range of the quantity measured (e.g. for water meters : the volume) the range of load is used (e.g. for water meters : the flow rate).

9.2.1. MAXIMUM CAPACITY

The value of the quantity to be measured corresponding to the upper limit of the measurement range.

Note :

In certain cases the maximum capacity is determined by safety requirements.

9.2.2. MINIMUM CAPACITY

The value of the quantity to be measured corresponding to the lower limit of the measurement range.

9.2.3. LOAD OF A METER

The quantity whose integration with respect to time gives the value of the quantity measured by the meter.

Example :

For liquid and gas meters the load is represented by the flow rate, for electrical energy meters by the electric power.

9.2.4. ÉTENDUE DE LA CHARGE D'UN COMPTEUR

Étendue des valeurs de la charge pour laquelle les indications d'un compteur, obtenues dans les conditions usuelles d'emploi, ne doivent pas être entachées d'une erreur supérieure à l'erreur maximale tolérée.

9.2.5. CHARGE MAXIMALE D'UN COMPTEUR

Valeur de la charge correspondant à la limite maximale de l'étendue de la charge.

9.2.6. CHARGE MINIMALE D'UN COMPTEUR

Valeur de la charge correspondant à la limite minimale de l'étendue de la charge.

9.2.7. SURCHARGE D'UN INSTRUMENT DE MESURAGE]

a) pour les instruments de mesure autres que les compteurs : valeur de la partie de la grandeur mesurée qui excède la portée maximale de l'instrument,

b) pour les compteurs : valeur de la partie de la charge qui excède la charge maximale du compteur.

Remarques :

1. Pour la limite de la valeur tolérée de la surcharge, on utilise la dénomination « surcharge maximale tolérée ».
2. On distingue les surcharges de « courte durée » et de « longue durée ».

9.2.8. CADENCE DE MESURAGE MAXIMALE [MINIMALE]

Nombre de mesurages par unités de temps au-dessus [au-dessous] duquel les résultats de mesure obtenus avec l'instrument sont susceptibles d'être entachés d'une erreur supérieure à l'erreur maximale tolérée.

Remarque :

Cette notion s'applique aux instruments de mesure répéteurs à fonctionnement discontinu (par ex. doseuses volumétriques ou pondérales).

9.3. SÛRETÉ DE LECTURE D'UN INSTRUMENT DE MESURAGE

Qualité d'un instrument de mesure dont le dispositif indicateur est réalisé de telle sorte qu'il permet de connaître l'indication sans ambiguïté.

9.2.4. METER LOAD RANGE

The range of load values for which the indications of a meter, obtained under the normal conditions of use, should not be affected by an error exceeding the maximum permissible error.

9.2.5. MAXIMUM LOAD (RATING) OF A METER

The load value corresponding to the upper limit of the load range.

9.2.6. MINIMUM LOAD (RATING) OF A METER

The load value corresponding to the lower limit of the load range.

9.2.7. OVERLOAD OF A MEASURING INSTRUMENT

a) For measuring instruments other than meters : the value of that part of the quantity measured which exceeds the maximum capacity of the instrument.

b) For meters : the value of that part of the load which exceeds the maximum load of the meter.

Notes :

1. The expression "maximum permissible overload" is used to denote the limiting value permitted for the overload.
2. A distinction is made between "short term" and "long term" overloads.

9.2.8. MAXIMUM [MINIMUM] FREQUENCY OF MEASUREMENT

The number of measurements in unit time above [below] which the results of measurement obtained from the instrument are liable to be affected by an error greater than the maximum permissible error.

Note :

This concept applies to repetitive measuring instruments with discontinuous operation (e.g. volumetric or gravimetric filling machines).

9.3. READING CERTAINTY OF A MEASURING INSTRUMENT

A property of a measuring instrument whose indicating device is constructed in such a way that its indication may be read without ambiguity.

9.4. SENSIBILITÉ D'UN INSTRUMENT DE MESURAGE

La sensibilité d'un instrument de mesure, pour une valeur donnée de la grandeur mesurée, s'exprime par le quotient de l'accroissement de la variable observée par l'accroissement correspondant de la grandeur mesurée :

$$k = \frac{dl}{dG}$$

Remarques :

1. Dans les instruments les plus courants, où l'accroissement de la variable observée se traduit par le déplacement relatif d'un index et d'une échelle, la sensibilité s'exprime conventionnellement par le quotient de ce déplacement dl le long de la base de l'échelle par l'accroissement dG de la grandeur mesurée qui l'a provoqué.

Cette valeur peut être constante ou variable le long de l'échelle.

2. En pratique, on peut prendre comme valeur de la sensibilité des instruments de mesure à échelle le quotient de la longueur de l'échelon par la valeur de celui-ci.

3. Dans le cas où le numérateur et le dénominateur sont des grandeurs de la même espèce, la sensibilité s'appelle « rapport de transmission ».

9.5. JUSTESSE D'UN INSTRUMENT DE MESURAGE

Qualité qui caractérise l'aptitude d'un instrument de mesure à donner des indications égales à la valeur vraie de la grandeur mesurée, les erreurs de fidélité n'étant pas prises en considération.

Remarque :

D'après cette définition, la justesse caractérise l'aptitude d'un instrument à donner des indications qui ne soient pas entachées d'erreurs systématiques.

9.5.1. ERREUR DE JUSTESSE

Somme algébrique (résultante) des erreurs systématiques entachant l'indication d'un instrument de mesure dans des conditions déterminées d'emploi.

Remarque :

Pratiquement, on détermine l'erreur de justesse e_j d'une mesure matérialisée comme étant la différence entre sa valeur nominale v_n et la moyenne arithmétique \bar{v}_e des valeurs vraies conventionnelles de la mesure matérialisée trouvées comme résultats d'une série de mesurages consécutifs, effectués dans les conditions usuelles d'emploi :

$$e_j = v_n - \bar{v}_e$$

De la même façon, on détermine l'erreur de justesse d'un appareil mesureur comme étant la différence entre la moyenne arithmétique \bar{v}_i des indications données par l'appareil dans une série de mesurages consécutifs d'une même grandeur, effectués dans les conditions usuelles d'emploi, et la valeur conventionnellement vraie v_e de la grandeur mesurée :

$$e = \bar{v}_i - v_e$$

9.4. SENSITIVITY OF A MEASURING INSTRUMENT

The sensitivity of a measuring instrument for a given value of the quantity measured is expressed by the quotient of the increase of the observed variable and the corresponding increase in the quantity measured :

$$k = \frac{dl}{dG}$$

Notes :

1. In the most common instruments, where the increase of the observed variable is converted into the relative displacement between an index and a scale, the sensitivity is expressed conventionally by the quotient of the displacement dl along the scale base and the increase dG of the quantity measured which has caused it.

This value may be constant or variable along the scale.

2. In practice the value of the sensitivity of measuring instruments with scales can be taken as the quotient of the length of a scale division and its value.

3. In the case where the numerator and denominator are quantities of the same kind the sensitivity is called "transmission ratio" ("transfer function").

9.5. FREEDOM FROM BIAS OF A MEASURING INSTRUMENT

The quality which characterizes the ability of a measuring instrument to give indications equal to the true value of the quantity measured, repeatability errors not being taken into consideration.

Note :

According to this definition, freedom from bias characterizes the ability of the instrument to give indications unaffected by systematic errors.

9.5.1. BIAS ERROR (TOTAL SYSTEMATIC ERROR)

Algebraic sum (resultant) of the systematic errors affecting the indications of a measuring instrument under defined conditions of use.

Note :

In practice the bias error e_j of a material measure is defined as the difference between its nominal value v_n and the arithmetic mean \bar{v}_c of the conventional true values of the material measure found as the result of a series of consecutive measurements carried out under normal conditions of use :

$$e_j = v_n - \bar{v}_c$$

In the same way the bias error of an (active) measuring instrument (measure other than a material measure) is defined as the difference between the arithmetic mean \bar{v}_i of the indication given by the instrument in a series of consecutive measurements of the same quantity, carried out under the normal conditions of use, and the conventional true value v_c of the measured quantity:

$$e_j = \bar{v}_i - v_c$$

Exemple :

Si un courant électrique est mesuré avec un microampèremètre et si les 10 valeurs suivantes en microampères ont été trouvées :

6,27 ; 6,38 ; 6,62 ; 6,18 ; 6,31 ; 6,43 ; 6,36 ; 6,00 ; 6,35 ; 6,50 ; la moyenne arithmétique de ces valeurs est :

$$\bar{v}_i = \frac{6,27 + 6,38 + 6,62 + \dots + 6,50}{10} = 6,34 \text{ } \mu\text{A (valeur indiquée)}$$

et si en mesurant le même courant par une méthode beaucoup plus précise, on a obtenu :

$$v_c = 6,42 \text{ } \mu\text{A (valeur conventionnellement vraie)}$$

L'erreur de justesse du microampèremètre est égale à :

$$e_j = \bar{v}_i - v_c = 6,34 - 6,42 = -0,08 \text{ } \mu\text{A.}$$

9.5.2. ERREURS MAXIMALES TOLÉRÉES DE JUSTESSE

Valeurs extrêmes de l'erreur de justesse (en plus et en moins) tolérées par les règlements.

Remarque :

L'instrument est appelé « juste » (dans les limites tolérées) lorsque les erreurs maximales tolérées de justesse ne sont pas dépassées.

9.5.3. CORRECTION DE JUSTESSE

Pour une mesure matérialisée : valeur $\bar{v}_c - v_n$ que l'on doit ajouter algébriquement à la dénomination (ou valeur nominale) v_n de la mesure matérialisée pour la faire coïncider avec la valeur conventionnellement vraie \bar{v}_c de cette mesure.

Pour un appareil mesureur : valeur $v_c - \bar{v}_i$ que l'on doit ajouter algébriquement à la valeur moyenne \bar{v}_i des indications de l'instrument (supposées obtenues sans erreur de lecture) pour la faire coïncider avec la valeur conventionnellement vraie v_c de la grandeur mesurée.

Remarque :

1. La correction de justesse d'un instrument de mesurage est égale à l'erreur de justesse changée de signe.

Exemple :

Dans l'exemple relatif au point 9.5.1 la correction de justesse est + 0,08 μA .

9.5.4. FACTEUR DE CORRECTION DE JUSTESSE

Facteur par lequel on doit multiplier l'indication de l'instrument de mesurage pour la corriger de l'erreur de justesse.

Remarque :

En général, le facteur de correction a une valeur variable le long de l'étendue de mesure.

Toutefois, dans certains cas, il peut avoir une valeur constante par exemple :

lorsque la correction est nécessitée par un changement de la densité du liquide d'un manomètre à liquide ;

dans le cas des compteurs lorsque la valeur de la charge est constante ou peu variable.

Exemple :

Si l'indication d'un compteur d'énergie électrique, fonctionnant à intensité constante ou peu variable, est 52,3 kWh et si le facteur de correction est 1,01 : la valeur conventionnellement vraie de l'énergie débitée dans le circuit mesuré est $52,3 \times 1,01 = 52,8 \text{ kWh}$.

Example :

If an electric current is measured with a microammeter and if the following 10 successive values in microamperes have been found :

6.27, 6.38, 6.62, 6.18, 6.31, 6.43, 6.36, 6.00, 6.35 and 6.50, the arithmetic mean of these values is :

$$\bar{v}_i = \frac{6.27 + 6.38 + 6.62 + \dots + 6.50}{10} = 6.34 \text{ } \mu\text{A (indicated value)}$$

and if in measuring the same current by a much more accurate method,

$$v_c = 6.42 \text{ } \mu\text{A (conventional true value) is obtained,}$$

the bias error of the microammeter is equal to :

$$e_j = \bar{v}_i - v_c = 6.34 - 6.42 = -0.08 \text{ } \mu\text{A.}$$

9.5.2. MAXIMUM PERMISSIBLE BIAS ERRORS

The extreme values of the bias error (positive and negative) permitted by the regulations.

Note :

An instrument is called "free from bias" (within the permitted limits) when the maximum permissible bias errors are not exceeded.

9.5.3. BIAS CORRECTION

For a material measure : the value $\bar{v}_c - v_n$ that must be algebraically added to the designation (or nominal value) v_n of the material measure in order to make it coincide with the conventional true value \bar{v}_c of the measure.

For a measuring instrument (other than a material measure) : the value $v_c - \bar{v}_i$ that must be added algebraically to the mean value \bar{v}_i of the indications of the instrument (assumed to be obtained without reading error) in order to make it coincide with the conventional true value v_c of the quantity measured.

Note :

1. The bias correction of a measuring instrument is equal to the bias error with change of sign.

Example :

In the example under item 9.5.1 the bias correction is $+ 0.08 \text{ } \mu\text{A}$.

9.5.4. BIAS CORRECTION FACTOR

The factor by which the indication of the measuring instrument should be multiplied to correct the bias error.

Note :

In general the bias correction factor has a value varying throughout the range of measurement.

It can however have a constant value in certain cases for example :

when the correction is necessitated by a change in the density of the liquid in a liquid manometer, in the case of meters when the value of the load is constant or only slightly variable.

Example :

If the indication of an electrical energy meter operating under constant or slightly variable load is 52.3 kWh and if the correction factor is 1.01, the conventional true value of the energy supplied by the circuit measured is $52.3 \times 1.01 = 52.8 \text{ kWh}$.

9.6. FIDÉLITÉ D'UN INSTRUMENT DE MESURAGE

Qualité qui caractérise l'aptitude d'un instrument de mesure à donner, pour une même valeur de la grandeur mesurée, des indications concordant entre elles, les erreurs systématiques des valeurs variables n'étant pas prises en considération.

Remarque :

D'après cette définition, la fidélité caractérise l'aptitude d'un instrument à donner des indications qui ne sont pas entachées d'erreurs fortuites.

9.6.1. DISPERSION DES INDICATIONS

Phénomène présenté par un instrument de mesure qui donne, dans une série de mesures d'une même valeur de la grandeur mesurée, des indications différentes.

Remarques :

1. La « dispersion des indications » peut être exprimée quantitativement par l'écart moyen quadratique (8.2.4) ou par l'étendue de dispersion des indications.
2. A ce terme se rapporte aussi la remarque 3 relative au terme 8.2.4.
3. Il est nécessaire d'indiquer les conditions dans lesquelles on effectue la série de mesures en question : si ces mesures doivent se succéder directement l'un après l'autre ; si, entre chacun d'eux, il doit y avoir un certain intervalle de temps ; s'ils doivent être exécutés par le même observateur ou par des observateurs différents etc...

9.6.2. ÉTENDUE DE DISPERSION DES INDICATIONS

Mesure de la dispersion des indications d'un instrument de mesure exprimée par la différence entre la plus grande $v_{i \max}$ et la plus petite $v_{i \min}$ des indications qui, dans une série de mesures, correspondent à une même valeur de la grandeur mesurée :

$$W = v_{i \max} - v_{i \min}$$

9.6.3. ERREUR DE FIDÉLITÉ

Un des indices de dispersion des indications d'un instrument de mesure : erreur moyenne quadratique, erreur probable, erreur moyenne, etc...

On adopte souvent l'écart moyen quadratique (8.2.4), qui est appelé alors « erreur moyenne quadratique de fidélité », pour une série d'indications consécutives dans des conditions déterminées d'emploi de l'instrument.

Exemple :

Dans l'exemple du point 9.5.1, les différences entre les résultats v_i obtenus et leur valeur moyenne \bar{v}_i sont — 0,07 ; + 0,04 ; + 0,28 ; — 0,16 ; — 0,03 ; + 0,09 ; + 0,02 ; — 0,34 ; + 0,01 ; + 0,16 μA
l'erreur moyenne quadratique de fidélité d'un des résultats du mesure est :

$$s = \sqrt{\frac{0,07^2 + 0,04^2 + \dots + 0,16^2}{10 - 1}} = 0,17 \mu\text{A}$$

9.6. REPEATABILITY OF A MEASURING INSTRUMENT

The quality which characterizes the ability of a measuring instrument to give for the same value of the quantity measured, indications which agree amongst themselves not taking into consideration the systematic errors associated with variations of the indications.

Note :

According to this definition, repeatability characterizes the ability of an instrument to give indications which are unaffected by random errors.

9.6.1. DISPERSION OF INDICATIONS (SCATTER)

The phenomenon exhibited by a measuring instrument which gives different indications in a series of measurements of the same value of the quantity measured.

Notes :

1. The "dispersion of indications" can be expressed quantitatively by the standard deviation (8.2.4) or by the range of dispersion (spread) of the indications.
2. Note 3 under 8.2.4 also applies to the above term.
3. It is necessary to indicate the conditions under which the series of measurements in question is carried out : if these measurements are to follow directly one after the other ; if between each of them there must be a certain time interval ; if they must be carried out by the same observer or by different observers, etc...

9.6.2. RANGE OF THE DISPERSION (SPREAD) OF INDICATIONS

A measure of the dispersion of the indications of a measuring instrument expressed by the difference between the largest $v_{i \max}$ and the smallest $v_{i \min}$ of the indications which, in a series of measurements, correspond to the same value of the measured quantity :

$$W = v_{i \max} - v_{i \min}$$

9.6.3. REPEATABILITY ERROR

One of the parameters of the dispersion of the indications of a measuring instrument : root-mean-square error, probable error, average error, etc.

The standard deviation (8.2.4) is often adopted, which is then called the "root-mean-square repeatability error" for a series of consecutive indications under the conditions of use defined for the instrument.

Example :

In the example under 9.5.1 the difference between the results obtained v_i and their mean value \bar{v}_i are :
 $-0.07, +0.04, +0.28, -0.16, -0.03, +0.09, +0.02, -0.34, +0.01, +0.16 \mu\text{A}$
 the rms repeatability error of one of the results of the measurement is :

$$s = \sqrt{\frac{0.07^2 + 0.04^2 + \dots + 0.16^2}{10 - 1}} = 0.17 \mu\text{A}$$

9.6.4. ERREURS LIMITES DE FIDÉLITÉ

Erreurs limites d'un seul mesurage (8.1.8.1) d'une valeur donnée de la grandeur à mesurer effectué dans les conditions déterminées d'emploi de l'instrument, les erreurs de justesse n'étant pas prises en considération.

Remarques :

1. On calcule en général les erreurs limites de fidélité comme le produit de l'erreur moyenne quadratique de fidélité par un nombre t (entier ou fractionnaire), on a alors : $e_1 = +ts$ et $e_2 = -ts$ où s est calculé selon 8.1.7.1 et le nombre t est fixé en fonction de la probabilité P de ne pas dépasser les valeurs e_1 et e_2 .

Dans le cas de la distribution normale des erreurs, et pour un suffisamment grand nombre de mesurages, on pose en général $t = 3$, ce qui correspond à la probabilité $P = 99,73\%$ de ne pas dépasser des erreurs limites de fidélité $e_1 = 3s$ et $e_2 = -3s$;

Pour $P = 95\%$, on a $t = 1,96$ et pour $P = 99\%$, on a $t = 2,58$...

Dans l'exemple du point 9.6.3, les erreurs limites de fidélité qui ne seront pas dépassées avec une probabilité de 99,73 % sont $e_1 = +0,17 \times 3\mu\text{A} = +0,51\mu\text{A}$ et $e_2 = -0,17 \times 3\mu\text{A} = -0,51\mu\text{A}$, c'est-à-dire que l'étendue limite d'infidélité est égale à 1,02 μA .

2. Pour les besoins de la métrologie légale, on définit les erreurs limites de fidélité d'un instrument de mesure, pour une valeur donnée de la grandeur à mesurer, comme étant les différences algébriques entre les valeurs limites supérieure $v_{i\max}$ et inférieure $v_{i\min}$ des indications que peut donner l'instrument sans tenir compte des erreurs de lecture, et la valeur moyenne v_i des indications.

L'étendue limite d'infidélité est égale dans ce cas à $v_{i\max} - v_{i\min}$.

Pour simplifier les calculs, on prend généralement : $\bar{v}_i = 1/2 (v_{i\max} + v_{i\min})$ et les erreurs limites de fidélité sont alors égales à $\pm 1/2 (v_{i\max} - v_{i\min})$.

9.6.5. ERREURS MAXIMALES TOLÉRÉES DE FIDÉLITÉ

Valeurs extrêmes de l'erreur de fidélité (en plus et en moins) tolérées par les règlements.

Remarque :

L'instrument est dit « fidèle » (dans les limites tolérées) quand les erreurs maximales tolérées de fidélité ne sont pas dépassées.

9.7. RÉVERSIBILITÉ D'UN INSTRUMENT DE MESURAGE

Qualité qui caractérise l'aptitude d'un instrument de mesure à donner la même indication lorsqu'on atteint une même valeur de la grandeur mesurée, que cette valeur ait été atteinte par variation croissante continue ou décroissante continue de la grandeur.

9.6.4. LIMITS OF REPEATABILITY ERROR

The limiting errors (confidence limits) of a single measurement (8.1.8.1) of a given value of the quantity to be measured under the specified conditions of use of the instrument, not taking the bias errors into consideration.

Notes :

1. The limits of repeatability error are usually calculated as the product of the rms repeatability error and a number t (whole or fractional) giving $e_1 = +ts$ and $e_2 = -ts$ where s is calculated according to 8.1.7.1 and the number t is determined as a function of the probability P of not exceeding the values e_1 and e_2 .

In the case of a normal distribution of errors and for a sufficiently large number of measurements t is usually taken as 3, which corresponds to the probability $P = 99.73\%$ of not exceeding the limiting errors of repeatability $e_1 = 3s$ and $e_2 = -3s$.

For $P = 95\%$, t is 1.96 and for $P = 99\%$, t is 2.58 ...

In the example under 9.6.3 the limiting errors of repeatability which will not be exceeded with a probability of 99.75% are $e_1 = +0.17 \times 3 \mu\text{A} = +0.51 \mu\text{A}$ and $e_2 = -0.17 \times 3 \mu\text{A} = -0.51 \mu\text{A}$, that is the limiting range of repeatability error is equal to 1.02 μA .

2. For the purposes of legal metrology, the limiting errors of repeatability of a measuring instrument are defined, for a given value of the quantity to be measured, as being the algebraic differences between the upper limiting value $v_{i \max}$ and the lower limiting value $v_{i \min}$ of the indications which the instrument can give, without taking into account the reading errors, and the mean value v_i of the indications.

The range of the limits of repeatability is equal, in this case to $v_{i \max} - v_{i \min}$.

To simplify calculation it is usual to take

$\bar{v}_i = 1/2 (v_{i \max} + v_{i \min})$ and the limiting errors of repeatability are then equal to $\pm 1/2 (v_{i \max} - v_{i \min})$.

9.6.5. MAXIMUM PERMISSIBLE REPEATABILITY ERRORS

The limiting values of the repeatability error (positive and negative), permitted by the regulations.

Note :

An instrument is called "consistent" (within the permitted limits) when the maximum permissible repeatability errors are not exceeded.

9.7. FREEDOM FROM HYSTERESIS OF A MEASURING INSTRUMENT

The quality which characterizes the ability of a measuring instrument to give the same indication when it reaches the same value of the quantity measured whether that value is reached by a continuous increase or a continuous decrease of that quantity.

9.7.1. ERREUR DE RÉVERSIBILITÉ

Différence des indications d'un instrument de mesurage lorsqu'on atteint la même valeur de la grandeur mesurée soit en croissant, soit en décroissant.

Remarque :

Dans certains cas, on détermine l'erreur de réversibilité par la différence des valeurs de la grandeur mesurée correspondant chacune à une même indication obtenue soit en croissant, soit en décroissant.

9.7.2. ERREUR LIMITE DE RÉVERSIBILITÉ

La plus grande différence des indications d'un instrument de mesurage qui peut être obtenue dans une série de mesurages lorsqu'on atteint la même valeur de la grandeur mesurée soit en croissant, soit en décroissant.

9.7.3. ERREUR MAXIMALE TOLÉRÉE DE RÉVERSIBILITÉ

Valeur maximale de l'erreur de réversibilité admise par les règlements.

Remarque :

L'instrument de mesurage est dit « réversible » (dans les limites tolérées) lorsque l'erreur maximale tolérée de réversibilité n'est pas dépassée.

9.8. MOBILITÉ D'UN INSTRUMENT DE MESURAGE

Qualité qui caractérise l'aptitude d'un instrument de mesurage à réagir aux petites variations de la grandeur mesurée.

9.8.1. ERREUR DE MOBILITÉ

Variation de la grandeur mesurée qui ne provoque pas de variation décelable de l'indication (pour un opérateur moyen et dans des conditions déterminées d'emploi de l'instrument).

Exemple :

Si l'aiguille d'un instrument de pesage ne se déplace pas, après que l'on ait placé légèrement une masse de 50 mg sur le plateau, l'erreur de mobilité est de 50 mg.

9.8.2. ERREUR LIMITE DE MOBILITÉ

La plus grande des erreurs de mobilité possibles dans des conditions de mesurage déterminées.

9.7.1. HYSTERESIS ERROR

The difference between the indications of a measuring instrument when the same value of the quantity measured is reached by increasing or decreasing that quantity.

Note :

In certain cases the hysteresis error is determined by the difference between the values of the quantity measured which correspond to the same indication when reached respectively by increasing and by decreasing the quantity.

9.7.2. LIMITS OF HYSTERESIS ERROR

The greatest difference between the indications of a measuring instrument which can be obtained in a series of measurements when the same value of the quantity measured is reached respectively by increasing and by decreasing it.

9.7.3. MAXIMUM PERMISSIBLE HYSTERESIS ERROR

The maximum value of the hysteresis error permitted by the regulations.

Note :

A measuring instrument is called "hysteresis-free" (within the permitted limits) when the maximum permissible hysteresis error is not exceeded.

9.8. DISCRIMINATION OF A MEASURING INSTRUMENT

The quality which characterizes the ability of a measuring instrument to react to small changes of the quantity measured.

9.8.1. DISCRIMINATION ERROR

Change in the quantity measured which does not cause a detectable change of indication (for an average operator and under defined conditions of use of the instrument).

Example :

If the pointer of a weighing instrument is not displaced by placing a mass of 50 mg lightly on the pan, the discrimination error is 50 mg.

9.8.2. LIMIT OF DISCRIMINATION ERROR

The largest discrimination error possible under defined conditions of measurement.

9.8.3. SEUIL DE MOBILITÉ

La plus petite variation de la grandeur mesurée qui provoque une variation perceptible de l'indication de l'instrument de mesurage (pour un opérateur moyen et dans les conditions déterminées d'emploi de l'instrument).

Exemple :

Si une charge de 80 mg ne provoque pas le déplacement de l'aiguille d'une balance, et si l'on constate qu'une charge de 90 mg provoque un déplacement, le seuil de mobilité est 90 mg.

9.8.4. SEUIL DE DÉMARRAGE D'UN COMPTEUR

La plus petite charge qui met en mouvement le dispositif indicateur d'un compteur.

Remarque :

Le seuil de démarrage est une qualité analogue au seuil de mobilité, mais se rapporte à la charge du compteur et non à la grandeur mesurée.

9.8.5. SEUIL TOLÉRÉ DE MOBILITÉ

Valeur maximale du seuil de mobilité, fixée par les prescriptions réglementaires relatives à l'instrument considéré.

9.9. TEMPS DE RÉPONSE D'UN INSTRUMENT DE MESURAGE

Temps qui s'écoule après une variation brusque de la grandeur à mesurer jusqu'à ce que l'instrument de mesurage donne une indication qui ne diffère pas de l'indication définitive relative à la nouvelle valeur de la grandeur d'une quantité supérieure à une valeur donnée.

Remarques :

Pour déterminer le temps de réponse, il faut fixer pour chaque catégorie d'instruments :

- a) la valeur initiale à partir de laquelle doit être effectué le changement de la grandeur mesurée,
- b) la valeur de ce changement,
- c) la différence entre l'indication définitive et l'indication à la fin de la période acceptée comme temps de réponse.

9.10. PRÉCISION D'UN INSTRUMENT DE MESURAGE

Qualité qui caractérise l'aptitude d'un instrument de mesurage à donner des indications proches de la valeur vraie de la grandeur mesurée.

Remarque :

La précision est la qualité globale de l'instrument du point de vue des erreurs.

La précision est d'autant plus grande que les indications sont plus proches de la valeur vraie.

9.8.3. DISCRIMINATION THRESHOLD

The smallest change in the quantity measured which produces a perceptible change in the indication of a measuring instrument (for an average operator and under the specified conditions of use of the instrument).

Example :

If a load of 80 mg does not produce any displacement of the pointer of a balance and if it is established that a load of 90 mg causes a displacement, the discrimination threshold is 90 mg.

9.8.4. PASSIVITY OF A METER

The smallest load which causes movement of the indicating device of a meter.

Note :

“Passivity” is analogous to discrimination threshold but is related to the meter load and not to the quantity measured.

9.8.5. PERMISSIBLE DISCRIMINATION THRESHOLD

Maximum value of the discrimination threshold set by the mandatory provisions relating to the instrument in question.

9.9. RESPONSE TIME OF A MEASURING INSTRUMENT

The time which elapses after a sudden change in the quantity being measured up to the point at which the measuring instrument gives an indication which does not differ from the final indication corresponding to the new value of the quantity by an amount greater than a given value.

Notes :

In order to determine the response time it is necessary to fix for each category of instrument :

- a) the initial value from which the change in the quantity measured must be made,
- b) the value of this change,
- c) the difference between the final indication and the indication at the end of the period taken as being the response time.

9.10. ACCURACY OF A MEASURING INSTRUMENT

The quality which characterizes the ability of a measuring instrument to give indications approximating to the true value of the quantity measured.

Note :

Accuracy is an overall quality of a measuring instrument from the point of view of errors. Accuracy is greater when the indications are closer to the true value.

9.10.1. ERREUR DE PRÉCISION

Erreur globale d'un instrument de mesure, dans les conditions déterminées d'emploi, et comprenant l'erreur de justesse ainsi que l'erreur de fidélité.

Remarque :

L'erreur de précision est la différence entre la valeur nominale d'une mesure matérialisée ou l'indication d'un appareil mesureur et la valeur conventionnellement vraie de la grandeur mesurée.

9.10.2. ERREURS LIMITES DE PRÉCISION

Les erreurs limites de précision sont un ensemble de deux valeurs obtenues : l'une, en ajoutant à l'erreur de justesse la valeur absolue de l'erreur limite de fidélité, l'autre, en retranchant de l'erreur de justesse la valeur absolue de l'erreur limite de fidélité.

Exemple :

Dans l'exemple relatif aux points 9.5.1 et 9.6.4, les erreurs limites de précision ayant une probabilité 99,73 % de ne pas être dépassées sont égales à $(-0,08 \pm 0,51) \mu\text{A}$ c'est-à-dire $-0,59 \mu\text{A}$ et $+0,43 \mu\text{A}$.

Remarque :

Pour les besoins de la métrologie légale, on définit les erreurs limites de précision d'un instrument de mesure, pour une valeur donnée de la grandeur à mesurer, comme étant les différences algébriques entre les valeurs limites supérieure $v_{i \max}$ ou inférieure $v_{i \min}$, des indications que donne l'instrument dans les conditions usuelles d'emploi, toutes erreurs comprises, et la valeur conventionnellement vraie v_c de la grandeur mesurée.

Pratiquement, ces valeurs limites sont déterminées comme il a été indiqué en 9.6.4.

9.10.3. ERREURS MAXIMALES TOLÉRÉES DE PRÉCISION

Valeurs extrêmes de l'erreur de précision (en plus et en moins) tolérées par les règlements.

Remarques :

1. L'instrument est dit « précis » (dans les limites tolérées) lorsque les erreurs maximales tolérées de précision ne sont pas dépassées.
2. L'expression « erreur maximale tolérée », sans définition plus détaillée, désigne l'erreur maximale tolérée de précision.

9.10.4. CLASSE DE PRÉCISION

Caractéristique des instruments de mesure qui sont soumis aux mêmes conditions de précision.

Remarque :

Le plus souvent le signe indicatif de la classe de précision indique l'erreur maximale tolérée de précision exprimée en pour cent de la plus grande indication que peut donner l'instrument (par ex. l'expression « ampèremètre de la classe 0,2 » signifie que l'erreur limite de précision de l'instrument considéré ne dépasse pas 0,2 % de son indication la plus grande), ou bien il constitue simplement un numéro d'ordre de classe, ce qui ne donne pas directement une indication de la précision (par ex. cales-étalons de la classe de précision 0).

L'expression « de précision » est souvent omise et on dit : ampèremètre de classe 0,2 — cales-étalons de classe 0.

9.10.1. INACCURACY (OF A MEASURING INSTRUMENT)

The total error of a measuring instrument, under the specified conditions of use, and including bias error as well as repeatability error.

Note :

The inaccuracy is the difference between the nominal value of a material measure or the indication of a measuring instrument, and the conventional true value of the quantity measured.

9.10.2. LIMITS OF INACCURACY

Limits of inaccuracy are a set of two values obtained : one, by adding to the bias error the absolute value of the limiting error of repeatability, and the other, by subtracting from the bias error the absolute value of the limiting error of repeatability.

Example :

In the examples of 9.5.1 and 9.6.4 the inaccuracies having a probability 99.73 % of not being exceeded are equal to $-0.08 \pm 0.51 \mu\text{A}$, that is $-0.59 \mu\text{A}$ and $+0.43 \mu\text{A}$.

Note :

For the purpose of legal metrology the limits of inaccuracy of a measuring instrument are defined, for a given value of the quantity to be measured, as being the algebraic differences between the limiting values — upper limit $v_{i \max}$, lower limit $v_{i \min}$ — of the indications given by the instrument under normal conditions of use, all errors included, and the conventional true value v_e of the quantity measured.

In practice, the permissible limits are determined as indicated in 9.6.4.

9.10.3. MAXIMUM PERMISSIBLE INACCURACY

The extreme values of the inaccuracy (positive and negative) permitted by the regulations.

Notes

1. An instrument is called “accurate” (within the permitted limits) when the maximum permissible limits of accuracy are not exceeded.
2. The expression “maximum permissible error” without more detailed definition, indicates the maximum permissible inaccuracy.

9.10.4. ACCURACY CLASS

A characteristic of measuring instruments which are subject to the same conditions of accuracy.

Note :

Usually the symbol indicating the accuracy class indicates the maximum permissible inaccuracy expressed as a percentage of the highest indication that the instrument can give (e.g. the expression “ammeter of class 0.2” signifies that the inaccuracy of the instrument considered does not exceed 0.2 % of its maximum indication), or it may be simply a class ordinal number which does not give directly an indication of accuracy (e.g. block gauges of accuracy class 0).

The expression “of accuracy” is often omitted and reference made to : class 0.2 ammeter, class 0 block gauges.

9.11. CONSTANCE D'UN INSTRUMENT DE MESURAGE

Qualité qui caractérise l'aptitude d'un instrument de mesure à conserver des qualités métrologiques constantes en fonction du temps.

9.11.1. DÉRIVE D'UN INSTRUMENT DE MESURAGE

Variation des propriétés métrologiques d'un instrument de mesure se trouvant dans des conditions usuelles d'emploi, pendant un intervalle de temps assez long.

9.12. DÉVIATION

Écart de l'équipage mobile d'un appareil mesureur par rapport à une position déterminée.

Lorsqu'aucune position de référence n'est indiquée, la déviation est rapportée à la position qui correspond au zéro de l'échelle.

Remarque :

Dans cette définition le mot « écart » est utilisé dans son sens général de déplacement.

9.12.1. DÉVIATION INSTANTANÉE

Écart de l'équipage mobile qui se manifeste durant un intervalle de temps infiniment court, situé dans une période choisie quelconque.

9.12.2. DÉVIATION ÉTABLIE

Déviation finale correspondant à la position d'équilibre pour la valeur de la grandeur mesurée.

9.12.3. DÉVIATION RÉSIDUELLE

Partie de la déviation qui subsiste après la disparition de la cause qui a produit cette déviation.

9.12.4. ÉLONGATION

Valeur maximale de la déviation instantanée d'un équipage mobile par rapport à la position de référence déterminée (voir point 9.12).

9.12.5. AMPLITUDE DE DÉVIATION

Déviation instantanée maximale d'un équipage mobile par rapport à la position d'équilibre pour la valeur de la grandeur mesurée.

9.11. CONSTANCY (STABILITY) OF A MEASURING INSTRUMENT

The quality which characterizes the ability of a measuring instrument to maintain constant its metrological properties as a function of time.

9.11.1. MEASURING INSTRUMENT DRIFT

Variation in the metrological properties of a measuring instrument under normal conditions of use, during a rather long period of time.

9.12. DEFLECTION

The deviation of the moving element of a measuring instrument relative to a defined position.

When no reference position is indicated, the deflection is relative to the position which corresponds to zero on the scale.

Note :

In this definition, the word "deviation" is used in the general sense of displacement.

9.12.1. INSTANTANEOUS DEFLECTION

Deviation of the moving element which occurs during an infinitely short period of time in any selected period.

9.12.2. ESTABLISHED DEFLECTION

Definitive deflection corresponding to the position of equilibrium for the value of the measured quantity.

9.12.3. RESIDUAL DEFLECTION

That part of the deflection which remains after disappearance of the cause which has produced the deflection.

9.12.4. ELONGATION

Maximum value of the instantaneous deflection of a moving element relative to the defined reference position (see point 9.12).

9.12.5. DEFLECTION AMPLITUDE

Maximum instantaneous deflection of a moving element relative to the position of equilibrium for the value of the quantity being measured.

LISTE ALPHABÉTIQUE DES TERMES

	Article
A	
Admission à la vérification	2.2.3
Agents de vérification	1.2
Ajuster	2.8.1
Amplitude de déviation	9.12.5
Appareil mesureur.	6.1.2
Appareil mesureur à blocage.	6.1.2.5.1
Appareil mesureur à butée(s)	6.1.2.5.2
Appareil mesureur à échelle projetée.	6.1.2.9
Appareil mesureur à index mobile	6.1.2.8
Appareil mesureur à index lumineux	6.1.2.8.1
Appareil mesureur à lecture directe.	6.1.2.
Appareil mesureur à maintien d'indication.	6.1.2.5.3
Appareil mesureur à miroir	6.1.2.8.2
Appareil mesureur analogique.	6.1.2.10
Appareil mesureur aperiodique.	6.1.2.1.2
Appareil mesureur conditionneur	6.1.2.6
Appareil mesureur de comparaison.	6.1.2
Appareil mesureur différentiel.	6.1.2
Appareil mesureur discontinu	6.1.2.11
Appareil mesureur enregistreur.	6.1.2.7
Appareil mesureur indicateur	6.1.2.1
Appareil mesureur intégrateur	6.1.2.2
Appareil mesureur oscillant amorti	6.1.2.1.1
Appareil mesureur prédéterminateur.	6.1.2.5
Appareil mesureur totalisateur	6.1.2.4
Approbation d'un modèle.	2.2.1
Approbation d'un modèle à titre provisoire	2.2.2
Autorités de surveillance métrologique	1.3
B	
Base d'une échelle à traits.	7.4.4.1
Bulletin de refus	3.3.3
Bureau de vérification ambulante	1.1.6
Bureau International de Métrologie Légale.	1. préambule
Bureau International des Poids et Mesures.	1. préambule
Bureau local de vérification.	1.1.5
Bureau national de métrologie légale	1.1.1
Bureau national de vérification.	1.1.3
Bureau régional de vérification	1.1.4

C	Article
Cadence de mesure maximale	9.2.8
Cadence de mesure minimale	9.2.8
Cadran	7.5
Calibrer	2.8.2
Capteur	7.3.1
Catégorie d'instruments de mesure	7.1
Centre de vérification	1.1.7
Certificat d'étalonnage	3.3.2
Certificat de vérification	3.3.1
Certificat d'expertise	3.3.2
Chaîne de mesure	7.3
Charge d'un compteur	9.2.3
Charge maximale d'un compteur	9.2.5
Charge minimale d'un compteur	9.2.6
Chiffraison d'une échelle	7.4.1
Classe de précision	9.10.4
Coefficient de température d'un instrument de mesure	8.2.6.2.1
Comité International de Métrologie Légale	1. préambule
Comité International des Poids et Mesures	1. préambule
Compteur	6.1.2.3
Conditions de référence	9.1.3
Conditions usuelles d'emploi	9.1
Conférence Générale des Poids et Mesures	1. préambule
Conférence Internationale de Métrologie Légale	1. préambule
Constance d'un instrument de mesure	9.11
Constante d'un instrument de mesure	5.3.1
Contrôle des instruments de mesure	2.1
Contrôle métrologique	2.0
Correction	8.1.1.1
Correction de justesse	9.5.3
Courbe d'étalonnage d'un instrument de mesure	8.6.1
Courbe de correction d'un instrument de mesure	8.6.2
Courbe d'erreurs d'un instrument de mesure	8.6
Cycle de fonctionnement d'un appareil mesureur	7.8
 D	
Dérive d'un instrument de mesure	9.11.1
Détecteur	6.1.8
Déviaton	9.12
Déviaton établie	9.12.2
Déviaton instantanée	9.12.1
Déviaton résiduelle	9.12.3
Dimension d'une grandeur	4.3.3
Dispersion des indications	9.6.1
Dispositif auxiliaire de mesure	6.2
Dispositif d'inscription	7.3.5.1
Dispositif de télémesure	7.3.4
Dispositif enregistreur	7.3.5
Dispositif indicateur	7.3.3
Domaine de référence	9.1.2
Domaine nominal d'utilisation (pour une grandeur d'influence déterminée)	9.1.4

E	Article
Écart moyen quadratique (écart type) de la moyenne arithmétique d'une série de mesurages.....	8.1.7.2
Écart moyen quadratique (écart type) d'une seule indication dans une série d'indications d'un instrument de mesurage	8.2.4
Écart moyen quadratique (écart type) d'un seul mesurage dans une série de mesurages.....	8.1.7.1
Échelle.....	7.4
Échelle à traits.....	7.4.4
Échelle à valeur d'échelon constante.	7.4.4.2.2
Échelle (de repérage) d'une grandeur.	4.5
Échelle équidistante	7.4.4.2.1
Échelle linéaire.....	7.4.4.2.3
Échelle logarithmique.	7.4.4.2.5
Échelle non-linéaire	7.4.4.2.5
Échelle numérique	7.4.5
Échelle quadratique	7.4.4.2.5
Échelle régulière	7.4.4.2.4
Échelle semi-numérique	7.4.5.1
Échelon	7.4.3
Élément récepteur du capteur.	7.3.1.1
Élément transducteur d'un appareil mesureur	7.3.2
Élongation	9.12.4
Équation d'une échelle à traits	7.4.4.2
Équation entre grandeurs	4.4
Équation entre unités de mesure	4.4.2
Équation entre valeurs numériques	4.4.1
Équipement de mesurage.	6.3.1
Erreur absolue.	8.1.5
Erreur absolue apparente.	8.1.5.3
Erreur absolue véritable.	8.1.5.1
Erreur complémentaire d'un instrument de mesurage	8.2.6.1
Erreur d'ajustage.....	8.2.7
Erreur de base d'un instrument de mesurage.	8.2.6
Erreur de calibrage d'une mesure matérialisée.	8.2.5
Erreur de discontinuité.....	8.2.8
Erreur de fidélité.	9.6.3
Erreur de justesse	9.5.1
Erreur de lecture	8.5.1
Erreur de mesurage.	8.1
Erreur de méthode	8.4
Erreur de mobilité.	9.8.1
Erreur de parallaxe.	8.5.1.1
Erreur de précision	9.10.1
Erreur de réversibilité.....	9.7.1
Erreur de zéro	8.2.3
Erreur (d'indication) d'une mesure matérialisée.....	8.2.1
Erreur (d'indication) d'un appareil mesureur	8.2.2
Erreur d'interpolation.....	8.5.1.2
Erreur d'observation.	8.5
Erreur due à la température	8.2.6.2

E	Article
Erreur due à l'inertie	8.2.6.4
Erreur due au frottement	8.2.6.3
Erreur fortuite	8.1.2
Erreur instrumentale	8.2
Erreurs limites de fidélité	9.6.4
Erreurs limites de la moyenne arithmétique d'une série de mesurages	8.1.8.2
Erreur limite de mobilité.	9.8.2
Erreurs limites de précision	9.10.2
Erreur limite de réversibilité	9.7.2
Erreurs limites d'un seul mesurage d'une série	8.1.8.1
Erreurs maximales tolérées de fidélité	9.6.5
Erreurs maximales tolérées de justesse	9.5.2
Erreurs maximales tolérées de précision	9.10.3
Erreur maximale tolérée de réversibilité	9.7.3
Erreurs maximales tolérées en service.	8.3.1
Erreurs maximales tolérées lors de la vérification.	8.3
Erreur moyenne quadratique de fidélité	9.6.3
Erreur parasite	8.1.3
Erreur partielle	8.1.4.1
Erreur réduite	8.1.6.1
Erreur relative	8.1.6
Erreur systématique	8.1.1
Essai d'un modèle.	2.2
Étalon.	6.4
Étalon collectif	6.4.3
Étalon collectif international	6.4.3.1
Étalon de comparaison.	6.4.12
Étalon de référence	6.4.7
Étalon de travail	6.4.8
Étalon individuel	6.4.2
Étalon international	6.4.9
Étalon médiat	6.4.13
Étalon national	6.4.10
Étalon primaire.	6.4.4
Étalon secondaire	6.4.6
Étalon-témoin	6.4.5
Étalonnage.	2.5
Étendue de dispersion des indications.	9.6.2
Étendue de la charge d'un compteur	9.2.4
Étendue de l'échelle	7.4.2.1
Étendue de mesure	9.2
Étendue optimale de l'échelle	7.4.2.1.3
Examen administratif externe	2.3.3
Examen de conformité avec le modèle approuvé.	2.3.1
Examen de surveillance	2.3.5
Examen d'un instrument de mesure	2.3
Examen métrologique.	2.3.4
Examen préalable	2.3.2
Exemplaire témoin d'un modèle approuvé	7.1.2.3
Expertise métrologique	2.5.1

	Article
F	
Facteur de correction de justesse	9.5.4
Fidélité d'un instrument de mesurage.	9.6
G	
Garantie métrologique	0.7
Graduer.	2.8.3
Grandeur à mesurer	4.1.1
Grandeur de base	4.3.1
Grandeur dérivée.	4.3.2
Grandeur d'influence	4.1.2
Grandeurs équidimensionnelles.	4.3.5
Grandeur (mesurable)	4.1
Grandeur sans dimension	4.3.4
I	
Imprécision de mesurage	8.1.9
Incertitude de la moyenne arithmétique d'une série	8.1.8.4
Incertitude de mesurage	8.1.8
Incertitude d'un seul mesurage d'une série.	8.1.8.3
Index.	7.3.3.1
Indication d'un instrument de mesurage	5.3
Information de mesurage	4.3.6
Inscription d'identification d'un instrument de mesurage	3.4
Installation de mesurage	6.3
Institut nationale de métrologie légale	1.1.2
Instruction relative à la vérification de certains instruments de mesurage	3.1.4
Instruments de mesurage.	6.1
Instrument de mesurage admissible à la vérification	6.1.4
Instrument de mesurage auxiliaire.	6.1.6
Instrument de mesurage légal	6.1.5
Instrument de mesurage usuel	6.1.3
Instrument vérificateur	6.1.9
J	
Justesse d'un instrument de mesurage.....	9.5
L	
Limbe	7.5
Loi de composition des erreurs	8.1.4
Loi relative à la métrologie légale.....	3.1
Longueur de l'échelon	7.4.3.1

	Article
M	
Marque annuelle	3.2.4
Marque d'approbation de modèle	3.2.7
Marque de refus	3.2.5
Marque de vérification	3.2.1
Marque du bureau	3.2.3
Marques d'un instrument de mesurage	3.2
Marque principale de vérification	3.2.2
Marque de protection	3.2.6
Matière-étalon de référence	6.6
Mesurage	5.1
Mesurages dynamiques	5.2.7
Mesurages statiques	5.2.6
Mesure matérialisée	6.1.1
Mesure matérialisée autosuffisante	6.1.1
Mesure matérialisée non-autosuffisante	6.1.1
Méthode de mesurage	5.2
Méthode de mesurage combinatoire en séries fermées	5.2.3
Méthode de mesurage différentiel	5.2.5.2
Méthode de mesurage direct	5.2.1
Méthode de mesurage fondamental	5.2.4
Méthode de mesurage indirect	5.2.2
Méthode de mesurage par coïncidence	5.2.5.2.2
Méthode de mesurage par comparaison	5.2.5
Méthode de mesurage par comparaison directe	5.2.5.1
Méthode de mesurage par complément	5.2.5.4
Méthode de mesurage par contact	5.2.2.2
Méthode de mesurage par déviation	5.2.5.3
Méthode de mesurage par extrapolation	5.2.5.7
Méthode de mesurage par interpolation	5.2.5.6
Méthode de mesurage par résonance	5.2.5.5
Méthode de mesurage par substitution	5.2.5.1.1
Méthode de mesurage par transposition	5.2.5.1.2
Méthode de mesurage par zéro	5.2.5.2.1
Méthode de mesurage sans contact	5.2.2.1
Méthode étalon	6.4.1
Métrologie	0.1
Métrologie appliquée	0.3
Métrologie de la qualité	0.3.2
Métrologie générale	0.2
Métrologie légale	0.6
Métrologie technique	0.3.1
Métrologie théorique	0.4
Mobilité d'un instrument de mesurage	9.8
Modèle approuvé	7.1.2.2
Modèle d'un instrument de mesurage	7.1.2.1
Modèle provisoire d'un instrument de mesurage	7.1.2
Moyenne pondérée	5.4.4

	Article
O	
Oblitération de la marque de vérification	2.7.1
Observation (de l'indication)	5.3.2
Organisation Internationale de Métrologie Légale	1. préambule
Organisation Internationale des Poids et Mesures	1. préambule
P	
Perte de validité de la vérification	2.4.11
Poids d'un mesurage.	5.4.3
Poinçon	3.3
Poinçonnage	2.7
Portée maximale	9.2.1
Portée minimale	9.2.2
Précision d'un instrument de mesurage.	9.10
Prescriptions relatives à l'approbation des modèles d'instrument de mesurage	3.1.2
Prescriptions relatives à la vérification d'instruments de mesurage assujettis à l'approbation de modèle	3.1.1
Prescriptions relatives à la vérification d'instruments de mesurage dispensés d'approbation de modèle.	3.1.1
Présentation à l'étalonnage	2.4.9
Présentation à la vérification	2.4.9
Principe de mesurage	5.1.1
Processus de mesurage	5.1.2
Prototype international	6.4.11
Prototype national	6.4.11
R	
Refus d'un instrument de mesurage	2.4.10
Renouvellement de la vérification	2.4.3.1
Repère.	7.3.3.2
Répétabilité des mesurages	5.5
Reproductibilité des mesurages.	5.5.1
Résultat brut d'un mesurage.	5.4.1
Résultat corrigé d'un mesurage.	5.4.2
Résultat d'un mesurage	5.4
Réversibilité d'un instrument de mesurage.	9.7
S	
Schéma de principe	7.2.1
Schéma de structure.	7.2
Schéma d'une hiérarchie des instruments de mesurage	6.5
Sensibilité d'un instrument de mesurage.	9.4
Série d'étalons	6.4.14
Service national de métrologie légale	1.1
Seuil de démarrage d'un compteur.	9.8.4

	Article
S	
Seuil de mobilité	9.8.3
Seuil toléré de mobilité	9.8.5
Spécification des instruments de mesurage assujettis à la vérification	3.1.3
Station d'étalonnage	6.3.2
Support d'enregistrement.	7.6
Surcharge d'un instrument de mesurage.	9.2.7
Sûreté de lecture d'un instrument de mesurage	9.3
Surveillance métrologique	2.6
Symbole de l'unité de mesure	4.6.1
Système cohérent d'unités de mesure	4.7.1
Système de grandeurs.	4.3
Système d'un instrument de mesurage	7.1.1
Système d'unités de mesure.	4.7
Système International d'Unités (SI)	4.7.3
Système métrique décimal	4.7.2
T	
Tambour gradué	7.5
Technique des mesurages	0.5
Temps de réponse d'un instrument de mesurage.	9.9
Totalisateur	7.7
Transducteur de mesurage.	6.1.7
U	
Unité de mesure	4.6
Unité de mesure cohérente	4.6.5
Unité de mesure de base	4.6.3
Unité de mesure dérivée.	4.6.4
Unité de mesure hors-système.	4.6.6
Unité de mesure légale.	4.6.2
Unité de mesure multiple.	4.6.7
Unité de mesure sous-multiple	4.6.7
V	
Valeur absolue de l'erreur	8.1.5.2
Valeur conventionnellement vraie d'une grandeur	4.2.1.1
Valeur conventionnellement vraie d'une mesure matérialisée	5.3.5
Valeur de l'échelon	7.4.3.2
Valeur de référence.	9.1.1
Valeur d'une grandeur déterminée.	4.2
Valeur instantanée d'une grandeur	4.2.3
Valeur locale d'une grandeur.	4.2.4
Valeur maximale de l'échelle.	7.4.2.1.2
Valeur minimale de l'échelle	7.4.2.1.1

	Article
V	
Valeur nominale partielle d'une mesure matérialisée.....	5.3.4
Valeur nominale totale d'une mesure matérialisée.....	5.3.3
Valeur numérique d'une grandeur.....	4.2.2
Valeur vraie d'une grandeur.....	4.2.1
Variation d'indication d'un instrument de mesurage.....	8.2.6.1.1
Vérification.....	2.4
Vérification complète.....	2.4.4
Vérification exceptionnelle.....	2.4.7
Vérification facultative.....	2.4.12
Vérification obligatoire.....	2.4.8
Vérification par échantillonnage.....	2.4.1
Vérification périodique.....	2.4.6
Vérification primitive.....	2.4.2
Vérification simplifiée.....	2.4.5
Vérification ultérieure.....	2.4.3
Z	
Zéro électrique.....	7.3.3.4
Zéro mécanique.....	7.3.3.3
Zone de l'échelle.....	7.4.2
Zone d'incertitude de mesurage.....	8.1.8.5

ALPHABETICAL LIST OF TERMS

	Article
A	
Absolute Error.	8.1.5
Apparent (Deviation)	8.1.5.3
Real	8.1.5.1
Absolute Method of Measurement	5.2.4
Absolute Value (of an Error).	8.1.5.2
Acceptance for Verification.	2.2.3
Accuracy (of a Measuring Instrument)	9.10
Class of	9.10.4
Adjustment.	2.8.1
Adjustment Error (of a Measuring Instrument).	8.2.7
Analogue Measuring Instrument.	6.1.2.10
Aperiodic Measuring Instrument	6.1.2.1.2
Apparatus, Measuring.	6.3
Applied Metrology.	0.3
Approved Pattern.	7.1.2.2
Reference Copy of	7.1.2.3
Automatic Filling (Dispensing) Instrument	6.1.2.6
Auxiliary Measuring Device	6.2
Auxiliary Measuring Instrument.	6.1.6
B	
Base Quantity	4.3.1
Base Unit (of Measurement)	4.6.3
Bias Correction.	9.5.3
Bias Correction Factor	9.5.4
Bias Error (Total Systematic Error)	9.5.1
Maximum Permissible.	9.5.2
Block schematic Diagram.	7.2
C	
Calibration.	2.5 ; 2.8.2
Submission for.	2.4.9
Calibration Certificate.	3.3.2
Calibration Curve (of a Measuring Instrument).	8.6.1
Calibration Station	6.3.2
Category of Measuring Instruments	7.1

	Article
C	
Certificate of	
Calibration	3.3.2
Evaluation	3.3.2
Verification	3.3.1
Chart (Record)	7.6
Closed-Series Combination Method (of Measurement)	5.2.3
Coherent System of Units (of Measurement)	4.7.1
Coherent Unit (of Measurement)	4.6.5
Coincidence Method (of Measurement)	5.2.5.2.2
Collective Standard	6.4.3
Comparison Method (of Measurement)	5.2.5
Comparison Standard	6.4.12
Complementary Error (of a Measuring Instrument)	8.2.6.1
Complementary Method of Measurement	5.2.5.4
Complete Verification	2.4.4
Compulsory Verification	2.4.8
Conditions of Use (of Measuring Instruments)	9
Nominal	9.1 (Note 2)
Normal	9.1
Confidence Interval of Measurement	8.1.8.5.
Confidence Limits of a Single Measurement	8.1.8.1
Confidence Limits of the Arithmetic Mean (of a Series of Measurements)	8.1.8.2
Constancy (Stability) (of a Measuring Instrument)	9.11
Constant (of a Measuring Instrument)	5.3.1
Constant-Interval Scale	7.4.4.2.2
Contact Method of Measurement	5.2.2.2
Control of Measuring Instruments	2.1
Conventional True Value (of a Material Measure)	5.3.5
Conventional True Value (of a Quantity)	4.2.1.1
Corrected Result (of a Measurement)	5.4.2
Correction Curve (of a Measuring Instrument)	8.6.2
Correction (of Result of a Measurement)	8.1.1.1
D	
Damped out Oscillating Measuring Instrument	6.1.2.1.1
Decimal Metric System	4.7.2
Deflection	9.12
Deflection Amplitude	9.12.5
Deflection Method (of Measurement)	5.2.5.3.
Derived Quantity	4.3.2
Derived Unit (of Measurement)	4.6.4
Detector	6.1.8
Deviation	8.1.5.3
Dial	7.5
Die Stamp	3.3
Differential Method (of Measurement)	5.2.5.2
Digital Scale	7.4.5

	Article
D	
Dimension of a Quantity.....	4.3.3
Dimensionless Quantity	4.3.4
Direct Comparison Method (of Measurement)	5.2.5.1
Direct Method (of Measurement)	5.2.1
Dispersion Error	8.1.2
Discontinuity Error (of a Measuring Instrument)	8.2.8
Discontinuous Measuring Instrument	6.1.2.11
Dispersion of Indications (of a Measuring Instrument).....	9.6.1
Discrimination (of a Measuring Instrument).....	9.8
Discrimination Error (of a Measuring Instrument)	9.8.1; 9.8.2
Discrimination Threshold (of a Measuring Instrument)	9.8.3
Drift (of a Measuring Instrument)	9.11.1
Duplicate (Reserve) Standard	6.4.5
Dynamic Measurements.	5.2.7
E	
Electrical Zero.	7.3.3.4
Elongation	9.12.4
Equation between Numerical Values	4.4.1
Equation between Quantities	4.4
Equation between Units of Measurement.	4.4.2
Equation of a Line Scale	7.4.4.2
Equidimensional Quantities.	4.3.5
Equidistant Scale	7.4.4.2.1
Error Curve (of a Measuring Instrument)	8.6
Error, Gauging (of a Material Measure).	8.2.5
Error of Indication	
of a Material Measure	8.2.1
of a Measuring Instrument	8.2.2
Error, Instrumental	8.2
Errors, Limiting (Confidence Limits)	8.1.8.1; 8.1.8.2
Errors, Maximum Permissible	
Bias	9.5.2
Hysteresis	9.7.3
In Service.	8.3.1
On Verification	8.3
Repeatability	9.6.5
Error(s) of Measurement	8.1
Absolute	8.1.5
Apparent.	8.1.5.3
Real	8.1.5.1
Absolute value of.....	8.1.5.2
Law of Combination of	8.1.4
Parasitic	8.1.3
Partial	8.1.4.1
Random (Dispersion, Statistical)	8.1.2
Relative.....	8.1.6
Systematic	8.1.1

	Article
E	
Error (of a Measuring Instrument)	
Bias (Total Systematic)	9.5.1
Complementary	8.2.6.1
Frictional	8.2.6.3
Hysteresis	9.7.1 ; 9.7.2
Inertial	8.2.6.4
Intrinsic	8.2.6
Repeatability	9.6.3 ; 9.6.4
Temperature.	8.2.6.2
Error of Method	8.4
Error of Observation	8.5
Interpolation	8.5.1.2
Parallax	8.5.1.1
Reading.	8.5.1
Established Deflection	9.12.2
Evaluation Certificate	3.3.2
Examination (of a Measuring Instrument)	2.3
for Conformity with Approved Pattern.	2.3.1
External Administrative	2.3.3
Inspection.	2.3.5
Examination (of a Measuring Instrument)	
Metrological	2.3.4
Preliminary	2.3.2
Exceptional Verification	2.4.7
Extrapolation Method of Measurement	5.2.5.7
F	
Freedom from Bias (of a Measuring Instrument)	9.5
Freedom from Hysteresis (of a Measuring Instrument)	9.7
Frictional Error (of a Measuring Instrument)	8.2.6.3
Fundamental Method (of Measurement)	5.2.4
G	
Gauge Mark	7.3.3.2
Gauging	2.8.2
Gauging Error (of a Material Measure)	8.2.5
General Metrology	0.2
Graduation	2.8.3
Graduation Error (of a Material Measure)	8.2.5 (Tr's Note)
H	
Hierarchy (Block Diagram) of Measuring Instruments	6.5
Hysteresis Error (of a Measuring Instrument)	9.7.1 ; 9.7.2
Maximum Permissible	9.7.3

I	Article
Identification Inscriptions of a Measuring Instrument	3.4
Inaccuracy (of Measurement)	8.1.9
Inaccuracy (of a Measuring Instrument)	9.10.1
Limits of	9.10.2
Maximum Permissible	9.10.3
Index	7.3.3.1
Indicated Value (of a Measured Quantity)	5.4.1 (Tr's Note)
Indicating Device (of a Measuring Instrument)	7.3.3
Indicating (Measuring) Instrument	6.1.2.1
Indication (of Measuring Instrument)	5.3
Observation of	5.3.2
Indirect Method (of Measurement)	5.2.2
Individual Standard	6.4.2
Inertial Error (of a Measuring Instrument)	8.2.6.4
Influence Quantity	4.1.2
Reference Conditions for	9.1.3
Reference Range of	9.1.2
Reference Value of	9.1.1
Initial Verification	2.4.2
Inscription Device	7.3.5.1
Inspection Examination	2.3.5
Installation, Measuring	6.3.1
Instantaneous Deflection	9.12.1
Instantaneous Value of a Quantity	4.2.3
Instrument Constant	5.3.1
Instrumental Error (of a Measuring Instrument)	8.2
Integrating (Measuring) Instrument	6.1.2.2
Integrating Meter	6.1.2.3
Integrimeter	6.1.2.3 (Ex.)
International Collective Standard	6.4.3.1
International Organization of Legal Metrology (OIML)	1 (Preamble B)
International Organization of Weights and Measures	1 (Preamble B)
International Prototype (Standard)	6.4.11
International Standard	6.4.9
International System of Units (SI)	4.7.3
Interpolation Error	8.5.1.2
Interpolation Method of Measurement	5.2.5.6
Intrinsic Error (of a Measuring Instrument)	8.2.6

L

Law concerning Legal Metrology	3.1
Law of Combination of Errors	8.1.4
Legal Measuring Instrument	6.1.5
Legal Metrology	0.6
International Bureau of — (BIML)	1 (Preamble B)
International Committee of	1 (Preamble B)
International Conference of	1 (Preamble B)

	Article
L	
Legal Metrology	
International Organization of — (OIML)	1 (Preamble B)
Law Concerning.	3.1
National Bureau of	1.1.1
National Institute of	1.1.2
National Service of	1.1
Organizations and Services concerned with	1
Legal Metrology Service.	
Activities of	2
Legal Unit of Measurement	4.6.2
Limit(s)	
of Discrimination Error (of a Measuring Instrument).	9.8.2
of Hysteresis Error (of a Measuring Instrument).	9.7.2
of Inaccuracy (of a Measuring Instrument)	9.10.2
of Repeatability Error (of a Measuring Instrument).	9.6.4
Line Scale	7.4.4
Line-Scale Base	7.4.4.1
Linear Scale	7.4.4.2.3
Local Value of a Quantity	4.2.4
Local Verification Office.	1.1.5
Locking Measuring Instrument.	6.1.2.5.1
Loss of Validity (of Verification)	2.4.11
M	
Mark	
Office.	3.2.3
Pattern Approval.	3.2.7
Principal Verification	3.2.2
Protective	3.2.6
Rejection.....	3.2.5
Verification.	3.2.1
Year.	3.2.4
Markings (on a Measuring Instrument).	3.2
Material Measure	6.1.1
Conventional True Value of.	5.3.5
Error of Indication of.	8.2.1
Gauging Error of	8.2.5
Graduation Error, Pointing Error of	8.2.5 (Tr's Note)
Partial Nominal Value of.	5.3.4
Total Nominal Value of	5.3.3
Material-Reference Standard.	6.6
(Measurable) Quantity	4.1
Measure.	5 (Preamble)
Measure, Material	6.1.1
Measured Quantity	4.1.1
Measured, Quantity to be	4.1.1
Measured Value (of a Measured Quantity)	5.4.2 (Tr's Note)

	Article
M	
Measurement	5.1
Inaccuracy of	8.1.9
Information	4.3.6
Limiting Errors (Confidence Limits) of	8.1.8.1; 8.1.8.2
Method of	5.2
Absolute	5.2.4 (Note)
Closed-Series Combination	5.2.3
Coincidence	5.2.5.2.2
Comparison	5.2.5
Complementary	5.2.5.4
Contact	5.2.2.2
Deflection	5.2.5.3
Differential	5.2.5.2
Direct	5.2.1
Direct Comparison	5.2.5.1
Extrapolation	5.2.5.7
Fundamental	5.2.4
Indirect	5.2.2
Interpolation	5.2.5.6
Null	5.2.5.2.1
Resonance	5.2.5.5
Substitution	5.2.5.1.1
Transposition	5.2.5.1.2
Without Contact	5.2.2.1
Multiple (Sub-Multiple) Unit of	4.6.7
Principle of	5.1.1
Process of	5.1.2
Range of Uncertainty (Confidence Interval) of	8.1.8.5
Result of	5.4
Corrected	5.4.2
Uncorrected	5.4.1
Standard Deviation of	8.1.7.1; 8.1.7.2
Uncertainty of	8.1.8; 8.1.8.3; 8.1.8.4
Unit of	4.6
Weight of	5.4.3
Measurement Range	9.2
Measurement Technique	0.5
Measuring Apparatus	6.3
Measuring Installation	6.3.1
Measuring Instrument(s)	6.1 to 6.1.2
Acceptable for Verification	6.1.4
Measuring Instrument(s)	
Accuracy of	9.10
Accuracy Class of	9.10.4
“Active”	6.1.2
Adjustment Error of	8.2.7
Analogue	6.1.2.10
Aperiodic	6.1.2.1.2
Approved Pattern of	7.1.2.2

M	Article
Measuring Instrument(s)	
Auxiliary.	6.1.6
Bias Error (Total Systematic Error) of	9.5.1
Bias Correction of	9.5.3
Bias Correction Factor of.	9.5.4
Block Schematic Diagram of	7.2
Calibration Curve of	8.6.1
Category of.	7.1
Classification of	6
Complementary Error of	8.2.6.1
Conditions of Use of	9
Normal (Nominal)	9.1 (and Note 2)
Constancy (Stability) of.	9.11
Constant of.	5.3.1
Construction ; Component parts	7
Control of	2.1
Correction Curve of.	8.6.2
Damped out Oscillating	6.1.2.1.1
Discontinuous.....	6.1.2.11
Discrimination of	9.8
Discrimination Error of	9.8.1
Limit of	9.8.2
Discrimination Threshold of	9.8.3
Dispersion (Scatter) of Indications of	9.6.1
Drift.....	9.11.1
Error Curve of.	8.6
Error of Indication of.	8.2.2
Examination of	2.3
for Conformity with Approved Pattern.	2.3.1
Freedom from Bias of.	9.5
Frictional Error of.....	8.2.6.3
Hierarchy (Block Diagram) of	6.5
Hysteresis Error of	9.7.1
Limits of	9.7.2
Identification Inscriptions.	3.4
Inaccuracy of	9.10.1
Limits of	9.10.2
Indicating	6.1.2.1
Indicating Device of.	7.3.3
Indication of.....	5.3
Inertial Error of.....	8.2.6.4
Instrumental Error of	8.2
Integrating.	6.1.2.2
Intrinsic Error of	8.2.6
Legal	6.1.5
Locking	6.1.2.5.1
Markings on	3.2
Maximum (Minimum) Capacity of	9.2.1 ; 9.2.2
Maximum (Minimum) Frequency of Measurement	9.2.8

	Article
M	
Measuring Instrument(s)	
Maximum (Minimum) Scale Value of	7.4.2.1.1; 7.4.2.1.2
Maximum Permissible	
Bias Error of	9.5.2
Errors of, in Service	8.3.1
Errors of, on Verification	8.3
Hysteresis Error of	9.7.3
Inaccuracy of	9.10.3
Repeatability Error of	9.6.5
Measuring Sequence of	7.3
Nominal Range of Use of (for a Given Influence Quantity)	9.1.4.
Operating Cycle of	7.8
Operating Schematic Diagram of	7.2.1
Optional Verification of	2.4.12
Ordinary.	6.1.3
Overload of	9.2.7
“ Passive ”	6.1.1
Pattern of	7.1.2.1
Provisional	7.1.2
Permissible Discrimination Threshold	9.8.5
Pre-setting	6.1.2.5
Range (of Measured Quantity)	9.2
Reading Certainty of	9.3
Recording.	6.1.2.7
Reference Copy (of Approved Pattern)	7.1.2.3
Rejection of	2.4.10
Repeatability of	9.6
Repeatability Error of	9.6.3
Limits of	9.6.4
Requirements etc. concerning Pattern Approval and Verification of	3.1.1 to 3.1.4
Response Time of	9.9
Sensitivity of	9.4
Sensor of	7.3.1; 7.3.1.1
Spread (Range) of Indication of	9.6.2
Standard Deviation (of Single Indication) of	8.2.4
System of	7.1.1
Temperature Coefficient of	8.2.6.2.1
Temperature Error of	8.2.6.2
Totalizer of	7.7
Totalizing	6.1.2.4
Transducer Element of	7.3.2
Variation (of Indication) of	8.2.6.1.1
Verification Renewal of	2.4.3.1
with Luminous Index	6.1.2.8.1
with Mirror	6.1.2.8.2
with Moving Index	6.1.2.8
with Projected Scale	6.1.2.9
with Retained Indication	6.1.2.5.3
with Stop(s)	6.1.2.5.2

	Article
M	
Measuring Instrument(s)	
Zero Error of	8.2.3
Measurement Range	9.2
Measuring Sequence	7.3
Measuring Transducer	6.1.7.
Mechanical Zero	7.3.3.3
Mediate Standard	6.4.13
Meter	
Integrating	6.1.2.3
Load of	9.2.3
Maximum (Minimum) Load (Rating) of	9.2.5; 9.2.6
Range of Load of	9.2.4
Overload of	9.2.7(b)
Passivity of	9.8.4
Metrological Assesment	2.5.1
Metrological Control	2.0
Metrological Examination	2.3.4
Metrological Guarantee	0.7
Metrological Supervising Authorities	1.3
Metrological Supervision	2.6
Metrology	0.1
Applied	0.3
General	0.2
Legal	0.6
Technical	0.3.1
Theoretical	0.4
Mobile Verification Office	1.1.6
Multiple (Sub-multiple) Unit (of Measurement)	4.6.7
N	
National Bureau of Legal Metrology	1.1.1
National Institute of Legal Metrology	1.1.2
National Prototype (Standard)	6.4.11
National Service of Legal Metrology	1.1
National Standard	6.4.10
Nominal Conditions of Use	9.1 (Note 2)
Non-Linear Scale	7.4.4.2.5
Normal Conditions of Use	9.1
Null Method (of Measurement)	5.2.5.2.1
Numerical Scale	7.4.5
Numerical Value (of a Quantity)	4.2.2
O	
Obliteration of Verification Mark	2.7.1
Observation, Error of	8.5
Observation (of the Indication)	5.3.2

	Article
O	
Office Mark	3.2.3
Operating Cycle (of a Measuring Instrument)	7.8
Operating Schematic Diagram (of a Measuring Instrument)	7.2.1
Optimum Scale Range	7.4.2.1.3
Optional Verification (of a Measuring Instrument)	2.4.12
Ordinary Measuring Instrument	6.1.3
Outside the System Unit of Measurement	4.6.6
Overload	
of a Measuring Instrument other than a meter	9.2.7.(a)
of a Meter	9.2.7.(b)
P	
Parallax Error	8.5.1.1
Parasitic Error	8.1.3
Partial Error	8.1.4.1
Partial Nominal Value (of a Material Measure)	5.3.4
Passivity (of a Meter)	9.8.4
Pattern (of a Measuring Instrument)	7.1.2.1
Pattern Approval	2.2.1
Mark	3.2.7
Provisional	2.2.2
Requirements Concerning	3.1.2
Pattern Evaluation	2.2
Periodic Verification	2.4.6
Permissible Discrimination Threshold (of a Measuring Instrument)	9.8.5
Pointing	2.8.2
Pointing Error (of a Material Measure)	8.2.5 (Tr's Note)
Preliminary Examination	2.3.2
Pre-setting (Measuring) Instrument	5.1.2.5
Primary Standard	6.4.4
Principal Verification Mark	3.2.2
Protective Marks	3.2.6
Provisional Pattern (of a Measuring Instrument)	7.1.2
Provisional Pattern Approval	2.2.2
Q	
Quality Metrology	0.3.2
Quantity (Quantities)	4; 4.1
Base	4.3.1
Conventional True Value of	4.2.1.1
Derived	4.3.2
Dimension of	4.3.3
Dimensionless	4.3.4
Equation between	4.4
Equation between numerical values of	4.4.1
Indicated value of	5.4.1 (Tr's Note)

	Article
Q	
Quantity (Quantities)	
Influence	4.1.2
Instantaneous Value of	4.2.3
Local Value of	4.2.4
Measurable	4.1
Measured	4.1.1
Measured Value of	5.4.2 (Tr's Note)
Numerical Value of	4.2.2
System of	4.3
True Value of	4.2.1
Value of	4.2
Quantity Equation	4.4
Quantity to be measured	4.1.1
R	
Random Error	8.1.2
Reading Certainty (of a Measuring Instrument)	9.3
Reading Error	8.5.1
Real Absolute Error	8.1.5.1
Record Chart	7.6
Recording Device	7.3.5
Recording (Measuring)Instrument	6.1.2.7
Reduced (Fiducial) Error of a Measuring Instrument	8.1.6.1
Reference Conditions (Influence Quantities)	9.1.3
Reference Copy of an Approved Pattern	7.1.2.3
Reference Range (of an Influence Quantity)	9.1.2
Reference Standard	6.4.7
Reference-Value (of an Influence Quantity)	9.1.1
Reference-Value Scale (of a Quantity)	4.5
Reference-Value Method	6.4.1
Regional Verification Office	1.1.4
Regular Scale	7.4.4.2.4
Rejection (of a Measuring Instrument)	2.4.10
Rejection Mark	3.2.5
Rejection Notice	3.3.3
Relative Error	8.1.6
Repeatability (of Measurements)	5.5
Repeatability (of a Measuring Instrument)	9.6
Repeatability Error (of a Measuring Instrument)	9.6.3 ; 9.6.4
Maximum Permissible	9.6.5
Reproducibility (of Measurements)	5.5.1
Requirements concerning Pattern Approval	3.1.2
Requirements concerning Verification	3.1.1
Residual Deflection	9.12.3
Resonance Method of Measurement	5.2.5.5
Response Time (of a Measuring Instrument)	9.9

S	Article
Sampling, Verification by	2.4.1
Scale	7.4
Constant-Interval	7.4.4.2.2
Digital (Numerical)	7.4.5
Division	7.4.3
Length of	7.4.3.1
Value of	7.4.3.2
Equidistant	7.4.4.2.1
Interval	7.4.3.2
Line	7.4.4
Line, Base of	7.4.4.1
Line, Equation of	7.4.4.2
Linear	7.4.4.2.3
Mark	7.3.3.2
Maximum Value of	7.4.2.1.2
Minimum Value of	7.4.2.1.1
Non-Linear	7.4.4.2.5
Numbering of	7.4.1
Range	7.4.2.1
Reference-Value	4.5
Regular	7.4.4.2.4
Semi-Digital (Semi-Numerical)	7.4.5.1
Spacing	7.4.3.1
Zone	7.4.2
Scatter (of Indications of a Measuring Instrument)	9.6.1
Secondary Standard	6.4.6
Sensing Element (of Sensor)	7.3.1.1
Sensitivity (of a Measuring Instrument)	9.4
Sensor	7.3.1
Series of Standards	6.4.14
Simplified Verification	2.4.5
Specification of Measuring Instruments subject to Verification	3.1.3
Spread (Range) (of Dispersion of Indications of a Measuring Instrument)	9.6.2
Stability (of a Measuring Instrument)	9.11
Stamp, Die-	3.3
Stamping	2.7
Standard	6.4
Collective	6.4.3
Comparison	6.4.12
Duplicate (Reserve)	6.4.5
Individual	6.4.2
International	6.4.9
International Collective	6.4.3.1
International (National) Prototype	6.4.11
Material-Reference	6.6
Mediate	6.4.13

	Article
S	
Standard	
National	6.4.10
Primary	6.4.4
Reference	6.4.7
Secondary	6.4.6
Working	6.4.8
Standard Deviation of the Arithmetic Mean (of a Series of Measurements).....	8.1.7.2
Standard Deviation of a Single Indication (of a Measuring Instrument)	8.2.4
Standard Deviation of a Single Measurement.....	8.1.7.1
Static Measurements	5.2.6
Statistical Error	8.1.2
Sub-Multiple Unit (of Measurement)	4.6.7
Subsequent Verification	2.4.3
Substitution Method (of Measurement).....	5.2.5.1.1
Symbol of Unit (of Measurement)	4.6.1
System of Quantities.....	4.3
System of Units (of Measurement)	4.7
Systematic Error	8.1.1
T	
Technical Metrology	0.3.1
Tele-Measuring Device.....	7.3.4
Temperature Coefficient (of a Measuring Instrument)	8.2.6.2.1
Temperature Error (of a Measuring Instrument)	8.2.6.2
Theoretical Metrology	0.4
Total Nominal Value (of a Material Measure)	5.3.3
Totalizer	7.7
Totalizing (Measuring) Instrument	6.1.2.4
Transducer (Transformer), Measuring	6.1.7
Transducer Element (of a Measuring Instrument)	7.3.2
Transposition Method (of Measurement)	5.2.5.1.2
True-Value (of a Quantity)	4.2.1
U	
Uncertainty of Measurement	8.1.8
Uncertainty (Range of) (Confidence Interval)	8.1.8.5
Uncertainty of a Single Measurement	8.1.8.3
Uncertainty of the Arithmetic Mean (of a Series of Measurements)	8.1.8.4
Uncorrected Result (of a Measurement)	5.4.1
Unit(s) of Measurement.....	4; 4.6
Base	4.6.3
Coherent	4.6.5
Coherent System of	4.7.1
Decimal Metric System of	4.7.2
Derived	4.6.4

	Article
U	
Unit(s) of Measurement	
Equation between.	4.4.2
International System of (SI).	4.7.3
Legal	4.6.2
Multiple (Sub-Multiple)	4.6.7
Outside the System	4.6.6
Symbol of.	4.6.1
System of	4.7
V	
Value (of a Given Quantity)	4.2.
Conventional True	4.2.1.1
Reference (of an Influence Quantity).	9.1.1
True	4.2.1
Variation of Indication (of a Measuring Instrument)	8.2.6.1.1
Verification	2.4
Acceptance for	2.2.3
by Sampling	2.4.1
Complete	2.4.4
Compulsory.	2.4.8
Exceptional	2.4.7
Initial	2.4.2
Instruction, Requirements, concerning	3.1.4 ; 3.1.1
Loss of Validity of	2.4.11
National Bureau of	1.1.3
Periodic	2.4.6
Renewal	2.4.3.1
Simplified	2.4.5
Submission for.	2.4.9
Subsequent	2.4.3
Verification Centre	1.1.7
Verification Certificate.	3.3.1
Verification Mark	3.2.1
Obliteration of.	2.7.1
Verification Office	2.4.3
Local	1.1.5
Mobile	1.1.6
Regional	1.1.4
Verification Officers	1.2
Verification Stamp	3.3
Verifying Instrument	6.1.9
W	
Weight (of a Measurement).	5.4.3
Weighted Mean	5.4.4

	Article
W	
Weights and Measures	
General Conference of (CGPM)	1 (Preamble B-a)
International Bureau of (BIPM)	1 (Preamble B-c)
International Committee of (CIPM)	1 (Preamble B-b)
International Organization of	1 (Preamble B)
Working Standard	6.4.8
Y	
Year Mark	3.2.4
Z	
Zero Error	8.2.3

Bureau International de Métrologie Légale - 11, Rue Turgot - 75009 - France

Imprimé en France — Grande Imprimerie de Troyes 8/319 - Dépôt légal n° 5598 - 4^e trimestre 1978

Réédition 1/236 — Dépôt légal n° 6226 — 1^{er} trim. 1981

BSI — British Standards Institution

BSI is the independent national body responsible for preparing British Standards. It presents the UK view on standards in Europe and at the international level. It is incorporated by Royal Charter.

Revisions

British Standards are updated by amendment or revision. Users of British Standards should make sure that they possess the latest amendments or editions.

It is the constant aim of BSI to improve the quality of our products and services. We would be grateful if anyone finding an inaccuracy or ambiguity while using this British Standard would inform the Secretary of the technical committee responsible, the identity of which can be found on the inside front cover. Tel: +44 (0)20 8996 9000. Fax: +44 (0)20 8996 7400.

BSI offers members an individual updating service called PLUS which ensures that subscribers automatically receive the latest editions of standards.

Buying standards

Orders for all BSI, international and foreign standards publications should be addressed to Customer Services. Tel: +44 (0)20 8996 9001. Fax: +44 (0)20 8996 7001. Email: orders@bsi-global.com. Standards are also available from the BSI website at <http://www.bsi-global.com>.

In response to orders for international standards, it is BSI policy to supply the BSI implementation of those that have been published as British Standards, unless otherwise requested.

Information on standards

BSI provides a wide range of information on national, European and international standards through its Library and its Technical Help to Exporters Service. Various BSI electronic information services are also available which give details on all its products and services. Contact the Information Centre. Tel: +44 (0)20 8996 7111. Fax: +44 (0)20 8996 7048. Email: info@bsi-global.com.

Subscribing members of BSI are kept up to date with standards developments and receive substantial discounts on the purchase price of standards. For details of these and other benefits contact Membership Administration. Tel: +44 (0)20 8996 7002. Fax: +44 (0)20 8996 7001. Email: membership@bsi-global.com.

Information regarding online access to British Standards via British Standards Online can be found at <http://www.bsi-global.com/bsonline>.

Further information about BSI is available on the BSI website at <http://www.bsi-global.com>.

Copyright

Copyright subsists in all BSI publications. BSI also holds the copyright, in the UK, of the publications of the international standardization bodies. Except as permitted under the Copyright, Designs and Patents Act 1988 no extract may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any means – electronic, photocopying, recording or otherwise – without prior written permission from BSI.

This does not preclude the free use, in the course of implementing the standard, of necessary details such as symbols, and size, type or grade designations. If these details are to be used for any other purpose than implementation then the prior written permission of BSI must be obtained.

Details and advice can be obtained from the Copyright & Licensing Manager. Tel: +44 (0)20 8996 7070. Fax: +44 (0)20 8996 7553. Email: copyright@bsi-global.com.